

4910



88-1
20

100-100

100-100

В. Е. ЛЯХНИЦКІЙ.

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

У

626.1
1-98

РАБОТЫ

ПО СООРУЖЕНІЮ

ПАНАМСКАГО КАНАЛА.

ОПИСАНІЕ АМЕРИКАНСКИХЪ РАБОТЪ НА ПЕРЕШЕЙКЪ
НА ОСНОВАНІИ ИЗУЧЕНІЯ ИХЪ НА МѢСТѢ.

4910
Гидрометеорологическія
ислѣдванія

с.а.

145 рисунковъ въ текстѣ.

проверено
1966 г.

И



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К^о), Фонтанка, 117.

1914.

CONSTRUCTION OF THE PANAMA CANAL.

A PERSONAL STUDY OF AMERICAN
OPERATIONS ON THE ISTHMUS OF PANAMA.

By V. E. Laknisky.

Engineer of ways of communication to the Russian Government.

C O N T E N T S.

Preface.—I. General organisation of the work.—II. Organisation of the working force and supervision.—III. Dry excavation.—IV. Wet excavation.—V. Hydraulic excavation.—VI. Construction of dams and breakwaters.—VII. Drilling and blasting.—VIII. Concrete operations.—IX. Installation of equipment in the locks.—X. Temporary shops and plants.—XI. Cost of construction operations.—XII. The Canal makers.—XIII. The accounting and timekeeping system.—XIV. General conclusions on the methods of working applied on the Isthmus.

ПРЕДИСЛОВІЕ

къ 55-ому выпуску Трудовъ Междувѣдомственной Комиссіи для составленія плана работъ по улучшенію и развитію водяныхъ сообщеній Имперіи.

Работы Панамскаго Канала, при всей исключительности этого сооруженія, даютъ рядъ весьма цѣнныхъ указаній, которыя могутъ найти примѣненіе для постройки каналовъ и улучшенія внутреннихъ водяныхъ путей вообще. Эти указанія относятся до организаціи рабочихъ силъ и технического надзора, производства земляныхъ работъ въ сухихъ мѣстахъ и мѣстахъ покрытыхъ водою, (въ частности производства гидравлической отрывки грунта), постройки земляныхъ плотинъ, производства буровыхъ и взрывныхъ работъ, массовой укладки бетона въ сооруженія, сборки и установки металлическихъ частей шлюзовъ, санитарныхъ работъ, учета работъ и рабочей силы и пр.

Обстоятельства, при коихъ Предсѣдатель Междувѣдомственной Комиссіи для составленія плана работъ по улучшенію и развитію водяныхъ сообщеній Имперіи, въ бытность свою на Панамскомъ Перешейкѣ, призналъ желательнымъ составленіе изслѣдованія о производствѣ упомянутыхъ работъ особымъ лицомъ, спеціально командированнымъ для длительного ознакомленія съ ними на мѣстѣ, изложены въ его трудѣ—Мировой Водный Путь черезъ Панамскій Перешеекъ (выпускъ № 54 Трудовъ Междувѣдомственной Комиссіи), а также ниже въ введеніи автора настоящаго труда. Тамъ же указаны и одобренныя Г. Министромъ Путей Сообщенія С. В. Рухловымъ условія осуществленія этого предположенія.

Настоящій трудъ, исполненный въ соотвѣтствіи съ сими послѣдними и напечатанный въ составѣ Трудовъ Междувѣдомственной Комиссіи для составленія плана работъ по улучшенію и развитію водяныхъ сообщеній Имперіи, отвѣчаетъ программѣ, установленной Предсѣдателемъ названной Комиссіи и даетъ отвѣты на многіе практическіе вопросы предстоящей у насъ строительной дѣятельности въ области водяныхъ сообщеній.

Предсѣдатель Междувѣдомственной Комиссіи для составленія плана работъ по улучшенію и развитію водяныхъ сообщеній Имперіи профессоръ В. Е. Тимоновъ.



ИЗВЕЩАНИЕ

Об исполнении в 1911 году... (mirrored text)

В 1911 году... (mirrored text)

В 1911 году... (mirrored text)

В 1911 году... (mirrored text)

В 1911 году... (mirrored text)



О Г Л А В Л Е Н І Е.

Введение.

СТРАН.

Организация систематического изучения на мѣстѣ производства работъ по сооруженію Панамскаго Канала. Программа, методъ изслѣдованія и распредѣленіе времени для его исполненія 1

Г Л А В А I.

Составъ работъ.

Распредѣленіе работъ по устройству Канала вдоль его фронта и порядокъ послѣдовательности ихъ производства по всей линіи. Періодъ предварительныхъ работъ, періодъ земляныхъ бетонныхъ работъ и работъ по оборудованію Канала 7

Г Л А В А II.

Организация рабочихъ силъ и технического надзора.

Послѣдовательное развитіе технической организации; организация рабочихъ силъ и надзора въ каждомъ изъ строительныхъ отдѣленій. 17

Г Л А В А III.

Производство земляныхъ работъ на сухихъ мѣстахъ.

1. Общій планъ разработки материковаго водораздѣла и работъ въ долинныхъ участкахъ. — 2. Приемы отрывки и погрузки грунта. — 3. Землеотрывные снаряды и ихъ производительность. Условія успѣшности работъ по отрывкѣ грунта. Паровая лопата на Першейкѣ. — 4. Подвижной составъ. — 5. Служба пути. — 6. Служба движенія. — 7. Свалки и работы по разгрузкѣ. — 8. Организация ремонта машинъ и подвижного состава. — 9. Вспомогательныя работы при отрывкѣ перевальной выемки. — 10. Оползни и борьба съ ними. Виды оползней, причины ихъ образованія, размѣры, приемы ихъ предупрежденія. 25

Г Л А В А IV.

Производство земляныхъ работъ на мѣстности, покрытой водой.

1. Составъ и распредѣленіе дноуглубительныхъ флотилій Атлантическаго и Тихоокеанскаго устьевъ. — 2. Дноуглубительные снаряды, ихъ работа, вспомогательныя плавучія и береговыя средства. — 3. Организация управления дноуглубительными работами. 108

Г Л А В А V.

Производство гидравлической отрывки грунта.

1. Методъ гидравлической отрывки и общее расположеніе устройствъ для ея производства. — 2. Устройства для производства гидравлической отрывки и приемы работъ. — 3. Производительность работъ по производству гидравлической отрывки и организация ихъ. — 4. Условія выгодности примѣненія гидравлическаго метода отрывки. 133

Г Л А В А VI.

Производство работъ по отсыпкѣ земляныхъ сооружений.

1. Общій порядокъ работъ по сооруженію Гатунской плотины. — 2. Производство сухой отсыпки наружныхъ частей плотины. — 3. Производство рефулерныхъ работъ для образованія ядра плотины. — 4. Организация рабочей силы и надзора на работахъ по возведенію плотины. — 5. Производство работъ по отсыпкѣ молотъ 140

Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ

1. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на сухихъ мѣстахъ: общій порядокъ и приемъ работъ, бурильные снаряды, электрическое паление минъ.—2. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на мѣстности, покрытой водой, и подводное механическое дробленіе скалы.—3. Взрывчатые вещества, организація ихъ перевозки, распределение по фронту работъ, хранение и мѣры предосторожности при обращеніи съ ними.—4. Организація рабочей силы и надзора на буровыхъ и взрывныхъ работахъ

Г Л А В А VIII.

Производство работъ по устройству бетонныхъ сооружений Канала.

1. Общій планъ работъ по возведенію бетонныхъ сооружений Канала, расположеніе карьеровъ щебня и песка, подвозъ матеріаловъ къ мѣсту работъ.—2. Составъ вспомогательныхъ работъ, примѣненныхъ въ каждомъ изъ трехъ пунктовъ сооруженія шлюзовъ: въ Гатунѣ, въ Педро-Мигуелѣ и въ Мирафлоресѣ.—3. Описаніе вспомогательныхъ устройствъ для производства работъ по сооруженію шлюзовъ:—А. устройства для разгрузки и склада матеріаловъ,—Б. устройства для подачи матеріаловъ къ бетонному заводу и для приготовленія бетона,—В. устройства для подачи бетона въ кладку,—Г. форма для отливки бетона.—4. Приемы производства бетонной кладки при сооруженіи шлюзовъ:—А. заложеніе основаній,—Б. монолиты и проемы въ бетонной кладкѣ, В. примѣненіе формъ для отливки бетонныхъ стѣнъ и проемовъ въ нихъ.—5. Работы по засыпкѣ внутреннихъ полостей и заднихъ граней шлюзныхъ стѣнъ.—6. Нѣкоторыя особенности производства работъ по устройству Гатунскаго водослива.—7. Организація рабочей силы и надзора на работахъ по сооруженію шлюзовъ

175

Г Л А В А IX.

Производство работъ по установкѣ и сборкѣ частей оборудованія шлюзовъ.

1. Установка и сборка шлюзныхъ воротъ; вспомогательныя приспособленія, методъ сборки, организація рабочей силы.—2. Задѣлка въ кладку анкерныхъ и упорныхъ отливокъ, составныя отливки

224

Г Л А В А X.

Вспомогательныя устройства, расположенныя въ сторонѣ отъ мѣста работъ.

1. Силовыя станціи.—2. Станціи пневматической энергіи.—3. Мастерскія для ремонта рабочихъ машинъ и подвижного состава, депо для рабочихъ паровозовъ.—4. Каменоломни и камнедробильные заводы

Г Л А В А XI.

Стоимость различныхъ строительныхъ операций по производству работъ Канала.

1. Успѣхи механическаго оборудованія работъ Канала, и вліяніе ихъ на стоимость производства этихъ работъ.—2. Стоимость рабочей силы, администраціи, рабочихъ машинъ, вспомогательныхъ приспособленій и строительныхъ матеріаловъ.—3. Учетъ стоимости производства различныхъ видовъ работъ.—4. Стоимость различныхъ операций по производству строительныхъ работъ:—А. земляныя работы на сухихъ мѣстахъ;—Б. земляныя работы на мѣстности, покрытой водой;—В. работы по гидравлической отрывкѣ грунта;—Г. работы по изготовленію щебня;—Д. бетонныя работы по сооруженію шлюзовъ;—Е. работы по ремонту подвижного состава и машинъ.

243

Г Л А В А XII.

Служащіе и рабочіе на работахъ Канала.

1. Составъ, число и раздѣленіе служащихъ и рабочихъ на работахъ Канала, наборъ рабочей силы.—2. Условія, регулировавшія наемъ служащихъ

и рабочихъ, ихъ службу, вознагражденіе за трудъ и производство уплаты.—
3. Условія жизни служащихъ и рабочихъ на Перешейкѣ и заботы о нихъ
администраціи Канала.—4. Санитарныя работы на Перешейкѣ:—А. Организациа
рабочей силы и надзора,—Б. производство санитарныхъ работъ.—5. Раскварти-
рование служащихъ и рабочихъ; построечные поселки, зданія для служащихъ,
рабочіе бараки и специальныя постройки.

257

Г Л А В А XIII.

Учетъ работъ и рабочей силы.

1. Учетъ произведенныхъ работъ и регистрація ихъ успѣхи.—2. Учетъ
и контроль рабочей силы

Г Л А В А XIV.

Положенія относительно различныхъ видовъ работъ, осно-
ванныя на опытѣ шестилѣтняго производства ихъ на Панам-
скомъ Перешейкѣ

291

Перечень рисунковъ

въ текстѣ.

№№ рисун.		Страница.
1.	Продольный профиль Панамскаго Канала отъ 1-ой до 28-ой милл.	8
2.	Продольный профиль Панамскаго Канала отъ 28-й до 50-ой милл.	9
3.	Планъ Панамскаго Канала и его Зоны.	11
4.	Схема разработки материковаго водораздѣла слоями	25
5.	Предполагавшаяся и отброшенная схема расположенія землеотрыв- ныхъ снарядовъ при разработкѣ перевала.	27
6.	Расположеніе паровыхъ лопатъ при разработкѣ слоя переваль- ной выемки.	29
7.	Теоретическая схема разработки слоевъ перевальной выемки	29
8.	Дѣйствительное, снятое по мѣрѣ работъ отрывки, поперечное сѣ- ченіе перевальной выемки	30
9.	Планъ сѣвернаго конца перевальной выемки у выхода на Атлан- тическій склонъ въ долину р. Чагресъ (1 янв. 1912 г.)	31
10.	Планъ средняго участка сѣверной половины перевальной выемки.	33
11.	Планъ крайняго верхового участка сѣверной половины переваль- ной выемки у водораздѣльнаго пункта	35
12.	Схема постепенной разработки начальной траншеи при отрывкѣ послѣдовательныхъ слоевъ водораздѣла.	39
13.	Схема разработки послѣдняго нижняго слоя выемки, дающая воз- можность избѣжать мелкихъ клинообразныхъ сѣзюкъ.	40
14.	Ступенчатая схема разработки послѣдняго нижняго слоя выемки.	40
15.	Нагрузка осколка скалы вѣсомъ 500 пудовъ на желѣзнодорожную платформу опрокидываніемъ поверхъ ковша	44
16.	Діаграмма средней производительности и стоимости отрывки и уда- ленія одного куб. ярда грунта за періодъ 1904—1911 гг. . . .	48
17.	Однобортная платформа для перевозки грунта	51
18.	Видъ съ торца на однобортную платформу	51
19.	Поперечный разрѣзъ однобортной платформы для перевозки грунта.	52
20.	Типъ вагона съ кузовомъ, опрокидывающимся вручную	53
21.	Металлическій вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ для пере- возки грунта	54
22.	Видъ на опрокидывающійся вагонъ съ торца	54
23.	Вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ въ положеніи разгрузки.	55
24.	Вагонъ съ пневматически опрокидывающимся кузовомъ системы Western Wheeled Co.	55
25.	Вагонъ съ пневматически опрокидывающимся кузовомъ системы Oliver Manuf. Co.	56
26.	Вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ въ положеніи разгрузки.	57
27.	Схемы расположенія путей на днѣ разрабатываемой выемки: пер- вая стадія	60
28.	Схемы расположенія путей на днѣ разрабатываемой выемки: вто- рая стадія	60
29.	Общій планъ мѣстности и расположенія свалокъ у Тихоокеанскаго устья Канала	68

30.	Сокращение длины разгрузного фронта и приемы восстановления первоначальной его длины	69
31.	Расположение путей в подготовительном паркѣ предъ свалками.	70
32.	Протягивание каната для подготовки состава къ разгрузкѣ плугомъ.	71
33.	Подготовленный къ разгрузкѣ плугомъ составъ.	72
34.	Разгрузка плугомъ состава изъ однобортныхъ платформъ при отсыпкѣ мола	74
35.	Разгрузка состава плугомъ на криволинейномъ пути съ примѣненіемъ направляющаго блока	75
36.	Разгрузная лебедка (unloader) для протаскиванія плуга по составу	77
37.	Планъ разгрузной лебедки (unloader)	77
38.	Плугъ для сбрасыванія грунта съ однобортныхъ платформъ. Видъ со стороны борта	78
39.	Плугъ для сбрасыванія грунта съ платформъ. Видъ со стороны разгрузки.	79
40.	Разравниватель (spreader) сильного типа	80
41.	Боковой видъ разравнивателя сильного типа.	81
42.	Видъ на разравниватель съ торца	81
43.	Путепрекладыватель	83
44.	Путепрекладыватель на работѣ	85
45.	Стойный кранъ для ремонтной службы на работахъ	87
46.	Уширение призмы Канала оползнями, возникшими при производствѣ работъ	100
47.	Видъ сбвала, или оползня первой категоріи	102
48.	Видъ сдвига, или оползня второй категоріи	103
49.	Поперечное сѣченіе выемки въ мѣстѣ образованія оползня третьей категоріи	104
50.	Разработка верхнихъ слоевъ оползней тарассами	106
51.	Работы по уширенію призмы Канала землесосами	109
52.	Работы по подводной разработкѣ скалистаго грунта въ призмѣ Канала	109
53.	Землесосъ, сосущій на ходу, на работѣ въ Каналѣ	111
54.	Продольный видъ землесоса, работающаго на ходу	113
55.	Продольный разрѣзъ землесоса, работающаго на ходу	114
56.	Поперечный разрѣзъ землесоса по грузовому ящику	115
57.	Поперечный разрѣзъ землесоса по насосному отдѣленію	116
58.	Конической составной разрыхлитель землесоса	119
59.	Методъ установки и перемещенія землесоса съ разрыхлителемъ	121
60.	Расположеніе якорныхъ столбовъ въ кормовой части судна	121
61.	Методъ продольнаго перемѣщенія одночерпаковой машины	123
62.	Новѣйшая многочерпаковая машина Cogozal съ часовой производительностью въ 100 куб. саженъ и съ грузовымъ ящикомъ емкостью 80 куб. саженъ	125
63.	Одинъ изъ 39 черпаковъ новѣйшей многочерпаковой машины „Cogozal“ емкостью въ 54 куб. фута	126
64.	Продольный разрѣзъ новѣйшей многочерпаковой машины Cogozal.	127
65.	Буксирная лебедка.	129
66.	Наконечникъ гидравлическаго экскаватора.	133
67.	Планъ общаго расположенія устройствъ для гидравлической отрывки	134
68.	Наконечникъ гидравлическаго экскаватора	135
69.	Приспособленіе для направленія струи на наконечникъ гидравлическаго экскаватора	136
70.	Подвижныя землесосныя рефулерныя станціи на баржахъ.	137
71.	Расположеніе сосущей трубы на баржѣ подвижной землесосной рефулерной станціи	137
72.	Неподвижная землесосная рефулерная станція и гидравлическій экскаваторъ	138
73.	Поперечное сѣченіе Гатунской плотины	141
74.	Общее расположеніе путей и вспомогательныхъ устройствъ на работахъ по сооруженію Гатунской плотины	143
75.	Схема производства работъ по сооруженію Гатунской плотины.	147
76.	Боковая каменная часть плотины и выпускъ рефулерной линіи, питающей ядро ея.	150
77.	Эстакада подъ два пути для отсыпки мола	153
78.	Коперъ желѣзнодорожнаго типа со складывающимися стрѣлами	154
79.	Снарядъ для производства съ эстакады промѣровъ возвышенія подводной каменной наброски при сооруженіи моловъ	155
80.	Схема послѣдовательности работъ по буренію и взрыванію	157
81.	Треножные буры на работахъ Канала	158
82.	Колодезный буръ.	159
83.	Камерѣзная машина.	160

84.	Схема разработки откоса камнерѣзной машиной и наконечники рѣзущаго долота	161
85.	Камнерѣзная машина на работѣ	161
86.	Поперечный разрѣзъ бурильной баржи	165
87.	Планъ бурильной баржи	165
88.	Продольный видъ и планъ камнелома системы „Лобница“ для подводнаго механическаго дробленія скалы	168
89.	Схема расположенія косыхъ створовъ и установки по нимъ камне- лома Лобница	170
90.	Патроны динамита	172
91.	Запаль для электрическаго паленія	173
92.	Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при со- оруженіи Гатунскихъ шлюзовъ	179
93.	Подвѣсная дорога для подачи бетона въ кладку и формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ въ Гатунѣ	181
94.	Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи шлюзовъ въ Мирафлоресѣ	182
95.	Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при со- оруженіи шлюзовъ въ Педро-Мигуелѣ	183
96.	Подвижные „бермовые“ краны съ мѣшалками и склады щебня и песка въ Педро-Мигуелѣ	185
97.	Камерные краны въ работѣ при сооруженіи шлюзовъ Мирафлоресъ	187
98.	Деревянные „консольно-поясные“ формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ	187
99.	Кружальная форма для водопроводной галлерей въ толще бетонной шлюзной стѣны	188
100.	Поперечный разрѣзъ боковой стѣны шлюзной камеры	189
101.	Поперечный разрѣзъ средней стѣны между двумя параллельными шлюзными камерами	189
102.	Кружальная форма для водопроводной продольной галлерей въ боковой шлюзной стѣнѣ	189
103.	Кружальная форма для продольной водопроводной галлерей въ средней шлюзной стѣнѣ	190
104.	Кружальная форма для смотровыхъ продольныхъ галлерей въ верхней частіи шлюзныхъ стѣнъ	191
105.	Склады щебня и песка на работахъ по сооруженію Гатунскихъ шлюзовъ	194
106.	Складъ цемента и затонъ для разгрузки, подвозимыхъ съ океана по водѣ, матеріаловъ на работахъ по сооруженію Гатунскихъ шлюзовъ	195
107.	Пристань, силосы и кранъ для разгрузки песка изъ баржей у Тихоокеанскаго устья	196
108.	Вагонъ автоматической электрической желѣзной дороги для по- дачи матеріаловъ на бетонный заводъ въ Гатунѣ	197
109.	Нижній этажъ главнаго бетоннаго завода въ Гатунѣ; выгрузка бетона	197
110.	Поперечный разрѣзъ главнаго бетоннаго завода на Гатунскихъ работахъ	198
111.	Мѣшалка для изготовленія бетона; видъ спереди при наклонномъ положеніи рамы для выгрузки	199
112.	Мѣшалка кубическаго типа для изготовленія бетона; видъ сзади со стороны подачи матеріаловъ	199
113.	Схема расположенія бермовыхъ и камерныхъ крановъ въ шлюзахъ Педро-Мигуель	200
114.	„Бермовый“ кранъ (подвижной бетонный заводъ) на работахъ Тихоокеанскихъ шлюзовъ	201
115.	Ящикъ для бетона емкостью 0,3 куб. саж.	202
116.	Составъ электрической узкоколейной желѣзной дороги для пере- возки ковшей съ бетономъ отъ завода къ мѣсту кладки	203
117.	Схема расположенія бермовыхъ и камерныхъ крановъ въ шлюзахъ Мирофлоресъ	205
118.	Краны-дерки для подачи бетона въ кладку	206
119.	Парный дерикъ для подачи бетона въ кладку	206
120.	Видъ сбоку и половина плана башенныхъ формъ для отливки боковой шлюзной стѣны	207
121.	Металлическія сквозныя башни, поддерживающія формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ	208
122.	Болты—анкерный и вспомогательный—для консольно-поясныхъ формъ	208
123.	Консольно-поясная форма до отливки слоя и послѣ отливки въ моментъ ея отдѣленія для поднятія	209

124.	Монолиты шлюзной стѣны и металлическія башенныя формы для ихъ отливки	211
125.	Схема послѣдовательнаго возведенія монолитовъ шлюзныхъ стѣнъ въ Тихоокеанскомъ отдѣленіи	212
126.	Форма колодца, оставляемаго въ толщѣ бетонной шлюзной стѣны для послѣдующей установки затвора водопроводной галлерей.	214
127.	Поперечное сѣченіе водослива Гатунской плотины	218
128.	Планъ водослива Гатунской плотины	219
129.	Расположеніе рабочихъ путей для подачи желѣза къ мѣстамъ сборки шлюзныхъ воротъ	224
130.	Половина пролета временнаго металлическаго моста поперекъ шлюзной камеры для работъ по сборкѣ шлюзныхъ воротъ	225
131.	Общее расположеніе полотна и вспомогательныхъ приспособленій при сборкѣ шлюзныхъ воротъ	226
132.	Клиновой домкратъ подъемной силой въ 200 тоннъ для установки собранныхъ полотенъ шлюзныхъ воротъ на мѣсто	227
133.	Шлюзные ворота въ сборкѣ и поддерживающія ихъ вспомогательныя формы	228
134.	Металлическая арматура короля въ шлюзныхъ камерахъ	230
135.	Составная отливка въ веревальномъ упорѣ	231
136.	Составныя отливки въ мѣстѣ упора створныхъ столбовъ	232
137.	Общій видъ каменнаго карьера и камнедробильнаго завода въ Анконѣ	238
138.	Общее расположеніе камнедробильнаго завода, конвеера и силоснаго зданія по склону Анконскаго холма	239
139.	Грохоть съ двойной сѣткой для сортировки двухъ калибровъ щебня и для отдѣленія мелочи и пыли	240
140.	Камнедробилка центрального вращающагося типа съ пріемной воронкой діаметромъ въ 20 футъ и производительностью въ 30 куб. саж. щебня въ часъ	241
141.	Внутренній видъ барака для рабочихъ	273
142.	Планъ дома для холостыхъ квартиръ служащихъ золотого списка.	274
143.	Рабочіе бараки въ построчномъ поселкѣ	275
144.	Фасадъ дома для холостыхъ квартиръ служащихъ золотого списка.	276
145.	Видъ казеннаго ресторана для служащихъ золотого списка въ построчномъ поселкѣ	277

Работы по сооружению Панамскаго Канала.

Инженера путей сообщения *В. Е. Ляхницкаго.*

О Б Щ Е Е С О Д Е Р Ж А Н И Е.

Введение.—Глава I. Составъ работъ и ихъ распредѣленіе.—Глава II. Организациа рабочихъ силъ и технического надзора.—Глава III. Производство земляныхъ работъ на сухихъ мѣстахъ.—Глава IV. Производство земляныхъ работъ на мѣстности, покрытой водой.—Глава V. Производство гидравлической отрывки грунта.—Глава VI. Производство работъ по отсыпкѣ плотинъ и моловъ.—Глава VII. Производство бурильныхъ и взрывныхъ работъ.—Глава VIII. Производство работъ по устройству бетонныхъ сооружений канала.—Глава IX. Производство работъ по установкѣ и сборкѣ частей оборудованія шлюзовъ.—Глава X. Временныя вспомогательныя устройства, расположенныя въ сторонѣ отъ мѣста работъ.—Глава XI. Стоимость различныхъ операций по производству работъ Канала.—Глава XII. Рабочіе и служащіе на работахъ Канала.—Глава XIII. Учетъ работъ и рабочей силы.—Глава XIV. Положенія относительно различныхъ видовъ работъ, основанныя на опытѣ шестилѣтняго ихъ производства на Панамскомъ Перешейкѣ.

Введение.

Содержаніе. Организациа систематическаго изученія на мѣстѣ производства работъ по сооруженію Панамскаго Канала. Программа, методъ изслѣдованія и распредѣленіе времени для его исполненія.

Предлагаемое здѣсь описаніе работъ по сооруженію Панамскаго Канала составлено на основаніи изученія ихъ на мѣстѣ, куда авторъ былъ командированъ Г. Министромъ Путей Сообщенія С. В. Рухловымъ по докладу Предсѣдателя Междувѣдомственной Комиссіи для составленія плана улучшенія и развитія водныхъ сообщеній Имперіи профессора Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I В. Е. Тимонова.

Докладъ этотъ, представленный Г. Министру 22-го апрѣля 1911 года профессоромъ В. Е. Тимоновымъ послѣ возвращенія его изъ поѣздки на Панамскій Перешеекъ и озаглавленный „Докладъ о желательности поручить особому лицу продолжительное изученіе производства земляныхъ, бетонныхъ и иныхъ работъ Панамскаго Канала“, гласилъ:

„Работы, производящіяся въ настоящее время на Панамскомъ перешейкѣ, представляются крайне выдающимися не только по значенію созидаемаго сооруженія, но и по примѣняемымъ способамъ ихъ исполненія.

„Пробывъ на сихъ работахъ въ теченіе недѣли, я собралъ весьма обстоятельныя техническія данныя относительно конструкціи сооружений и способовъ ихъ осуществленія, причѣмъ не могъ не убѣдиться въ крайней пользѣ, которую принесло бы для предстоящихъ въ Россіи работъ продолжительное и систематическое изученіе производства каждаго изъ отдѣльныхъ видовъ исполняемыхъ на Панамскомъ каналѣ работъ, каковы землечерпаніе, выемка скалистаго грунта, вывозка и свалка его, устройство земляныхъ плотинъ, бетонной кладки, металлическія работы и пр.

„Объ интенсивности этихъ отдѣльныхъ работъ и ихъ сложности можно судить по примѣру производства выемки въ горномъ участкѣ—Кулебрѣ, гдѣ для вывоза грунта, вынимаемаго на пространствѣ 9 миль, устроено до 200 миль (около 300 верстъ) желѣзнодорожныхъ путей широкой колеи, по которымъ непрерывно движутся поѣзда. Панамскій каналъ является, такимъ образомъ, весьма интереснымъ и въ желѣзнодорожномъ отношеніи.

„Вся эта временная организація заслуживаетъ тѣмъ большаго изученія, что она исчезнетъ съ окончаніемъ работъ и что мѣстные инженеры, напряженно стремящіеся къ срочному окончанію канала, не составятъ, по всей вѣроятности, сколько-нибудь достаточнаго изслѣдованія собственно самаго производства таковыхъ.“

„Обдумывая, какимъ образомъ можно было бы безъ особыхъ затратъ получить для Министерства Путей Сообщенія достаточно полное изслѣдованіе производства работъ на Панамскомъ каналѣ, я остановился на мысли о возможности воспользоваться для этой цѣли содѣйствіемъ инженера путей сообщенія В. Е. Ляхницкаго, нынѣ находящагося въ С.-Америкѣ. Названный инженеръ согласенъ принять на себя составленіе изслѣдованія о производствѣ упомянутыхъ работъ, при условіи обязательно пребыть на Панамскомъ перешейкѣ не менѣе 4 мѣсяцевъ, за сумму не свыше тысячи рублей каковая имѣетъ быть ему уплачена лишь по представленіи законченнаго труда.“

„Въ виду значенія, которое выясненіе единичныхъ цѣнъ стоимости массовыхъ работъ при устройствѣ водяныхъ путей имѣетъ для цѣлей составленія общаго плана улучшенія и развитія сѣти водяныхъ сообщеній Имперіи, представлялось бы возможнымъ отнести упомянутый расходъ на кредиты состоящей подъ моимъ предсѣдательствомъ Комиссіи, при чемъ я могъ бы принять на себя общее руководство въ отношеніи установленія программы изслѣдованія“.

На докладѣ профессора В. Е. Тимонова Г. Министръ Путей Сообщенія изволилъ положить Резолюцію: „Согласенъ, 22/IV“.

Программа, составленная авторомъ въ Нью-Йоркѣ на основаніи литературныхъ источниковъ и бесѣдъ съ американскими инженерами, знакомыхъ съ работами на Каналѣ, была представлена на утвержденіе профессору В. Е. Тимонову въ маѣ 1911 года въ слѣдующемъ видѣ.

I. Географическія и топографическія условія Панамскаго перешейка, геологическое строеніе, климатъ.

II. Главные моменты въ исторіи прорытія Панамскаго перешейка; трудности этой задачи и основныя черты различныхъ проектовъ, предложенныхъ для ея разрѣшенія.

III. Общее описаніе проекта сооружаемаго канала: принятая система соединенія океановъ, составъ проекта, планъ и продольный профиль, сооруженія канала, ихъ конструкція и оборудованіе.

IV. Общій планъ производства работъ: организація управленія работами, раздѣленіе района работъ на участки, технической надзоръ, особенности подряднаго способа производства работъ, контрактныя и техническія условія; смѣтныя количества работъ и порядокъ послѣдовательности ихъ производства по всей линіи.

V. Краткій обзоръ предварительныхъ работъ: по оздоровленію мѣстности, прокладкѣ дорогъ, устройству жилья и временныхъ приспособленій.

VI. Производство земляныхъ работъ.—1. Расположеніе и характеръ этихъ работъ на Атлантическомъ, Центральномъ и Тихоокеанскомъ участкахъ.—2. Разработка выемки на сухихъ мѣстахъ: приемы отрывки и погрузки грунта, типы примѣняемыхъ орудій, ихъ конструкція, производительность и стоимость отрывки, удаленіе грунта, типы подвижнаго состава, расположеніе желѣзнодорожныхъ путей, ихъ перекладка, стоимость перевозки грунта.—3. Разработка выемки на мѣстности, покрытой водой: приемы отрывки, типы орудій, ихъ конструкція, производительность и стоимость

отрывки, удаление грунта, средства отвозки, стоимость ея.—4. Примѣненіе транспортныхъ работъ и возведеніе земляныхъ плотинъ (Gatun dam, West Pedro Miguel и West Miraflores dam) и желѣзнодорожной насыпи Панамской ж. д.—5. Работы по отводу воды (Obispo diversion, Rio Grande, Comacho diversion), насосныя станціи.—6. Борьба съ оползнями на центральномъ участкѣ (Cucaracha slide, Paraiso, Culebra, Las Cascadas slides).

VII. Производство взрывныхъ работъ.—1. Порядокъ производства.—2. Буреніе и бурильные инструменты, примѣненіе пара и сжатого воздуха.—3. Взрывчатые вещества и производство взрывовъ.—4. Успѣшность и стоимость разработки скалистаго грунта.

VIII. Производство работъ по устройству бетонныхъ сооружений канала.—1. Сооруженіе Гатунскихъ шлюзовъ на Атлантическомъ участкѣ: общее расположеніе всѣхъ вспомогательныхъ устройствъ, подвозъ матеріаловъ (воднымъ путемъ), разгрузочныя устройства, склады матеріаловъ, подача ихъ къ бетоньеркамъ, приготовленіе бетона и подача его въ кладку, подвѣсныя дороги, количество изготовляемаго бетона, сооруженіе основанія шлюзовъ, возведеніе стѣнъ и устройство бетонныхъ формъ.—2. Сооруженіе шлюзовъ у Pedro Miguel и у Miraflores на Тихоокеанскомъ участкѣ: общее расположеніе всѣхъ вспомогательныхъ устройствъ, подвозка матеріаловъ (сухимъ путемъ), приспособленія для разгрузки, склады матеріаловъ и подача ихъ къ бетоньеркамъ, краны „верхняго уровня“ (beam cranes), приготовленіе бетона и подача его въ кладку; краны „нижняго уровня“ (chamber cranes) въ шлюзахъ Pedro Miguel и комбинація ихъ съ кранами „верхняго уровня“, въ Miraflores, сооруженіе основаній, возведеніе стѣнъ и устройство бетонныхъ формъ.—3. Сооруженіе восточной плотины у Miraflores.—4. Сооруженіе волноломовъ для защиты концевыхъ участковъ канала.

IX. Сборка и установка въ шлюзахъ—воротъ, предохранительныхъ плотинъ и другихъ предметовъ ихъ оборудованія.

X. Работы по устройству гражданскихъ сооружений, городскихъ мостовыхъ, шоссе, водоснабженія и канализаціи (Municipal engineering and building construction).

XI. Работы по изслѣдованію бассейновъ, питающихъ будущіе бьефы канала, рѣчныя изысканія, водомѣрные посты, гидрографическія и метеорологическія наблюденія.

XII. Временныя вспомогательныя устройства, расположенныя въ сторонѣ отъ мѣста работъ.—1. Компрессорныя станціи и канализація сжатого воздуха (станція въ Rio Grande Empire, Las Cascadas).—2. Мастерскія для ремонта рабочихъ машинъ и подвижного состава: главныя мастерскія въ Gorgona и Empire, судоремонтныя мастерскія въ Cristobal и Balboa, мѣстныя мастерскія (field-shops) вдоль линіи.—3. Паровозныя депо.—4. Станція электрической энергіи.—5. Каменоломни и камнедробильныя устройства (Porto Bello, Ancón, Rio Grande).

XIII. Строительныя матеріалы, примѣняемые на работахъ канала: ихъ заготовка, доставка въ мѣсту работъ, качества, стоимость.

XIV. Рабочіе и служащіе на работахъ канала:—1. Составъ, число и раздѣленіе.—2. Правала, регулируюція ихъ трудъ, заработную плату, производство угля.—3. Зданія для служащихъ, рабочіе поселки.—4. Санитарная служба на работахъ и въ поселкахъ, борьба съ желтой лихорадкой и маляріей, больницы.

XV. Организація интендантской службы; водоснабженіе на работахъ канала.

XVI. Способы учета количества (успѣха) работъ: полевые обмѣры, журналы, вѣдомости, донесенія, діаграммы.

XVII. Общія результаты работъ за 5 лѣтъ ихъ производства и намѣченные планы ихъ дальнѣйшаго осуществленія.

Эта программа была одобрена профессоромъ В. Е. Тимоновымъ, причемъ автору разрѣшено было вносить въ нее тѣ измѣненія, какія окажутся необходимы при ближайшемъ знакомствѣ съ работами, что авторомъ было сдѣлано въ разное время при изслѣдованіи работъ. Главы I, II и III приведенной выше программы были изъяты изъ плана описанія: при обиліи иностранной технической литературы по вопросамъ, затронутымъ въ нихъ, не требовавшихъ specialнаго изслѣдованія, было бы излишнимъ останавливаться на этихъ вопросахъ. Работы гражданскаго строительства, работы по изслѣдованію бассейновъ, питающихъ каналъ, по переустройству Панамской желѣзной дороги въ связи съ прорытіемъ Канала и нѣкоторыя другія второстепенныя операціи на Перешейкѣ, внесенныя въ вышеприведенную программу, при ближайшемъ знакомствѣ съ ними на мѣстѣ, оказались не представляющими specialнаго интереса въ смыслѣ приѣмовъ исполненія и организаціи и потому были исключены изъ разсмотрѣнія. Наоборотъ, въ программу были введены нѣкоторые вопросы, важное значеніе которыхъ въ дѣлѣ организаціи работъ и особенностей ихъ выполненія выяснились на мѣстѣ—такъ, прибавлены были отдѣлы о разгрузкѣ поѣздовъ на свалкахъ, о содержаніи этихъ послѣднихъ, о ремонтѣ рабочихъ машинъ и подвижнаго состава, о регистраціи успѣха работъ и объ учетѣ рабочей силы. При обработкѣ собранныхъ матеріаловъ были допущены измѣненія въ группировкѣ ихъ, имѣвшія цѣлью большую послѣдовательность и ясность изложенія.

Для изученія работъ Канала по опредѣленной программѣ автору было необходимо избрать методъ изслѣдованія и составить, въ виду опредѣленнаго срока его исполненія, распредѣленіе времени своихъ занятій.

Первые объѣзды фронта работъ протяженіемъ 75 верстъ отъ океана до океана и первые осмотры наиболѣе оживленныхъ мѣстъ убѣдили автора, что для систематическихъ наблюденій и изученій работъ ему необходимо произвести нѣкоторыя подготовительныя дѣйствія, къ которымъ немедленно было приступлено—надс было прежде всего познакомиться съ общимъ составомъ работъ, узнать, въ какой стадіи тотъ или другой видъ работъ находится въ различныхъ пунктахъ фронта, необходимо было познакомиться съ техническимъ персоналомъ отдѣльныхъ работъ и въ его средѣ разыскать тѣхъ иногда незамѣтныхъ по своему служебному положенію лицъ, которые могли бы давать автору разъясненія возникающихъ при изученіи работъ вопросовъ, тѣхъ *right men*, которые и на работахъ Канала не всегда оказывались *in the right place*.

Эти дѣйствія, выполнявшіяся путемъ участія въ объѣздахъ и обходахъ работъ съ начальниками строительныхъ отдѣленій, на которыя разбитъ былъ фронтъ ихъ,—занялъ первый мѣсяцъ пребыванія автора на Перешейкѣ. Въ теченіе этого періода выяснилось, что у строителей Канала, не только любезно предоставлявшихъ автору всѣ имѣвшіяся у нихъ печатныя и рукописныя матеріалы, но широко раскрывшихъ двери своихъ чертежныхъ и даже архивовъ при нихъ, не оказалось самыхъ цѣнныхъ для автора свѣдѣній о методахъ производства работъ, о причинахъ выбора тѣхъ или другихъ приѣмовъ и приспособленій, о внесенныхъ улучшенияхъ и т. п.—работы велись опредѣленными методами, постепенно усовершенствовавшимися и раз-

вивавшимися, хорошо известными каждымъ отдѣльнымъ исполнителямъ различныхъ отдѣльныхъ работъ, но нигдѣ не зарегистрированными и въ деталяхъ малоизвестными общимъ руководителямъ работъ.

Непосредственное наблюдение и бесѣды съ исполнителями отдѣльныхъ работъ на мѣстахъ оказались при такихъ условіяхъ основными приемами исполненія поставленной автору задачи, многочисленные же литературные источники, предоставленные автору строителями по указаннымъ выше причинамъ могли при этомъ служить только второстепеннымъ матеріаломъ.

Общее ознакомленіе съ работами въ теченіе перваго мѣсяца дало автору возможность установить пункты наблюдений за различными операціями и послѣдовательнымъ ихъ развитіемъ для полученія необходимаго для него матеріала и вывода тѣхъ или другихъ заключеній. Такіе пункты прежде всего были установлены въ районѣ самыхъ крупныхъ и наиболѣе сложныхъ земляныхъ работъ въ перевальной выемкѣ, въ которой были избраны три наиболѣе характерные участка протяженіемъ около полуверсты каждый, посѣщавшіеся авторомъ не менѣе двухъ разъ въ недѣлю. Для наблюденія за связью между работой этихъ отдѣльныхъ участковъ производился обходъ всего фронта перевальной выемки (15 верстъ) не менѣе раза въ двѣ недѣли. Изъ свалочныхъ пунктовъ, удаленныхъ на разстояніи отъ 5 до 30 верстъ отъ мѣста отрывки, были избраны два наиболѣе оживленныхъ, гдѣ наблюденія производились по разу въ недѣлю. Одновременно съ этимъ установлены были наблюденія (разъ въ недѣлю) надъ производствомъ земляныхъ работъ въ долинномъ участкѣ и на работахъ по отсыпкѣ самой большой плотины—Гатунской.

При изученіи каждой изъ этихъ работъ (земляныхъ) въ теченіе двухъ мѣсяцевъ въ каждомъ пунктѣ постепенно изслѣдовались тѣ отдѣльныя операціи, изъ которыхъ слагались эти работы—такъ, на примѣръ, въ перевальной выемкѣ выяснены были сначала общее расположеніе и планъ передвиженія землеотрывныхъ снарядовъ, затѣмъ планъ путей и постепенныя фазы въ ихъ развитіи, далѣе маршруты и система управленія движеніемъ рабочихъ составовъ, сама операція отрывки и нагрузки, система ремонта снарядовъ и подвозка состава; на свалочныхъ пунктахъ послѣ общаго ознакомленія съ составовъ устройствъ на нихъ, расположеніемъ и развитіемъ путей изучена была система управленія работой на нихъ, сама операція по разгрузкѣ и разгрузныя машины.

Для изученія дноуглубительныхъ работъ въ виду значительно меньшихъ особенностей въ смыслѣ приемовъ ихъ производства оказалось возможнымъ ознакомиться съ устройствомъ работавшихъ машинъ и организаціей ихъ работы въ теченіе двухъ мѣсяцевъ, посвященныхъ землянымъ работамъ на сушѣ. Въ теченіе слѣдующихъ полутора мѣсяцевъ центръ тяжести наблюдений былъ перенесенъ на вторую категорію крупныхъ работъ—бетонныхъ, время посѣщенія земляныхъ работъ при этомъ сокращено было на три четверти.

При изученіи бетонныхъ работъ, сосредоточенныхъ въ трехъ отдѣльныхъ пунктахъ, послѣдовательно рассмотрѣны были отдѣльные элементы при этомъ параллельно въ трехъ шлюзныхъ устройствахъ, гдѣ примѣнены были различныя приемы и приспособленія; послѣдними рассмотрѣны были работы по установкѣ предметовъ оборудованія шлюзовъ, какъ то воротъ предохранительныхъ устройствъ, водопроводныхъ затворовъ и машинныхъ установокъ. Вторая половина этого мѣсяца пребыванія на Перешейкѣ посвящена была осмотрамъ вспомогательныхъ устройствъ въ сторонѣ отъ работъ—насосныхъ, компрессорныхъ, электрическихъ станцій, камнедробильныхъ заводовъ и песчаныхъ карьеровъ.

Приведеніе въ порядокъ и обработка собраннаго матеріала въ теченіе послѣдняго мѣсяца пребыванія на Перешейкѣ дали возможность получить на мѣстѣ работъ всѣ тѣ свѣдѣнія и разъясненія, какія оказались необходимы при заполненіи обнаружившихся пробѣловъ. Послѣдній мѣсяць былъ вмѣстѣ съ тѣмъ посвященъ посѣщенію различныхъ управленій, рабочихъ и заводскихъ конторъ для ознакомленія съ ихъ организаціей и работой.

Въ теченіе всего времени пребыванія на Перешейкѣ результаты наблюденій ежедневно заносились авторомъ въ опредѣленные отдѣлы программы, постепенно создавъ матеріалы, послужившіе для составленія настоящаго труда; для выясненія нѣкоторыхъ приѣмовъ производства работъ и полученія опредѣленныхъ выводовъ во время изученія составлялись авторомъ схемы общихъ расположеній временныхъ устройствъ и схемы производства работъ, на которыхъ въ полѣ отмѣчались происходящія въ нихъ постепенныя измѣненія—таковы схемы расположенія землеотрывныхъ снарядовъ, измѣненій въ расположеніи рабочихъ путей, схемы развитія свалочныхъ пунктовъ, расположенія вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи шлюзовъ и другія, послужившія черновиками для составленія приложенныхъ здѣсь чертежей.

Выводы относительно производства различныхъ видовъ работъ, вытекающіе изъ разсмотрѣнія ихъ въ различныхъ параграфахъ предлагаемой работы, собраны въ видѣ формулированныхъ положеній въ послѣдней главѣ. Если эти выводы и собранныя здѣсь, взятая изъ ключемъ бьющей технической дѣятельности Новаго Свѣта, свѣдѣнія окажутся не только интересными, но и полезными для русской техники, если описанныя здѣсь работы американцевъ заставятъ читателя оцѣнить тотъ опытъ, который ими приобрѣтенъ на Перешейкѣ, и тѣ успѣхи, которымъ они обязаны своей энергіи, настойчивости работоспособности и смѣлости,—авторъ будетъ удовлетворенъ сознаніемъ, что его работа на Панамскомъ Перешейкѣ не прошла даромъ.

Авторъ считаетъ своимъ долгомъ указать здѣсь, что работа, выполненная имъ на Перешейкѣ, была въ большой степени облегчена тѣмъ любезнымъ содѣйствіемъ, которое ему было оказано всѣми безъ исключенія работниками на Каналѣ, начиная съ начальствующихъ лицъ и до мелкихъ десятниковъ на мѣстахъ; особенно цѣнны были указанія главнаго инженера по постройкѣ канала инженеръ-полковника G. W. Gothals'a, открывшаго ему доступъ на всѣ пункты работъ и во всѣ управления, а также предоставившаго въ его распоряженіе казенную квартиру въ центрѣ работъ, бесплатный проѣздъ по желѣзной дорогѣ, право ѣзды на рабочихъ поѣздахъ и на всѣхъ плавучихъ средствахъ, наконецъ, многія изъ льготъ, которыми пользовались американскіе служащіе на работахъ Канала. Многими интересными свѣдѣніями авторъ обязанъ вниманію начальниковъ техническихъ отдѣловъ Инженернаго Департамента инженеръ-полковника H. F. Hodges и инженера H. H. Rousseau, предоставившихъ автору проектные чертежи и необходимыя цифровыя данныя, исключительной предупредительности начальника средняго строительнаго отдѣленія инженеръ-полковника D. D. Gaillard и любезности начальниковъ техническихъ конторъ строительныхъ отдѣленій: Атлантическаго—инженера G. M. Wells, Средняго—инженера A. S. Zinn, завѣдывающаго дноуглубительными работами на Тихоокеанскомъ участкѣ W. G. Comber и такими же работами на Атлантическомъ подходѣ инженеръ-майора C. Harding и цѣлаго ряда инженеровъ, техниковъ и десятниковъ на мѣстахъ.

ГЛАВА I.

Составъ работъ.

Содержаніе. Распредѣленіе работъ по устройству Канала вдоль его фронта и порядокъ послѣдовательности ихъ производства по всей линіи. Періодъ предварительныхъ работъ, періодъ земляныхъ, бетонныхъ работъ и работъ по оборудованію Канала.

Сооруженіе Панамскаго Канала потребовало производства почти всѣхъ главныхъ видовъ строительныхъ работъ: сухой и подводной отрывки грунта, отсыпки плотинъ, дамбъ, желѣзнодорожныхъ насыпей, молотъ, транспортировки грунта на дальнія разстоянія и выгрузки на свалочныхъ пунктахъ, взрывныхъ работъ на сушѣ и на водѣ, отливки бетонныхъ сооружений, наконецъ—сборки и установки металлическихъ конструкций и машинъ; при значительныхъ количествахъ большинства изъ этихъ видовъ работъ и ограниченномъ времени, назначенномъ на ихъ выполненіе, понадобились особыя устройства для добычи необходимыхъ строительныхъ матеріаловъ, для ремонта машинъ, для созданія различныхъ видовъ энергии для приведенія ихъ въ дѣйствіе, произведены многочисленныя изысканія и изслѣдованія—гидрографическія, метеорологическія и геологическія—наконецъ, кромѣ специально-техническихъ исполнены въ большомъ масштабѣ санитарныя работы для оздоровленія Зоны Канала на Перешейкѣ, пользовавшемся репутаціей самаго вреднаго по климату пункта на земномъ шарѣ, создана организація для снабженія всѣмъ необходимымъ служащихъ и 40-тысячной арміи рабочихъ въ странѣ, не производившей ничего, кромѣ тропическихъ фруктовъ, непроходимой растительной чащи и лихорадочныхъ москитовъ, и удаленной отъ цивилизованной базы на 3.000 верстѣ.

Среди всѣхъ этихъ работъ, произведенныхъ на Панамскомъ перешейкѣ, первенство по объему и трудности принадлежало работамъ по удаленію, перемѣщенію и возведенію въ другихъ мѣстахъ земляныхъ массъ. Сооруженіе канала съ минимальной шириной по дну въ 300 футъ, минимальной глубиной въ 40 футъ, черезъ перешеекъ протяженіемъ 75 верстѣ потребовало, при принятой системѣ шлюзованнаго канала и приподнятѣ надъ среднимъ горизонтомъ океана на 85 футъ нормальномъ уровнѣ раздѣльнаго бьефа, выемки около 16½ милліона кубич. сажень грунта (212 милл. куб. ярд.), и отсыпки 2,6 милліона куб. сажень (34 мил. куб. яр.) при возведеніи насыпей.

Первоначально (въ 1908 г.) предполагаемая кубатура составляла около 104 милліоновъ куб. ярдовъ, въ дополненіе къ тѣмъ 30 милл. куб. ярдовъ, которые были ранѣе извлечены французскими компаніями и вошли въ составъ американской призмы. Послѣдовавшія уже послѣ приступа къ работамъ измѣненія въ первоначальномъ проектѣ: измѣненіе трассы, увеличеніе ширины по дну съ 200 футъ до 300 футъ и рядъ возникшихъ дополнительныхъ работъ по удаленію наносовъ и оползней—заставили увеличивать смѣтную

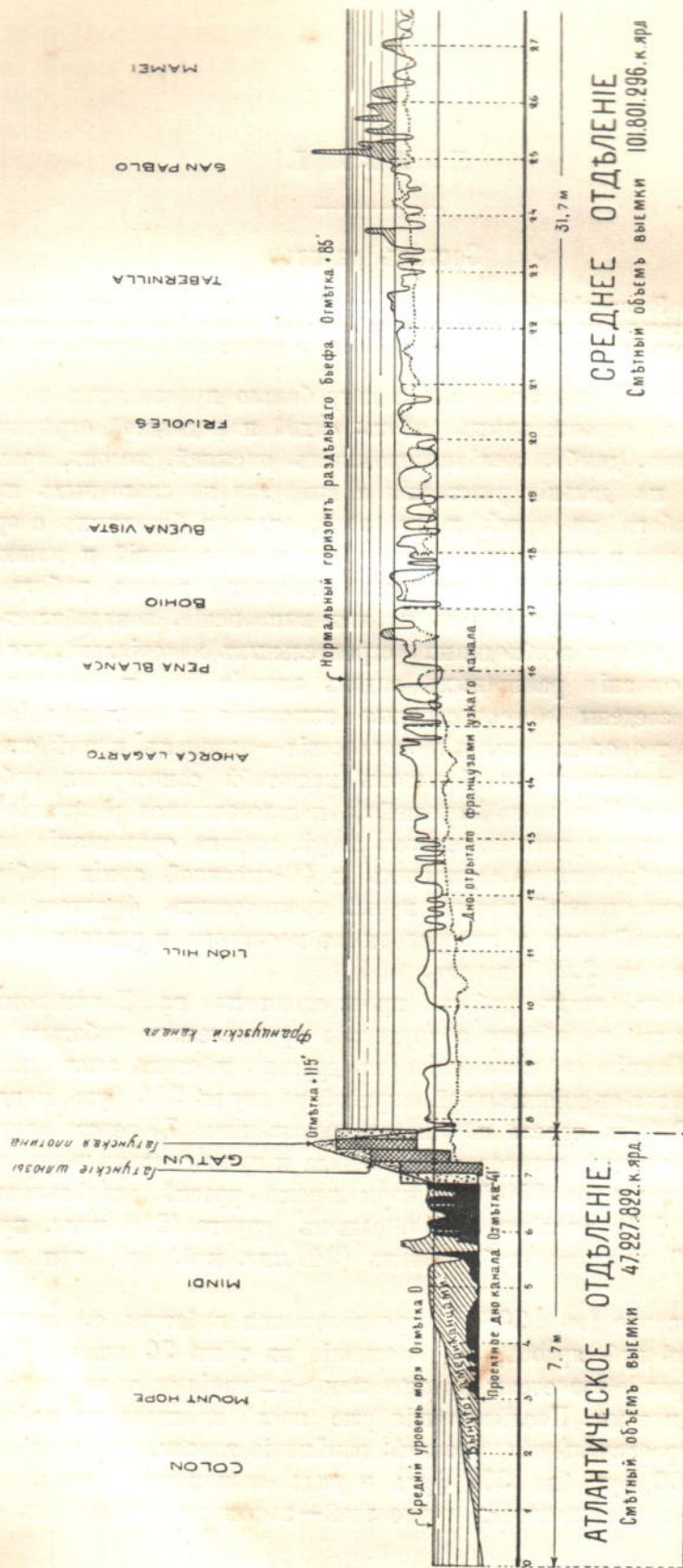


Рис. 1. Продольный профиль Панамского Канала от 1-ой до 28-й милл.
(Этот рисунокъ составленъ изъ труда профессора В. Е. Тамона „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

кубатуру отрывки постепенно, сначала до 174 милл. куб. ярдовъ (въ концѣ 1908 года), затѣмъ до 182¹/₂ милл. (въ июнѣ 1910 года), далѣе до 187 милл., до 195 милліоновъ и наконецъ до 212 милліоновъ куб. ярдовъ. Приведенныя цифры кубатуры обнимаютъ какъ сухую, такъ и подводную выемки и распределены между тремя строительными отдѣленіями: Атлантическимъ протяженіемъ—въ 7,7 миль, среднимъ—въ 31,7 миль и Тихоокеанскимъ—въ 11 миль, на которыя разбитъ весь фронтъ работъ канала, (рис. 1 и 2) слѣдующимъ образомъ:

Отдѣленія.	Сухая выемка.	Подводная выемка.	Итого.
въ кубическихъ саженяхъ.			
Атлантическое.	661.150	2.991.250	3.652.400
Среднее . . .	8.186.000	—	8.186.000
Тихоокеанское.	841.600	3.642.000	4.483.600
Всего	9.688.750	6.633.250	16.322.000

Въ крайнихъ отдѣленіяхъ, въ предѣлахъ которыхъ расположены искусственныя сооруженія канала, кубатура выемки составляетъ половину кубатуры среднего отдѣленія, гдѣ имѣется только сухая выемка. Въ крайнихъ отдѣленіяхъ сухая выемка, заключающаяся, главнымъ образомъ, въ шлюзныхъ котлованахъ, составляетъ 18⁰/₀ всей кубатуры въ Атлантическомъ отдѣленіи и 15⁰/₀—въ Тихоокеанскомъ. Центръ тяжести сухой выемки находился въ среднемъ отдѣленіи, гдѣ на протяженіи 15 верстъ, на материковомъ водо-раздѣлѣ, были сосредоточены самыя крупныя работы съ кубатурой въ 7¹/₂ милліоновъ куб. саж., т. е. 46⁰/₀ всей кубатуры выемки канала и 76¹/₂⁰/₀ одной только сухой. Три четверти объема земляныхъ работъ приходилось на скалистый грунтъ, изъ нихъ двѣ трети на твердыя и одна на болѣе мягкія породы.

Первыя четыре мили Атлантическаго отдѣленія отъ глубокой воды океана (рис. 1, 2, 3) пролегаютъ по Лимонскому заливу; на остальномъ протяженіи (3 мили) этого отдѣленія, поверхность материка съ болотнымъ покровомъ возвышается на 5—10 футовъ надъ среднимъ уровнемъ моря и только въ двухъ пунктахъ имѣетъ повышеніе въ видѣ двухъ кряжей—одного на 6-ой мили (Mindi) съ отмѣткой въ 25—30 футовъ и другого—въ мѣстѣ расположенія Гатунскихъ шлюзовъ, гдѣ мѣстность поднимается до отмѣтки +90 *). На протяженіи этого отдѣленія примѣнены были четыре метода отрывки: землесосаніе, землечерпаніе, удаленіе верхняго болотнаго покрова рефулерными землесосами съ разрыхлителями и сухая отрывка паровыми лопатами; послѣдній приемъ примѣненъ въ Миндійской возвышенности и въ шлюзныхъ котлованахъ Гатуна. Разработка первой изъ этихъ возвышенностей велась подъ защитой оставленной до ея окончанія естественной скалистой перемычки, отдѣлявшей работы въ выемкѣ отъ разрабатываемаго участка Канала со стороны океана, и впоследствии устраненной динамитомъ; работы въ шлюзныхъ котлованахъ велись подъ огражденіемъ искусственной желѣзо-бетонной перемычки, зажатой у нижней головы нижней камеры и защищавшей шлюзы отъ затопленія водой разрабатываемаго участка канала между шлюзами и Минди. Грунтъ, извлекав-

*) Всѣ отмѣтки на работахъ Канала выражались въ футахъ возвышенія надъ общимъ среднимъ уровнемъ обоихъ океановъ, относительно котораго приливныя колебанія горизонта воды составляли у Атлантическаго устья ± 2 фута, а у Тихоокеанскаго ± 10 фута.

шійся въ предѣлахъ Атлантическаго отдѣленія, шелъ отъ дноуглубительныхъ снарядовъ въ тѣло защитнаго волнолома у устья Канала, отъ рефулеровъ направлялся на сосѣднія болота и отъ сухой отрывки на—планировку и завалу мѣстностей вокругъ будущихъ Гатунскихъ шлюзовъ.

Тихоокеанское отдѣленіе отъ глубокой воды океана до Педро-Мигуельскихъ шлюзовъ, протяженіемъ $10\frac{1}{2}$ миль, представляло такое же разнообразіе примѣненныхъ методовъ отрывки, какъ и Атлантическое: на протяженіи первыхъ пяти, считая отъ устья, миль потребовалось удалить, главнымъ образомъ землесосами, наносный грунтъ; на слѣдующихъ двухъ миляхъ наносный грунтъ покрывалъ слоемъ незначительной толщины скалу, разработывшуюся землечерпаніемъ, еще далѣе на участкѣ въ $1\frac{1}{2}$ миляхъ для верхнихъ песчаноглинистыхъ пластовъ примѣненъ былъ гидравлическій методъ отрывки и, наконецъ, въ шлюзовыхъ котлованахъ и на днѣ промежуточного бьефа между Педро-Мигуелемъ и Мирафлоресомъ работали паровыя лопаты. Грунтъ такъ же, какъ и на Атлантическомъ концѣ, былъ утилизированъ для защитнаго волнолома, продукты гидравлической отрывки шли частью въ ядро ближайшей плотины или же направлялись на засыпку сосѣднихъ болотныхъ площадей съ санитарной цѣлью, продукты работъ паровыхъ лопатъ отсыпались въ плотины при шлюзахъ.

Среднее отдѣленіе, протяженіемъ $32\frac{1}{2}$ мили, простиравшееся отъ шлюзовъ въ Гатунѣ до шлюзовъ въ Педро-Мигуелѣ, было участкомъ исключительно сухой отрывки, гдѣ паровыя лопаты оказались единственнымъ типомъ отрывныхъ орудій. Это отдѣленіе представляло два различныхъ по характеру работъ участка—долинный въ долинѣ рѣки Чагресъ на Атлантическомъ склонѣ, протяженіемъ 45 верстъ, съ возвышеніемъ отъ 10 фут. до 60 ф. надъ уровнемъ океана, и участокъ горный или перевальной, протяженіемъ 15 верстъ (перевальная „Кулебрская“ выемка), съ среднимъ возвышеніемъ въ 30 сажень надъ уровнемъ океана. Наивысшія мѣста водораздѣла тянутся на протяженіи 4-хъ миль, достигая въ перевальномъ пунктѣ отмѣтки $+310'$ по оси Канала и отмѣтокъ $+534'$ и $+410'$ у краевъ его откосовъ; съ сѣвера, со стороны Атлантическаго водораздѣла, имѣется плавный склонъ, южный же склонъ къ Тихому Океану имѣетъ крутое паденіе на протяженіи трехъ миль, понижаясь до отмѣтки $50'$ къ долинѣ рѣки Рио-Гранде.

При производствѣ работъ по отрывкѣ глубокой выемки черезъ материковый водораздѣлъ въ странѣ, гдѣ въ теченіе болѣе полугодя льютъ непрерывно дожди и интенсивность ливня доходить до 5,86 дюймовъ въ часъ, вопросъ объ отводѣ воды, какъ съ окружающей мѣстности, такъ и съ площади самихъ работъ долженъ былъ быть разрѣшенъ прежде, чѣмъ приступлено было къ работамъ по отрывкѣ призмы канала; около 100 тысячъ кубич. сажень потребовалось извлечь изъ отводныхъ каналовъ, по которымъ воды на сѣверномъ склонѣ водораздѣла направлены были въ рѣку Чагресъ, а воды южнаго—въ долину рѣки Рио-Гранде.

Грунтъ, извлекавшійся изъ призмы канала въ долинныхъ участкахъ вываливался въ расположенные вдоль фронта его свалочные пункты, грунтъ, же изъ перевальной выемки направлялся на свалочные пункты, расположенные внѣ ея района, и утилизировался на отсыпку плотинъ и волнолома у Тихоокеанскаго устья.

Изъ 16^{1/2} миллионъ куб. сажень грунта, подлежащихъ извлеченію изъ призмы канала, приблизительно 2^{1/2} миллиона куб. саж., т. е. около 16^{0/0} всей выемки, предполагалось использовать для возведенія земляныхъ сооружений. Наибольше крупной изъ этихъ транспортныхъ работъ является Гатунская плотина, потребовавшая около 1 миллиона куб. сажень сухой насыпи въ дополненіе къ такому же объему „гидравлическаго“ рефулированнаго ядра. Эта плотина, преграждая долину рѣки Чагресъ и подпирая съ Атлантической стороны раздѣльный бьефъ, расположена въ 7 миляхъ отъ океана и въ среднемъ разстояніи 35 верстъ отъ центра тяжести транспортируемой въ нее массы грунтъ изъ перевальной „Кулебрской“ выемки (рис. 1).

Ближе къ этой выемкѣ расположенъ другой пунктъ транспортныхъ работъ—насыпи новой линіи Панамской ж. д., начинающіяся у сѣвернаго конца этой выемки и имѣющія кубатуру въ 300.000 куб. саж. Къ остальнымъ пунктамъ транспортныхъ работъ (рис. 3) принадлежали: плотина у шлюзовъ Педро-Мигуель съ кубатурой въ 18.000 куб. саж., плотина въ Мирафлоресѣ съ кубат. въ 77.000 куб. сажень, насыпи шлюзовъ въ Педро-Мигуель около 64.000 куб. сажень, шлюзовъ въ Мирафлоресѣ съ кубатурой въ 154.000 куб. сажень, шлюзовъ въ Гатунѣ—123.000 куб. сажень и, наконецъ волноломъ на Тихоокеанскомъ концѣ канала объемомъ 1,4 миллиона куб. саж., часть котораго образуется изъ скалы подводной отрывки; средняя дальность возки отъ центра тяжести массы перевальной выемки составляла 15 верстъ.

Изъ мѣстныхъ карьеровъ снабжались грунтомъ волноломъ Атлантическаго берега, удаленный на разстояніе больше 60 верстъ отъ перевальной выемки и стоящій въ сторонѣ отъ главной ж. д. линіи, а также плотины и насыпи шлюзовъ на Тихоокеанскомъ склонѣ, питавшіяся главнымъ образомъ, грунтомъ изъ разрабатываемыхъ шлюзныхъ котловановъ.

Оставшіеся безъ полезнаго примѣненія 84^{0/0} грунта вывезены на свалочные пункты, число которыхъ доходило до 50 и которые вначалѣ работъ расположены были вдоль всего фронта и мѣстами устраивались для насыпки болотныхъ лихорадочныхъ площадей по указанію санитарной службы, а съ теченіемъ времени, съ углубленіемъ выемки, естественно сократились въ числѣ и сосредоточились въ трехъ, а потомъ и двухъ основныхъ пунктахъ за предѣлами перевальной выемки.

Въ масштабѣ, не уступающемъ землянымъ операціямъ произведены на Першейкѣ бетонныя и металлическія работы для шлюзованія Канала: 323.000 куб. сажень бетона и 60.000 тоннъ металла понадобилось для сооруженія шлюзовъ; эта кубатура кладки такъ же, какъ и тоннажъ металла, сосредоточенъ въ трехъ пунктахъ фронта работъ Канала, въ которыхъ сгруппированы шлюзные парныя устройства его: въ трехступенчатыхъ шлюзахъ въ Гатунѣ (рис. 1) въ 7 миляхъ отъ Атлантическаго устья канала, гдѣ кубатура достигаетъ 153.850 куб. саж. (2 мил. куб. ярдовъ), въ двухступенчатыхъ шлюзахъ въ Мирафлоресѣ (черт. 2) въ разстояніи 8^{1/2} миль отъ Тихаго Океана, гдѣ кубатура составляла 104.770 куб. сажень и, наконецъ, въ отдѣляющемъ раздѣльный бьефъ отъ промежуточнаго, одноступенчатомъ шлюзѣ въ Педро-Мигуель, въ разстояніи 11 миль отъ Тихоокеанскаго конца, гдѣ объемъ кладки достигалъ 64.115 куб. саж. (837.400 куб. ярд.).

Работы по установкѣ и сборкѣ частей оборудованія шлюзовъ обнимали постройку 46 шлюзныхъ двустворныхъ воротъ различныхъ высотъ—отъ 47½ до 82 фут., общимъ вѣсомъ въ 58.000 тоннъ, сооруженіе шести металлическихъ предохранительныхъ затворныхъ плотинъ въ видѣ несимметричныхъ двухрукавныхъ поворотныхъ мостовъ, общимъ вѣсомъ 12.000 тоннъ, задѣлку въ кладку металлическихъ неподвижныхъ частей и анкеровъ, веревяльныхъ упоровъ, упорныхъ отливокъ для водопроводныхъ затворовъ, установку частей самихъ этихъ затворовъ и движущихъ механизмовъ.

Принятая система соединенія океановъ шлюзованнымъ каналомъ, посредствомъ образования большого внутренняго озера съ приподнятымъ уровнемъ и площадью въ 370 кв. верстъ, захватывающаго значительное протяженіе района работъ, особыя условія тропическаго климата съ раздѣленіемъ года на сухой и мокрый сезоны, обильные стремительные ливни, превращающіе въ нѣсколько часовъ ничтожные ручьи въ бурные потоки, отдаленность района работъ отъ промышленной базы, необходимость предварительнаго оздоровленія Перешейка, стремленіе на первыхъ же порахъ проявить большую усѣшность работъ для импонированія на общественное мнѣніе Соединенныхъ Штатовъ, наконецъ, необходимость при еще небывалыхъ размѣрахъ отдѣльныхъ сооружений особой осторожности при ихъ выполненіи—вотъ тѣ факторы, которые повліяли на начертаніе общаго плана производства работъ на Панамскомъ перешейкѣ. Печальный опытъ французовъ, въ теченіе 8 лѣтъ потерявшихъ до 1.200 инженеровъ и техниковъ, руководившихъ работами, показалъ, что прежде чѣмъ прорывать Перешеекъ, надо его приспособить къ жизни бѣлыхъ людей; вооруженные новыми открытіями медицинской науки, которыми не располагали французы, американцы, не щадя средствъ, съ перваго же дня оккупациі Перешейка (въ 1904 году) принялись за дѣло очистки, оздоровленія и приспособленія его къ жилью для тѣхъ, кто долженъ былъ затѣмъ работать по прорытію черезъ него канала.

Подготовительный періодъ работъ, (1904—1907 гг.) былъ посвященъ оздоровленію зоны будущихъ работъ, очисткѣ Панамскихъ городовъ и деревень, постройкѣ рабочихъ поселковъ, устройству водоснабженія, канализациі, отводу воды отъ мѣста работъ, приспособленію концевыхъ временныхъ портовъ къ предстоявшей оживленной дѣятельности по приему предполагавшихся къ доставкѣ на Перешеекъ матеріаловъ и припасовъ, постройкѣ мастерскихъ и силовыхъ станцій, разысканію въ тропической чащѣ заброшенныхъ и сохранившихся французскихъ машинъ и ихъ реставраціи. Въ теченіе этого періода, по ознакомленіи на мѣстѣ съ предстоявшими задачами, составленъ былъ общій планъ, намѣчены приемы производства работъ и въ соответствіи съ ними отданы были крупные заказы (въ Соед. Штатахъ) на машинное оборудованіе, своимъ общимъ объемомъ и отдѣльными элементами отвѣчавшее масштабу самихъ работъ, завербована была армія рабочихъ и мастеровыхъ, привлеченъ и техническій персоналъ; наконецъ, къ подготовительному періоду работъ относятся также подробныя изысканія, произведенныя по всему пространству Зоны, а мѣстами для изслѣдованія бассейновъ, захваченныхъ подпоромъ будущаго раздѣльнаго бьефа, и далеко за ея предѣлы; исполненныя въ этой области работы французовъ были провѣрены и дополнены новыми данными; къ этому же времени относится организація гидрографическихъ

наблюдений надъ системами, питающими бьефы будущаго Канала. Въ течение перваго періода велась также разработка проектовъ искусственныхъ сооружений канала, за этотъ же періодъ подверглась измѣненію успѣвшая уже обнаружить свои дефекты общая организація управления работами, приблизившись къ описанной ниже формѣ, имѣвшей мѣсто въ послѣдніе наиболѣе интенсивные годы работъ.

Только спустя три года съ момента вступленія на Перешеекъ,—послѣ исполненія упомянутыхъ подготовительныхъ работъ на сумму болѣе 47 милліоновъ долларовъ, изъ которыхъ $5\frac{1}{2}$ милліоновъ было израсходовано Санитарнымъ Департаментомъ, приступлено было къ работамъ по сооруженію самого Канала и съ этого момента началось быстрое ихъ развитіе.

Материковый перевалъ, на которомъ на протяженіи 15 верстъ сосредоточены самыя крупныя земляныя работы, составляющія до 76% всей сухой выемки Канала и гдѣ глубина выемки колебалась отъ 200 до 270 футовъ, привлекалъ особенное вниманіе строителей съ первыхъ же моментовъ приступа къ работамъ, въ этомъ перевалѣ заключалась одна изъ наибольшихъ техническихъ трудностей созданія Канала и вполне естественно, что какъ и до этого французы, такъ и американцы на первыхъ же порахъ своей работы атаковали это препятствіе и сосредоточили здѣсь главныя силы; независимо отъ въ то время еще не рѣшенной системы соединенія океановъ открытымъ или шлюзованнымъ каналомъ Кулебра должна была быть прорѣзана. Въ связи съ земляными работами первыхъ лѣтъ на перевалѣ велись крупныя работы по отводу отъ разрабатываемой выемки тѣхъ рѣкъ, которыя пересѣкали ось Канала. Начавшись на перевалѣ, сухая отрывка постепенно, съ полученіемъ новыхъ отрывныхъ орудій и увеличеніемъ количества подвижнаго состава, развивала свой фронтъ и въ 1908 году протянулась и на долинныя участки обонихъ склоновъ Атлантическаго и Тихоокеанскаго. Къ этому же времени, освобожденные изъ заглушившей ихъ растительности, французскія дноуглубительныя машины заработали на концевыхъ участкахъ Канала; тогда же приступлено было къ возведенію Гатунской плотины, грандіозной земляной преграды, съ постройкой которой связано было образованіе внутренняго приподнятаго озера. Періодъ 1907—1909 годовъ на перешейкѣ былъ періодомъ исключительно однѣхъ земляныхъ работъ, если не считать второстепенныхъ вспомогательныхъ, какъ-то: санитарныхъ, гражданско—строительныхъ, дорожныхъ и другихъ, производившихся въ этотъ періодъ въ значительно меньшемъ объемѣ по сравненію съ подготовительнымъ временемъ (1904—1907);—на мѣстахъ будущихъ шлюзовъ производилась пока только отрывка котловановъ.

Только въ 1910 году приступлено было къ бетонной кладкѣ, производство которой въ 1911 году достигло своего наибольшаго развитія. За этимъ трехлѣтнимъ періодомъ земляныхъ и бетонныхъ работъ (1907—1910 годы) наступилъ періодъ работъ по оборудованію искусственныхъ сооружений, въ зависимости отъ успѣшности которыхъ такъ же, какъ и отъ успѣха подходящихъ къ концу, но все еще таящихъ въ себѣ возможность осложненій, земляныхъ работъ находится, неофициальное открытіе Канала въ 1914 году.

Таковъ общій порядокъ работъ на Перешейкѣ, создавшійся соответственно естественному ходу событій и той тѣсной связи, которая существовала между различными ихъ элементами.

Возвышеніе отсыпаемой Гатунской плотины, преградившей долину рѣки Чагреса уже въ 1910 году, имѣло бы послѣдствіемъ послѣ одного сезона дождей образованіе внутренняго озера съ затопленіемъ громаднаго района работъ, если бы не существовало водосливнаго канала въ тѣлѣ этой плотины. При первоначальномъ планѣ работъ предполагалось по возможности раньше образовать это внутреннее озеро, отдѣливъ отъ него плотиною не законченный еще районъ сухой отрывки въ перевальной выемкѣ съ тѣмъ, чтобы въ залитой долиномъ (р. Чагресъ) участкѣ произвести дноуглубительныя работы для удаленія преобладавшихъ въ долинѣ мягкихъ породъ. Планъ этотъ однако не могъ быть выполненъ — нельзя было допустить подъема воды въ долинѣ изъ-за отставшихъ другихъ работъ: сооруженія шлюзныхъ устройствъ, гдѣ не только отсутствовали ворота, но и стѣны еще не были возведены до проектной высоты, сооруженія новой линіи Панамской жел. дороги, приподнятой надъ уровнемъ раздѣльнаго бьефа взамѣнъ прежней, пролегавшей по дну будущаго озера и нѣкоторыхъ другихъ. Водосливной каналъ вслѣдствіе этого долженъ былъ оставаться открытымъ въ теченіе всего времени постройки; сооруженіе какъ самого лотка такъ и водосливной плотины въ немъ должно было вестись въ присутствіи протекавшаго расхода прегражденной плотиною долины и потому находилось въ зависимости отъ мокрыхъ и сухихъ сезоновъ Панамскаго климата. Только къ началу мокраго сезона 1912 года удалось, по состоянію упомянутыхъ работъ, поднять горизонтъ внутренняго озера до отмѣтки на 30 футъ ниже предѣльной, что было сдѣлано уже не для цѣлей подводной отрывки въ долинной части, (эта отрывка уже была закончена насухо), а для постепеннаго, заблаговременнаго до назначеннаго момента открытія Канала, образованія озера, испытанія Гатунской плотины и предложеннаго заполнения тѣхъ недоступныхъ изслѣдованію, но возможныхъ проницаемыхъ слоевъ и трещинъ, которыя могли оказаться въ породахъ, образующихъ дно, и естественныя и искусственныя берега озера. Такому поднятію горизонта воды должна была предшествовать установка верховыхъ шлюзныхъ воротъ въ шлюзахъ и окончаніе соотвѣтственно участка поднятой линіи жел. дороги, на которую было переведено желѣзнодорожное движеніе; къ этому же времени должны были быть закончены земляныя работы по удаленію скалистаго грунта въ долинной части, затопляемой указаннымъ подпоромъ. Въ теченіе сухого сезона 1912 года водосливная плотина доведена до проектнаго гребня, а къ началу сезона дождей 1913 года весь районъ озера былъ очищенъ отъ селеній, рабочихъ поселковъ и временныхъ устройствъ передъ наступающимъ окончательнымъ подъемомъ искусственнаго озера.

Г Л А В А П.

Организація рабочихъ силъ и технического надзора.

Содержаніе. Последовательное развитіе технической организаціи; организація рабочихъ силъ и надзора въ каждомъ изъ строительныхъ отдѣленій.

Уже при бѣгломъ осмотрѣ работъ по постройкѣ Канала наряду съ останавливающими на себѣ вниманіе мощными орудіями, сложными вспомогательными устройствами, особенными приѣмами, масштабомъ самихъ работъ и интенсивностью ихъ производства нельзя не замѣтить той стройности и систематичности, съ которыми выполняются разбросанныя по всему Перешейку отдѣльныя строительныя операціи и совершаются разнообразныя перемѣщенія въ ихъ районѣ: бурильныя, взрывныя, путевыя артели видѣются всюду, мѣстами въ непосредственномъ сосѣдствѣ другъ съ другомъ, по всему фронту работъ, по только что переброшеннымъ на новыя мѣста путямъ мчатся груженые и порожніе составы, ныряя въ ухабахъ и пробираясь по крутымъ уклонамъ на различные уровни, гдѣ работаютъ отрывные спаряды и куда, кажется, нѣтъ возможности пробраться длинному вагонному составу; въ еще осыпающуюся послѣ взрыва скалистую массу врѣзаются ковши этихъ снарядовъ на смѣну отъѣзжающихъ отъ нихъ груженыхъ составовъ подходят порожніе, — сотни поѣздовъ въ сутки выѣзжаютъ изъ перевальной выемки, двигаясь въ разстояніи хода нѣсколькихъ минутъ другъ за другомъ по линиямъ, направляющимся на свалки, удаленныя на 30—40 верстъ отъ выемки. На свалкахъ царитъ такое же оживленіе — непрерывно прибываютъ на нихъ составы, поступаая на серію разгрузныхъ путей, гдѣ спеціальныя машины производятъ работу по ихъ опоражниванію и подготовкѣ путей къ принятію слѣдующихъ составовъ. Все движется и дѣйствуетъ безъ значительныхъ задержекъ, несмотря на десятки верстъ, раздѣляющихъ отдѣльные районы работъ; если и возникаютъ мѣстныя препятствія, грозящія повліять на ходъ работъ цѣлыхъ районовъ, принимаются рѣшительныя мѣры къ ихъ устраненію, своей стремительностью и быстротой напоминающія дѣйствіе пожарныхъ бригадъ въ большихъ городахъ. Моментъ окончанія работъ въ перевальной выемкѣ заставляеть еще разъ отмѣтить стройность общаго плана, — спустя десять минутъ послѣ сливающихся въ одинъ общій свистъ отъ океана до океана гудковъ силовыхъ и другихъ станцій, работы опустѣвають, оставленныя въ томъ именно порядкѣ, какой требуется для нѣкоторыхъ ночныхъ операцій — рабочіе составы задвинуты на боковые пути, армія рабочихъ развезена по поселкамъ, паровозы находятся въ соответственныхъ депо, ночныя артели и ночные ремонтные поѣзда выѣзжаютъ на работу — къ семи часамъ утра слѣдующаго дня все должно быть въ исправности и порядкѣ для безостановочной успѣшной дневной работы.

Стройность и обдуманность организаціи не въ меньшей мѣрѣ, чѣмъ въ выемкѣ, отмѣчается наблюдателемъ и на шлюзныхъ устройствахъ, гдѣ сосредоточены небывалыя еще до сего времени по размѣрамъ бетонныя работы, гдѣ возведены вспомогательныя устройства, образующія цѣлыя системы

временных приспособлений, все элементы которых строго согласованы между собой, где на различных уровнях к различным пунктам работ проложены железнодорожные пути и где на небольшой сравнительно площади бокъ о бокъ производятся разнообразныя работы—бетонныя, металлическія, земляныя и другія.

Стройность организациі выступаетъ еще рельефнѣе при ближайшемъ знакомствѣ съ дѣятельностью такихъ отдѣловъ работъ, которые не схватываются простымъ наблюденіемъ общихъ операцій вдоль фронта Канала, но которые тѣмъ не менѣе, участвуя въ общей работѣ, являются важными элементами сложнаго механизма Панамскаго предпріятія. Въ странѣ заросшей джунглями, славящейся смертоносными лихорадками создано небольшое оздоровленное санитарными работами рабочее государство, въ которомъ каждый гражданинъ — рабочій по прорытію Канала, а полновластнымъ правителемъ является главный инженеръ. Ему, какъ лицу отвѣтственному за исполненіе намѣченной задачи, ради которой и создалось это своеобразное государство, подчинены все отрасли его управленія: техническая, гражданская и военная власть находятся въ его рукахъ. Эта централизациа власти въ рукахъ технического руководителя предпріятія обеспечила планомѣрность исполненія всехъ многочисленныхъ работъ, входящихъ въ его составъ, и живое содѣйствіе общей технической цѣли всехъ частей управленія.

Обеспечившая въ послѣдніе годы постройки почти автоматическую правильность работъ, быстроту ихъ производства и согласованность различныхъ ихъ элементовъ, организациа установилась далеко не сразу; только опыты нѣсколькихъ лѣтъ работъ помогли исправить выяснившіеся на дѣлѣ недочеты первоначальныхъ организационныхъ системъ, внести въ нихъ коренныя улучшенія и измѣненія въ соотвѣтствіи съ развитіемъ различныхъ фазъ строительной дѣятельности на Перешейкѣ. Къ концу подготовительнаго періода работъ относится крупная перемѣна въ первоначальной организациі той специальной комиссіи, образованной при военномъ министерствѣ, которой поручено было осуществленіе Панамскаго предпріятія. До этого времени (1907 г.) комиссія вела дѣло, имѣя на Перешейкѣ три департамента: инженерно-строительный, санитарный и департаментъ рабочей силы и казармъ; гражданское управленіе Зоною Канала вмѣстѣ съ юридической частью находилось въ Вашингтонѣ при военномъ министерствѣ, при которомъ состояла и сама комиссія; члены ея и предсѣдатель назначались безъ технического ценза, техническое же руководство работами на мѣстѣ возложено было на главнаго инженера, дѣятельность котораго была поставлена въ зависимость отъ комиссіи, засѣдавшей въ разстояніи 3.000 миль отъ мѣста работъ. Ненормальность такого подчиненія технического руководителя комиссіи не техниковъ въ связи съ политикой вліянія нѣкоторыхъ изъ ея членовъ привели къ уходу одного за другимъ двухъ главныхъ инженеровъ и къ разладу въ самой комиссіи, что отзывалось, конечно, на ходѣ работъ.

Реформой 1907 года, имѣвшей цѣлью устранить выяснившіяся шероховатости организациі, установлены — обязательное пребываніе членовъ комиссіи на Перешейкѣ въ непосредственной близости къ мѣсту работъ и совмѣщеніе должностей главнаго инженера и предсѣдателя комиссіи. Технической руководитель всей постройки оказался, такимъ образомъ, полновластнымъ хозяиномъ Зоны Канала, отвѣтственнымъ только передъ военнымъ министромъ и прези-

дентомъ Соединенныхъ Штатовъ, принявшимъ на себя верховное руководство Панамскимъ предприятиемъ. Главному инженеру, какъ председателю комиссіи, отчасти подчинены были въ качествѣ членовъ ея: глава гражданского управления, управляющій санитарнымъ департаментомъ и завѣдывающіе другими отдѣльными частями, главный инженеръ былъ вмѣстѣ съ тѣмъ назначенъ председателемъ правленія Панамской желѣзной дороги, сохранившей организацію частнаго ж.-д. общества.

Одновременно съ этой реорганизаціей, членами комиссіи были назначены офицеры военно-инженернаго и морского вѣдомствъ, обязанные по долгу службы и дисциплины оставаться на назначенныхъ имъ мѣстахъ и въ большей мѣрѣ свободные отъ вліянія политиканствующихъ элементовъ правительства Соединенныхъ Штатовъ. Изъ четырехъ департаментовъ, между которыми было раздѣлено управленіе работами и Зоной Канала: департамента инженерно-строительнаго, санитарнаго, гражданского управления и департамента рабочей силы казармъ и продовольствія, первый представляетъ спеціальнй техническій интересъ. Первоначально этотъ департаментъ раздѣлялся на отдѣленія: отдѣленіе сухой и подводной отрывки, отдѣленіе по сооруженію шлюзовъ и плотинъ, отдѣленіе гражданского строительства (municipal engineering) и механическое отдѣленіе, въ которыхъ составлялись и разрабатывались проекты соответственныхъ сооружений и сосредоточено управленіе отдѣльными видами работъ; въ составъ инженернаго департамента входили также части — счетная, контрольная и секретарская. Такая организація Инженерно-строительнаго Департамента, при которой всѣ однородныя работы по всему фронту будущаго канала ввѣрялись одному лицу, чѣмъ обезпечивались однообразіе въ ихъ исполненіи и согласованность ихъ между собой, дѣйствовала успѣшно до тѣхъ поръ, пока работы каждой категории велись въ отдѣльныхъ точкахъ общаго фронта и въ первоначальной стадіи положенія дѣлъ на Перешейкѣ не находились еще въ тѣсной связи съ работами другихъ категорій; съ развитіемъ же фронта работъ и съ усиленіемъ указанной зависимости между отдѣльными работами естественной и своевременной оказалась послѣдовавшая въ 1908 году реорганизація технического управления, имѣвшая цѣлью обезпечить согласованіе отдѣльныхъ работъ, производящихся въ одномъ и томъ же пунктѣ или районѣ, установить болѣе точно отвѣтственность за сооруженіе отдѣльныхъ участковъ Канала и, наконецъ, уменьшить расходы на администрацію; реформа состояла въ уничтоженіи спеціальныхъ по категоріямъ работъ отдѣленій и въ образованіи строительныхъ дистанцій или отдѣленій на мѣстахъ, подчиненныхъ членамъ комиссіи съ непосредственнымъ докладомъ главному инженеру. Въ предѣлахъ каждаго такого строительнаго отдѣленія начальникъ его завѣдывалъ и былъ отвѣтственъ за всѣ производившіяся въ немъ работы, пользовался свободной выбора методовъ работъ и даже конструкцій нѣкоторыхъ второстепенныхъ частей сооружений.

Выполнявшее къ этому времени свою главную роль, отдѣленіе гражданского строительства городскихъ работъ было уничтожено, работы же по благоустройству городовъ и поселковъ были переданы начальникамъ соответственныхъ вновь образованныхъ строительныхъ отдѣленій, а работы гражданского строительства вновь образованному Департаменту Квартирмейстерскому; на начальниковъ строительныхъ отдѣленій возложено было также производство

санитарныхъ работъ своими рабочими силами по указанію Санитарнаго Департамента, въ которомъ уничтожены были его собственные рабочіе кадры.

Вмѣстѣ съ этой реорганизаціей инженерно-строительнаго Департамента и замѣной бывшихъ при немъ отдѣленій по различнымъ категоріямъ работъ управленіями на мѣстахъ, разработка проектовъ и расчетная часть была выдѣлена и передана образованному при департаментѣ техническому отдѣлу изъ 2-хъ отдѣленій:—отдѣленія шлюзовъ и плотинъ и ихъ оборудованія, и отдѣленія механическаго, вѣдающаго всѣми механизмами, машинами, мастерскими и подвижнымъ составомъ; къ кругу дѣятельности этого послѣдняго отдѣленія прибавлено было составленіе общихъ смѣтъ, наблюденіе за расходами и за учетомъ времени. Во главѣ этихъ техническихъ отдѣленій поставлены были инженеры, члены Комиссіи, на положеніи помощниковъ Главнаго Инженера. Наряду съ этими 2-мя отдѣленіями при департаментѣ образованъ былъ особый отдѣлъ изысканій для общаго руководства всѣми гидрографическими и метеорологическими работами и такими общими изысканіями, которыя выходили за предѣлы изыскательныхъ работъ строительныхъ отдѣленій, а также для различныхъ спеціальныхъ изслѣдованій.

Каждое изъ техническихъ отдѣленій Департамента распалось на подъотдѣлы, занимавшіеся спеціальными работами и находившимися въ вѣдѣніи инженеровъ спеціалистовъ по тому или другому роду сооружений или работъ. Такъ, въ первомъ отдѣленіи было пять подъотдѣловъ: бетонныхъ сооружений, шлюзныхъ воротъ, предохранительныхъ устройствъ для шлюзовъ, механизмовъ и движущей силы, и обстановки судового хода; кромѣ инженеровъ проектировщиковъ и необходимаго числа чертежниковъ, каждый подъотдѣлъ имѣлъ определенное число инспекторовъ техниковъ какъ на мѣстѣ работъ, такъ и на заводахъ въ Соединенныхъ Штатахъ, для наблюденія за изготовленіемъ заказовъ, ихъ испытанія, приѣмки и установки частей заказовъ на мѣстѣ въ сооруженияхъ Канала. Второе отдѣленіе департамента состояло изъ трехъ подъотдѣловъ: технической отчетности, инспекціи мастерскихъ и инспекціи личного состава поѣздовъ. Въ третьемъ отдѣленіи рабочія силы раздѣлены были на группу гидротехническихъ и метеорологическихъ полевыхъ работъ, метеорологическое центральное бюро, гидрографическое центральное бюро, группу для полевыхъ общихъ съемковъ и изысканій. При каждомъ отдѣленіи была своя секретарская часть.

При разработкѣ проектовъ сооружений въ техническихъ отдѣленіяхъ Инженернаго Департамента, конторы строительныхъ отдѣленій на мѣстахъ, получавшія детальныя чертежи, имѣли только небольшія техническія бюро, занимавшіяся приготовленіемъ въ соотвѣтствіи съ мѣстными условіями рабочихъ детальныя чертежей и проектировкой нѣкоторыхъ второстепенныхъ частей сооружений, какъ, напримѣръ, откосныхъ крыльевъ боковыхъ шлюзныхъ стѣнъ, конструкціи среднихъ направляющихъ стѣнъ, расположенія рельсовыхъ путей на верху шлюзныхъ стѣнъ и другихъ деталей. Проекты и планы всѣхъ временныхъ вспомогательныхъ устройствъ, работъ по отводу воды, дренажа и работъ муниципальнаго характера, (водопроводныхъ и водосточныхъ) разрабатывались также въ этихъ небольшихъ техническихъ бюро при мѣстныхъ управленіяхъ. Знакомые съ мѣстными условіями, личные составы этихъ техническихъ бюро быстро справлялись съ примѣненіемъ къ нимъ получаемыхъ проектовъ, изготовленіемъ дополнительныхъ пояснительныхъ чертежей и являлись толкователями полученныхъ проектовъ ихъ исполнителямъ.

Кромѣ упомянутыхъ трехъ техническихъ отдѣленій, въ составъ Инженернаго Департамента входили секретарская часть и техническая счетоводная часть; къ этому же департаменту отнесены и не имѣющія технического характера, но тѣсно связанныя съ дѣятельностью инженернаго управленія части—квартирмейстерская, интендентская, общая счетоводная и казначейская.

Техническое счетоводство (office of the chief accountant to the Chief Engineer) при Инженерномъ Департаментѣ создано было, какъ самостоятельная часть, только въ 1910 году для общаго наблюденія за счетоводствомъ строительныхъ отдѣленій на мѣстахъ, установленія однообразія учета матеріаловъ и рабочей силы и расходовъ; эта часть представляла Главному Инженеру свѣдѣнія относительно выполненія смѣтныхъ предположеній, сравнительныя данныя о стоимости однородныхъ работъ въ разныхъ строительныхъ отдѣленіяхъ и сравнительныя вѣдомости каждаго рода работъ на постройкѣ Канала за предыдущіе и текущій мѣсяцы.

Реорганизация 1908 года коснулась не только Инженерно-Строительнаго Департамента—вмѣсто Департамента рабочей силы, казармъ и продовольствія были образованы при Инженерномъ Департаментѣ двѣ части: квартирмейстерская и продовольственная или интендантская. Къ вѣдѣнію первой изъ этихъ частей, кромѣ дѣятельности по найму служащихъ и рабочихъ, и размѣщенію ихъ по поселкамъ, отнесены были функціи по содержанію поселковъ, снабженію ихъ топливомъ, дистиллированной водой, по перевозкѣ товаровъ отъ ж.-д. станцій въ казенные магазины, наконецъ по снабженію работъ строительными матеріалами, по исполненію техническихъ заготовокъ и по доставкѣ заказовъ. Съ уничтоженіями отдѣльной части гражданского строительства, существованіе которой оказалось излишнимъ послѣ того, какъ поселки были выстроены, работы по ремонту зданій и сравнительно рѣдкой постройкѣ новыхъ возложены были на квартирмейстерскую часть.

Продовольственная или интендантская часть вѣдала продовольствіемъ рабочей арміи на Перешейкѣ и снабженіемъ ея всѣмъ необходимымъ; въ ея завѣдываніи находились гостиницы, рестораны кухни и правительственные магазины.

Санитарный Департаментъ подвергся также нѣкоторымъ измѣненіямъ—исполненіе большинства санитарныхъ работъ, производившихся до этого времени рабочими кадрами самого департамента, было передано, кромѣ специальныхъ работъ по примѣненію нефти и москитоистребляющихъ растворовъ, отчасти строительнымъ отдѣленіямъ на мѣстахъ, отчасти квартирмейстерской части въ лицѣ мѣстныхъ квартирмейстерскихъ отдѣленій; Санитарному Департаменту поручено указаніе упомянутымъ исполнителямъ необходимости производства тѣхъ или иныхъ работъ и общее наблюденіе за ихъ выполненіемъ. Такой порядокъ, имѣвшій цѣлью удешевленіе производства этихъ работъ, вмѣстѣ съ тѣмъ оказался менѣе удобнымъ для самой санитарной части, ставя ея мѣропріятія въ зависимость отъ дѣятельности другихъ частей управленія Зоной и работами.

Изъ перечисленныхъ выше элементовъ общей организациі, послѣ ряда измѣненій установившейся на Перешейкѣ и сохранившейся въ самый разгаръ работъ, спеціальнаго интереса заслуживаетъ мѣстная техническая организациія строительныхъ отдѣленій, болѣе детальное описаніе которой приводится ниже.

Атлантическое отдѣленіе простиралось отъ устья Канала вглубь пере-

шейка на 10^{1/2} верстъ, заканчиваясь включенной въ него группой Гатунскихъ шлюзовъ, съ примыкающей къ нимъ гигантской Гатунской земляной плотиной; весь участокъ Канала въ долину рѣки Чагресъ и перевальная выемка, словомъ весь будущій раздѣльный бьефъ, составляли районъ средняго отдѣленія, длиною 48 верстъ, вплоть до первой шлюзной ступени Тихоокеанскаго склона у Педро-Мигуель. Тихоокеанскій долинный участокъ, включая промежуточный бьефъ—искусственное озеро Мирафлоресъ, шлюзы того же имени и Тихоокеанское устье—образовали Тихоокеанское отдѣленіе общимъ протяженіемъ 16^{1/2} верстъ. Между тѣмъ, какъ огромная часть земляныхъ работъ на сушѣ, включая самыя трудныя на материковомъ перевалѣ, входили въ предѣлы средняго отдѣленія, составляя почти исключительный видъ работъ въ немъ производившихся, крайнія отдѣленія представляли нѣкоторое разнообразіе работъ, включая земляную отрывку какъ на сушѣ, такъ и подъ водой, бетонныя металлическія работы, разработку карьеровъ песка и щебня, транспортировку и магазинированіе ихъ. Среднее отдѣленіе представляетъ интересъ своей организаціею небывалыхъ по масштабу и по успѣшности земляныхъ работъ, системой управленія громаднымъ количествомъ землеотрывныхъ снарядовъ и подвижнаго рабочаго и состава, выработавшимися приемами пользованія ими и ихъ ремонта, крайнія же отдѣленія, уступая среднему въ значительной мѣрѣ въ масштабъ земляной отрывки, заслуживаютъ вниманія вслѣдствіе искуснаго веденія разнородныхъ крупныхъ работъ, согласованія ихъ и планомѣрнаго ихъ исполненія. Однородность общей задачи въ обоихъ крайнихъ отдѣленіяхъ, состоявшей въ отрывкѣ устьевыхъ участковъ Канала, въ сооруженіе земляныхъ плотинъ и бетонныхъ шлюзовъ, въ разработкѣ карьеровъ песка и щебня, въ доставкѣ матеріаловъ и магазинированіи на мѣстѣ работъ, привела къ созданію сходныхъ за немногими исключеніями организацій, несмотря на предоставленную начальнику каждаго изъ нихъ свободу установленія внутренняго порядка. Въ обоихъ крайнихъ отдѣленіяхъ во главѣ каждой отдѣльной работы поставленъ инженеръ, одинъ изъ которыхъ назначался замѣстителемъ начальника отдѣленія; у нѣкоторыхъ изъ нихъ имѣлись помощники инженеры или же опытные техники-практики и у каждаго партія нивелировщиковъ, реечниковъ подъ руководствомъ молодыхъ инженеровъ для строительныхъ разбивокъ, обмѣровъ, назначенія отмѣтокъ и другихъ подобныхъ работъ.

Отдѣльныхъ группъ работъ въ Атлантическомъ строительномъ отдѣленіи было четыре: 1) работы на устьевомъ участкѣ съ отнесенными къ нимъ волноломомъ, карьерами песка и щебня и операціями по транспортировкѣ этихъ матеріаловъ къ мѣсту шлюзовъ, 2) работы по сооруженію шлюзовъ, 3) работы по сооруженію плотины и водослива и 4) работы гражданскаго строительства. При конторѣ отдѣленія, кромѣ секретарской части и технического отдѣла, находилась контора движенія завѣдывавшая всѣми перевозками въ предѣлахъ работъ отдѣленія. Самостоятельная служба движенія въ Атлантическомъ отдѣленіи, въ которомъ серьезныя работы начались двумя годами позже, чѣмъ въ среднемъ, установлена по типу организаціи службы движенія въ этомъ послѣднемъ съ небольшими измѣненіями, соотвѣтственно мѣстнымъ условіямъ, взамѣнъ бывшей въ первое время работъ организаціи, при которой операціи движенія и подвижной составъ находился въ вѣдѣніи отдѣльныхъ работъ; въ интересахъ этихъ послѣднихъ было, не считаясь съ общимъ пра-

вильнымъ распредѣленіемъ силъ и составовъ, захватить возможно большее ихъ число. Для устраненія этихъ нежелательныхъ явленій, какъ въ Атлантическомъ, такъ загѣмъ и въ Тихоокеанскомъ отдѣленіи, образованы были самостоятельныя службы движенія, завѣдывающимъ которыми подчинена вся паровозная и поѣздная прислуга, а также завѣдывающіе отдѣльными районами движенія на работахъ (yard master). Завѣдывающей службой движенія слѣдилъ за правильнымъ распредѣленіемъ подвижного состава и паровозовъ, къ нему обращались инженеры, вѣдавшіе отдѣльными работами въ случаѣ желательности какихъ-нибудь измѣненій въ операціяхъ движенія или въ распредѣленіи подвижного состава; къ нему же поступали жалобы на агентовъ движенія.

Въ Тихоокеанскомъ строительномъ отдѣленіи отдѣльныхъ группъ работъ было пять: 1) работы по сооруженію шлюзовъ, плотинъ и по производству сухой отрывки, 2) работы дноуглубительныя, къ которымъ отнесены судоремонтныя устройства и мастерскія, 3) работы гражданскаго строительства, 4) разработка каменнаго карьера и камнедробильный заводъ, 5) работы гидравлической отрывки грунта. Кромѣ хозяйственной части, технического отдѣла и конторы движенія, при конторѣ отдѣленія была учреждена специальная электрическая часть, завѣдывавшая электрическими установками и работами во всемъ отдѣленіи въ отличіе отъ менѣе удобнаго отнесенія конторы электрическихъ работъ къ группѣ шлюзовъ, какъ это было сдѣлано въ Атлантическомъ отдѣленіи.

Среднее отдѣленіе, имѣвшее наибольшее изъ всѣхъ протяженіе въ 48 верстъ, раздѣлено на четыре построечныя дистанціи: дистанціи р. Чагресъ длиной 32 версты отъ Гатунской плотины до поворота долины рѣчки (рис. 3) въ сторону отъ оси канала у Гамбоа, гдѣ начинается перевальная выемка, Эмпайрская дистанція (длинной 7 версты), захватывавшая сѣверную половину этой выемки, и соответствующая сѣверному склону материковаго водораздѣла, Кулебрская дистанція длиной 7 версты, отвѣчающая южной половинѣ выемки и южному склону водораздѣла и, наконецъ, Педро-Мигуельская дистанція длиной двѣ версты, представляющая подходъ изъ перевальной выемки къ Педро-Мигуельскимъ шлюзамъ; къ этой дистанціи отнесены южныя свалки и сооруженія Наоскаго волнолома у Тихоокеанскаго устья Канала. Дистанціи Атлантическаго и Тихоокеанскаго склоновъ разрабатывались отдѣльно одни отъ другихъ, имѣя свое оборудованіе (машины и подвижной составъ) и свой кадръ рабочихъ. Каждая изъ строительныхъ дистанцій находилась въ вѣдѣніи завѣдывающаго работами который являлся полнымъ отвѣтственнымъ хозяиномъ всѣхъ производившихся въ предѣлахъ его дистанціи работъ, подчиненнымъ только начальнику отдѣленія. Не только всѣ землеотрывныя орудія и артели, но и бурильныя, взрывныя команды были въ его распоряженіи, служба движенія въ предѣлахъ дистанціи, снабженіе водой, пневматической энергіей, всѣ вспомогательныя средства, хоть и не подчинены ему непосредственно но должны также дѣйствовать по его указаніямъ. Большой опытностью въ производствѣ земляныхъ работъ и транспортировкѣ грунта, большимъ организаціоннымъ практическимъ навыкомъ должны были обладать эти завѣдывающіе, отъ которыхъ однако не требовалось инженернаго диплома. У завѣдывающихъ имѣлись помощники и конторы, расположенныя на самихъ дистанціяхъ. Кромѣ построечныхъ дистанціи, въ составъ управленія среднимъ строительнымъ отдѣленіемъ, расположеннымъ у средины превальной выемки, входили 5 частей: *техническая часть или отдѣлъ*, въ которомъ составлялись планы разработки

выемки, производился учет исполненных земляных работ и исчислялись оставшіяся и подлежащія извлеченію массы грунта, *часть движенія* (transportation department), въ которой сосредоточено завѣдываніе всѣми перевозками грунта въ предѣлахъ не только отдѣленія, но и внѣ его на отдаленныхъ свалочныхъ пунктахъ, *механическая часть*, задача которой было содержать въ исправности и ремонтировать землеотрывныя орудія—главнымъ образомъ, паровыя лопаты, почему эта часть носила названіе „отдѣла по исправленію паровыхъ лопатъ“ (steam shovel repairs), далѣе, *часть гражданскаго строительства*, куда отнесена, первоначально существовавшая самостоятельно, служба снабженія водой и пневматической энергіей; наконецъ, въ составъ управленія отдѣленія входили счетоводная и хозяйственная части.

Каждая изъ 4-хъ строительныхъ дистанцій средняго отдѣленія была раздѣлена на, различныя по длинѣ въ зависимости отъ интенсивности работъ, построечныя околотки, въ каждомъ изъ которыхъ всѣми работами обыкновенно, кромѣ буренія и взрыванія, завѣдовалъ главный десятникъ, рабочія же буровыя и взрывныя артели во всѣхъ околоткахъ одной и той же дистанціи находились подъ руководствомъ и наблюденіемъ отдѣльнаго десятника—спеціалиста по этимъ работамъ. Независимо отъ общаго построечнаго раздѣленія дистанцій на околотки, существовала система дѣленія всего фронта перевальной выемки на взрывные участки, въ каждомъ изъ которыхъ на обязанности нѣсколькихъ надсмотрщиковъ (blasting wireman) лежало содержаніе проводовъ и электрическихъ приборовъ для взрыванія въ районѣ работъ, повѣрокъ электрическихъ цѣлей передъ взрывомъ и производство взрывовъ; эти надсмотрщики подчинены завѣдывающему взрываніемъ и взрывной сѣтью (inspector of blasting and wiring), а послѣдній—непосредственно главному инспектору работъ отдѣленія. Къ среднему отдѣленію отнесены были и, не находившіеся въ предѣлахъ его района, свалочные пункты, переданные въ вѣдѣніе завѣдывающихъ ближайшихъ къ нимъ строительныхъ дистанцій этого отдѣленія и имѣвшіе для непосредственнаго управленія работами на нихъ спеціальныхъ завѣдывающихъ свалками—техниковъ или старшихъ десятниковъ. Непосредственными исполнителями распоряженій послѣднихъ по разгрузной работѣ были десятники отдѣльныхъ свалочныхъ путей (стр. 66), изъ коихъ у каждаго для работъ по содержанію пути имѣлась артель въ 15—20 человекъ. На большихъ свалочныхъ пунктахъ отдѣльными районами ихъ вѣдали старшіе десятники, являвшіеся помощниками завѣдывавшихъ этими свалками. Движеніемъ составовъ въ предѣлахъ свалокъ и маневрами въ подготовительныхъ паркахъ, устроенныхъ передъ этими свалками, завѣдывали агенты службы движенія, непосредственно подчиненные конторѣ движенія средняго строительнаго отдѣленія; въ работѣ свалочнаго пункта они должны были во главѣ съ завѣдывающимъ движеніемъ на этомъ пунктѣ исполнять распоряженія и указанія завѣдывающаго пунктомъ, о работѣ же движенія и о контролѣ поѣздной прислуги и прислуги на разгрузочныхъ машинахъ доносили непосредственно дневными вѣдомостями въ контору движенія средняго строительнаго отдѣленія.

ГЛАВА III.

Производство земляных работ на сухих мѣстахъ.

Содержаніе—1. Общій планъ разработки материковаго водораздѣла и работъ въ долинныхъ участкахъ.—2. Приемы отрывки и погрузки грунта.—3. Землеотрывные снаряды и ихъ производительность. Условія успѣшности работъ по отрывкѣ грунта.—4. Подвижной составъ.—5. Служба пути.—6. Служба движенія.—7. Организация свалокъ.—8. Организация ремонта машинъ и подвижного состава.—9. Вспомогательныя работы при отрывкѣ перевальной выемки.—10. Борьба съ оползнями.

1. Общій планъ разработки материковаго водораздѣла и работъ въ долинныхъ участкахъ.

Первыя по времени строительныя операція, потребовавшія вмѣстѣ съ тѣмъ наибольшихъ и наиболѣе продолжительныхъ усилій отъ строителей Канала, направлены были къ созданію перевальной выемки, представлявшей самое трудное мѣсто земляныхъ работъ на Перешейкѣ; французы, послѣ предварительной сръзки мѣстныхъ бугровъ, возвышавшихся надъ остальной массой водораздѣльнаго кряжа, и достиженія плавныхъ склоновъ, примѣнили отрывку послѣдовательными слоями съ уклономъ въ 0,005—0,006 отъ раздѣльной точки въ долинамъ (рис. 4). Начальное количество землеотрывныхъ снарядовъ было сгруппировано въ верховомъ пунктѣ а затѣмъ, постепенно вдоль

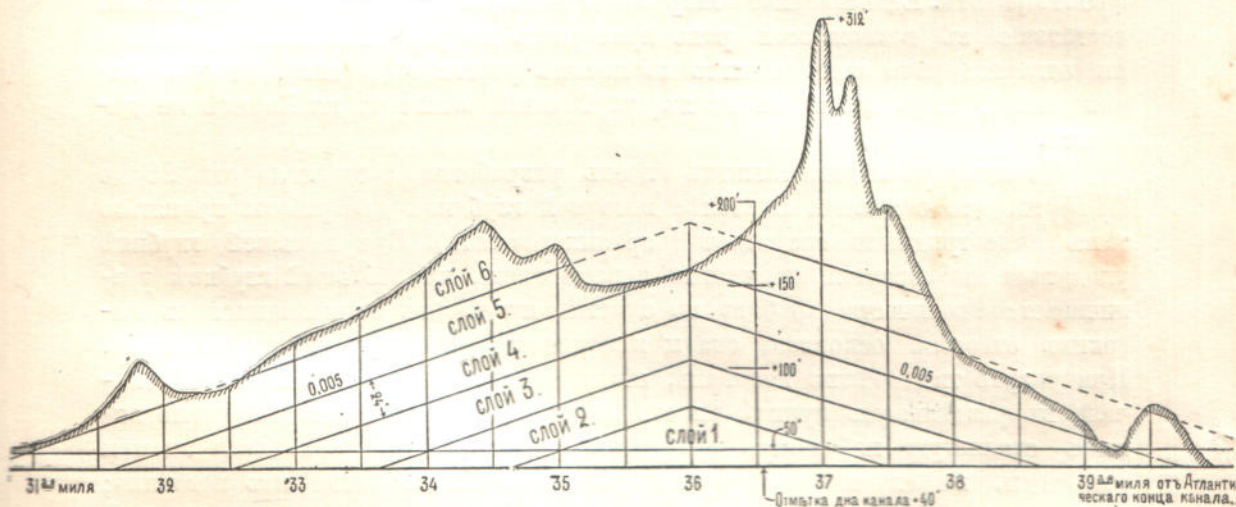


Рис. 4. Схема разработки материковаго водораздѣла слоями.

развивавшагося отъ этой точки по направленію къ долинамъ, фронта работъ устанавливались вновь прибывавшіе снаряды; при такомъ методѣ отряды отрывныхъ машинъ получили возможность работать полнымъ своимъ составомъ почти до самаго окончанія отрывки выемки, а открытый грунтъ двигался въ обѣ стороны по уклону, чѣмъ облегчался отводъ воды съ площади

работъ. Благодаря открытію длиннаго фронта работъ явилась возможность не только поставить значительное число снарядовъ, но и уменьшить потерю времени на частыя ихъ перестановки. Американцы при разработкѣ перевальной выемки, трасса которой совпадаетъ съ направлениемъ оси французскаго канала, приняли тотъ же методъ работъ слоями, при которомъ оба склона водораздѣла образовали два отдѣльныхъ района работъ: сѣверный или Эмпайрскую дистанцію и южный или Кулебрскую дистанцію; въ каждомъ изъ нихъ работы велись до достиженія нижнихъ слоевъ совершенно независимо одинъ отъ другого, въ каждомъ изъ нихъ находился свой отрядъ землеотрывныхъ снарядовъ, свой подвижной составъ, имѣлся свой кадръ рабочей силы, своя система отвода воды, свои свалочные пункты. По мѣрѣ разработки выемки, впрочемъ, были допущены нѣкоторыя отступленія отъ намѣченнаго плана; при углубленіи выемки, уклонъ слоевъ постепенно смягчался, перейдя отъ 0,006 къ 0,003 и 0,0025, что вызвано было усиленіемъ работы у перевальной точки при освобожденіи снарядовъ послѣ болѣе ранняго окончанія концевыхъ участковъ выемки; отступленіе отъ плана послѣдовательнаго равномернаго извлеченія слоями, допущенное мѣстами въ концевыхъ участкахъ ради возможно болѣе скорого достиженія глубокихъ отмѣтокъ для импортированія въ первыя годы постройки на общественное мнѣніе Соединенныхъ Штатовъ, вызвало въ послѣдствіи бесполезный спускъ въ этихъ мѣстахъ вывозимаго по уклону грунта, который по проходѣ этихъ мѣстъ долженъ былъ быть поднимаемъ снова для выпуска изъ выемки; результатомъ этого отступленія оказалась необходимость вывести изъ рабочаго строя нѣкоторое количество землеотрывныхъ снарядовъ и подвижного состава вслѣдствіе невозможности концентрации ихъ на укоротившемся фронтѣ работъ. Единственное обнаружившееся преимущество этого отступленія, состоявшее въ возможности рано приступить къ укрѣпительнымъ работамъ на откосахъ рано законченныхъ концевыхъ участковъ выемки, не было использовано, такъ какъ никакихъ укрѣпленій откосовъ на Каналѣ не дѣлается.

Толщина послѣдовательныхъ слоевъ разработки составляла отъ 20 до 24 футъ, что оказалось наиболѣе выгодной глубиной для работы принятаго типа землеотрывныхъ снарядовъ (паровыхъ лопатъ). При меньшей глубинѣ уходило много времени на частыя перестановки, при болѣе глубокой увеличивалось количество работъ по очисткѣ путей отъ осыпающихся съ высокихъ откосовъ осколковъ скалы и опасность работы у такихъ откосовъ. При разработкѣ обѣихъ половинъ, сѣверной и южной, предполагалось сначала въ раздѣльномъ пунктѣ вплоть до окончанія работъ оставить невыбраннымъ скалистую небольшую гряду для защиты каждой половины выемки отъ воды, на случай ея прорыва или скопленія въ одной изъ половинъ; планъ этотъ былъ въ послѣдствіи оставленъ, такъ какъ съ постепеннымъ смягченіемъ продольныхъ уклоновъ слоевъ разработки явилась возможность подъ конецъ отрывки, при концентраціи рабочихъ машинъ у раздѣльнаго пункта, переходить изъ одной половины выемки въ другую какъ рабочимъ машинамъ, такъ и обслуживавшимъ ихъ составамъ, что содѣйствовало успѣшности работъ на сократившемся фронтѣ. Разработка наклоннаго продольнаго слоя, одного изъ тѣхъ, на которые разбита вся кубатура выемки, велась во всю его длину въ направленіи отъ низоваго конца къ верховому.

для облегченія внутренняго дренажа и производилась рядомъ паровыхъ лопатъ, установленныхъ въ опредѣленномъ порядкѣ.

При составленіи плана разработки перевала было предложено паровыя лопаты размѣстить такъ, чтобы передовыя двѣ машины (рис. 5) двигались вдоль краевъ отрываемаго слоя, прорывая двѣ траншеи глубиной 20'—30', вслѣдъ за ними вторая пара машинъ должна была уширять каждую изъ этихъ траншей въ сторону оси Канала, за ними должны были двигаться слѣдующія пары лопатъ вплоть до 9-ой, постепенно уширяя двѣ траншеи до окончательнаго ихъ слиянія по оси Канала. Снаряды предполагалось расположить въ разстояніи 2.000 ф. другъ отъ друга; для уменьшенія числа путей, подходящихъ къ каждой паровой лопатѣ по мѣрѣ ихъ движенія, предложено было укладывать сѣзды для перевода поѣздовъ отъ крайнихъ лопатъ на внутренней путь. По достиженіи этой системой лопатъ верхового конца т. е. раздѣльнаго пункта выемки, онѣ должны были переходить постепенно парами на низовой конецъ для отрывки слѣдующаго слоя съ низового конца вверхъ. Схема эта, однако, не была примѣнена американцами въ виду выяснившихся двухъ крупныхъ ея недостатковъ: расположеніе начальныхъ траншей, служащихъ, продольнымъ дренажемъ выемки, вдоль подошвы откосовъ, было нежелательно въ виду возможности нарушенія отвода воды сползающими массами грунта, а отрывка двухъ начальныхъ траншей по краямъ вмѣсто одной по серединѣ, безъ удлиненія при этомъ фронта отрывки, увеличиваетъ кубатуру выемки начальной траншеи, которая обходится дороже работъ по ея уширенію. Вмѣсто этой схемы американцы примѣнили обратную, перекинутую, при которой каждый слой начинался прорытіемъ траншеи по оси Канала, чѣмъ избѣгались указанныя неудобства и вмѣстѣ съ тѣмъ открывался тотъ же фронтъ работъ для дальнѣйшей работы по расширенію, равный удвоенной длинѣ половины перевальной выемки отъ водораздѣльнаго пункта до конца выемки у выхода въ долину.

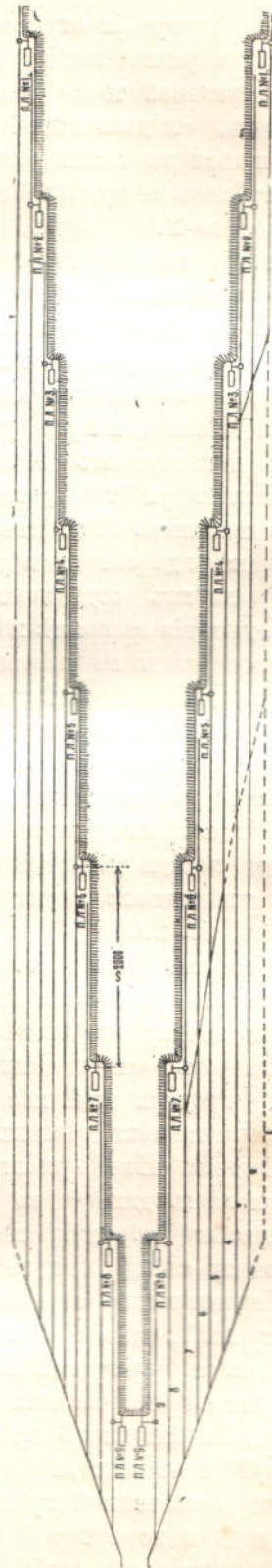


Рис. 5. Предполагавшаяся и отброшенная схема расположенія землекопныхъ снарядовъ при разработкѣ перевала.

Для ускоренія отрывки начальной траншеи, являвшейся водоотводной канавой, и установленія, такимъ образомъ, стока воды по всей длинѣ выемки отъ перевальной точки до ея конца, ставили на работу рядъ землеотрывныхъ снарядовъ, слѣдовавшихъ въ разстояніи 2.000 футъ одинъ за другимъ и врѣзавшихся въ новый слой. При скорости движенія снарядовъ въ 70—80 футъ въ день и при глубинѣ врѣзки до 12 футъ мѣсячный путь ихъ составлялъ около 2.000 футъ, то есть начальная траншея отрывалась на всемъ протяженіи выемки въ теченіе мѣсяца работы. При такомъ методѣ оказывалось возможнымъ, безъ опасенія задержать работу снарядовъ, освободившихся по окончаніи извлеченія слоя, изъ-за отсутствія фронта для дальнѣйшей ихъ работы, начинать отрывку начальной траншеи въ слѣдующемъ нижележащемъ слоѣ за мѣсяць до окончанія разработки предыдущаго, когда рабочія машины и пути уже успѣвали отодвинуться отъ оси выемки къ ея краямъ и находились внѣ площади работъ для начальной траншеи; этимъ уменьшались работы по передвижкѣ путей и укладкѣ спусковъ и переходовъ черезъ траншею. Единственнымъ неудобствомъ такой системы одновременной установки ряда снарядовъ на отрывку начальной траншеи является отсутствіе стока воды изъ отдѣльныхъ одновременно отрываемыхъ ея участковъ до ихъ соединенія въ концѣ мѣсяца работъ и необходимость примѣненія насосовъ для отвода воды въ низовомъ концѣ каждаго такого участка.

Дальнѣйшая, послѣ прорытія начальной траншеи, разработка слоя состояла въ расширеніи этой начальной прорѣзи въ обѣ стороны къ краямъ выемки помощью движущихся параллельно оси выемки одна за другой паровыми лопатами, разставленными также на 2.000 футъ. Эти лопаты устанавливались вдоль каждаго ихъ откоса начальной траншеи, при чемъ примѣнялись два метода расположенія относительно оси выемки: лопаты устанавливались на равныхъ разстояніяхъ отъ оси, проходили каждая вдоль канала участка въ 2.000 футъ до пункта начала работы предыдущей и затѣмъ, переставлялись назадъ къ началу своего—участка или же онѣ проходили на постоянномъ разстояніи отъ оси выемки всю ея длину отъ долины до раздѣльной точки; въ этомъ послѣднемъ случаѣ каждая слѣдующая лопата отстояла отъ оси выемки въ разстояніи больше, чѣмъ предыдущая, на ширину прорѣза этой послѣдней (рис. 6). При первомъ изъ этихъ методовъ чаще перестановка машинъ, и слѣдовательно, больше потери времени на ихъ перемѣщенія, чѣмъ при второмъ; при работѣ по второй схемѣ, при срѣзкахъ полосы длиною во всю длину разрабатываемаго участка, а не въ ступенчатомъ порядкѣ, меньше работъ на передвижку и перекладку путей, на укладку сѣздовъ и переѣздовъ черезъ отрытую траншею.

Теоретическое сѣченіе послѣдовательной разработки слоевъ изображено на рисункѣ 7, гдѣ номера въ каждомъ слоѣ поставлены въ порядкѣ извлеченія частей слоя, при чемъ номера съ знаками означаютъ части, извлеченныя одновременно съ частями обозначенными соответственными номерами безъ знаковъ. На рисункѣ 8 приведено дѣйствительное сѣченіе, снятое постепенно по мѣрѣ производства работъ,—одно изъ тѣхъ, по которымъ производился подсчетъ извлеченной кубатуры; здѣсь, на каждомъ прорѣзѣ, показаны мѣсяць, годъ и номеръ той паровой лопаты, которой онъ былъ выполненъ; на обоихъ чертежахъ слабой штриховкой отмѣчены первоначальные прорѣзы начальной траншеи, а густою—второй прорѣзъ, завершающій эту траншею.

Изъ сравненія этихъ 2-хъ чертежей можно видѣть характеръ тѣхъ отступленій отъ теоретическаго плана работъ, которыя являются неизбежными при его выполненіи; ниже, при описаніи самихъ приѣмовъ работы паровыхъ лопатъ будутъ указаны эти отступленія и ихъ причины.



Рис. 6. Расположеніе паровыхъ лопатъ при разработкѣ слоя перевальной выемки.

При расположеніи начальной траншеи по серединѣ выемки и выполненіи ею отвода воды, дву отрываемыхъ слоевъ естественно было бы придавать

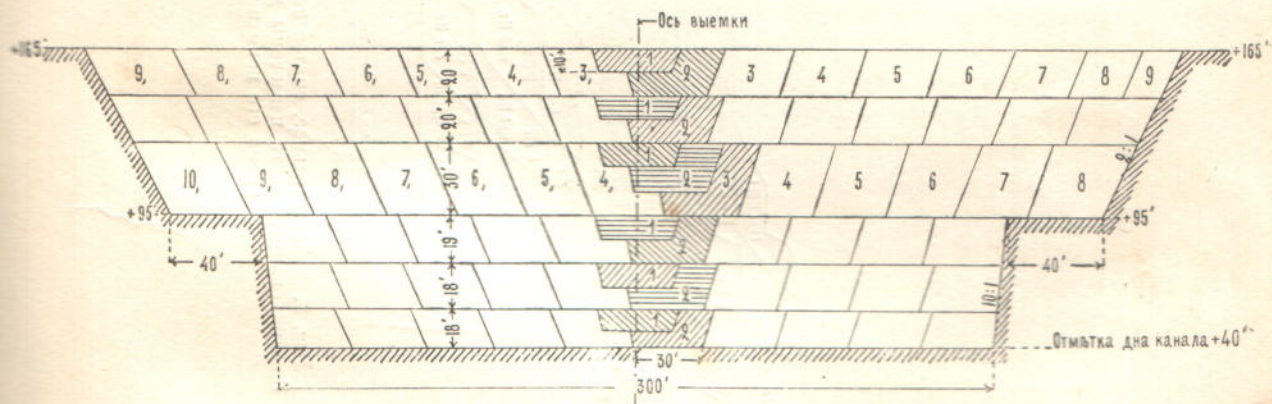


Рис. 7. Теоретическая схема разработки слоевъ перевальной выемки.

поперечный уклонъ отъ краевъ къ серединѣ, на дѣль же дно получало поперечный уклонъ противоположный—отъ середины къ краямъ, вслѣдствіе чего приходилось, для отвода воды въ начальную траншею, прорывать черезъ.

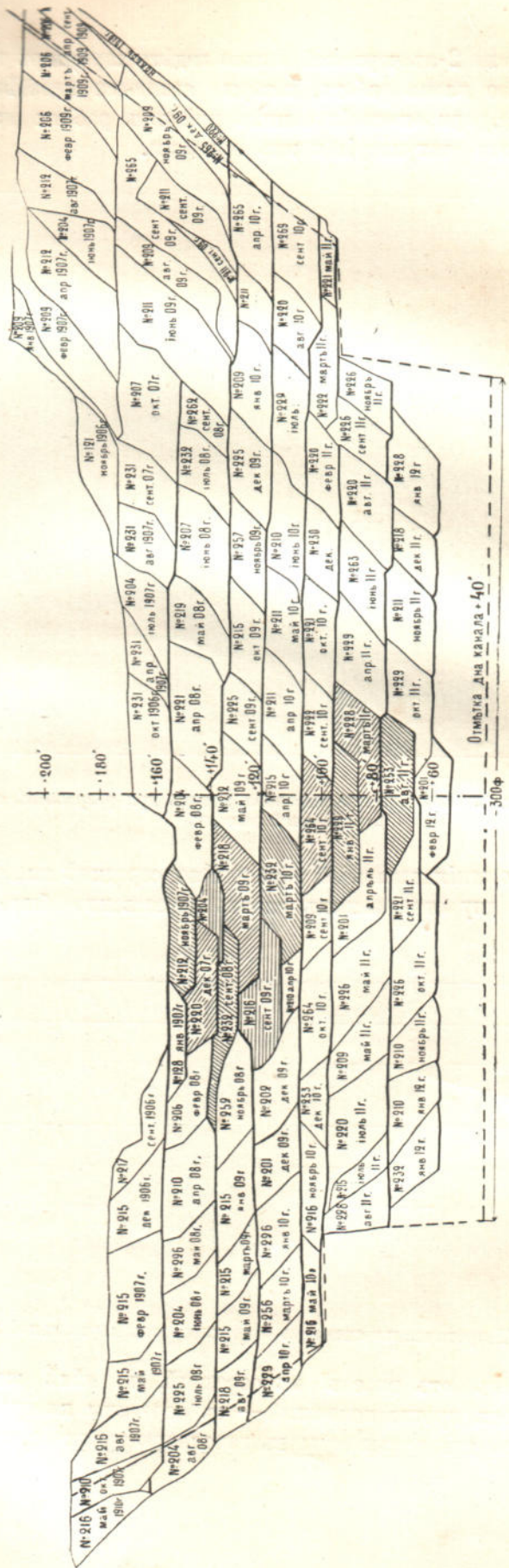


Рис. 8. Действительное, снятое по мѣрѣ работъ отрывки, поперечное сѣченіе перевальной выемки. Заштрихованная часть извлечены для устройства начальныхъ траншей. На каждомъ прорѣзѣ указаны время его исполненія и номеръ паровой лопаты, его разработавшей.

известныя разстоянія поперечныя канавы; поперечный уклонъ отъ середины къ краямъ получался вслѣдствіе принятаго метода отрывки слоя продольными полосами послѣдовательно отъ середины къ краямъ его и удобства нагрузки грунта паровыми лопатами на вагоны при расположеніи погрузочнаго пути на 3 фута выше отрывнаго; какъ результатъ этого, дно каждой слѣдующей ближе къ краю расположенной полосы оказывалось на три фута ниже дна предыдущей.

Землеотрывные снаряды, пути и всѣ вспомогательныя устройства въ районѣ выемки находились въ непрерывномъ движеніи въ соответствіи съ успѣхами самой отрывки—вслѣдъ за паровыми лопатами, проходившими въ день 70—80 футовъ вдоль оси Канала, перемѣщались подготовлявшія для ихъ работы полосы прорѣзовъ батареи сверлильныхъ станковъ, за которыми слѣдовали взрывныя команды, производилась перекладка путей, укладка сѣздовъ, отвѣтвленій, передвигались полевые мастерскія, отвѣтленія отъ продольной пневматической и водопроводной магистрали, устанавливались новые маршруты движенія рабочихъ поѣздовъ. На рисункахъ 9, 10 и 11 приведенъ одинъ моментъ (1 января 1912 г.) этой непрерывно измѣнявшейся общей картины перевальной выемки въ работѣ, который казалось умѣстно помѣстить здѣсь, предпославъ детальному разбору производства отдѣльныхъ операций въ этой выемкѣ; приведена только одна сѣверная половина выемки отъ раздѣльной точки до долины р. Чагресъ, представлявшая, какъ указывалось, самостоятельный районъ работъ. Для ясности чертежа поперечный масштабъ принятъ въ $2\frac{1}{2}$ раза крупнѣе продольнаго, цыфры вверху прямыхъ, пересѣкающихъ подъ прямымъ угломъ ось Канала, представляютъ пикеты, идущіе вдоль линіи всего Канала, возрастая отъ Атлантическаго океана къ Тихому (пикетъ имѣетъ протяженіе въ 100 футовъ, а поперечныя сѣченія въ выемкѣ были сняты черезъ каждыя 50' на пикетахъ и посрединѣ между ними); цыфры со знакомъ + означаютъ возвышеніе въ футахъ надъ уровнемъ океана; отм. проектнаго дна—+40, отм. бермъ канала—+95.

Въ правомъ концѣ рисунка 9 изображенъ сѣверный выходъ изъ выемки на Атлантическій склонъ въ долину рѣки Чагресъ, высокія воды которой поднимаются на 30 футовъ выше меженнаго горизонта, почти совпадающаго въ этомъ пунктѣ съ проектнымъ дномъ канала (отм. +40'); отъ этихъ водъ выемка защищена земляной дамбой съ отмѣткой гребня +73'; у подошвы ея расположена насосная станція *D* у сборнаго колодца *E*, въ который по траншеѣ *F* стекаетъ вода всего внутренняго дренажа сѣверной половины выемки; дно траншеи на 7' ниже дна канала. На указанную плотину поднимаются по „наклонамъ“ (inclines) три пути H_1 , H_2 , H_3 и спускается съ бермы *R* путь H_4 ; по бермѣ *R* проходитъ главный желѣзнодорожный путь, пересѣкающій мостомъ рѣку. Пути H_1 и H_3 , которымъ приданъ уклонъ въ 0.01—0.015 на протяженіи около 350 сажень, служили для выпуска составовъ изъ опрокидывающихся вагоновъ, направлявшихся по нимъ на главную линію, идущей параллельно (съ западной стороны) строящемуся Каналу, Панамской желѣзной дороги и далѣе по этой линіи на расположенную отъ разсматриваемаго конца выемки въ разстояніи 37 верстъ Гатунскую плотину. Путь *R*, проходившій по мосту, служилъ для выпуска составовъ изъ одноборотныхъ платформъ, направлявшихся на сѣверныя свалочныя площади, расположенныя по линіи переустройства Панамской желѣзной дороги (на востокъ отъ Канала); эти составы поднимались съ 40-футаго уровня дна

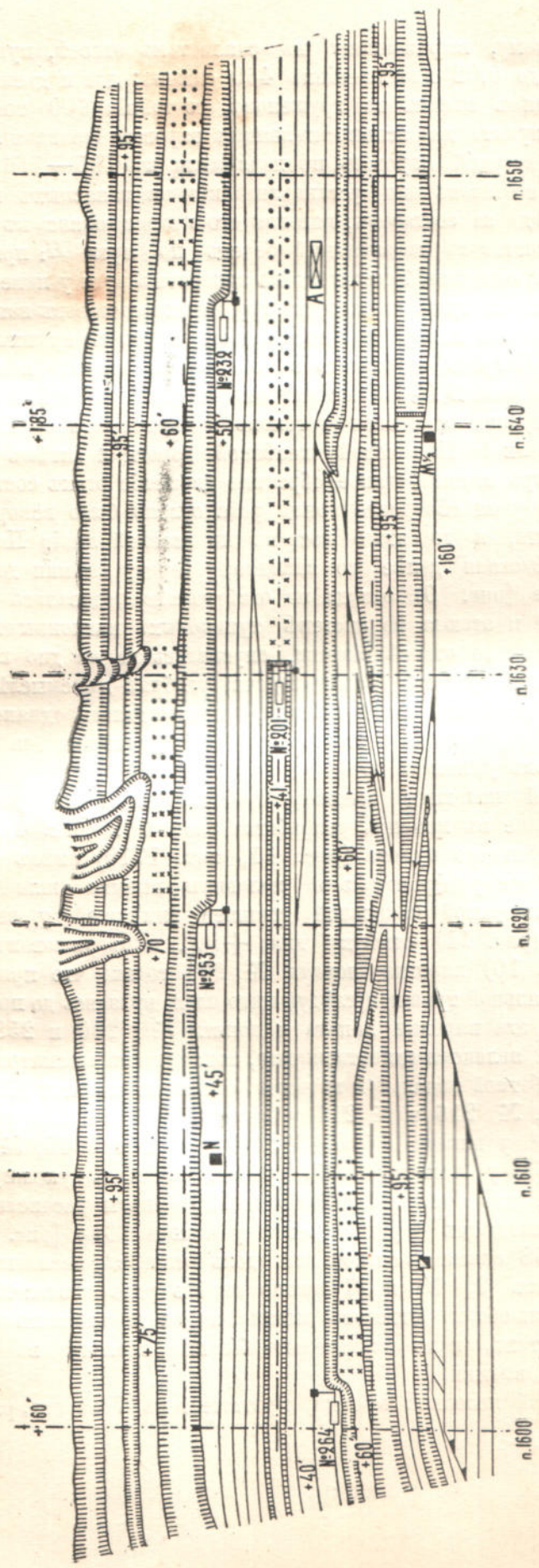


Рис. 10. Средний участок съверной половины перевальной выемки. Паровая лоната № 201 у пикета 1630 только что приступила къ отрывкѣ новой начальной траншеи, остальные заняты уприниемъ предыдущаго слоя выемки; между пикетами 1620 и 1630 видны три небольшихъ олозныя. Въ нижней части рисунка между пикетами 1600 и 1620 на берегу выемки показанъ паркъ для выбрасыванія большихъ вагоновъ изъ порожнихъ составовъ, возвращающихся въ выемку и спускающихся въ нее по зигзагу между пикетами 1600 и 1630; крестиками показаны уже взорванные, а точками только подготовленные къ взрыванію площади работъ. Цифры со знаками + обозначаютъ отбитыи грунта надъ среднимъ уровнемъ океановъ; отг. проектно дна выемки + 40'. Обозначенія буквъ: А — полевая ремонтная мастерская. М¹/₂ и N — распорядительные посты III класса.

Канала по наклонному, вырѣзанному въ скалистомъ откосѣ, пути H_5 съ уклономъ отъ 0,01 до 0,02 протяженіемъ 450 сажень; для подъема состава изъ 21 вагона, общимъ вѣсомъ въ груженомъ состояніи 600 тоннъ, требовалось въ этомъ пунктѣ два вспомогательныхъ паровоза (толкача), которые такъ же, какъ и ведущій паровозъ, принадлежали къ 105—116 тонному типу; въ ожиданіи составовъ они устанавливались на запасныхъ путяхъ и устремлялись въ слѣдъ за составомъ, нагоняя его и прицѣпляясь къ нему на ходу. Для подачи составовъ на западный берегъ по пути H_1 примѣнялся лишь одинъ толкачъ, ожидавшій составовъ на запасномъ пути у пикета 1580.

Такимъ образомъ совершался выпускъ груженыхъ составовъ изъ выемки, порожніе же составы изъ платформъ, возвращавшіеся съ сѣверныхъ свалокъ по мосту черезъ р. Чагресъ, спускались въ выемку по второй колеѣ H'_5 , уложенной вмѣстѣ съ колеей H_5 на высѣченномъ въ скалистой стѣнѣ наклонѣ.

Составы изъ опрокидывающихся вагоновъ возвращались съ Гатунской плотины по главной линіи Панамской желѣзной дороги и затѣмъ по пути H_2 —спускались внутрь выемки; такое обратное движеніе этихъ составовъ со спускомъ въ выемку у ея сѣвернаго конца установлено было вскорѣ послѣ описываемаго момента, а до этого составы по главной линіи Панамской желѣзной дороги слѣдовали далѣе по западному берегу выемки до пункта противъ 1600 пикета (рис. 10), откуда по отвлѣченію подавались къ краю выемки у пик. 1630 и отсюда по системѣ тупиковыхъ наклонныхъ путей, зигзагомъ вырѣзанныхъ въ откосѣ выемки, спускались на ея дно къ мѣсту наиболѣе интенсивныхъ работъ. Такая подача, удобная въ смыслѣ уменьшенія движенія въ предѣлахъ самой выемки, сопровождалась однако бесполезнымъ подъемомъ порожнихъ составовъ по берегу выемки на высокія отмѣтки этихъ береговъ у пикета 1630.

Планъ сѣверной половины выемки, представленный на рисункахъ 9, 10 и 11, застаетъ ее въ моментъ разработки слоя № 2 (рис. 4), верхъ котораго у водораздѣльнаго пункта (рис. 11, пик. 1710) имѣлъ отмѣтку +100'; почти по всему фронту этой половины выемки шли работы по уширенію уже прорытой начальной траншеи, имѣвшей у верхового конца у пик. 1710 (рис. 11) отмѣтку дна +80', а въ низовомъ концѣ у пикета 1630 (рис. 10) паровая лопата № 201 только что приступила къ отрывкѣ новой начальной траншеи слѣдующаго слоя, врѣзаясь до проектной отмѣтки дна (+40'); эта паровая лопата и лопаты №№ 200 и 258 у пикета 1710 (рис. 10) являются единственными, занятыми въ рассматриваемый моментъ работъ разработкой начальной траншеи, остальные лопаты: №№ 225 и 229 у пикета 1700, № 216 и № 211 у пикета 1690, № 218 у пикета 1680, лопата № 210 у пикета 1670, № 232 у пикета 1645, № 253 у пикета 1620, № 264 у пикета 1600,—работаютъ надъ расширеніемъ выемки; кромѣ того, двѣ лопаты №№ 205 и 220 заняты расчисткой подошвы оползня на западномъ берегу выемки у пикета 1695 (рис. 11), а паровая лопата № 258 снимаетъ оставшіяся вдоль откосовъ, неснятыя части призмы. На рисункахъ 9, 10 и 11 можно видѣть рядъ оползней, нарушившихъ правильность обоихъ откосовъ выемки, но не вызвавшихъ особыхъ затрудненій въ работахъ, какъ значительно большіе оползни въ южной половинѣ перевальной выемки.

Всего въ сѣверной половинѣ выемки, протяженіемъ 7 верстъ, работало

къ 1 янв. 1912 года 19 паровыхъ лопатъ, обслуживавшихся 60-ью паровозами и 46-ью составами, изъ нихъ 27-ью составами изъ платформъ (по 21 въ составѣ) въ 1,5 куб. саж. вмѣстимостью и 19 составовъ изъ опрокидывающихся вагоновъ (по 35 вагоновъ въ составѣ) вмѣстимостью по 0,8 куб. саж.

При 19 паровыхъ лопатахъ имѣлось 20 бурильныхъ артелей, (одна запасная) состоявшихъ изъ 16—20 человекъ каждая, при 8—10 станкахъ въ случаѣ мягкой скалы и изъ 24—32 человекъ при 12—16 станкахъ въ твердой скалѣ; взрывныя артели по 25 человекъ обслуживали обычно по три паровыхъ лопаты. Общее число различныхъ рабочихъ въ сѣверной половинѣ выемки достигало 2200, изъ которыхъ 1500 заняты были путевыми работами.

Въ организаціонномъ отношеніи сѣверная половина выемки представляла „Эмпайрскую“ дистанцію, раздѣленную на четыре построечныхъ околотка (sections): отъ р. Чагресъ (рис. 9) до пикета 1560, отъ этого пикета до пункта *N*, у пикета 1610, (рис. 10), отъ *N* до пункта *L* у пик. 1680, рис. 11) и отъ *L* до пик. 1725.

Управленіе движеніями всѣхъ поѣздовъ въ сѣверной половинѣ выемки сосредоточено въ главномъ распорядительномъ посту *M* у пикета 1670 (рис. 11) на западномъ возвышенномъ берегу; въ связи съ нимъ находился постъ *R* на восточномъ берегу (пик. 1485), производившій пріемъ и выпускъ всѣхъ поѣздовъ изъ выемки, и рядъ постовъ II-го, III-го и IV-го класса, распредѣленныхъ по всей длинѣ участка и находившихся въ телефонномъ сообщеніи между собой; *N* у пик. 1610 и *K* у пик. 1710 были постами 2-го класса, *M* $\frac{1}{2}$ у пик. 1640 и *L* у пик. 1680 постами III-го класса.

О работѣ этихъ распорядительныхъ сигнальныхъ постовъ будетъ изложено ниже (стр. 64), здѣсь же при описаніи общаго расположенія устройствъ въ сѣверной половинѣ выемки остается отмѣтить дренажную канаву, прорытую по всей длинѣ законченной части выемки отъ сѣвернаго ея конца, колодець *E* (рис. 9), полевую мастерскую *A* (рис. 10) для исправленія паровыхъ лопатъ у пикета 1630 на днѣ выемки, деревянный висячій мостъ, переброшенный черезъ выемку у пикета 1710 (рис. 11) и служившій, какъ для сообщенія между ея берегами, такъ и для проводки на восточный берегъ водопроводной и пневматической магистралей, идущихъ отъ, расположенныхъ на западномъ берегу у перевальной точки вблизи отъ моста, насосной и компрессорной станцій. На чертежахъ 9, 10 и 11 отмѣчены положенія бурильныхъ и взрывныхъ командъ въ день 1 января 1912 года, а также уже взорванные и подготовленные къ отрывкѣ площади разрабатываемаго слоя выемки.

Такою же въ общихъ чертахъ картину расположенія вспомогательныхъ приспособленій и пріемовъ работы представляла и южная половина выемки, описаніе и планъ которой посему здѣсь не приводятся.

Описанная общая схема разработки перевальной выемки выполнялась, конечно, съ допущеніемъ различныхъ отступленій, вызывавшихся обстоятельствами самой работы; на рисункѣ 9 можно видѣть эти отступленія отъ общаго плана — дополнительные землеотрывные снаряды разбросаны тамъ и сямъ для подчистки оползней и разработки ихъ верхнихъ уровней; паровыя лопаты, выполняющія рядовую работу, не всюду слѣдуютъ правильному предположенному плану движенія, разрабатываемые слои не вездѣ имѣютъ установленную толщину, работа мѣстами ведется на различныхъ уровняхъ

терассами, что вызывается мѣстными задержками и затрудненіями и влечетъ нѣкоторое усложненіе въ движеніи рабочихъ поѣздовъ и снарядовъ. Эти неизбежныя отступленія отражались на общей успѣшности работъ по отрывкѣ, самія энергичныя усилія американцевъ направлялись на ихъ устраненіе и на приведеніе отдѣльныхъ частей общей работы къ намѣченному, описанному выше, стройному плану ихъ выполненія.

Работы по сухой отрывкѣ призмы Канала на участкахъ, пролежавшихъ по долинамъ рѣкъ—Чагреса на Атлантическомъ склонѣ и Рио-Гранде на Тихоокеанскомъ, носили характеръ, совершенно отличный отъ работъ на материковомъ водораздѣлѣ: вмѣсто сплошныхъ громадныхъ кубатуръ на короткомъ и узкомъ фронтѣ здѣсь пришлось имѣть дѣло съ рядомъ отдѣльныхъ, другъ съ другомъ несвязанныхъ работъ по удаленію мысовъ, бугровъ и легкихъ возвышеній въ долинѣ рѣкъ, извивавшихся вдоль оси Канала, (р. Чагресъ пересѣкала ось канала 23 раза на протяженіи 35 верствъ); вмѣсто свалокъ при разработкѣ водораздѣла удаленныхъ далеко за предѣлы фронта работъ — въ долинныхъ участкахъ былъ открытъ рядъ свалокъ, расположенныхъ вдоль фронта самихъ работъ. Низкія воды рѣкъ, возвышаясь надъ проектнымъ дномъ Канала у верховыхъ концовъ участковъ на нѣсколько футовъ, уже на незначительномъ разстояніи по направленію къ океанамъ оказывались ниже проектнаго дна; въ долинѣ р. Чагреса у верхового конца уровень низкихъ водъ былъ на 3'—4' выше дна Канала, а на разстояніи 3 миль ниже по теченію опускался ниже этого дна, что давало возможность вести земляныя работы ниже этихъ пунктовъ въ сухое время года безъ огражденій, для производства же работъ и въ теченіе дождливаго періода въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ это по серьезности работъ было признано необходимо, возводились оградительныя дамбы, отсыпавшіяся поѣздами и имѣвшія отъ 2¹/₄ до 2¹/₂ сажень ширины по гребню; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пришлось примѣнить откачку насосами. Въ тѣхъ пунктахъ менѣе значительныхъ работъ, гдѣ онѣ велись только въ сухое время безъ оградительныхъ сооружений при весьма рѣдкихъ паводкахъ, въ теченіе сухого періода, при полученіи предупрежденія о надвигающемся подъемѣ воды, землеотрывные снаряды и вспомогательныя приспособленія (кромѣ путей) уводились на берега, а затѣмъ по спадѣ воды, иногда менѣе чѣмъ черезъ сутки, возвращались обратно на работу. По окончаніи отрывки въ верховыхъ участкахъ долины р. Чагресъ, эта послѣдняя направлялась въ прорытую выемку, для чего извилины ея прежняго русла пересыпались дамбами; эти работы произведены были въ сухое время съ построенныхъ попереку извилины рѣки эстакадъ. Занесеніе открытых до проектнаго дна Канала участковъ замѣчалось только въ верховьяхъ на протяженіи 4—5 верствъ, сложившіяся тамъ наносы предположено удалить впоследствии по наполненіи Канала водой.

Описанныя работы въ долинныхъ участкахъ были произведены тѣми же землеотрывными снарядами—паровыми лопатами, какъ и перевальная выемка, за исключеніемъ только одного участка Тихоокеанскаго склона на протяженіи двухъ верствъ, гдѣ примѣненъ былъ методъ гидравлической отрывки (см. главу V). Первоначально предполагалось долинныя участки разрабатывать подводной отрывкой послѣ образованія раздѣльнаго бьефа; задержка въ отсыпкѣ плотинъ и въ сооруженіи шлюзовъ и встрѣтившіяся на этихъ участкахъ тяжелые грунты заставили отказаться отъ такого плана.

2. Приемы отрывки и погрузки грунта.

Единственнымъ методомъ разработки выемки на сухихъ мѣстахъ по всей линіи Канала, если не считать примѣннаго на небольшомъ участкѣ гидравлическаго способа, была отрывка паровыми лопатами (одночерпаковыми экскаваторами) разныхъ типовъ и мощности. При принятомъ, описанномъ выше, общемъ планѣ разработки перевальной выемки, въ каждомъ изъ слоевъ ея работы открывались съ прорытіемъ по оси Канала начальной траншеи, глубиной, равной толщинѣ слоя, вслѣдъ затѣмъ уширившейся къ краямъ выемки. Для достиженія наиболѣе выгодной глубины этой траншеи въ 20—30 футъ и при предѣльной высотѣ погрузки грунта паровыми лопатами на выше расположенные составы въ 10—12 футъ, начальная траншея отрывалась въ два или три прохода этихъ лопатъ (рис. 12); при первомъ проходѣ составъ устанавливался на поверхности разрабатываемаго слоя, при второмъ проходѣ—на днѣ перваго прорѣза, при третьемъ проходѣ—на днѣ второго прорѣза. Ширина каждаго прорѣза по низу составляла 35—40 футовъ, по верху 50—60 футовъ; ширина бермы, необходимой для установки на ней состава, должна быть не менѣе 11 футовъ, ширина по низу начальной траншеи при двухъ прорѣзахъ получалось 70—75 футовъ, при трехъ прорѣзахъ—95—100 футовъ. Начальная траншея отрывалась не непременно по оси Канала, но по возможности ближе къ этой оси и во всякомъ случаѣ ей параллельно, такъ какъ въ противномъ случаѣ, при разработкѣ слоя у краевъ выемки, оставались бы клинообразныя срѣзки, въ которыхъ паровыя лопаты не могутъ развить всей своей производительности; такіе клинья имѣли однако мѣсто въ мѣстахъ крутыхъ поворотовъ Канала. При необходимости вести отрывку начальной траншеи прорѣзами по 10 футъ глубиной и при неудобной медленной погрузкѣ грунта на предѣльную высоту на вышестоящій составъ, работа по устройству начальной траншеи обходилась значительно дороже по сравненію съ извлеченіемъ грунта при дальнѣйшей работѣ ея уширенія, когда лопаты могли грузить на составы, стоящіе съ ними въ одномъ уровнѣ и притомъ у откосовъ, имѣющихъ наивыгоднѣйшую высоту въ 20—30 футовъ. Ширина этихъ прорѣзовъ при уширеніи (рис. 12) зависѣла отъ рода грунта, въ крѣпкой скалѣ составляя около 35 футовъ, въ мягкой же и въ землистомъ грунтѣ откосъ часто ссыпается, вслѣдствіе чего рабочій путь паровой лопаты нельзя уложить у самой подошвы откоса, до котораго уже произведена отрывка, изъ опасенія засыпки; ширина прорѣза уменьшалась при этомъ до 25 и менѣе футовъ.

Отрывка слоя незначительной толщины въ нѣсколько футовъ является невыгодной при примѣненіи паровыхъ лопатъ, которыя въ немъ не могутъ развить своей полной производительности, и потому работы стараются вести такъ, чтобы мелкихъ слоевъ было по возможности меньше. Для того, чтобы избѣжать по возможности такого мелкаго слоя, являющаго естественнымъ результатомъ разработки водораздѣла наклонными слоями (рис. 4), при необходимости достичь горизонтальнаго дна, примѣненъ былъ слѣдующій планъ окончанія отрывки выемки (рис. 13). Въ точкѣ *a* съ отмѣткой + 60' (на 20 футъ выше проектнаго дна) начипался первый прорѣзъ начальной траншеи, дно котораго велось горизонтально до точки *b*, гдѣ оно оказывалось на глубинѣ 10 футъ отъ поверхности слоя *I*,— далѣе прорѣзъ велся на всемъ протяженіи

10 футовою глубиной. Въ точкѣ *b* начинался второй прорѣзь начальной траншеи, дно котораго велось горизонтальнымъ до точки *c*, гдѣ оно оказывалось на 20 футъ ниже поверхности слоя *I* и откуда на дальнѣйшемъ протяженіи глубина прорѣзъа поддерживалось въ 20'. Прорѣзъа уширенія при раз-

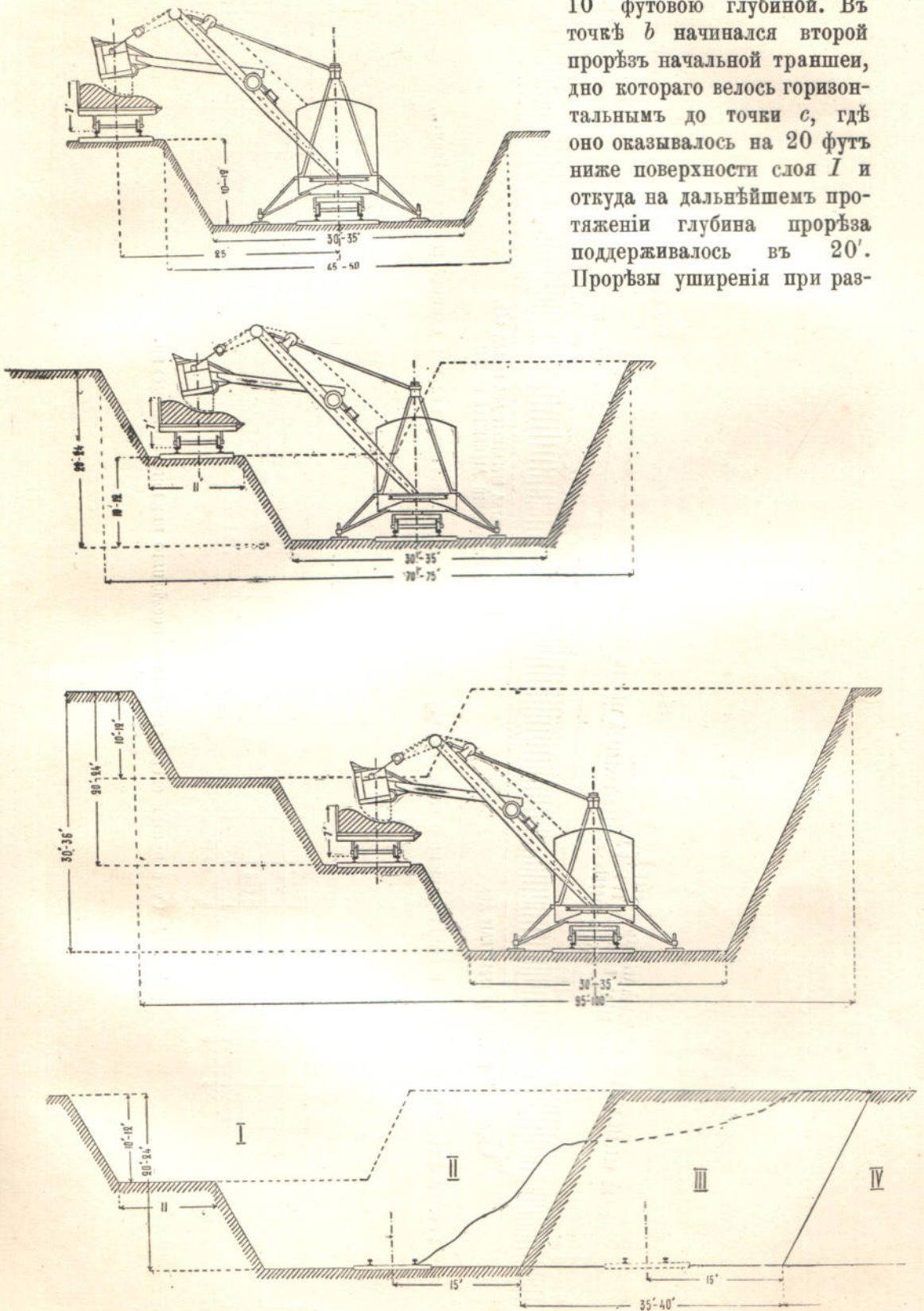


Рис. 12. Схема постепенной разработки начальной траншеи при отрывкѣ последовательныхъ слоевъ водораздѣла.

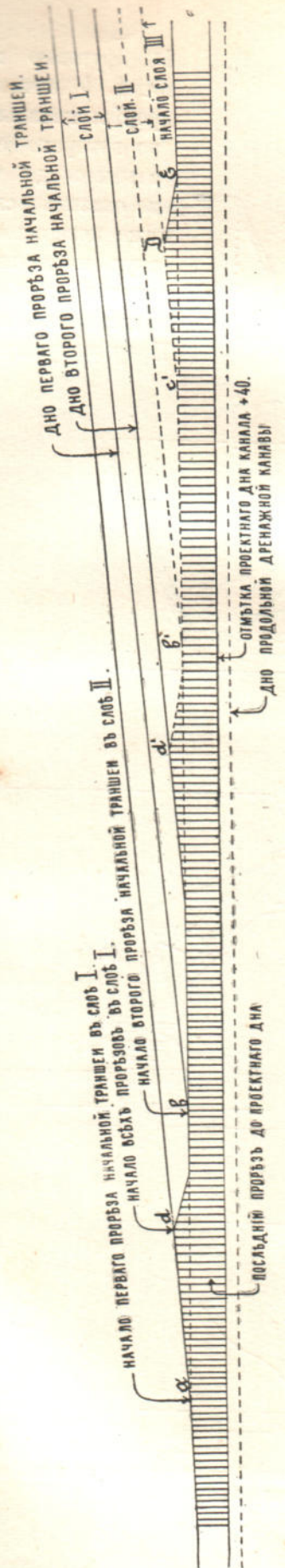


Рис. 13. Схема разработки последнего нижнего слоя выемки, дающая возможность избежать мелких клинообразных срывокъ.

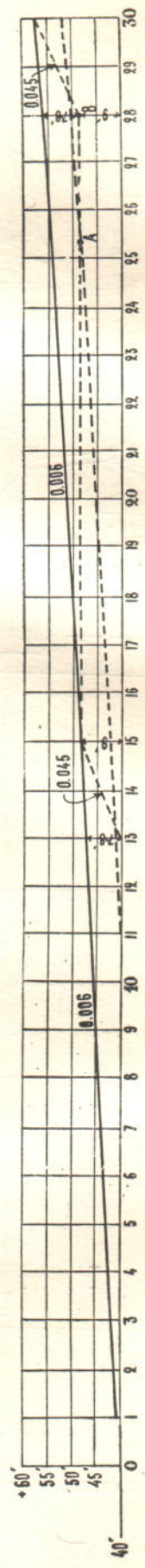


Рис. 14. Ступенчатая схема разработки последнего нижнего слоя выемки.

работкѣ этого слоя *I* начинались у точки *d*, гдѣ глубина первого прорѣза начальной траншеи составляла 5' — 6'; отъ этой точки паровыя лопаты спускаются по 0,05 или 0,06 уклону до точки, гдѣ онѣ достигаютъ дна самой начальной траншеи (т. е. дна 2-го ея прорѣза) и затѣмъ идутъ, слѣдуя уклону погрузнаго пути на днѣ этой траншеи. Послѣ снятія этого слоя, въ такомъ же порядкѣ снимался слой *II*; точки *a'*, *b'*, *c'* и *d'* отвѣчаютъ точкамъ *a*, *b*, *c* и *d* въ слой *I*. Затѣмъ въ точкѣ *D* начинался первый прорѣзъ послѣдняго слоя *III*; дно этого прорѣза горизонтально, а за нимъ начинался съ самой низовой точки выемки (заштрихованный) второй прорѣзъ этой траншеи глубиной отъ 15 футовъ въ начальномъ и до 25 въ верховомъ концѣ. Такимъ образомъ, при этомъ методѣ единственными мелкими клинообразными прорѣзами являются прорѣзы начальной траншеи, что необходимо въ цѣляхъ водоотвода; единственнымъ неудобствомъ этой схемы оказываются подъемы у точекъ *d*, *d'* и *D* въ сторону грузового движенія, хотя они имѣютъ незначительное протяженіе и расположены на большихъ разстояніяхъ другъ отъ друга.

Вмѣсто описаннаго приѣма, для избѣжанія мелкихъ клинообразныхъ срѣзокъ, предлагался нѣсколько иной, ступенчатый методъ, заключавшійся въ срѣзкѣ слоя по горизонтальнымъ плоскостямъ съ наклонными, съ уклономъ 0,045, переходами отъ одного уровня къ другому (рис. 14). Такая схема, однако, спасая отъ клинообразныхъ срѣзовъ на днѣ выемки, создаетъ клинообразные срѣзы при разработкѣ слоевъ, неудобства для водоотвода и неудобные спуски и подъемы для желѣзнодорожныхъ путей и потому при разработкѣ Канала принята не была.

Въ связи съ описаніемъ методовъ, дававшихъ возможность избѣжать мелкихъ слоевъ при разработкѣ водораздѣла, умѣстно упомянуть о приѣмѣ разработки такихъ слоевъ тамъ, гдѣ они неизбежны, какъ, на примѣрѣ, это было въ районѣ долиннаго участка р. Чагресъ. При возвышеніи поверхности грунта на нѣсколько (1'—10') футовъ надъ проектнымъ дномъ выемки, паровыя лопаты, двигаясь параллельно оси Канала и снимая этотъ слой, вмѣсто погрузки его въ вагоны, перебрасывали открытый грунтъ по другую сторону своего рабочаго пути; эта операція продѣлывалась обычно парой паровыхъ лопатъ, работавшихъ параллельно и сбрасывавшихъ грунтъ въ одинъ общій валь, расположенный между ними; только послѣ двухъ, трехъ проходовъ такой пары лопатъ вдоль образовавшагося вала укладывался погрузной путь, и одна изъ паровыхъ лопатъ приступала къ работѣ погрузки сваленнаго предварительно грунта на составъ. При такомъ методѣ, работа по отрывкѣ, отдѣленная отъ работы по погрузкѣ, идетъ успѣшнѣе, такъ какъ лопатамъ не приходится для погрузки поднимать своихъ реекъ, которыя при незначительной толщинѣ разрабатываемаго слоя, занимаютъ низкое положеніе и имѣютъ ковши съ неполнымъ количествомъ грунта; по образованіи вала погрузка изъ него ведется полными ковшами и, кромѣ того, сокращается число передвиженій погрузочныхъ путей, по сравненію съ случаемъ одновременной отрывки и погрузки.

Команды паровыхъ лопатъ состояли изъ 11 человекъ: машиниста, кочегара и 9 человекъ рабочихъ; изъ этихъ послѣднихъ, составлявшихъ такъ называемую траншейную артель, двое ставились на выравниваніе дна траншеи впереди машины и для подготовки его для укладки пути, двое у боковыхъ анкерныхъ

уговоръ и четверо для переноски звеньевъ пути и установки рельсовых захватовъ. Кромѣ этой команды, при каждой паровой лопатѣ состоялъ ночной сторожъ, на обязанности котораго было оставаться при машинѣ съ 6-ти вечера (по окончаніи работъ) до 7-ми час. утра слѣдующаго дня и въ теченіе ночи принимать доставлявшіеся за это время топливо и матеріалы, быть при ночныхъ исправленіяхъ машины ремонтной артелью, объѣзжавшей на специальномъ ремонтномъ поѣздѣ фронтъ работъ ночью и, наконецъ, къ утру развести пары, чтобы являвшаяся къ 7-ми час. утра команда могла немедленно приступить къ работѣ по отрывкѣ.

При работѣ отрывки перевальной выемки паровыя лопаты двигались вдоль всего участка отъ низоваго конца до раздѣльной точки перевала, и только по мѣстнымъ условіямъ и причинамъ переставлялись, не закончивъ пробѣга по всему фронту; такія перестановки вызывали перерывъ въ работѣ, лишніе расходы по передвижкѣ и затрудненія въ движеніи желѣзнодорожныхъ составовъ въ районѣ работъ; при перестановкахъ на небольшія разстоянія лопаты перемѣщались собственнымъ паромъ, а при болѣе значительныхъ, какъ, напримѣръ, изъ одного конца дистанціи въ другой—перевозились паровозомъ. Дневное перемѣщеніе паровыхъ лопатъ при принятой глубинѣ отрывки въ 24 фута составляло отъ 70 до 90 футовъ.

По характеру своего устройства паровая лопата предназначена для работы подрывки или срѣзки откоса, вдоль подошвы котораго она постепенно, по мѣрѣ успѣха удаленія грунта, перемѣщается; откосъ можетъ быть любой крутости и даже вертикальная стѣна доступна срѣзкѣ лопатой, причемъ наивыгоднѣйшимъ возвышеніемъ откоса надъ рабочимъ путемъ лопаты, какъ указывалось, является 20—25 футовъ. Самый процессъ отрывки заключается въ 4-хъ операціяхъ, составляющихъ повторяющійся циклъ работъ. Первая операція—поворотъ укосины машины съ черпачной рейкой и черпакомъ изъ нормальнаго положенія, совпадающаго съ продольной осью машины въ положеніе, при которомъ черпакъ оказывается повернутымъ перпендикулярно разрабатываемому откосу, что, въ зависимости отъ конструкціи лопаты, возможно въ предѣлахъ угла въ 80° — 90° , по обѣ стороны отъ продольной оси машины; вторая операція—собственно отрывка, состоящая въ подъемѣ, предварительно опущеннаго до подошвы откоса, ковша снизу вверхъ по откосу, что достигается при неподвижной укосинѣ движеніемъ черпачной рейки; при этомъ протаскиваніи черпака, снабженнаго рѣжущимъ ножомъ и зубьями, направленнымъ вверхъ, грунтъ откоса подрѣзается и сваливается въ ковшъ. Слѣдующая операція—обратный поворотъ укосины съ черпачной рейкой и поднятымъ нагруженнымъ черпакомъ черезъ нормальное среднее положеніе, совпадающее съ продольной осью машины, въ положеніе по другую сторону этой оси, составляющее иногда уголъ въ 80° — 90° съ этой осью такъ, чтобы черпакъ приходился надъ вагонами рабочаго состава. Четвертая операція—раскрытіе дна черпака, результатомъ чего является выгрузка содержимаго въ вагонъ, затѣмъ обратный поворотъ укосины до средняго нормальнаго положенія, гдѣ циклъ операцій машины заканчивается, но движеніе обычно не пріостанавливается: укосина непрерывно поворачивается по другую сторону оси машины, т. е. начинается первая операція слѣдующаго цикла. Въ зависимости отъ рода разрабатываемаго грунта, мощности лопаты, взаимнаго расположенія откоса, лопаты и рабочаго состава на одинъ полный циклъ операцій уходитъ отъ $\frac{3}{4}$ до 2-хъ минутъ.

При томъ спортивномъ характерѣ работъ, который установился на Перешейкѣ, стремление машинистовъ паровыхъ лопатъ извлечь возможно больше грунта въ теченіе рабочаго дня и мѣсяца съ цѣлью побить установленный рекордъ отрывки, приводило къ такой скорости производства упомянутыхъ четырехъ операций дѣйствія машины, при которой вторая операція (собственно отрывка) исполнялась одновременно съ третьей (поворотомъ укосины), что естественно отзывалось вредно на машинѣ, не рассчитанной на такую комбинацію дѣйствій.

Погрузка грунта паровыми лопатами производилась на составы, расположенные обычно съ ними въ одномъ уровнѣ, при чемъ платформы обращены къ лопатамъ стороной, не имѣющей борта; только въ исключительныхъ случаяхъ погрузка выполнялась черезъ бортъ, верхъ котораго возвышался надъ головкой рельса на 7' (возвышеніе же пола платформы составляло 4 фута); въ зависимости отъ расположенія борта на платформахъ землеотвозныхъ составовъ, вступавшихъ въ выемку, послѣдніе различались на составы съ правой или лѣвой погрузкой (right hand flats и left hand flats) и въ зависимости отъ такого расположенія назначались къ лопатамъ, могущимъ грузить соответственно вправо или влѣво. Наибольшее возможное возвышеніе площадки, на которую паровыми лопатами принятыхъ на работахъ Канала типовъ (наиболѣе мощныхъ и усовершенствованныхъ изъ всѣхъ существующихъ) грунтъ можетъ быть выгруженъ слоемъ въ 2—3 фута, — составляетъ отъ 14 до 16 футъ, считая отъ головки рельса рабочаго пути машины; при возвышеніи пола платформъ на 4' надъ этой головкой, предѣльная глубина начальной траншеи опредѣляется въ 10—12 футовъ. Погрузка грунта изъ начальной траншеи такой глубины ведется медленно и требуетъ искуснаго управленія машиной, а составы оказываются обычно недогруженными.

Опрокидывающіеся вагоны, примѣнявшіеся на работахъ Канала наряду съ однобортными платформами, требовали, при возвышеніи края ихъ кузова на 7'—8' надъ головкой рельса, большаго поднятія ковша и нагружались медленнѣе платформъ; въ случаѣ твердой скалы большіе осколки ея, для возможности выгрузки при опрокидываніи вагоновъ и для сохраненія въ цѣлости самихъ кузововъ этихъ вагоновъ, требовали дополнительнаго раздробленія поверхностнымъ приложеніемъ динамитныхъ патроновъ передъ погрузкой, тогда какъ въ случаѣ однобортныхъ платформъ эти глыбы, достигшія 8 и 9 тоннъ и не проходившія въ отверстіе пятитардоваго черпака, подхватывались имъ (рис. 15) и сбрасывались поверхъ его ножа на платформу вагона. Наибольшее разстояніе между осями путей—погрузочнаго и отрывного, по которому движется лопата, составляло обыкновенно 25 футъ, а для нѣкоторыхъ болѣе мощныхъ типовъ машинъ доходило до 27 и 29 футовъ.

Паровая лопата обыкновенно нагружала подаваемый къ ней составъ (изъ 21—35 вагоновъ) цѣликомъ, то-есть отъ перваго вагона до послѣдняго, послѣ чего составъ выходилъ на главный путь и направлялся на свалку, а на его мѣсто подавался порожній. Кромѣ этого основнаго приѣма, въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣсколько паровыхъ лопатъ работало неподалеку одна отъ другой, вдоль одного и того же откоса примѣнялся методъ послѣдовательной или „круговой“ погрузки (gun around loading), для чего необходимо было, чтобы погрузочные пути, проходящіе вдоль фронтовъ работъ смежныхъ лопатъ, были соединены, какъ показано на рисункѣ 28 (стр. 60) на лѣвой

сторонѣ. Въ составѣ, поданномъ на погрузочный путь 4, грузится у лопаты № 4 нѣсколько вагоновъ, затѣмъ составъ переходитъ далѣе на путь 3 и у лопаты 3 грузится еще нѣсколько изъ его вагоновъ, далѣе онъ переходитъ на путь II и затѣмъ путь I, гдѣ погрузка его заканчивается, послѣ чего по съѣзду С—2 составъ выходитъ на главный путь II, и направляется на свалку. Такой методъ послѣдовательной погрузки сокращаетъ число съѣздовъ, укладываемыхъ между главными путями и погрузочными, и удобенъ тѣмъ, что, при случайной приостановкѣ работы одной изъ лопатъ группы, составы проходятъ мимо нея къ слѣдующей, не задерживаясь, и грузятся нѣсколько больше у остальныхъ лопатъ. При описанномъ приѣмѣ погрузки послѣдняя паровая лопата (№ 1) обыкновенно выбирается болѣе мощнаго типа, чтобы окончательная догрузка состава у нея могла бы быть произведена возможно быстрѣе безъ задержки движенія слѣдующихъ за нимъ составовъ. Въ случаѣ невозможности или



Рис. 15. Нагрузка осколка скалы вѣсомъ 500 пудовъ на желѣзнодорожную платформу опрокидываніемъ поверхъ ковша.

неудобства подачи къ паровой лопатѣ нормального состава (въ 21 платформу или 35 малокалиберныхъ опрокидывающихся вагоновъ или 27 большихъ опрокидывающихся вагоновъ), послѣдній разбивается на части, которыя при содѣйствіи вспомогательнаго паровоза развозятся къ различнымъ лопатамъ. Такой болѣе сложный приѣмъ разбивки состава, вызываемый исключительно мѣстной необходимостью, примѣнялся между прочимъ, для паровыхъ лопатъ, работавшихъ на запоздавшихъ бермахъ выемки (рис. 11) у пикета № 1690.

При производствѣ погрузки грунта, составъ по сигналу флагомъ кондуктора подвигался постепенно, подавая подъ паровую лопату послѣдовательно свои вагоны. Прислуга рабочаго поѣзда состояла изъ машиниста, кочегара, кондуктора и двухъ его помощниковъ. Всѣ движенія рабочаго поѣзда совершались по сигналамъ кондуктора, передаваемымъ машинисту въ случаѣ,

если кондукторъ находится въ хвостѣ состава, его двумя помощниками. При движеніи состава съ паровозами въ хвостѣ, кондукторъ долженъ былъ быть на передней платформѣ или вагонѣ у помѣщенного тамъ пневматическаго гудка, примѣненіе котораго спасло жизнь многимъ рабочимъ многочисленныхъ артелей, разсыпанныхъ по всей площади работъ. При слѣдованіи состава на свалки (обычно съ паровозомъ въ головѣ), кондукторъ находился на задней платформѣ, а его два помощника въ равныхъ разстояніяхъ отъ головы и хвоста состава. При производствѣ одного цикла операций по отрывкѣ и опоражниванію одного ковша лопаты (вмѣстим. 5 к. ярд.) въ теченіе отъ $\frac{3}{4}$ до 2 минутъ, на нагрузку одной 19-ти-ярдовой платформы уходило отъ 3 до 10 минутъ, а нагрузка состава изъ 21 платформы требовало отъ 1 до 3 часовъ, въ среднемъ не болѣе $1\frac{1}{2}$ часа; продолжительность движенія составовъ на свалку въ зависимости отъ разстояній до нихъ (5—30 верстъ) колебалась въ предѣлахъ отъ $\frac{1}{2}$ до 3 часовъ, пребываніе на свалкѣ продолжалось отъ 1 до 2 часовъ и, наконецъ, обратное движеніе въ выемку—отъ 1 до 2 часовъ при средней скорости въ 20 верстъ въ часъ.

Время дѣйствительной работы паровыхъ лопатъ по отрывкѣ и нагрузкѣ грунта на составы колеблется въ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ многихъ условій, каковы согласованность отдѣльныхъ операций по отрывкѣ и по перемѣщенію земляныхъ массъ, порода отрываемаго грунта, степень его предварительнаго разрыхленія взрывами, относительное расположеніе паровой лопаты, разрабатываемаго отвеса и нагружаемаго состава, высота разрабатываемаго слоя и наконецъ рядъ многочисленныхъ мелкихъ случайныхъ причинъ, вызывающихъ болѣе или менѣе продолжительныя остановки. Вотъ примѣры, иллюстрирующіе работу паровыхъ машинъ: 11 ноября 1911 г., 20 паровыхъ лопатъ извлекли въ 8 час. земли 30.077 куб. ярдовъ (по 1.503 куб. ярд. на лопату), были подъ парами 160 часовъ, изъ нихъ рыли 109 часовъ (68%), бездѣйствовали въ ожиданіи составовъ 38 часовъ 40 мин. (24%), а остальные 12 час. 20 мин. (8%) ушли на необходимыя передвижки лопатъ, расчистку, подготовку и исправленіе рабочихъ путей для нихъ, исправленіе самихъ лопатъ и задержки изъ-за взрывныхъ работъ.

1-го марта 1912 года паровая лопата № 124 въ теченіе 8 часовой работы дѣйствительно рыла 6 час. 55 минутъ (86%), ожидала составы 50 минутъ (10%) и потеряла на мелкія исправленія 15 минутъ (4%)— въ этотъ удачный день лопата № 124 (70-ти-тоннаго типа) извлекла 215 кубич. сажень скалистаго грунта.

3. Землеотрывные снаряды, ихъ производительность. Условія успѣшности работъ по отрывкѣ грунта. Паровая лопата на Перешейкѣ.

Когда американцы смѣнили французовъ на Панамскомъ Перешейкѣ, они пустили въ ходъ тѣ землеотрывные снаряды и тотъ подвижной составъ, которые унаслѣдовали отъ своихъ предшественниковъ и которые, несмотря на двадцатипятилѣтнее пребываніе въ заброшенномъ видѣ въ тропической чащѣ, оказались хорошо сохранившимися. Съ этимъ реставрированнымъ оборудованіемъ, состоявшимъ для сухой отрывки изъ многочерпаковыхъ экскаваторовъ съ боковыми черпачными рамами, храповыхъ экскаваторовъ, 20—30 тонныхъ паровозовъ и малокалиберныхъ (въ $\frac{1}{2}$ куб. сажени) опрокидывающихся вагоновъ—американцы извлекали грунта не болѣе французовъ—

массовая кубатура въ предѣлахъ перевальной выемки достигала только 2500 куб. сажень, что составляетъ лишь половину дневной кубатуры, возникшей изъ этой выемки въ послѣдніе годы американскихъ работъ. Американцы не долго пользовались французскими снарядами, уже черезъ годъ они стали вводить болѣе мощные и, болѣе отвѣчавшіе условіямъ и масштабу работъ, снаряды и подвижной составъ, вытѣснившіе изъ употребленія черезъ два года французское оборудованіе.

При разработкѣ призмы Канала глубокими траншеями и слоями, при твердомъ скалистомъ грунтѣ, требовавшемъ предварительной разбивки динамитомъ, при работѣ у крутыхъ высокихъ откосовъ, угрожающихъ обвалами и оползнями—многочерпаковыя, громоздкія машины съ боковыми рамами и съ черпаками незначительной вмѣстимости должны были уступить мѣсто болѣе компактными и подвижными одночерпаковыми экскаваторамъ (паровымъ лопатамъ), снабженнымъ ковшами большей вмѣстимости, и проявляющимъ большее отрывное усиліе при захватѣ скалистаго грунта. Отдѣльные осколки скалы, не помещавшіеся въ небольшіе ковши многочерпаковыя машины и требовавшіе дополнительной разбивки динамитными патронами, свободно подхватывались мощными ковшами паровой лопаты и даже, не проходя чрезъ ихъ сѣченіе (8—9 тоннъ), сбрасывались на платформы состава, а мягкую скалу паровыя лопаты, благодаря значительному отрывному усилію рейки, разрабатывали мѣстами безъ примѣненія взрывныхъ веществъ—все это сокращало не только расходъ на эти вещества и работы по ихъ приложенію, но также ускоряло производство работъ. Большая простота конструкцій одночерпаковой машины по сравненію съ многочерпаковой, состоящей изъ большаго числа отдѣльных элементовъ, сберегала время на исправленія, неизбѣжныя при той форсированной работѣ, которыми отличались строительныя операціи на Перешейкѣ. Для этихъ операцій, при указанныхъ выше условіяхъ, паровая лопата оказалась болѣе подходящимъ снарядомъ—удачному выбору его прежде всего обязаны земляныя работы на сухихъ мѣстахъ и въ особенности въ самомъ серьезномъ пунктѣ—перевальной выемкѣ—своимъ блестящимъ успѣхомъ.

Появившіяся въ серединѣ прошлаго столѣтія на американскихъ желѣзнодорожныхъ работахъ и на этомъ поприщѣ развившіяся до существующихъ нынѣ размѣровъ и мощности, паровыя лопаты встрѣтились на Перешейкѣ впервые съ задачей извлеченія въ короткій срокъ громадной кубатуры, сосредоточенной на небольшомъ фронтѣ. Примѣненные въ началѣ работъ, когда приходилось извлекать верхніе землястые слои грунта, болѣе легкіе типы въ 20 и 45 тоннъ вытѣснены были позднѣе мощными лопатами въ 60, 70, 90 и 95 тоннъ, которыя на самихъ работахъ Канала были усилены и усовершенствованы въ нѣкоторыхъ своихъ деталяхъ (стр. 48). Изъ бывшихъ въ разгарѣ работъ въ дѣлѣ 92 лопатъ—73 принадлежали заводу Viscopus, а остальные 19—заводу Magdon—двумъ американскимъ заводамъ, снабжающимъ своими машинами весь континентъ Америки и другія страны. При равныхъ качествахъ издѣлій обоихъ заводовъ преобладаніе лопатъ перваго завода объясняется болѣею силой его машинъ даннаго тоннажа и вслѣдствіе этого болѣе успѣшной работой въ твердой скалѣ, въ то время какъ машины Маріона представляютъ, благодаря нѣкоторымъ деталямъ своей конструкціи, преимущество въ мягкой скалѣ и землястыхъ грунтахъ, отрывая начальную траншею болѣе глубокой и дѣлая прорѣзы уширенія болѣе широкой. Изъ

52 лопать, работавшихъ въ разгаръ работъ въ предѣлахъ перевальной выемки 33 машины, то-есть $63\frac{1}{2}\%$ принадлежало болѣе мощному типу, а 10 лопать, т. е. 20% —типу средней мощности. Ниже приведены цифры средней и максимальной дневной и мѣсячной производительности сильного, среднего и слабого типа машинъ обоихъ заводовъ на основаніи официальныхъ данныхъ Управленія работъ (Annual Report of the Isthmian Canal Commission, 1911).

Типъ паровой лопаты.	Дневная работа.		Мѣсячная работа	
	средняя	наибольшая	средняя	наибольшая:
к у б н ч е с к і я	с к і я	с а ж е н и.	с а ж е н и.	с а ж е н и.
45 тоннъ, Bucyrus . . .	60	100	1.500	2.000
70 тоннъ, Bucyrus . . .	92	220	2.300	4.000
60 тоннъ, Marion . . .	77	130	1.900	3.200
91 тоннъ, Marion . . .	115	370	2.900	5.400
95 тоннъ, Bucyrus . . .	100	270	2.500	4.300

Работой паровыхъ лопать на Перешейкѣ установлены міровые рекорды производительности землеотрывныхъ снарядовъ и далеко превзойдены были цифры кубатуры, извлекаемой этими машинами въ Соединенныхъ Штатахъ. Диаграмма, изображенная на стр. 48 (рис. 16), иллюстрируетъ постепенное завоеваніе панамскими лопатами этого первенства—кривая, выражающая среднюю производительность одного землеотрывного снаряда за 8-ми часовой рабочей день въ послѣдовательные мѣсяцы 1904—1911 годовъ поднимается отъ 500 куб. ярдовъ (38 куб. саж.) до 1.400 кв. ярдовъ (108 куб. саж.) Количество кубическихъ саженъ отрытого грунта, отнесенное къ одному часу стоянія паровой лопаты подъ парами составляло въ 1908 году—9,34 к. с., въ 1909 году—11,58 к. саж., въ 1910 году—11,98 к. саж. и въ 1912 г.—12,75 к. саж. Такой 200% -ый ростъ производительности землеотрывного снаряда явился результатомъ, во-первыхъ, примѣненія болѣе мощныхъ типовъ машинъ, во-вторыхъ, приобрѣтеніемъ опыта личнымъ составомъ, ихъ обслуживающимъ, въ третьихъ, тѣми улучшениями и усовершенствованіями въ ихъ конструкціи, которыя внесены были на самихъ работахъ и, наконецъ, усовершенствованіемъ организаціи работы, достигнутой согласованностью отдѣльныхъ элементовъ, изъ которыхъ слагается операція по отрывкѣ и перемѣщенію земляныхъ массъ, каковы оборудование работъ подвижнымъ составомъ, организація службы пути, организація службы движенія, организація свалочныхъ операцій, система ремонта рабочихъ механизмовъ и подвижного состава, наконецъ, организація снабженія рабочихъ машинъ всѣмъ необходимымъ для работы.

Разсмотрѣнію всѣхъ этихъ отдѣльныхъ элементовъ посвящены слѣдующіе параграфы настоящей главы, здѣсь же въ параграфѣ о землеотрывныхъ снарядахъ умѣстно вкратцѣ упомянуть о тѣхъ усовершенствованіяхъ, которыя, на основаніи шестилѣтняго опыта интенсивныхъ работъ на Перешейкѣ, были внесены въ конструкцію принятаго типа—паровой лопаты, и выполнены отчасти на самихъ работахъ, отчасти по указанію администраціи работъ на американскихъ заводахъ.

Изъ частей паровой лопаты, подвергшихся прежде другихъ усиленію, оказалась подъемная лебедка, затѣмъ, передняя поперечина рамы

машины, въ плоскости которой помѣщены боковые винтовые упоры; послѣднее усилеііе достигнуто замѣной отдѣльныхъ отливокъ по концамъ поперечины, къ которымъ прикрѣплены винтовые упоры, и средней отливки общей отливкой во всю

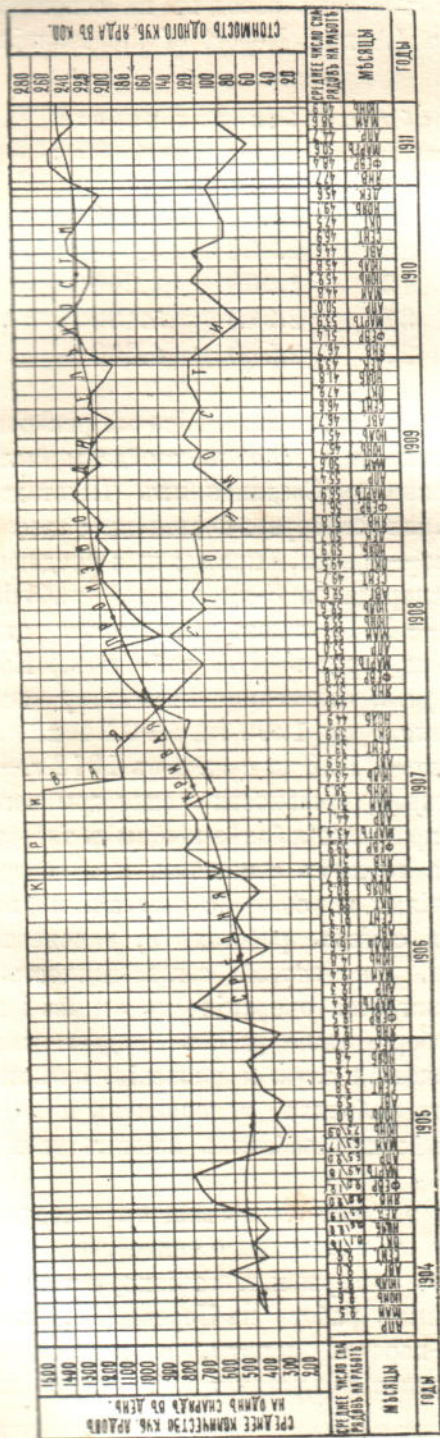


Рис. 16. Диаграмма средней производительности и стоимости отрывки и удаленія одного куб. арша (13 куб. саж.) за періодъ 1904—1911 г.г.

длину поперечной трубчатой балки. Ковшевой рейкѣ и укосинѣ придано составное сѣченіе изъ дерева и стали, что сдѣлало ихъ болѣе легкими и вмѣстѣ съ тѣмъ болѣе эластичными прежнихъ стальныхъ. Конструкція ковша усилена почти цѣликомъ: задняя стѣнка толщиной въ $1\frac{1}{2}$ " замѣнена листомъ толщиной въ $\frac{3}{4}$ ", передняя стѣнка вмѣсто 2-хъ листовъ по $1\frac{1}{2}$ " образована изъ одного листа толщиной въ 1"; губу или козырекъ стали отливать изъ марганцевой стали, также какъ и зубья, которые утолщены противъ существовавшихъ раньше. Поворотный кругъ прежде состоявшій изъ уголковъ, замѣненъ цѣльнымъ и труднѣе повреждаемымъ литымъ кругомъ. Устройство двойного рычага и примѣненіе пара для открытія дверецъ черпака значительно облегчило и ускорило работу опораживанія ковша. Наболѣе быстро сработывавшіяся шестерни замѣнены шестернями изъ мнганизированной стали, другія шестерни вмѣсто литыхъ сдѣланы рѣзными, чѣмъ достигнуто болѣе плавное дѣйствіе передачи и уменьшено треніе.

Въ заключеніе параграфа о землеотрывныхъ снарядахъ на сушѣ не безынтересно сравнить достигнутую ими на Перешейкѣ производительность съ успѣхомъ ручной отрывки, при которой сильный прилежный рабочій можетъ нагружать на желѣзнодорожную платформу до $1\frac{1}{2}$ кубич. сажени въ теченіе 8-ми часового рабочаго дня. Паровая лопата сильнаго типа выбрасываетъ изъ выемки до 370 куб. саж. въ день, т. е. выполняетъ работу 740 рабочихъ; средняя кубатура въ 6.000 куб. саж., извлекавшаяся

изъ перевальной выемки 51 лопатой при 561 человекѣ прислуги, потребовала бы при ручной работѣ арміи въ 12.000 рабочихъ, т. е. болѣе, чѣмъ въ 20 разъ, больше людей.

4. Подвижной составъ.

Для возможности использования полной производительности землеотрывного снаряда, участвующаго въ работѣ по удаленію и перемѣщенію земляныхъ массъ изъ одного пункта въ другой, первымъ необходимымъ условіемъ является своевременное обслуживаніе его грунтоотвозными приспособленіями, количество которыхъ въ зависимости отъ дальности возки, скорости хода, въ груженомъ и легкомъ состояніи и продолжительности операціи по погрузкѣ и разгрузкѣ, должно быть опредѣлено такъ, чтобы, къ закончившему погрузку одного состава снаряду немедленно былъ подаваемъ вернувшійся съ разгрузки порожній. Количество тяговыхъ единицъ (паровозовъ) на работахъ Канала отвѣчало числу, получаемому по теоретической формулѣ зависимости между упомянутыми элементами, гдѣ n —число паровозовъ,

$$n = \left(\frac{D}{K} + \frac{D}{K_1} + b \right) : a$$

приходящихся на одинъ землеотрывной снарядъ, D —среднее разстояніе до свалокъ отъ мѣста работъ, k и k_1 — скорости хода въ груженомъ и легкомъ состояніи, b —продолжительность пребывания составовъ на свалкѣ и a —продолжительность ихъ нагрузки. Для перевальной выемки при $D = 15$ верст., $b = 2$ час., $a = 1\frac{1}{2}$ час., $k = 15$ верст. и $k_1 = 20$ вер. получается $n = 2,5$, что и выполнено было въ дѣйствительности: на 50 лопатъ, работавшихъ въ предѣлахъ выемки, приходилось 125 паровозовъ, а при среднемъ составѣ рабочихъ поѣздовъ въ 20 вагоновъ число вагоновъ было 2.500. Опытъ работъ показалъ, что для достиженія практическаго согласованія количества землеотрывныхъ снарядовъ и землеотвозныхъ средствъ необходимо ввести во вторую половину вышеприведенной формулы коэффициентъ запаса, не менѣе 1,15; при опредѣленіи количества тяговыхъ единицъ по такой формулѣ можно было ожидать полнаго уничтоженія тѣхъ 15% времени подъ парами, которые простаивали паровыя лопаты на работахъ Канала въ ожиданіи составовъ при достигнутой согласованности съ ихъ производительностью всѣхъ остальныхъ элементовъ, участвующихъ въ операціяхъ земляныхъ работъ.

Для перевозки грунта на работахъ Канала примѣнено два основныхъ типа повозокъ: платформы и опрокидывающіеся вагоны. Первые, (рис. 17—19) разгружаются помощью протаскиванія по длинѣ всего состава плуга, сбрасывающаго на одну сторону грунтъ, вторые (рис. 21—26), разгружаемые опрокидываніемъ пневматическимъ или ручнымъ способомъ, примѣнены 2-хъ калибровъ (большіе и малые) и нѣсколькихъ различныхъ системъ, изъ которыхъ главныя—Western Dump и Oliver Dump.

Примѣненіе одновременно 2-хъ основныхъ типовъ повозокъ—платформъ и опрокидывающихся вагоновъ вызвано различными условіями, въ которыхъ производилась свалка грунта; оба типа дополняютъ другъ друга. Составы изъ платформъ требуютъ на свалкахъ длинныхъ прямыхъ разгрузныхъ путей и вызываютъ затрудненія при сбрасываніи съ нихъ грунта на

кривыхъ путяхъ, поѣзда же изъ опрокидывающихся вагоновъ могутъ разгружаться и на кривыхъ, что привело къ преимущественному ихъ примѣненію при работахъ по отсыпкѣ плотинъ, имѣющихъ криволинейное очертаніе въ планѣ (Гатунская, Мирафлоресъ, Педро-Мигуель); крупная скала въ твердыхъ породахъ грузится скорѣе и удобнѣе на платформахъ, при погрузкѣ же ея на опрокидывающіеся вагоны для возможности разгрузки часто требуется дополнительное предварительное взрываніе отдѣльныхъ глыбъ передъ ихъ погрузкой или же на мѣстѣ свалки передъ выгрузкой; глина легче разгружается съ платформъ и застрѣваетъ при опрокидываніи кузова вагоновъ; разжиженный (во время частыхъ ливней дождливаго сезона) землястый и песчаный грунтъ съ большимъ успѣхомъ перевозится въ этихъ послѣднихъ, въ которыя онъ можетъ быть нагруженъ въ большемъ количествѣ и изъ которыхъ меньше его утечка по пути. Въ среднемъ строительномъ отдѣленіи, гдѣ сосредоточены самыя крупныя земляныя работы, изъ общаго числа 2.486 вагоновъ было 1.629 платформъ, 454 большихъ опрокидывающихся и 403 малыхъ такихъ же вагоновъ. Эти двѣ послѣднія категоріи почти исключительно направлялись на Гатунскую плотину и только незначительное число поѣздовъ опрокидывающихся вагоновъ посылалось на остальные свалки для исправленія роста послѣднихъ (стр. 69).

Всѣ землеотвозные вагоны, какъ и весь товарный подвижной составъ на американскихъ дорогахъ — двухтелѣжнаго типа, и снабжены по требованіямъ закона Соединенныхъ Штатовъ непрерывными тормазами и автоматическими сцепными приборами; тормазныя колодки помѣщены на каждой парѣ колесъ телѣжки между колесами и поперечиной тележки, благодаря чему онѣ защищены отъ разгружаемаго грунта.

Телѣжки однобортныхъ платформъ и опрокидывающихся вагоновъ большого калибра имѣли подъемную силу въ 40 тоннъ, при тарѣ въ 18 тоннъ, опрокидывающіеся же вагоны малаго калибра снабжены телѣжками въ 20 тоннъ подъемной силы при тарѣ въ 14 тоннъ. При вмѣстимости однобортныхъ платформъ въ $1\frac{1}{2}$ куб. сажени, онѣ поднимаютъ до 2.000 пудовъ грунта; 21 платформа образовывали нормальный рабочій составъ, поднимашій около 30 куб. сажень грунта вѣсомъ до 42.000 пудовъ (700 тоннъ). Опрокидывающіеся вагоны большого калибра вмѣщали до 1,3 кубич. сажени грунта, нормальные составы изъ нихъ образовывались изъ 27 вагоновъ общей вмѣстимостью 35 кубич. сажень общимъ вѣсомъ до 48.000 пудовъ; опрокидывающіеся вагоны малаго калибра имѣли емкость въ 0,8 куб. саж., поднимали до 1.000 пудовъ и составлялись въ поѣзда по 35 вагоновъ.

Упомянутыя здѣсь нормальные составы обслуживали перевальную выемку, изъ которой грунтъ вывозился на отдаленныя свалки (до 25 верстъ); для этой работы примѣнены были четырехосные паровозы американскихъ заводовъ въ 105 — 117 тоннъ съ предѣльной силой тяги, при скорости хода въ 15 верстъ въ часъ, въ 11.000 килограммъ; предѣльный вѣсъ груженыхъ составовъ, перемѣщаемыхъ этими паровозами по площадкѣ и прямой, достигаетъ 3.400 — 3.800 тоннъ. Паровозы построены специально для тяжелыхъ условій работъ въ Каналѣ съ усиленіемъ сверхъ обычнаго нѣкоторыхъ элементовъ; имъ придана также большая, чѣмъ обычно, гибкость въ продольномъ и поперечномъ направленіяхъ, благодаря которой они благополучно проскакиваютъ по ухабамъ и неровностямъ рабочихъ путей, легко

вписываются въ крутыя кривыя и прилаживаются ко всѣмъ ненормальностямъ наскоро проложенной рабочей колеи. По длиннымъ и крутымъ подъемамъ (отъ 0.015 до 0.04) нормальные составы проводились при помощи одного, а иногда и двухъ паровозовъ толкачей. Въ предѣлахъ долинныхъ участковъ, гдѣ свалочные пункты расположены были вдоль фронта работъ по берегамъ призмъ Канала, примѣнялись для отвозки грунта составы исключительно изъ опрокидывающихся вагоновъ малаго калибра въ составахъ отъ 6 до 15 вагоновъ въ зависимости отъ уклоновъ путей для выхода на свалки; эти составы перемѣщались 20—30 тонными паровозами, сохранившимися съ французскихъ временъ, съ предѣльной силой тяги, при ходѣ въ 15 верстъ въ часъ, въ 5.500—6.500 килограммъ; такіе паровозы могли перемѣщать груженные составы вѣсомъ до 2.000 тоннъ по площадѣ и прямому пути.

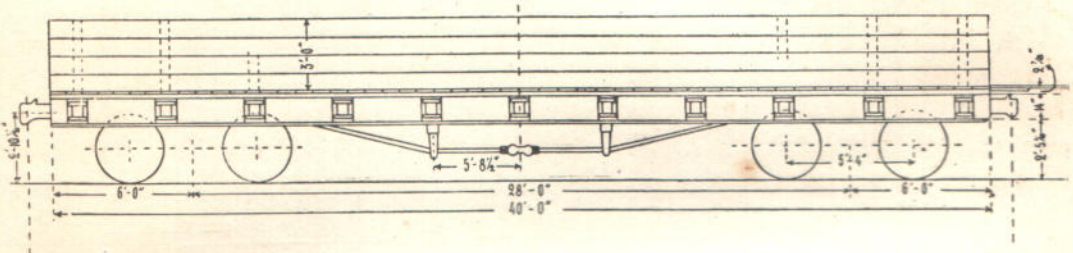


Рис. 17. Однорботная платформа для перевозки грунта.

Однорботная деревянная платформа (рис. 17), примѣненная на работахъ Канала, явилась новымъ типомъ землеотвозной повозки, вмѣсто обычныхъ въ американской практикѣ платформъ двубортныхъ съ низкими (однофудовой высоты) бортами и разгрузкой поверхъ этихъ бортовъ или со съемкой ихъ; платформа Панамскаго типа снабжена вдоль одного края бортомъ высотой въ 3 фута изъ досокъ толщиной въ $3\frac{1}{2}$ дюйма (рис. 18), по другому же краю вмѣсто борта устроено уширеніе пола платформы помощью консольнаго выступа шириной въ 15 дюймовъ, поддерживаемаго металлическими кронштейнами. При такомъ устройствѣ облегчается и ускоряется выгрузка грунта протаскиваніемъ вдоль всего состава тяжелаго плуга, сбрасывающаго грунтъ на одну сторону; грунтъ не заклинивается при такомъ протаскиваніи плуга между двумя стѣнками, какъ это имѣетъ мѣсто въ двубортныхъ платформахъ съ глухими стѣнками, и не теряется времени на удаленіе и установку бортовъ въ случаѣ ихъ съемной конструкціи. Консольное уширеніе по открытому краю платформы, увеличивая полезную площадь ея на (1×40) кв. футъ и, являясь удобнымъ въ смыслѣ защиты путевого рельса со стороны разгрузки отъ попаданія на него грунта, выполняетъ важную роль уравненія нагрузки на колеса обѣихъ сторонъ платформъ, на которую вслѣдствіе присутствія одного только борта, грунтъ грузится несимметрично относительно продольной оси вагона и равнодѣйствующая вѣса приближена къ борту; уширеніе платформы на 12'' возможно, конечно, только при допущеніи его условіями

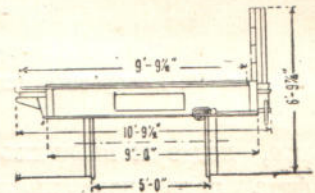


Рис. 18. Видъ съ торца.

габарита. Деревянная рама платформы составлена (рис. 19) из восьми прогонов 40-футовой длины, покрытых полом из одиночного досчатого настила в $2\frac{3}{4}$ дюйма толщиной. Для возможности протаскивания разгружающего плуга по всей длине состава каждая из платформ снабжена, прикрепленным к одной из торцовых сторон на уровне пола, откидным фартуком из стального листа, который ложится на край пола соседней следующей по направлению движения плуга платформы; на составах, направленных на север, фартуки повернуты были на юг, так как на северных свалках плуги протаскивались в направлении с юга на север, обратное расположение имело место на составах, следовавших на юг. Опыт работ этими платформами в течение нескольких лет привел к ряду усовершенствований в их конструкции, из которых следует (рис. 19) отметить: а) усиление металлических башмаков а для

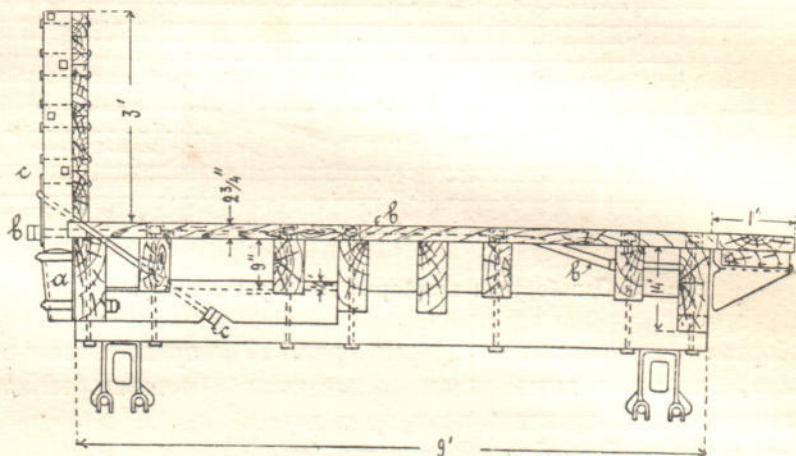


Рис. 19. Поперечный разрез однобортной платформы для перевозки грунта.

стойки, поддерживающих борт платформы и увеличение их высоты до 1 фута над поверхностью пола; через верхнюю часть этих отливок пропущены были, кроме болтов с, еще болты е, спускающиеся под пол платформы, проведенные под ее настилом во всю ширину ее и закрепленные в крайнем прогонѣ противоположного свободного края платформы; при таком устройствѣ давление грунта, при движении разгружающего плуга, передается на прогоны платформы, а не на однѣ только стойки, благодаря чему частые изломы этих послѣдних были устранены; б) утолщение борта с 2 до 3 дюймов и прибавление поверху его шпачного бруса, в) исправление детали прикрепления междувагонных фартуков, состоявших из желѣзных листов в $\frac{3}{8}$ дюйма толщины, благодаря чему весьма частые случаи срыва этих фартуков были устранены; г) усиление торца борта (стѣнки) приданіемъ ему такого очертанія въ планѣ, при которомъ плугъ, вступающій на платформу, получает правильное направление и не упирается въ стѣну. Прогоны платформы пропитывались в первые годы работ креозотомъ для предохраненія ихъ отъ дѣйствія влаги, впоследствии эту пропитку замѣнили осмолкой и покрытіемъ ихъ слоемъ толя, поверхъ котораго уже укладывался досчатый настилъ также осмоленный; бортъ плат-

формы тоже подвергался осмолю. Наиболее частым видом ремонта в платформах являлось исправление пола, повреждаемого глыбами скалы как при нагрузке, так и при разгрузке; несмотря на прибавление однофудового уширения платформ по краю, где нет борта, наблюдался несколько неравномерный износ бандажей колес вагона.

Опрокидывающиеся вагоны, применявшиеся на работах Канала двух калибров—в 1,3 и 0,8 куб. сажень вместимости, поставлены были двумя заводами: Western Wheeled Scraper Co (Aurora, Illinois) и Oliver, Manuf. Co (Knoxville, Tennessee), каждым из них в количестве 600 вагонов большего и 300 меньшего калибра. В отличие от опрокидывающихся только на одну сторону французских вагонов вместимостью в 0,4 куб. саж., которыми американцы пользовались в начале своих работ, новые вагоны могут разгружаться на обе стороны, причем до 50% общего их числа



Рис. 20. Типъ вагона съ кузовомъ, опрокидывающимся вручную.

снабжено пневматическими опрокидывателями, которые имѣлись на всѣхъ крупныхъ и на четверти числа мелкихъ вагоновъ и значительно сокращали время разгрузки. Различаясь некоторыми деталями конструкции и устройствомъ пневматическихъ опрокидывателей, вагоны обоихъ заводовъ оказались одинаково удобными на работахъ Канала и, несмотря на перегрузку и жестокое обращение при усиленной торопливой работѣ, удовлетворительно выдерживали продолжительную службу, требуя сравнительно небольшого ремонта.

Опрокидывающиеся вагоны обоихъ заводовъ построены цѣликомъ изъ стали; они состоятъ изъ опрокидывающагося кузова, нижней рамы и двухъ двухосныхъ тѣлежекъ. Кузовъ состоитъ изъ пола, торцовыхъ стѣнокъ, съ нимъ склепанных и, автоматически приподнимающихся при опрокидываніи кузова со стороны разгрузки, боковыхъ стѣнокъ. Полъ и стѣнки кузова состоятъ изъ усиленныхъ таврами стальныхъ листовъ, полъ толщиной $\frac{7}{16}$ '' а стѣнки—в $\frac{3}{8}$ '' . Кузовъ поддерживается на шести или восьми отдѣльныхъ цилиндрическихъ опорахъ *a* (рис. 21), размѣщенныхъ по оси вагона на средней коробчатой балкѣ *b*, образующей нижнюю станину и лежащей на поперечинахъ двухосныхъ тѣлежекъ. При опрокидываніи кузова сферическія отливки, приболченныя къ осевой половой балкѣ кузова, поворачиваются въ цилиндрическихъ впадинахъ неподвижныхъ, приболченныхъ къ нижней станинѣ отливокъ; каждая пара отливокъ,—верхняя, приклепанная къ кузову, и нижняя,

примыкаемъ къ станинѣ, связаны стальными планками, нижняя часть которыхъ свободно задѣлана въ нижней отливкѣ *c*, а верхняя часть ея помощью болта связана съ верхней отливкой *d*; давление отъ кузова на станину передается не черезъ этотъ болтъ, а непосредственно упоромъ верхней отливки въ нижнюю; половныя стѣнки кузова по периметру своему съ кузовомъ не склепаны, но притянуты помощью двухъ тягъ каждая къ серединѣ торцовыхъ стѣнъ кузова, одна изъ этихъ тягъ *e* ($3\frac{1}{2}'' \times 3\frac{3}{4}''$)—составлена изъ двухъ вѣтвей, обра-

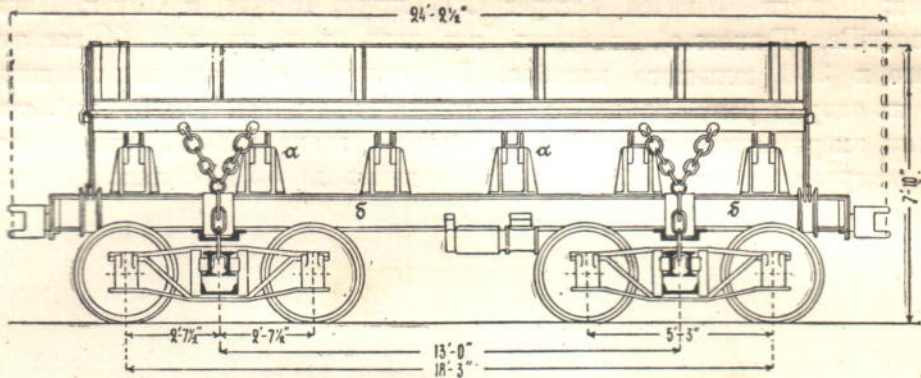


Рис. 21. Механическій вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ для перевозки грунта.

зующихъ при нормальномъ положеніи кузова вагона уголь; при опрокидываніи, тяга *e* удерживается отъ опусканія второю вертикальной тягою *f*, связывающей

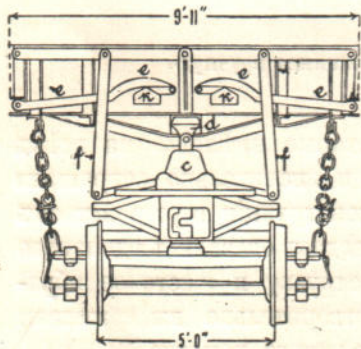


Рис. 22. Видъ съ торца.

ее съ нижней станиной, тяга *e* выпрямляется и отводитъ при этомъ боковую стѣнку отъ кузова, приподнимая ее на достаточную высоту для пропуска выгружаемаго грунта; при возвращеніи кузова въ нормальное положеніе выпрямившаяся тяга встрѣчаетъ упоръ *k* и сгибается, тѣмъ притягивая боковую стѣнку въ надлежащее положеніе. Отдѣленіе отъ кузова боковой стѣнки и приподнятіе ея съ момента начала опрокидыванія кузова представляетъ важное достоинство этой конструкціи: сползающій грунтъ не ударяется о боковую стѣнку, какъ это бывало въ прежнихъ типахъ опрокидывающихся вагоновъ, гдѣ эта стѣнка

отдѣлялась только по достиженіи кузовомъ крайняго наклоннаго положенія, вслѣдствіе чего не только повреждалась сама стѣнка, но происходило иногда и опрокидываніе всего вагона съ телѣжками; во избѣжаніе этого практиковалось притягиваніе телѣжекъ разгружаемыхъ вагоновъ къ рельсамъ цѣпами и захватами; въ описываемомъ типѣ вагона, конечно, этихъ случаевъ не бываетъ.

Уголь крайняго наклона кузова достигаетъ 47° , а ширина отверстія, образующагося между его поломъ и нижнимъ краемъ приподнятой боковой стѣнки, составляетъ отъ $4\frac{1}{2}$ до $5\frac{1}{2}$ футовъ, что даетъ возможность свободно

проходить довольно значительнымъ глыбамъ грунта; чѣмъ больше ширина этого отверстия, тѣмъ меньше дополнительныхъ раскалываній динамитомъ отдѣльныхъ глыбъ требуется при примѣненіи опрокидывающихся вагоновъ и тѣмъ скорѣе и дешевле работа. Кузовъ вагоновъ удерживается въ нормальномъ положеніи цѣпями, связывающими его съ каждой стороны съ телѣжками и снабженными разъемными кольцами, которые даютъ возможность легко устранить это прикрѣпленіе даже на ходу вагона. Кромѣ этихъ цѣпей, кузовъ ничѣмъ не связанъ съ телѣжками; при сходахъ съ пути или паденіи

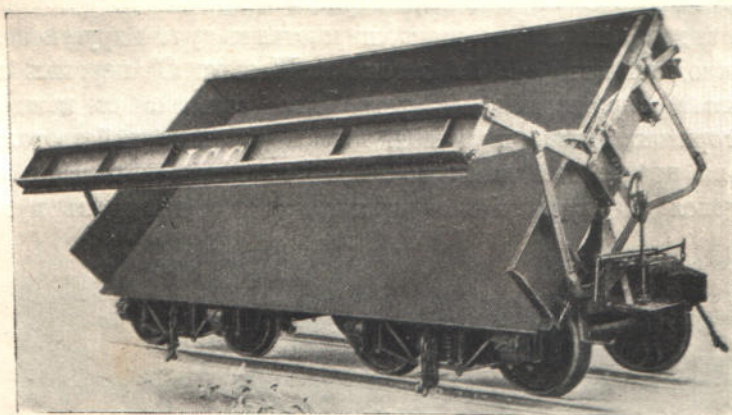


Рис. 23. Вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ въ положеніи разгрузки.

съ насыпи эти цѣпи автоматически разъединяются и кузовъ отдѣляется отъ скатовъ, что уменьшаетъ общія поврежденія вагона и облегчаетъ установку его обратно на путь. Нижніе концы разъединенныхъ цѣпей свисаютъ, не задѣвая, однако, пути, что позволяетъ перемѣщать по пути вагоны въ опрокинутомъ положеніи.

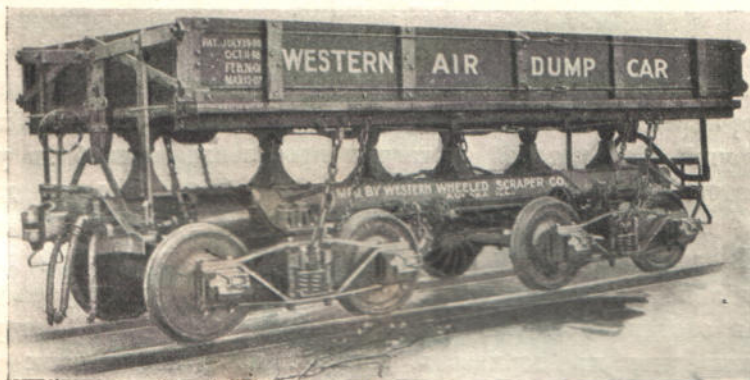


Рис. 24. Вагонъ съ пневматически опрокидывающимся кузовомъ системы Western Wheeled Co.

На выступающихъ концахъ поперечинъ телѣжекъ помѣщены пружинные буфера, о которые ударяется крайнее продольное ребро пола кузова при его опрокидываніи; благодаря этому удару и дѣйствию пружинъ буферовъ

дву вмѣстѣ съ тѣмъ сообщается вибрація, содѣйствующая лучшему освобожденію его отъ грунта, что весьма полезно при вязкой его консистенціи.

Мало различаясь общей конструкціей, опрокидывающіеся вагоны двухъ упомянутыхъ заводовъ снабжены различными устройствами для пневматическаго опрокидыванія. На вагонахъ завода Western Wheeled Scraper С⁰ пневматическіе опрокидыватели состоятъ изъ горизонтальныхъ воздушныхъ цилиндровъ, системы рычаговъ (рис. 24) и цѣпей или однѣхъ только цѣпей, притягивающихъ ту или другую сторону кузова внизъ, въ вагонахъ другого завода Oliver Manuf. С⁰ опрокидываніе (рис. 25) производится помощью вертикальныхъ цилиндровъ, штоки которыхъ упираются въ ту или другую половину два кузова и приподнимаютъ ее. Въ вагонахъ Western С⁰ первыхъ годовъ постройки Канала опрокидывающее устройство состояло съ каждой стороны вагона изъ горизонтальнаго цилиндра, штокъ котораго дѣйствовалъ при помощи цѣпи на продольный валъ; послѣдній съ насаженными на немъ шкивами приводился во вращеніе, а цѣпи, прикрѣпленныя къ кузову, нави-

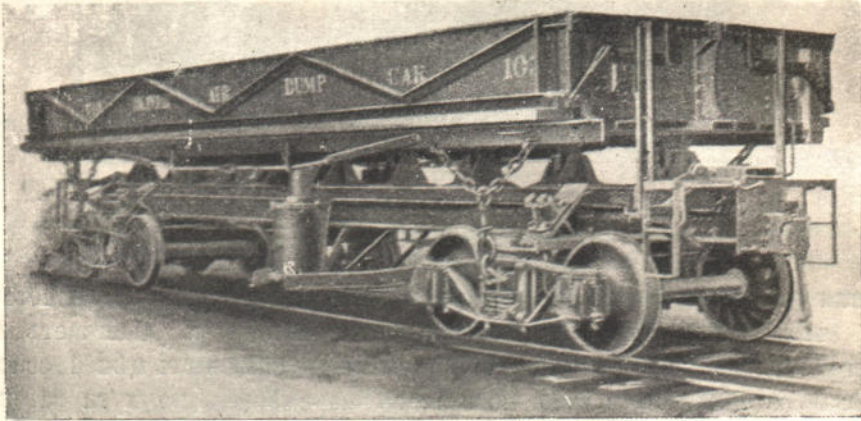


Рис. 25. Вагонъ съ пневматически опрокидывающимся кузовомъ системы Oliver Manuf С⁰.

ваясь на шкивы, тянули за собой внизъ соотвѣтственную сторону кузова. Система эта, нѣсколько сложная и требовавшая частаго ремонта, была затѣмъ замѣнена другой, въ которой рычаги и продольный валъ были устранены, движеніе штока цилиндра, которому придана была большая длина (5'), передавалось непосредственно помощью шкивовъ и цѣпей на кузовъ вагона (рис. 24). Воздухъ сжатый, до 70—90 фунтовъ на кв. дюймъ, для работы опрокидыванія подается безъ всякаго промежуточнаго резервуара изъ воздухопровода, проходящаго во всю длину поѣзда—того же, который служитъ для непрерывныхъ тормозовъ, или же изъ спеціального; послѣднее устройство предпочтительно, такъ какъ при питаніи опрокидывающихъ приборовъ изъ тормазной линіи, во время операціи опрокидыванія, давленіе въ линіи падаетъ и колодки слегка прижимаются къ колесамъ состава. Возвращеніе кузововъ въ нормальное положеніе достигается дѣйствіемъ опрокидывающихъ приборовъ противоположной стороны.

Въ вагонахъ второго завода Oliver С⁰ воздухъ поступаетъ изъ продольнаго поѣзднаго воздухопровода въ резервуаръ, въ которомъ умѣщается количество его,

достаточное для 4-х опрокидываний вагона налегкѣ и 2-х опрокидываний его съ нагрузкой. Изъ этого резервуара воздухъ поворотомъ крановъ у каждаго конца вагона пускается въ вертикальный цилиндръ 18" діаметра той или другой стороны; штокъ этого цилиндра поднимается и, упираясь въ жесткое ребро дна кузова, приподнимаетъ силой въ 14 тоннъ одну его сторону и опрокидываетъ его; подобнымъ дѣйствіемъ цилиндра противоположной стороны кузовъ возвращается въ нормальное положеніе. Сравнивая описанныя системы опрокидыванія въ вагонахъ двухъ заводовъ по результатамъ ихъ службы въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ на работахъ Канала, слѣдуетъ отмѣтить большую сложность и потому болѣе частый ремонтъ первой и не совсѣмъ полезное для кузова приложеніе опрокидывающаго усилія въ одной точкѣ его дна во второй системѣ; хотя ребрами жесткости пола это давление предполагается распредѣленнымъ на всѣ элементы кузова, тѣмъ не менѣе кузовъ страдаетъ значительно больше отъ такого подпиранія снизу, чѣмъ отъ тягового усилія внизъ. Вредныя перекашивающія напряжения испытываютъ также кузова вагона при опрокидываніи ихъ вручную упоромъ въ одинъ край его дна лопатами.

Въ зависимости отъ конструкціи опрокидывающихъ приборовъ и системы подачи пневматической энергіи къ нимъ, операція опрокидыванія производится различно. При утилизаціи энергіи изъ трубопровода непрерывныхъ тормозовъ, рабочіе производятъ у каждаго вагона послѣдовательно расцѣпку соединенія рукавовъ тормазного трубопровода и соединяютъ рукавъ этого послѣдняго отъ сосѣдняго вагона со стороны паровоза съ однимъ изъ двухъ рукавовъ, ведущихъ каждый въ опрокидывающему цилиндру одной стороны опрокидываемаго вагона; открытіемъ крана на соединеніи этихъ рукавовъ пускается воздухъ въ опрокидывающій цилиндръ соотвѣтственной стороны. При проведеніи спеціальныхъ для цѣлей опрокидыванія трубопроводовъ сжатого воздуха по всей длинѣ состава, послѣдній можетъ быть разгруженъ цѣликомъ, т. е. всѣ его вагоны опрокинуты—въ одинъ моментъ; для этого послѣ предварительной расцѣпки цѣпей, удерживающихъ кузова вагоновъ, достаточно поворотомъ крана на паровозѣ пустить воздухъ въ трубопроводъ той

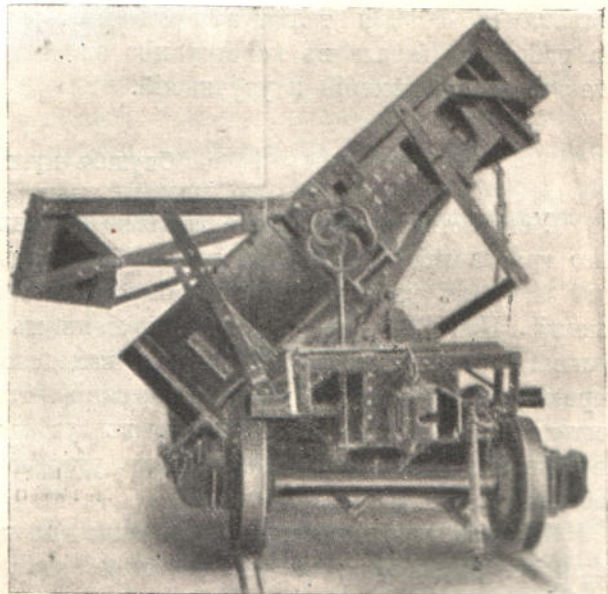


Рис. 26. Вагонъ съ опрокидывающимся кузовомъ въ положеніи разгрузки.

или другой стороны; при желательности частичнаго опрокидыванія вагоновъ при такомъ устройствѣ трехъ трубопроводовъ, опрокидывающіе цилиндры вагоновъ,

не подлежащих опрокидыванию, должны быть кранами отдѣлены отъ трубопроводовъ. При примѣненіи пневматическаго опрокидыванія, одинъ или два рабочихъ свободно обслуживаютъ составъ, для разгрузки котораго опрокидываніемъ вручную потребовалась бы артель человекъ въ 20—30.

Опытъ первыхъ лѣтъ примѣненія большого числа опрокидывающихся вагоновъ показалъ, что наиболѣе слабой деталью ихъ были боковыя отдѣляемыя стѣнки, которыя въ позднѣйшихъ заказахъ или при ремонтѣ были усилены горизонтальными таврами или рельсами, приклепанными по верхнему и нижнему ребру этихъ стѣнокъ, а толщина этихъ послѣднихъ увеличена.

При опрокидываніи вагоновъ упоромъ рычага въ шпалу пути (стр. 75), вслѣдствіе приложенія усилія, на которое вагоны не были рассчитаны, происходило перекашиваніе кузова а колѣнчатая наклонная тяга, выпрямленіемъ которой достигалось отведеніе боковой стѣнки отъ кузова, проходила между вертикальной тягой и торцовой стѣной кузова и задѣвала за выступающія части этой стѣнки; въ позднѣйшихъ заказахъ колѣнчатая тяга была помѣщена дальше отъ торцовой стѣнки, снаружи по отношенію къ вертикальной тягѣ. Выступъ *k* (рис. 22) на торцовой стѣнкѣ кузова, упоромъ о который колѣнчатая тяга при возвращеніи кузова въ нормальное положеніе сгибается, потребовалъ усиленія, такъ какъ при его слабости и изгибѣ колѣнчатая полоса не принимала надлежащаго перегиба, а боковая стѣнка не вплотную прилегала къ кузову и грунтъ терялся по пути; усилены были и тяговыя балки вагоновъ. Усиленіе произведено было также въ элементахъ пневматическаго опрокидывателя системы Oliver, гдѣ, между прочимъ, вертикальный цилиндръ, подвѣшенный къ рамѣ вагона снизу болтами, пришлось связать съ обѣими телѣжками тягами. Кромѣ упомянутыхъ, внесено было на работахъ Канала въ конструкцію опрокидывающихся вагоновъ рядъ второстепенныхъ измѣненій и улучшеній.

5. Служба пути.

Устройство и содержаніе желѣзнодорожныхъ путей для перевозки отрытого грунта представляли въ районѣ перевальной выемки важный и обширный элементъ работъ, которымъ было занято четверть всей рабочей силы въ выемкѣ. Изъ 300 верстъ путей, уложенныхъ въ предѣлахъ средняго строительнаго отдѣленія, до 130 верстъ находилось въ районѣ 15-ти-верстной перевальной выемки; работы по содержанію этихъ путей въ теченіе года (1911) состояли въ снятіи 225 верстъ, въ укладкѣ 320 новыхъ верстъ и въ передвижкѣ 2.250 верстъ, при этомъ удалено 600 стрѣлокъ и крестовинъ и уложено 1.150 новыхъ.

Желѣзнодорожные пути развивались на днѣ каждого слоя постепенно по мѣрѣ его разработки; на днѣ начальной траншеи укладывался вслѣдъ за ея отрывкой путь, служившій одновременно погрузочнымъ и вывознымъ, а къ концу разработки слоя до проектной ширины на днѣ его оказывалось до 10 путей. Начальная траншея (рис. 27), служившая дренажной канавой и раздѣлявшая слой на двѣ продольныя половины, отрывалась обыкновенно до окончанія выемки предыдущаго слоя, для удаленія же остающихся земляныхъ массъ въ каждой половинѣ сохранялись, какъ общее правило, два сквозныхъ главныхъ пути, шедшихъ отъ верхового раздѣльнаго пункта до выхода изъ

выемки въ долину: пути *I, II* на правой половинѣ и пути *I₁* и *II₁*—на лѣвой половинѣ выемки; по путямъ *I* и *I₁* уходятъ груженые составы, по путямъ *II* и *II₁* прибываютъ порожніе. Специализація главныхъ путей поддерживалась всюду, гдѣ было возможно, одиночная колея встрѣчалась только участками и вызывалась какими-нибудь мѣстными препятствіями. Отъ главныхъ путей отвѣтвлялись погрузочные пути, отмѣчавшіеся померами тѣхъ паровыхъ лопатъ, которыя они обслуживали; сѣзды на эти пути съ главныхъ укладывались другъ отъ друга обыкновенно въ разстояніи 4.000 футовъ и притомъ такъ, чтобы груженые составы, двигаясь отъ паровыхъ лопатъ, могли проходить на нихъ безъ осаживанія.

Погрузочные пути: 1, 2, 3 и 4 на лѣвой половинѣ и 5, 6 и 7 на правой половинѣ выемки по мѣрѣ движенія паровыхъ лопатъ сдвигались участками, длина которыхъ отвѣчала разстоянію между слѣдующими другъ за другомъ лопатами (на рис. 27 и 28 прежнее положеніе сдвинутыхъ путей показано пунктиромъ); участки смыкались такъ, чтобы образовать одинъ непрерывный путь, обслуживающій нѣсколько паровыхъ лопатъ; при такихъ передвижкахъ погрузочныхъ путей, выполнявшихся на нѣкоторыхъ участкахъ по 3—4 раза, они не переставали быть связанными посредствомъ сѣздовъ (*c—2, c—3, c—4. . . c—15*) съ главными путями.

При стремленіи возможно скорѣе открыть новый слой т. е. прорыть начальную траншею въ повомъ слоѣ, изъ опасенія, что съ окончаніемъ разработки даннаго слоя не окажется фронта для установки освободившихся паровыхъ лопатъ, работы отступали отъ теоретическаго плана извлеченія каждаго слоя полностью до приступа къ слѣдующему, вслѣдствіе чего обыкновенно оставались при переходѣ въ новому слою недоудѣланными большей или меньшей ширины полосы по краямъ. Такой примѣръ приведенъ на (рис., 28, *d*): путь *IV*, уложенный по бермѣ, обслуживаетъ паровую лопату № 18, снимающую запоздавшую полосу; по этому пути двигаются составы груженые и порожніе, идущіе по бермѣ до конца перевальной выемки при условіи, что такая берма тянется на этомъ протяженіи, въ противномъ же случаѣ проходящія по наклону *H—2* на уровень нижняго слоя, гдѣ они выводятся на главные пути *I₁* и *II₁*; такимъ образомъ, при недоудѣлкѣ крайнихъ полосъ въ родѣ *d*, грунтъ съ бермы опускается для того, чтобы при выходѣ изъ выемки быть поднятымъ.

Подобная недоудѣлка является неизбѣжной въ случаѣ разработки оползня, какъ, на примѣръ, на правой сторонѣ выемки (рис. 28), гдѣ установлена паровая лопата № 6 и оставленъ путь *V*; по этому пути составы съ грунтомъ проходятъ до конца выемки по бермѣ, или же, если таковой нѣтъ на всемъ протяженіи, сѣзжаютъ по спуску *H—3* и сѣздамъ *c—5* и *c—6* на главный выходной путь *I*; порожніе составы подходятъ къ лопатѣ № 6 либо тѣмъ же путемъ, какимъ уходятъ груженые, либо направляются далѣе по главному входному пути *II*, постепенно поднимаясь по мѣрѣ приближенія къ раздѣльному пункту, гдѣ-нибудь переходятъ по наклонамъ на соотвѣтственную берму или выходятъ на ея уровень тамъ, гдѣ она выклинивается, а затѣмъ осаживаются къ лопатѣ № 6.

Одновременно съ завершеніемъ разработки слоя подвигается работа расширенія начальной траншеи въ слѣдующемъ нижележащемъ слоѣ: за паровой лопатой № 20 слѣдуютъ другія; пути *I, I₁, II* и *II₁* должны

дать мѣсто подвигающимся впереди этихъ лопатъ бурильнымъ и взрывнымъ командамъ, что достигается передвижкой этихъ путей къ краямъ слоя на мѣста, освободившіяся послѣ перемѣщенія къ краямъ выемки погрузочныхъ путей. Такимъ образомъ, на поверхности разрабатываемаго слоя всѣ пути, какъ погрузочные, такъ и главные, постепенно передвигаются отъ оси къ краямъ призмы, при этомъ на каждой продольной половинѣ выемки производится обычно перекладка крайняго изъ группы параллельныхъ путей—ближайшій

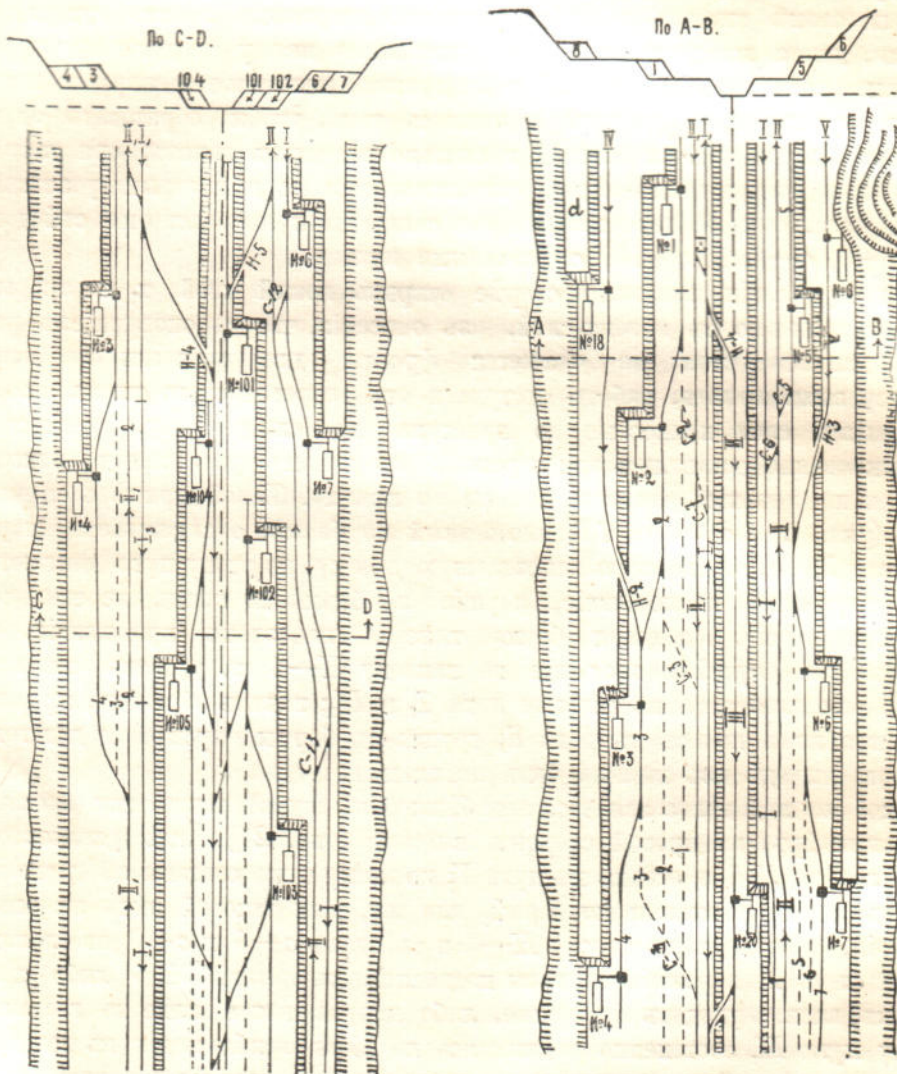


Рис. 27 и 28. Схемы расположенія путей на днѣ разрабатываемой выемки.
Первая стадія. Вторая стадія.

къ оси выемки путь перекладывается на мѣсто для новаго погрузочнаго пути, т. е. на мѣсто наиболѣе удаленное отъ оси; на примѣръ, на лѣвой половинѣ выемки (рис. 28) путь I_1 противъ лопаты № 3 можетъ быть переложень, какъ продолженіе погрузочнаго пути 4, при этомъ пути II_1 —придано назначеніе пути I_1 , то-есть главнаго выходнаго направленія, путемъ II_1 сдѣланъ прежній погрузочный путь I , новый сѣздъ уложенъ между этимъ путемъ и новымъ путемъ II_1 .

Съ началомъ уширенія начальной траншеи наступаетъ 2-ая стадія въ расположенія путей: путь III на днѣ траншеи становится главнымъ сквознымъ вывознымъ, порожніе же составы продолжаютъ возвращаться по поверхности заканчиваемаго слоя и спускаются по наклону $H-4$ на дно траншеи; съ уширеніемъ послѣдней, рядомъ съ путемъ III укладывается второй главный въвозный путь III_1 , (рис. 28), къ нимъ съ обѣихъ сторонъ начинаютъ примыкать погрузочные пути къ паровымъ лопатамъ №№ 201, 202, 203, 204, 205.

На рисункѣ 28 показано расположеніе путей, отвѣчающее такому моменту. На верхнемъ слоѣ на лѣвой сторонѣ еще сохранены главные пути I_1 и II_1 , занявшіе положеніе прежнихъ путей 1 и 2 (рис. 27).

При дальнѣйшей разработкѣ начальной траншеи исчезаетъ одинъ главный путь на лѣвой сторонѣ и все увеличивается число составовъ, направляющихся на новые пути III и III_1 ; въ помощь имъ открывается на новомъ уровнѣ рядомъ съ ними еще пара главныхъ путей, и съ этого момента наступаетъ третья стадія въ расположеніи путей: главныхъ путей на поверхности заканчиваемаго слоя нѣтъ, а на поверхности новаго слоя создаются спеціальныя главные пути для лѣвой и правой продольныхъ половинъ выемки.

Далѣе, наступаетъ съ момента открытія новаго слоя, т. е. прорѣзки новой начальной траншеи новый циклъ, т. е. снова повторяется первая фаза въ расположеніи путей: главные пути—лѣвые и правые раздвигаются для освобожденія по оси Канала полосы шириной въ 70 футовъ, на которой начинаются подготовительныя работы (бурильныя и взрывныя) къ открытію начальной траншеи. При дальнѣйшемъ ходѣ работъ повторяются 3 описанныя стадіи въ измѣненіяхъ расположенія путей, образующихъ полный ихъ циклъ.

Описанный порядокъ перемѣщенія путей съ большими или меньшими отступленіями, вызываемыми мѣстными особенностями, примѣнялся по всему фронту перевальной выемки. На рисункахъ 9—11, изображающихъ сѣверную половину выемки отъ долины р. Чагреса до раздѣльнаго пункта, могутъ быть отмѣчены тѣ отступленія отъ описаннаго общаго метода, какія неизбежно вносились при его осуществленіи—запоздавшія бермы, нарушенія въ линіяхъ движенія, вызванныя оползнями, выпучиванія дна, недостаточность отдѣльныхъ путей спеціальнаго назначенія на нѣкоторыхъ участкахъ, отступленія отъ правильной разстановки паровыхъ лопатъ. Всѣ эти отступленія, которыя не предусматривались теоретическимъ планомъ работъ, тормозили въ большей или меньшей мѣрѣ правильное и быстрое ихъ выполненіе въ виду чего, поскольку возможно, принимались мѣры къ устраненію этихъ отклоненій и возстановленію стройности теоретическаго плана.

6. Служба движенія.

Обращеніе болѣе ста поѣздовъ въ теченіе восьмичасового рабочаго дня на 15-ти-верстномъ фронтѣ перевальной выемки, правильное обслуживаніе ими землеотрывныхъ снарядовъ, разбросанныхъ по длинѣ этого фронта, своевременная подача порожнихъ составовъ къ освободившимся снарядамъ, контроль движенія рабочихъ поѣздовъ внѣ района работъ на путяхъ ведущихъ къ отдаленнымъ свалкамъ — все это потребовало разработаннаго плана перевозки и организаціи отдѣльной службы движенія, постепенно развившейся въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ крупныхъ работъ на Перешейкѣ.

Въ первые годы постройки, общаго управленія поѣздами не существовало — было управленіе ими только по отдѣльнымъ участкамъ работъ; поѣзда, возвращавшіеся съ мѣстъ разгрузки, направлялись завѣдывающими различными послѣдовательными участками къ паровымъ лопатамъ, работающимъ въ ихъ районахъ, составы не использованные въ одномъ участкѣ, продолжали путь далѣе до слѣдующаго, вслѣдствіе чего участки, наиболѣе удаленные отъ концовъ выемки, страдали отъ недостатка въ составахъ и работы распределялись неравномѣрно. Не было также контроля движенія поѣздовъ внѣ предѣловъ выемки на пути ихъ къ свалочнымъ пунктамъ и обратно. Кромѣ того, составы направлялись не прямо на свалки, а въ специально устроенные парки, расположенные поблизости у концовъ выемки передъ выпускомъ ихъ на главную линію Панамской желѣзной дороги для слѣдованія на свалочные пункты. Въ этихъ паркахъ, куда груженные вагоны доставлялись изъ выемки группами отъ отдѣльныхъ землеотрывныхъ снарядовъ, образовывались поѣзда нормальнаго состава, которые затѣмъ спеціальными паровозами отвозились на свалки, паровозы же, приведшіе въ паркъ груженные вагоны, возвращались съ оказавшимися въ паркѣ порожними назадъ въ выемку къ работающимъ паровымъ лопатамъ. Съ развитіемъ работъ такая система обмѣна паровозовъ и составленія въ паркахъ груженныхъ поѣздовъ изъ отдѣльныхъ подаваемыхъ туда группъ вагоновъ стала вызывать задержку въ перевозкѣ грунта — система была скорѣе замѣнена отвозкой полныхъ груженныхъ составовъ непосредственно отъ паровыхъ лопатъ на свалки, результатомъ чего было сбереженіе отъ 40 до 50 минутъ на каждомъ составѣ въ теченіе 8-часового рабочаго дня — этой перемѣнѣ въ системѣ отвозки отвѣчаетъ рѣзкій переломъ кривой стоимости отрывки грунта (см. діаграмму на стр. 48). вмѣстѣ съ тѣмъ, прежняя система управленія движеніемъ поѣздовъ по участкамъ была замѣнена централизаціей управленія ими въ предѣлахъ каждой изъ 2-хъ естественно образовавшихся независимыхъ другъ отъ друга дистанцій работъ — сѣверной на Атлантическомъ и южной на Тихоокеанскомъ склонѣ.

Новая система была осуществлена устройствомъ двухъ главныхъ распорядительныхъ постовъ, по одному въ каждой изъ двухъ дистанцій, и главной конторы движенія, расположенной у раздѣльной точки перевала около середины протяженія выемки. Главные распорядительные посты (или посты 1-го класса) въ вѣдѣніи главныхъ завѣдывающихъ движеніемъ (general yard masters) находились какъ между собой, такъ и съ главной конторой движенія и постами II и III класса, разбросанными вдоль фронта выемки (см. рис. 9, 10 и 11) въ телефонномъ сообщеніи и помѣщались на высокихъ пунктахъ береговъ выемки, откуда въ бинокль можно было наблюдать, если не всю, то большую часть соотвѣт-

ственной дистанціи. Весь районъ выемки раздѣленъ былъ на участки движенія (yards) въ вѣдѣніи постовъ II и III класса, находившихся такъ же, какъ и сигнальные посты (IV класса) въ подчиненіи главнымъ распорядительнымъ постамъ («*M*» на рис. 11, стр. 35). Для управленія составами, вступающими въ выемку и выходящими изъ нея, установлены были спеціальныя концевыя распорядительныя посты («*R*» на рис. 9, стр. 31), находившіяся въ подчиненіи у главныхъ постовъ, но по размѣру и значенію своей работы причислявшіяся какъ и главные, къ постамъ I класса; къ этому же классу относились и конторы движенія на свалочныхъ пунктахъ; эти послѣднія связаны телефоннымъ сообщеніемъ съ главнымъ распорядительнымъ постомъ соответствующей ближайшей дистанціи и телеграфомъ—съ главной конторой движенія, гдѣ въ лицѣ начальника службы движенія (Superintendent of Transportation) централизовано завѣдываніе всѣмъ движеніемъ въ предѣлахъ средняго участка работъ Канала и его свалокъ.

Дѣйствія отдѣльныхъ распорядительныхъ постовъ различныхъ классовъ и общую картину управленія движеніемъ рабочихъ составовъ въ районѣ перевальной выемки можно выяснитъ лучше всего, если прослѣдить, хотя бы въ одной изъ дистанцій (сѣверной), движенія составовъ, возвращающихся со свалокъ въ выемку, подачу ихъ къ снарядамъ и движеніе ихъ послѣ погрузки къ выходу. При приближеніи поѣзда ко входу въ выемку, пунктъ *R*, I класса (рис. 9), находящійся въ сношеніи со свалками къ сѣверу и заранѣе получившій отъ нихъ увѣдомленіе объ обратномъ движеніи порожняго состава, сообщаетъ въ главный распорядительный постъ *M* сѣверной дистанціи о родѣ приближающагося поѣзда, при чемъ указывается типъ вагоновъ: платформъ или же опрокидывающихся вагоновъ; въ первомъ случаѣ указывается сторона разгрузки платформъ, что необходимо знать главному распорядителю для направленія состава къ паровымъ лопатамъ, грузящимъ на западную (правую) или восточную (лѣвую) сторону: составы „правой разгрузки, направляются къ лопатамъ, грузящимъ на восточную сторону, т. е. работающимъ у западныхъ откосовъ, составы „лѣвой разгрузки“—къ лопатамъ у восточныхъ откосовъ. Возвращающійся составъ проходитъ мимо поста *R*, на которомъ въ журналѣ движенія отмѣчается моментъ прохода, № паровоза и типъ вагоновъ; затѣмъ онъ спускается по наклону въ выемку, а тѣмъ временемъ въ главномъ распорядительномъ постѣ *M* рѣшается его назначеніе въ зависимости отъ обстоятельствъ работъ въ предѣлахъ дистанціи въ этотъ моментъ.

Для освѣдомленности о положеніи дѣлъ въ выемкѣ въ каждый моментъ работъ главный распорядитель получалъ отъ участковыхъ завѣдывающихъ извѣщенія о заканчиваемой нагрузкѣ составовъ въ ихъ участкахъ и о номерахъ паровыхъ лопатъ, нуждающихся въ составахъ; на основаніи этихъ свѣдѣній и собственныхъ наблюденій онъ рѣшалъ, куда направить прибывающій порожній составъ, и въ зависимости отъ этого отдавалъ приказаніе (рис. 9, 10 и 12) постамъ II класса: *P* (пик. 1560), *N* (пик. 1612) и *K* (пик. 1710), которые такимъ образомъ являлись непосредственными помощниками главнаго распорядителя; постъ *P* вѣдалъ участкомъ отъ пик. 1500 до поворота у пик. 1595, откуда начинался районъ вѣдѣнія поста *N*, простиравшагося далѣе до пикета 1655; участокъ отъ этого пикета до пикета 1700 находился подъ непосредственнымъ вѣдѣніемъ главнаго распорядителя поста *M*, по обѣ стороны котораго

онъ былъ расположенъ; для управленія же движеніемъ въ верховомъ, нѣсколько удаленномъ отъ пункта *M*, концѣ дистанціи, гдѣ иногда происходилъ переходъ составовъ въ чужую и изъ чужой дистанціи (южной), помѣщенъ постъ II класса *K*. Постъ *P*, получивъ приказаніе о пропускѣ поѣзда далѣе, отдавалъ распоряженіе сигнальному посту $Q^{1/2}$ (IV класса) и постами *P* и *O* о пропускѣ этого состава далѣе на югъ, а сигнальнымъ флагомъ, выбрасываемымъ съ балкона будки оповѣщаль о томъ же стрѣлочниковъ ближайшаго къ посту района, этотъ же сигналъ флагомъ указывалъ и машинисту о движеніи далѣе на югъ. Постъ $Q^{1/2}$ тоже выкидывалъ флагъ дальнѣйшаго слѣдованія. Посты III класса, каковы, напримѣръ, постъ *Q* (пик. 1540) получали приказанія, какъ отъ главнаго распорядителя, такъ и отъ постовъ II класса, въ районѣ которыхъ они находились и помѣщены у мѣстныхъ узловъ путей для управленія ими. Посты $M^{1/2}$ и *L* (пикеты 1640 и 1680), хотя и отнесены были къ 3-ьему классу, но по существу выполняли дѣйствія постовъ II-го класса, находясь въ сферѣ непосредственнаго наблюденія главнаго распорядителя *M* (пик. 1675); они не имѣли столь оживленной дѣятельности, раздѣляя ее въ этомъ районѣ съ главнымъ распорядительнымъ пунктомъ *M*. Постъ III-го порядка *Q*, получивъ приказъ либо изъ поста II класса *P*, въ районѣ котораго онъ находится, или же непосредственно отъ главнаго распорядителя *M*, выкидывалъ сигналъ, какъ для стрѣлочниковъ, такъ и для поѣздной прислуги.

Далѣе составъ переходилъ въ районъ распорядительнаго поста *N* съ сигнальнымъ постомъ *O*, затѣмъ въ районъ непосредственнаго наблюденія главнаго пункта *M* и двухъ его помощниковъ $M^{1/2}$ и *L*. При проходѣ состава мимо *M* на башнѣ выкидывался номеръ паровой лопаты, къ которой составъ предназначенъ, а посты *M* и *L* по телефонному приказу выкидывали флаги, извѣщавшіе стрѣлочниковъ о направленіи состава либо далѣе на югъ по главному пути, либо на погрузочный путь къ какой-нибудь паровой лопатѣ.

Слѣдующимъ за постами IV класса и при томъ важнымъ звеномъ въ организаціи управленія движеніемъ рабочихъ поѣздовъ являлись стрѣлочники на мѣстахъ, снабженные цвѣтными флагами, которыми они сигнализировали поѣздамъ, получая въ свою очередь сигналы флагами отъ постовъ 4-го, 3-го и 2-го классовъ; для привлеченія вниманія этихъ стрѣлочниковъ къ выкидываемымъ на различныхъ постахъ флажнымъ сигналамъ, посты были снабжены пневматическими свистками, которыми также оповѣщалась поѣздная прислуга проходящаго состава.

Правильность и успѣшность работъ въ выемкѣ при описанной системѣ въ значительной степени зависѣли отъ опытности главныхъ распорядителей, которые должны были успѣвать слѣдить за всѣми паровыми лопатами, разбросанными по дистанціи и десятками, одновременно движущихся по всему ея фронту, рабочихъ поѣздовъ, должны были знать расположеніе всѣхъ путей и слѣздовъ, о каждомъ измѣненіи въ которыхъ ихъ немедленно извѣщали съ мѣстъ работъ,—должны были запрашивать и получать донесенія о движеніи поѣздовъ и о состояніи ихъ нагрузки и распоряжаться ихъ движеніями.

Два момента въ теченіе дневной работы управленія движеніемъ—перерывъ работъ въ полдень и прекращеніе ихъ по окончаніи рабочаго дня, особенно наглядно свидѣтельствовали о стройности и выдержанности органи-

заци. Передъ обѣденнымъ перерывомъ всѣ составы отвозились на боковые пути для очистки главныхъ путей, при чемъ объ ихъ расположеніи мѣстные посты доносили главному распорядителю; нѣсколько паровозовъ, отцѣпившись отъ своихъ составовъ, проходили по главнымъ путямъ вдоль всего фронта выемки, собирая машинистовъ паровыхъ лопатъ и поѣздныхъ паровозовъ и развозили ихъ по поселкамъ; по главнымъ путямъ направлялись также два состава для развозки рабочихъ артелей. Всѣ машины и поѣздные паровозы въ выемкѣ оставались на обѣденное время подъ попеченіемъ кочегаровъ.

Передъ окончаніемъ дневныхъ работъ главный распорядитель останавливалъ составы въ выемкѣ, на пути на свалки и на самихъ свалкахъ; всѣ составы въ предѣлахъ выемки задвигались на ночь на боковые пути: ночью всѣ главные пути должны были быть свободны и всѣ стрѣлки установлены по главнымъ путямъ, такъ какъ ночное движеніе ремонтныхъ и другихъ составовъ производилось безъ стрѣлочниковъ. Паровозы составовъ послѣ задвижки послѣднихъ на боковые пути направлялись въ свои депо. О расположеніи составовъ завѣдывающіе районами движенія доносили главному распорядителю, который, на основаніи полученныхъ свѣдѣній отмѣчалъ количество паровозовъ, потребныхъ на слѣдующій день въ томъ или другомъ мѣстѣ работъ; главная контора движенія, получивъ эти цифры, сообщала въ тотъ же вечеръ различнымъ депо о количествѣ паровозовъ, которые они должны выслать на слѣдующій день къ различнымъ входамъ въ выемку, гдѣ ихъ встрѣчали агенты движенія, раздававшіе имъ приказы о назначеніи на опредѣленные мѣста выемки къ опредѣленнымъ составамъ.

При значительномъ удаленіи свалочныхъ пунктовъ отъ выемки оказалось необходимымъ установить контроль движенія на путяхъ, ведущихъ на свалки; съ момента выхода изъ выемки составовъ въ груженомъ состояніи и до момента обратнаго вступленія въ нее со свалки, контроль ихъ движенія переходилъ отъ главныхъ распорядителей и мѣстныхъ постовъ въ выемкѣ къ главной конторѣ движенія, находившейся въ телеграфномъ сообщеніи со станціями и постами главной желѣзнодорожной линіи, по которой происходило движеніе рабочихъ составовъ и съ конторами движенія на свалочныхъ пунктахъ. Свѣдѣнія изъ этихъ пунктовъ и постовъ, поступавшія въ главную контору движенія, заносились дежурными агентами въ дневной журналъ движенія, гдѣ отмѣчалось время прохода каждаго состава черезъ каждую станцію или постъ и время прибытія и ухода со свалки—составы находились такимъ образомъ подъ непрерывнымъ контролемъ.

Кромѣ рабочихъ составовъ, служившихъ для вывоза извлекавашагося изъ призмъ грунта, по путямъ въ выемкѣ происходило движеніе поѣздовъ спеціального назначенія, каковы: балластные, которыхъ имѣлось по одному въ распоряженіи завѣдывающаго каждой дистанціей, поѣзда для развозки матеріаловъ (частей верхняго строенія пути, запасныхъ частей рабочихъ машинъ, угля, масла, смазки и т. п., ремонтные или поѣзда-мастерскія, объѣзжавшіе въ теченіе ночи фронтъ работъ для исправленія стоящихъ вдоль него паровыхъ лопатъ, наконецъ, два вспомогательныхъ поѣзда, бывшіе въ распоряженіи начальника службы движенія и стоявшіе всегда подъ парами въ двухъ пунктахъ вдоль линіи работъ въ полной готовности устремиться по данному сигналу въ то мѣсто, гдѣ требуется ихъ помощь.

При стѣсненности рельсового фронта въ самой выемкѣ, необходимыя

машины съ рабочими составами какъ-то перестановки паровозовъ, выкидки большихъ вагоновъ, введеніе въ составъ на ихъ мѣста здоровыхъ—производилась внѣ ея предѣловъ—на свалкахъ и въ специальныхъ паркахъ при полевыхъ ремонтныхъ мастерскихъ по пути со свалоковъ. Въ выемку составы вступали уже въ совершенно готовомъ къ погрузкѣ состояніи и спускались обычно съ паровозами въ хвостъ, чтобы затѣмъ послѣ нагрузки направляться обратно къ выходу изъ выемки и подниматься при выходѣ въ долинный участокъ съ паровозомъ въ головѣ; у выходовъ, при необходимости преодоленія длинныхъ (до одной версты) подъемовъ въ 0.02 или же короткихъ, но болѣе крутыхъ подъемовъ въ 0.04, на особыхъ путяхъ дежурили запасные паровозы толкачи, которые на ходу состава прицѣплялись къ хвосту его.

Средній суточный пробѣгъ подвижного состава выражался 75-ью верстами, что составляетъ при среднемъ разстояніи отъ работъ до свалоковъ въ 18 верствъ—два оборота состава въ день. Скорость движенія составовъ, для которой на работахъ не было установлено опредѣленнаго предѣла, составляла 15—20 верствъ въ груженомъ состояніи и 20—30 верствъ въ порожнемъ; какъ въ районѣ работъ, такъ и на главныхъ линіяхъ Панамской желѣзной дороги рабочіе составы пускались въ интервалахъ 5 минутъ другъ за другомъ (всѣ составы оборудованы непрерывными тормазамъ) и при выходѣ на главную линію Панамской желѣзной дороги имѣли преимущество передъ пассажирскими и товарными составами дороги, подчиняясь всѣмъ сигналамъ и распоряженіямъ этой дороги и не развивая скорости болѣе 40 верствъ въ часъ.

Полевая служба движенія, къ которымъ слѣдуетъ отнести всѣхъ завѣдывающихъ распорядительными и сигнальными постами, а также поѣздную прислугу рабочихъ поѣздовъ, достигали въ среднемъ отдѣленіи численности 1.300 человекъ. Поѣздная прислуга (машинисты и кондукторы) приписаны были къ различнымъ конторамъ движенія на свалкахъ, при большихъ мастерскихъ и при управленіи строительнымъ отдѣленіемъ, и всѣ подчинены начальнику службы движенія.

7. Свалки и работы по разгрузкѣ.

При громадной, подлежавшей извлеченію изъ призмы Канала, кубатурѣ, изъ которой только 16% могло быть использовано для отсыпки плотинъ, моловъ и желѣзнодорожныхъ насыпей, свалочные пункты представляются весьма серьезнымъ элементомъ въ общемъ планѣ земляныхъ работъ на Перешейкѣ.

Въ предѣлахъ долинныхъ участковъ сравнительно неглубокая призма и разбросанный характеръ самихъ работъ, состоявшихъ въ отрывкѣ отдѣльныхъ холмовъ и срѣзкѣ выступающихъ мысовъ, дали возможность расположить свалочные пункты по сосѣдству съ мѣстами отрывки; вдоль фронта работъ—открытъ былъ рядъ свалоковъ съ небольшими площадями для расположенія мѣстныхъ кубатуръ (до 80.000 к. с.); разгрузочный путь направлялся обычно по горизонтали мѣстности, часто по склону косогора или по берегу расположеннаго внѣ (ниже) предѣловъ призмы Канала рѣчного русла, откуда грунтъ сбрасывался и скатывался внизъ по откосу въ рѣку; мѣстами, при пересѣченіи ручьевъ или рѣчныхъ рукавовъ, строились попереку ихъ эстакады и съ нихъ производилась ссыпка грунта въ потокъ, который совершалъ дальнѣйшую работу его транспортированія.

Менѣе удобнымъ въ смыслѣ расположенія свалочныхъ пунктовъ ока-

зался перевальный районъ, протяженіемъ 15 верстъ; отъ размѣщенія свалочныхъ площадей по сторонамъ фронта отрывки, примѣненнаго на первыхъ порахъ, когда глубина призмы была невелика, пришлось отказаться при достиженіи большихъ глубинъ—груженые составы нельзя было поднимать на десятки саженъ по откосу, надо было выводить ихъ изъ перевальной выемки въ долинныя участки, куда, такимъ образомъ, изъ концовъ выемки выливались громадныя кубатуры съ 15-верстнаго фронта работъ; небольшія мѣстныя свалки въ 4—25 тысячъ кубовъ должны были уступить мѣсто большимъ сборнымъ свалочнымъ площадямъ, емкостью до двухъ милліоновъ кубическихъ саженъ; площади, удобныя для такихъ свалокъ, по линіи уже существовавшей Панамской желѣзной дороги въ долинахъ, усѣянныхъ мѣстными возвышеніями и отдѣльными холмами, между которыми, извиваясь, пролегалі рѣчныя русла, найти не удалось—пришлось расположить свалочныя площади на значительныхъ разстояніяхъ (до 25 вер.) отъ перевальной выемки: на сѣверѣ (рис. 1, 2, 3) для свалки были избраны площади у Tabernilla въ разстояніи 18 верстъ, емкостью въ $1\frac{1}{3}$ милліона кубич. саженъ, а на югѣ въ Miraflores въ разстояніи 3-хъ верстъ отъ южнаго конца выемки, емкостью въ $1\frac{1}{3}$ милліона кубич. саженъ, и у берега Тихаго океана (Balboa) въ разстояніи 15 верстъ отъ конца, выемки съ емкостью въ 3 милліона кубич. саженъ. Кромѣ свалокъ въ Tabernilla, грунтъ изъ перевальной выемки шелъ на сѣверъ на линію переустройства желѣзной дороги и на Гатунскую плотину, а на югъ—кромѣ свалочныхъ площадей въ Мирафлоресъ и Бальбоа часть грунта направлялась на отсыпку плотинъ и мола у Тихоокеанскаго устья.

При значительномъ удаленіи свалочныхъ пунктовъ отъ мѣста отрывки и при большомъ числѣ составовъ (60), въ теченіе рабочаго дня посѣщавшихъ въкоторыя изъ нихъ, представлялось весьма существеннымъ для ускоренія оборота поѣздовъ, а слѣдовательно, при данныхъ разстояніяхъ и при данномъ оборудованіи, и для общей успѣшности земляныхъ работъ, по возможности уменьшить время простоя на свалкахъ, для чего послѣднія были оборудованы специальными устройствами и машинами, ускоряющими операциі по разгрузкѣ составовъ; въ связи съ ихъ примѣненіемъ были приняты особые приемы развитія самихъ свалокъ.

При принятой системѣ разгрузки составовъ изъ однобортныхъ платформъ, свалки должны были имѣть длинныя и прямыя разгрузныя пути, на которыхъ прибывающіе составы могли бы быть подготовлены къ разгрузкѣ, а на случай неравномѣрнаго ихъ прибытія, иногда цѣлой группой, необходимы были пути для ожиданія очереди разгрузки; такимъ образомъ, въ составъ свалочнаго пункта должны были войти пріемный паркъ, пути для подготовки составовъ, паркъ запасныхъ путей, пути для стоянки рабочихъ машинъ и наконецъ, паркъ разгрузочныхъ путей (рис. 29).

Первые три изъ этихъ элементовъ осягаются во время работъ по разгрузкѣ неизмѣняемыми, послѣдній же, по мѣрѣ успѣха работъ, развивается. Развитіе его осуществлялось удлиненіемъ разгрузныхъ путей, уширеніемъ площади свалокъ, т. е. засыпаемой территоріи, наконецъ, подъемомъ самой площади отсыпки. Чѣмъ выше разгрузныя пути надъ засыпаемой площадью, тѣмъ рѣже приходится ихъ сдвигать и поднимать, что удешевляетъ и ускоряетъ работу по разгрузкѣ; высокія свалки, однако, неудобны необходимостью подъема на нихъ груженыхъ составовъ, иногда, при стѣсненности мѣста, по

крутымъ уклонамъ въ 0,01—0,02 съ примѣненіемъ толкачей. Обычно свалки отсыпались въ два слоя, по 10—15 футовъ высотой каждый—первый при открытіи свалокъ сыпался въ случаѣ ровной и твердой мѣстности съ непосредственно уложенныхъ на ней путей, которые затѣмъ постепенно поднимались на верхъ отсыпки, при неровной же или болотистой мѣстности съ эстакадъ; второй слой сыпался обычно безъ эстакадъ и къ нему приступали, когда вся площадь, возможная для засыпки, бывала уже засыпана и выравнена первымъ слоемъ. Отсыпка второго слоя требовала значительно меньше работъ по сравненію съ первымъ въ особенности на болотной мѣстности, гдѣ въ началѣ работъ подъ давленіемъ разгружаемыхъ массъ почва осѣдала, пути проваливались, поверхность земли по соедѣству съ разгрузкой, вздымалась и выпучивалась нарушая все, что на ней было уложено и возведено.

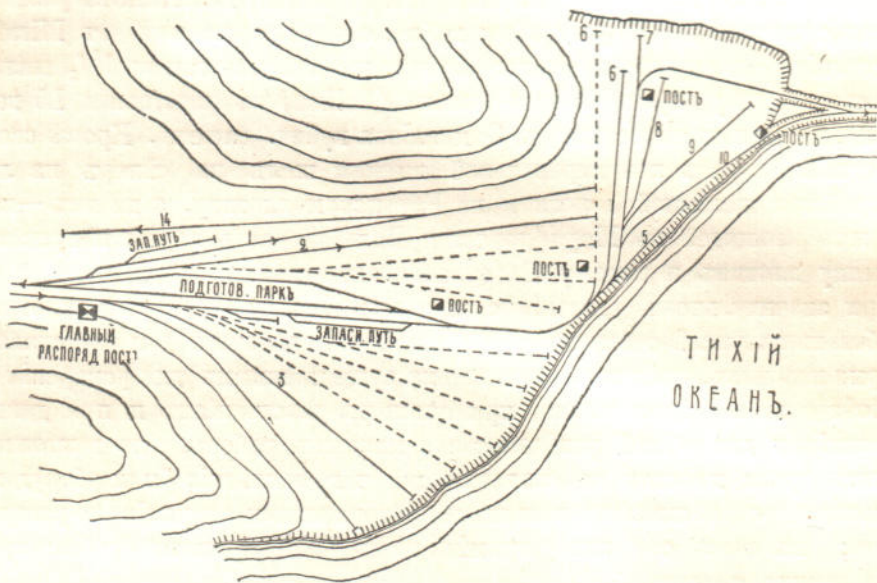


Рис. 29. Общій планъ мѣстности и расположенія свалокъ Тихоокеанскаго устья Канала.

Въ обыкновенномъ расположеніи свалокъ, отъ подходаго пути, по которому прибывали изъ подготовительнаго парка составы отвѣтвлялись въ обѣ стороны (рис. 29) прямолинейные тупиковые пути; въ нѣсколькихъ мѣстахъ примѣнено было треугольное расположеніе путей, при которомъ (пути 7 и 10) поѣзда разгружаются на прямолинейныхъ участкахъ сторонъ треугольника и двигаются вкруговую; для такого движенія треугольникъ по угламъ долженъ былъ имѣть вытяжные пути или же соединеніе сторонъ кривыми.

При расположеніи разгрузныхъ путей на свалочной площади старались направить эти прямолинейные пути такъ, чтобы ихъ тупиковые концы упирались въ естественное возвышеніе почвы (косогоръ, склонъ сопки и т. п.), что дѣлалось съ цѣлью избѣжать сокращенія фронта разгрузки, происходящаго вслѣдствіе недодѣлки разгрузнаго фронта на длину $\frac{3}{4}$ одного вагона, на которомъ помѣщался разгружающій плугъ (рис. 30); при каждой передвижкѣ пути послѣдовательно на мѣста *d*, *e*, *f* и т. д., фронтъ сокращается на 30 фу-

товъ. Въ случаѣ расположенія тупиковъ разгрузныхъ путей на возвышеніи почвы, послѣдній вагонъ съ плугомъ въѣзжалъ на поверхность грунта и такимъ образомъ въ фронтѣ разгрузки не терялась указанная длина; въ случаѣ невозможности по условіямъ мѣстности расположить тупики путей на естественномъ возвышеніи, устраивали подъ прямымъ угломъ къ разгрузнымъ путямъ легкія эстакады (рис. 30),

на которыя послѣдняя платформа съ плугомъ могла въѣзжать и потому весь фронтъ разгрузки до вспомогательной эстакады могъ быть использованъ; иногда вмѣсто эстакады примѣнялись клѣти изъ шпаль, поддерживавшія тупикъ разгрузного пути, переноска этихъ клѣтей по мѣрѣ передвижки пути представляла, однако, долгую и сложную работу. Вмѣсто указанныхъ мѣръ для исправленія неправильности въ ростѣ свалки, имѣющей мѣсто при разгрузкѣ составовъ изъ платформъ, на свалочные пути время отъ времени направляли составы изъ опрокидывающихся вагоновъ, разгрузка которыхъ совершалась или полностью равномерно по всей длинѣ состава или же только вдоль нѣкоторой части состава, вблизи тупика пути, для подсыпки грунта только въ этомъ мѣстѣ, причемъ нѣсколько опорожненныхъ вагоновъ оставляли на этомъ или запасномъ пути, а остальные продвигали для разгрузки у тупика другого, требующаго исправленія свалочнаго пути; иногда цѣлый составъ опрокидывающихся вагоновъ по частямъ выгружался у тупика одного и того же свалочнаго пути.

Въ предѣлахъ долиннаго участка р. Чагресь, гдѣ приходилось по преимуществу удалять глину и иль, послѣдніе во время дождливой поры настолько размягчались, что содержаніе въ исправности разгрузныхъ путей требовало много работъ и задерживало самое разгрузку; для разгрузки составовъ при такихъ условіяхъ примѣнены были два приема, изъ которыхъ одинъ заключался въ томъ, что разгрузной путь укладывался на верхней бровѣ отвеса берега рѣки, протекавшей въ такихъ участкахъ въ призмы Канала, ниже дна послѣдней, или же вдоль верха отвеса длиннаго бокового оврага; выгруженный изъ опрокидывающихся вагоновъ грунтъ сползалъ внизъ по отвесу, а для ускоренія этого сползанія вдоль разгрузнаго пути прокладывался трубопроводъ отъ водопроводной напорной линіи съ рядомъ отростковъ по его

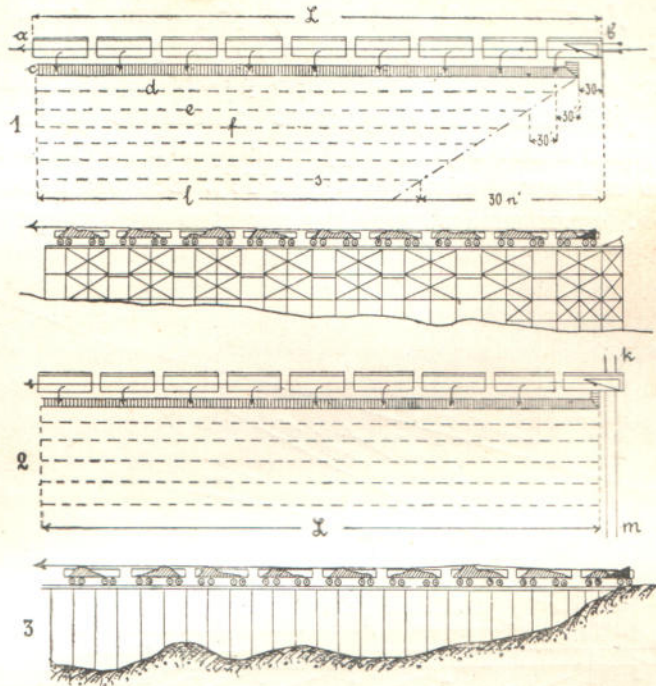


Рис. 30. Сокращеніе длины разгрузнаго фронта и приемы возстановленія первоначальной длины.

длинѣ; артель въ 10 человекъ направляла струи воды изъ рукавовъ отъ этихъ отростковъ на сползавшую массу грунта, тѣмъ ускоряя ея движеніе; иногда въ помощь этой операціи пускался по разгрузному пути разравниватель (стр. 79—80). Составы изъ 10—12 опрокидывающихся вагоновъ въ 0,8 кубич. саж. вмѣстности разгружались въ 30 секундъ. Уклонъ откоса въ одномъ пунктѣ по окончаніи работъ достигалъ 1:22.

Другой методъ состоялъ въ устройствѣ эстакады поперекъ русла рѣки или одного изъ ея рукавовъ и въ разгрузкѣ грунта прямо въ рѣку, теченіе которой совершало дальнѣйшую работу перемѣщенія земляныхъ массъ.

Въ нѣкоторыхъ пунктахъ долинныхъ участковъ примѣнялся приемъ гидравлической отрывки грунта струей воды подъ напоромъ, описаніе котораго помѣщено ниже (въ главѣ IV). Всѣ эти методы, имѣя мѣстный характеръ, примѣнялись для сравнительно небольшихъ кубатуръ, главная же

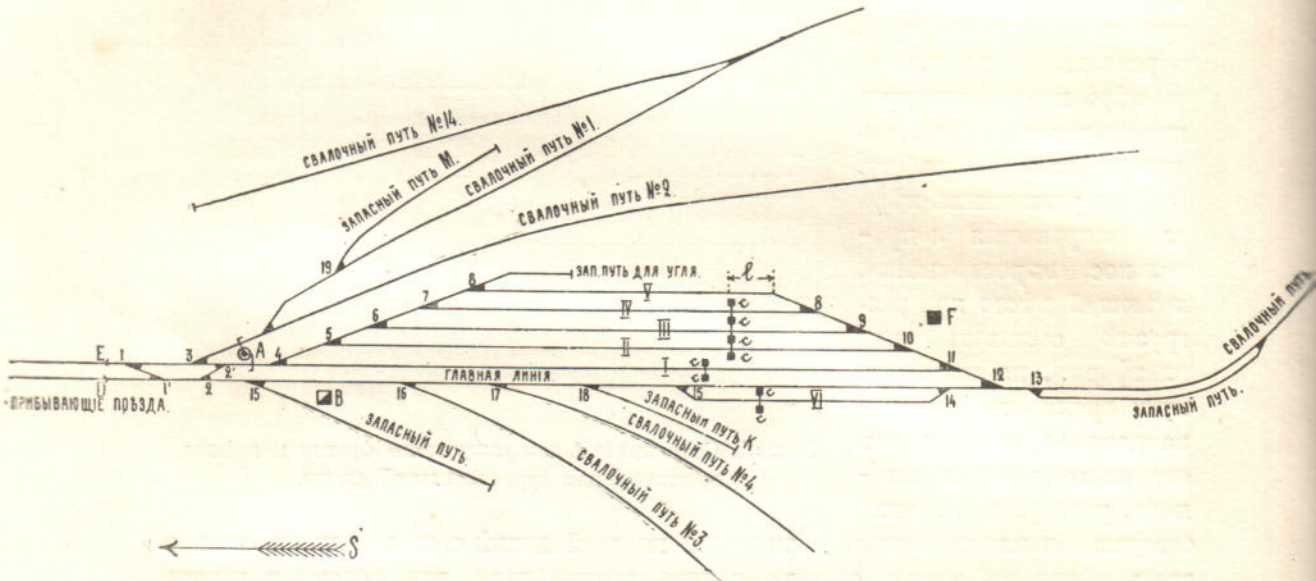


Рис. 31. Расположеніе путей въ подготовительномъ паркѣ передъ свалками.

работа производилась на тѣхъ свалкахъ, куда поступали составы съ грунтомъ изъ перевальной выемки; работы на этихъ свалочныхъ пунктахъ слагались изъ ряда отдѣльныхъ операцій, выполнявшихся при послѣдовательномъ прохожденіи составовъ черезъ составные элементы свалочныхъ устройствъ слѣдующимъ образомъ.

Груженные составы, обычно изъ однобортныхъ платформъ, прибывали съ главной линіи, идущей изъ выемки, по пути *D* (рис. 31), по которому вступали въ подготовительный паркъ; съ линейнымъ паровозомъ въ головѣ составы, по указаніямъ завѣдывающаго движеніемъ въ паркѣ поста *B*, направляются по стрѣлочной улицѣ на одинъ изъ путей *I*, *II*, *III*, *IV* или *VI* и проходятъ подъ ворота *c*, состоящія изъ перекладины на столбахъ, устанавливаясь послѣднимъ (хвостовымъ) своимъ вагономъ подъ этими воротами; при длинѣ нормального состава изъ 21 платформъ въ $43' \times 21 + 64' = 967'$, длина участка путей за воротами должна быть не менѣе 1.000 футовъ.

Линейный паровоз, установивъ въ указанномъ положеніи составъ, отцѣпляется и по стрѣлочной улицѣ 11—8 проходитъ на путь *V*, на которомъ установлены плуги, выброшенные на этотъ путь по окончаніи разгрузки предыдущихъ составовъ; захвативъ ближайшій изъ нихъ линейный паровозъ возвращается по улицѣ 11—8 къ своему составу, къ головѣ котораго подводитъ плугъ и проходитъ по пути *I* или *II* въ лѣвый конецъ парка, гдѣ получаетъ отъ поста *B* указаніе пройти на запасный путь *M*, или же (въ большинствѣ случаевъ) въ хвостъ своему или другому составу для помощи маневровому паровозу при подъемѣ составовъ на высокія свалки; иногда линейный паровозъ направляется къ уже разгруженному составу, оставленному на одномъ изъ свалочныхъ путей, для обратнаго движенія на главную линію по пути *E* въ выемку.

Пока линейный паровозъ занятъ описанными маневрами, маневровый паровозъ парка съ лебедкой (на отдѣльной платформѣ), освободившись и вернувшись со свалочнаго пути, подходит по указанію поста *B*, имѣя предъ собою лебедку, къ хвосту одного изъ составовъ, установленныхъ подъ воротами *c*; конецъ каната лебедки забрасывается на цѣпь (рис. 32), переки-

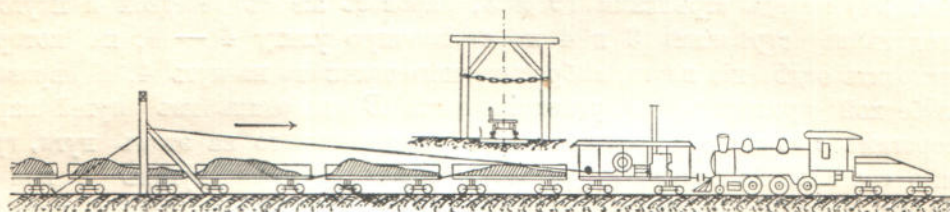


Рис. 32. Протягиваніе каната для подготовки состава къ разгрузкѣ плугомъ.

нутую поперекъ воротъ, послѣ чего происходитъ операція „протягиванія каната“ (stretching the cable), имѣющая цѣлью соединить лебедку и плугъ, прицѣпленные по концамъ состава, канатомъ съ лебедки черезъ весь составъ; для этого поѣздъ осаживается, проходя обратно подъ воротами. Если составъ предназначенъ къ разгрузкѣ на одномъ изъ свалочныхъ путей, примыкающихъ къ лѣвому концу парка, (рис. 31) то при протягиваніи каната составъ не останавливается въ тотъ моментъ, когда плугъ проходитъ въ створѣ воротъ, на ходу канатъ сбрасывается шестомъ съ цѣпи воротъ, падаетъ на плугъ и къ нему прикрѣпляется; при назначеніи же состава къ разгрузкѣ на одномъ изъ путей, примыкающихъ къ правому концу парка, осаживаніе для протягиванія каната все же необходимо, при чемъ сбрасываніе каната съ цѣпи воротъ производится въ тотъ моментъ, когда по достиженіи плугомъ воротъ направленіе движенія состава мѣняется; на осаживаніе и остановку уходитъ до пяти минутъ, вся же операція подготовки состава къ разгрузкѣ отъ момента прибытія его въ паркъ требуетъ около получаса. На цѣпи, перекинутой поперекъ воротъ, имѣется разъемное кольцо, которое при ударѣ шестомъ раскрывается и канатъ отдѣляется; въ цѣпи имѣется предохранительное звено съ временнымъ сопротивленіемъ въ $1\frac{1}{2}$ тонны для предохраненія воротъ отъ повалки при увеличившемся усиліи тягового каната. Подготовленный составъ (рис. 33) направляется на одинъ изъ свалочныхъ путей по указанію поста *B*, имѣя такимъ образомъ въ головѣ (по направленію движенія на

свалку) плугъ, а въ хвостѣ лебедку и одинъ или два паровоза; такое расположение вызвано необходимостью имѣть въ болѣе удаленномъ и менѣе сплотившемся концѣ разгрузной насыпи болѣе легкія единицы состава — плуги и платформы вмѣсто паровозовъ.

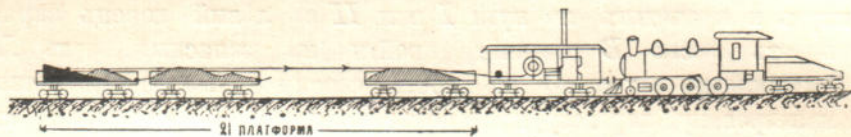


Рис. 33. Подготовленный къ разгрузкѣ плугомъ составъ.

Операция разгрузки или протаскиванія плуга производится въ теченіе 5—10 минутъ, послѣ чего составъ возвращается, имѣя въ головѣ одинъ или два паровоза, затѣмъ лебедку и за ней плугъ, который при операциі разгрузки пропутешествовалъ черезъ весь составъ, перейдя съ послѣдней платформы на ближайшую къ лебедкѣ; составъ оставляется на пути 1 и 2 (рис. 31) передъ стрѣлками 19 и 3, паровозъ же съ лебедкой и плугомъ проходитъ по стрѣлкамъ 3 и 4 на стрѣлочную улицу 4 — 8, на которой происходитъ отдѣленіе плуга, выбрасываемаго толчкомъ на путь 4, а паровозъ съ лебедкой проходитъ по указанію поста *B* на одинъ изъ путей парка къ воротамъ *c* въ хвостъ, предварительнаго установленнаго на этомъ пути, груженнаго состава. Къ порожнему составу, покинутому на путяхъ 1 или 2, подходит линейный паровозъ, стоявшій передъ этимъ на запасномъ пути *M*, или же одинъ изъ только что приведшихъ груженые составы со свалокъ черезъ правый конецъ парка; послѣдніе останавливаются на свободныхъ парковыхъ путяхъ, линейный же паровозъ съ лебедкой и плугомъ проходитъ въ лѣвый конецъ, за стрѣлочную улицу 4 — 8, гдѣ происходитъ подобная указанной выше операция вытѣрки плуга на путь 5-ый и проходъ паровоза съ лебедкой въ хвостъ одному изъ установленныхъ подъ воротами *c* груженому составу. Распорядительный постъ *B*, вѣдавшій всѣми движеніями, какъ въ паркѣ, такъ и на свалочныхъ путяхъ, находился въ телефонномъ сообщеніи съ постами на главной линіи, ведущей изъ выемки на свалки, и получалъ свѣдѣнія о количествахъ и родѣ направлявшихся на свалку составовъ; для нихъ онъ своевременно освобождалъ пути парка и свалокъ.

При большой площади послѣднихъ (до 115 десятинъ), для управленія движеніемъ на 14 уложенныхъ на ней длинныхъ разгрузныхъ путяхъ, были устроены въ разныхъ точкахъ ея, телефонные посты сообщавшіе посту *B* объ обстоятельствахъ движенія въ прилегающихъ къ нимъ районахъ, о необходимости присылки машинъ (разравнивателя, путеперекладывателя), о готовности пути къ приему состава для разгрузки. Черезъ эти же мѣстные посты передавались стрѣлочникамъ 1 — 1, 2—2' и стрѣлочникамъ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17 и 18 распоряженія поста *B*. Машинъ для разравниванія и для перекладыванія пути въ ожиданіи работы устанавливались на запасномъ пути *M*.

Для производства разгрузныхъ операций на Бальбоаскихъ свалкахъ (рис. 31), куда въ теченіе 8-часового рабочаго дня прибывало 50 составовъ изъ однобортныхъ платформъ и 5 составовъ изъ опрокидывающихся вагоновъ,

было три маневровыхъ паровоза при 3-хъ разгрузныхъ лебедкахъ, два разравнителя (стр. 78—84), одинъ путеперекладыватель, четыре плуга „правыхъ“ и четыре „лѣвыхъ“.

Составы, возвращавшіеся со свалокъ въ выемку, должны были имѣть паровозы въ хвостѣ вслѣдствіе необходимости ихъ расположенія въ головѣ при движеніи изъ выемки и неудобства производства маневровъ по перестановкѣ паровозовъ на стѣсненномъ фронтѣ работъ въ выемкѣ; изъ свалочнаго же парка, по условіямъ работъ въ нихъ и расположенія путей, какъ указано было выше, составы уходили съ паровозомъ въ головѣ, почему приходилось до вступленія ихъ въ выемку производить перестановку; послѣдняя выполнялась въ тѣхъ паркахъ по пути на главной линіи, гдѣ производилось отдѣленіе больныхъ вагоновъ, не пропускавшихся обратно на работу. Въ такихъ промежуточныхъ паркахъ прибывающій со свалокъ составъ съ паровозомъ въ головѣ направлялся на путь, на которомъ установленъ нормальный составъ изъ выздоровѣвшихъ вагоновъ; пройдя въ хвостъ этому составу, паровозъ отцѣплялся отъ приведеннаго прицѣплялся къ хвосту стоящаго передъ нимъ здороваго и съ нимъ, занимая надлежащее положеніе, направлялся въ выемку; изъ оставленнаго же состава маневровымъ паровозомъ промежуточнаго парка выбрасывались больные вагоны, шедшіе на тутъ же расположенные больничные пути, мѣста ихъ замѣнялись здоровыми, послѣ чего обновленный составъ ожидалъ прибытія слѣдующаго поѣзда со свалокъ.

Для того, чтобы при указанной перецѣпкѣ паровоза въ хвостъ ожидающаго его порожняго состава, не терялось времени на снабженіе этимъ паровозомъ скатымъ воздухомъ тормазнаго трубопровода состава, послѣдній до прихода паровоза уже наполнялся изъ мѣстной пневматической линіи, имѣвшей вдоль путей парка выпускныя отростки. При указанномъ планѣ работъ паровозъ дважды мѣнялъ ведомый составъ за одинъ оборотъ между выемкой и свалкой: на самихъ свалкахъ и въ промежуточномъ паркѣ. Общій планъ работъ на прочихъ свалочныхъ пунктахъ, за исключеніемъ мелкихъ деталей, мало отличался отъ вышерассмотрѣннаго и потому описаніе ихъ здѣсь не приводится; ниже рассмотрѣны сама операція по разгрузкѣ и тѣ орудія, которыми она производилась и которыми обслуживались свалки.

Приготовленный въ описанныхъ подготовительныхъ паркахъ составъ, имѣя въ головѣ плугъ, а въ хвостѣ лебедку и одинъ или два паровоза, (рис. 33), направляется на одинъ изъ разгрузныхъ путей и останавливается въ мѣстѣ разгрузки, паровозъ выпускаетъ паръ въ цилиндры стоящей рядомъ съ нимъ паровой лебедки, и по сигналу кондуктора лебедка начинаетъ навивать стальной канатъ, соединяющій ее съ плугомъ, который протаскивается вдоль всего состава и переходитъ съ одной платформы на другую по соединительнымъ фартукамъ. Скорость передвиженія плуга, зависящая отъ рода грунта, составляетъ въ среднемъ—отъ 2-хъ до 2½ футовъ въ секунду, что при длинѣ состава въ 120 сажень даетъ полное время разгрузки въ 7—5 минутъ; на платформахъ, загруженныхъ большими глыбами скалы или же на слабыхъ поврежденныхъ, по сигналу кондуктора скорость движенія плуга уменьшается. Для наблюденія за правильнымъ движеніемъ плуга кондукторъ съ десятникомъ, завѣдывающимъ разгрузнымъ путемъ и двумя рабочими артелями слѣдуютъ по опорожненнымъ платформамъ за плугомъ, а поѣздные помощники кондуктора распо-

загаются одинъ посредиѣ длины состава, а другой неподалеку отъ лебедки для передачи сигналовъ (флагомъ) кондуктора машинистамъ лебедки и паровоза. Въ числѣ персонала, участвующаго въ операціи разгрузки, кромѣ упомянутыхъ лицъ, входятъ машинистъ и одинъ рабочій на лебедкѣ, машинисты и кочегары на каждомъ изъ паровозовъ маневроваго и линейнаго—всего одиннадцать человекъ на одну разгрузную единицу, состоящую изъ плуга, лебедки, и двухъ паровозовъ и разгружающую въ среднемъ 500 пудовъ въ 8-часовой рабочей день, на что потребовалось бы при ручной работѣ, предполагая объемъ разгрузки однимъ рабочимъ въ день въ 1 куб. сажень, 500 рабочихъ. Артель разгрузного пути (15 — 25 человекъ), занятая работами по сооруженію и развитію свалочнаго пути, не принимаетъ участія въ операціи разгрузки, слѣдя только за тѣмъ, чтобы осколки разгружаемой скалы не попадали на рельсы этого пути.



Рис. 34. Разгрузка плугомъ состава изъ однобортныхъ платформъ при отсыпкѣ мола.

Методъ разгрузки помощью лебедки и плуга, не требуя затормаживанія состава на время работы, позволяетъ, въ случаѣ необходимости, разгружать грунтъ въ одной точкѣ вмѣсто сбрасыванія его вдоль всего фронта — это достигается одновременнымъ дѣйствіемъ разгрузной лебедки и перемѣщеніемъ самого состава въ сторону, противоположную движенію плуга, со скоростью, равною скорости перемѣщенія плуга; комбинированіемъ двухъ движеній: плуга по составу и состава по разгрузному пути, можно достигнуть выгрузки любого количества грунта на одномъ погонномъ футѣ пути; этого нельзя было дѣлать при, примѣнявшемся въ Америкѣ съ 90-хъ годовъ прошлаго столѣтія и до послѣдняго времени, методѣ разгрузки плугомъ, но безъ лебедки, а помощью паровоза, для чего составъ затормаживался, иногда даже притягивался анкерами къ рельсамъ пути, а паровозъ отцѣплялся и отходилъ, увлекая канатъ,

прикрѣпленный къ плугу; при такомъ методѣ тяговая сила паровоза, зависящая отъ сдѣвленія, оказывалась иногда недостаточной для сгрузки грунта, при примѣненіи же лебедки, тяговое усилие, передающееся отъ лебедки плугу черезъ рамы самихъ вагоновъ, отъ сдѣвленія колесъ съ рельсами пути не зависитъ.

Методъ разгрузки плугомъ, съ успѣхомъ примѣнявшійся на прямолинейныхъ путяхъ, въ случаѣ кривыхъ, требовалъ введенія направляющихъ блоковъ (рис. 35), оказывался медленнымъ и малоуспѣшнымъ, почему на такихъ путяхъ грунтъ ссыпался не изъ однобортныхъ платформъ, а изъ опрокидывающихся вагоновъ.

Описанный методъ приготовления составовъ къ разгрузкѣ и самой разгрузки примѣнялся только къ поѣздамъ, состоявшимъ почти

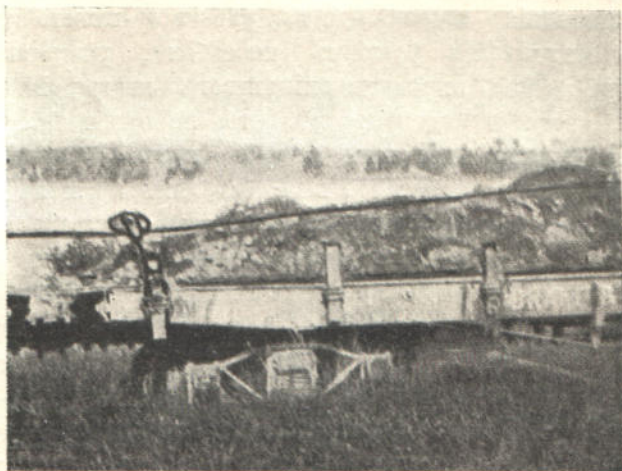


Рис. 35. Разгрузка состава плугомъ на криволинейномъ пути съ примѣненіемъ направляющаго блока.

исключительно изъ однобортныхъ платформъ, составы же изъ опрокидывающихся вагоновъ не требовали подготовительныхъ работъ и прямо направлялись съ путей парка передъ свалками на отдѣльные свалочные пути; благодаря этому они попадали на разгрузные пути быстрѣе составовъ изъ платформъ, но простаивали на нихъ значительно дольше послѣднихъ—требуя при пневматическихъ опрокидывающихъ приспособленіяхъ отъ 15 до 40 минутъ, а при ручномъ опрокидываніи отъ 15 минутъ до 1 часа, въ зависимости отъ состоянія разгрузного пути и правильности нагрузки, т. е. расположенія грунта съ перевѣсомъ на сторону разгрузки. При хорошемъ состояніи разгрузного пути, правильной нагрузкѣ вагоновъ и проворной артели въ 35—40 человекъ удавалось иногда разгрузить составъ въ 27—35 вагоновъ въ 4—5 минутъ.

Разгрузка опрокидывающихся вагоновъ производилась пневматическимъ способомъ, помощью упоровъ и вручную; первый изъ приѣмовъ, при сильномъ перевѣсѣ вагона въ сторону обратную разгрузкѣ, требовалъ въ помощь одинъ изъ двухъ другихъ приѣмовъ. При пневматическомъ способѣ, рабочіе разгрузной артели, переходя отъ вагона къ вагону, освобождаютъ удерживающія цѣпи одной стороны и поворотомъ крановъ на трубопроводахъ пускаютъ воздухъ въ опрокидывающіе цилиндры соответственной стороны; иногда опрокидываются разомъ всѣ или цѣлая группа вагоновъ состава. При ручномъ приѣмѣ, рабочіе, расцѣпивши удерживающія цѣпи одной стороны вагона, упираются лопатами въ кузовъ вагона и опрокидываютъ его; въ случаѣ неправильной нагрузки вагона съ перевѣсомъ, опрокидывать такимъ ручнымъ способомъ оказывается трудно, а потому прибѣгаютъ къ иному, состоящему въ примѣненіи отрезка 5-дюймовой водопроводной трубы, раструбный конецъ которой упираютъ въ кузовъ вагона, а противоположный, въ которомъ для удобства упора дѣлается вырѣзъ, приставляется къ шпаль-

пути; послѣ такой установки трубы, рабочей придерживаетъ ее въ наклонномъ положеніи до тѣхъ поръ, пока слегка надвигаемый на нее вмѣстѣ со всѣмъ составомъ вагонъ нижней частью своего кузова не упрется въ ея верхній конецъ; при дальнѣйшемъ весьма медленномъ перемѣщеніи поѣзда кузовъ приподнимается и опрокидывается. При этомъ приѣмѣ достаточно для опрокидыванія вагона одного рабочего вмѣсто цѣлой артели, потребной для опрокидыванія ручнымъ способомъ, разгрузка идетъ скорѣе, но вагоны при такомъ опрокидываніи кузова, когда дѣйствующее внѣшнее усиліе прилагается къ одной точкѣ, что не отвѣчаетъ расчетному предположенію о приложеніи внѣшнихъ силъ къ кузову, перекашиваются и требуютъ непрерывнаго ремонта; этотъ методъ тѣмъ не менѣе нашелъ широкое примѣненіе на работахъ Канала, гдѣ скорость оказывалась важнѣйшимъ факторомъ въ производствѣ строительныхъ операцій. При разгрузкѣ опрокидывающихся вагоновъ, нерѣдко приходилось примѣнять предварительное взрываніе динамитомъ отдѣльныхъ глыбъ скалы, которыя не могли пройти въ 5-футовое отверстіе между краемъ отведенной боковой стѣнки и дномъ опрокинутого кузова; эти взрывы (dobby shots) производились посредствомъ поверхностнаго приложенія къ глыбамъ на самихъ вагонахъ отдѣльныхъ динамитныхъ патроновъ, что неблагоприятно отзывалось на кузовахъ вагоновъ, усиливая ихъ износъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, для возможности опрокидыванія неправильно нагруженныхъ вагоновъ, рабочіе вручную разгружали соответственную сторону платформы.

Въ то время, какъ опрокидывающіеся вагоны не требовали никакихъ специальныхъ машинъ для разгрузки, составы въ платформѣ разгружались при помощи специальныхъ разгрузныхъ машинъ или лебедокъ (unloading machine, unloader) и плуговъ (plow), а для быстрого развитія свалокъ при мѣнялись особыя машины: разравниватели (spreader) и путепрокладыватели (trackshifter).

Разгрузная машина (рис. 36, 37), соединяемая на время работы съ плугомъ черезъ весь поѣздъ канатомъ, представляетъ лебедку мощностью въ 60 тоннъ, всѣ части которой расположены на сплошной чугунной плитѣ въ 8 дюймовъ толщины, площадью $20' \times 9\frac{1}{2}'$ кв. фут., придающей большую жесткость всей машинѣ и сохраняющей неизмѣнность расположенія подшипниковъ ея валовъ; два паровыхъ цилиндра А ($12' \times 12''$, одиночнаго расширенія) при посредствѣ двойной зубчатой передачи сообщаютъ движеніе зубчатому чугунному колесу В, насаженному наглухо на валу С. Барабанъ D лебедки свободно вращается на этомъ валу, а для вращенія вмѣстѣ съ валомъ С, которому помощью колеса В передается рабочее усиліе машины, барабанъ D сдѣляется съ валомъ помощью кулачной муфты *u*, помѣщенной у торца барабана со стороны, противоположной большому зубчатому колесу В; одна часть этой сдѣлки прикрѣплена къ торцу барабана, другая—къ концу вала между торцомъ барабана и подшипникомъ вала; сдѣлка управляется рычагомъ III и тягой *a*. Ленточный тормазъ Л, охватывающій край барабана, приводится въ дѣйствіе рычагомъ I; кромѣ этихъ двухъ рычаговъ, помѣщены рядомъ съ нимъ на площадкѣ машиниста позади лебедки еще два рычага: II—для перемѣны направленія движенія колеса В съ валомъ С и рычагъ IV—отъ крана, регулирующаго впускъ пара въ цилиндры А изъ трубопровода *к*, идущаго отъ паровоза; рабочее давленіе—12 атмосферъ. Поверхность

барабана снабжена бороздами, въ которыя ложится первый слой каната, а для направленія послѣдняго при наматываніи на барабанъ имѣется впереди лебедки колесико x , скользящее по штангѣ zz и слѣдующее поперечному перемѣщенію свивающагося или навивающагося на барабанъ стального каната; послѣдній для разгрузныхъ машинъ примѣнялся $1\frac{1}{2}$ -дюймового калибра, длиной 1.000 футовъ; на работахъ Канала эти канаты, несмотря на тяжелыя

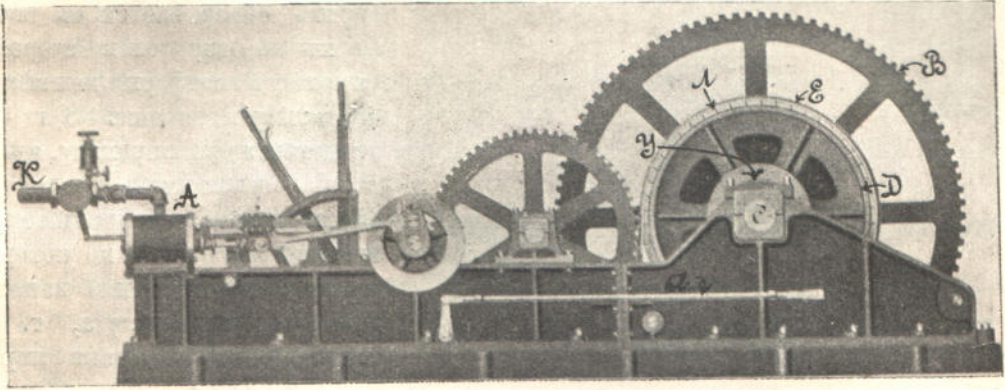


Рис. 36. Разгрузная лебедка (unloader) для протаскиванія плуга по составу.

условія, какъ климатическія, такъ и механическія (при разгрузкѣ громаднхъ глыбъ скалы вѣсомъ до 10 тоннъ), служили хорошо и случаи ихъ обрывовъ были рѣдки. Изъ 30 разгрузныхъ лебедокъ, примѣненныхъ свалочныхъ пунктахъ работъ канала, только четыре принадлежали легкому папу мощностью

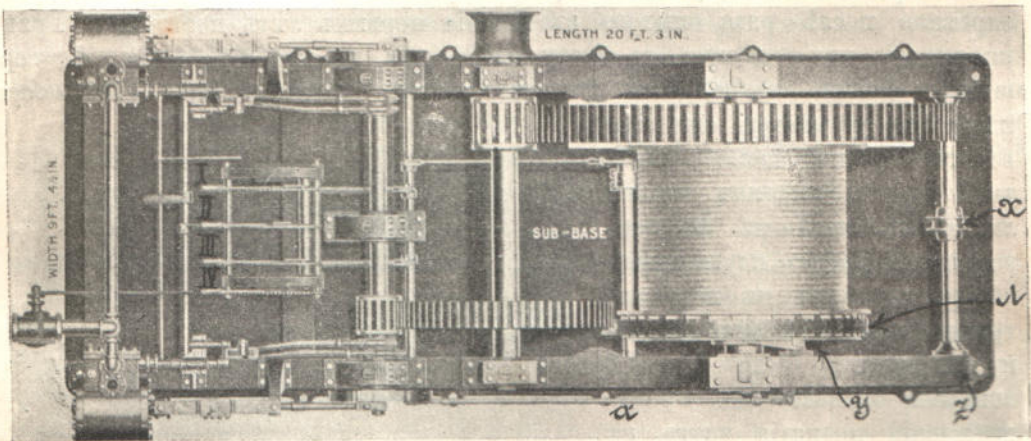


Рис. 37. Планъ разгрузной лебедки (unloader).

въ 25 тоннъ, остальные имѣли болѣе сильную конструкцію и развивали тяговое усилие до 60 тоннъ; первыя примѣнялись только при землястыхъ легкихъ грунтахъ, которыхъ въ выемкѣ канала было немного, 60-тонныя же машины работали при скалистомъ грунтѣ. Всѣ зубчатые зацепленія въ легкомъ типѣ — чугуныя, а въ сильномъ — стальныя.

Производительность 60-тонной лебедки на работахъ Канала выражалась въ среднемъ въ разгрузкѣ 360 — 400 поѣздовъ въ теченіе мѣсяца или

12—13 поѣздовъ въ рабочій день, что составляло отъ 360 до 400 кубич. сажень грунта въ день при максимум-ѣ (стр. 144), доходившемъ до 500 кубич. сажень въ день. Какъ уже упоминалось выше, машина обслуживалась однимъ машинистомъ и однимъ рабочимъ

Плуги, примѣнявшіеся въ комбинаціи съ описанными лебедками для разгрузки составовъ изъ платформъ, принадлежатъ къ типу одностороннихъ

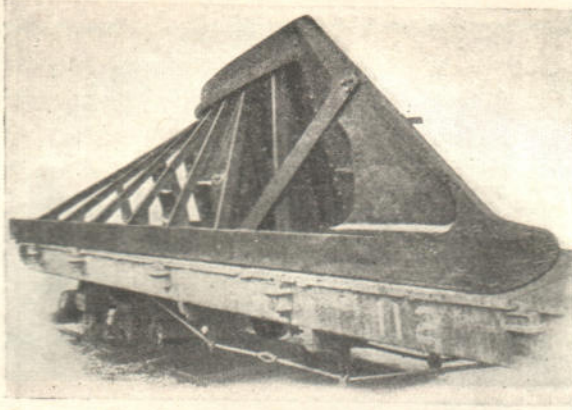


Рис. 38. Плугъ для сбрасыванія грунта съ одностороннихъ платформъ. Видъ со стороны борта, который здѣсь для ясности рисунка снятъ.

плуговъ, дѣйствіемъ которыхъ грунтъ сбрасывается съ платформъ на одну только сторону, съ которой платформъ не имѣютъ борта; плуги эти (рис. 38 и 39) представляютъ пирамиду, одной гранью уложенную на платформѣ вагона и перемѣщаемую впередъ вершиной, къ которой прикрѣпляется тяговая канатъ; длина стороны плуга, т. е. высота боковой грани пирамиды 26 футъ; вершина пирамиды, лежащая на полу платформъ у ея борта, одѣта сплошной стальной отливкой, загнутой слегка кверху и отогнутой отъ

борта, на этой отливкѣ на высотѣ $1\frac{1}{2}$ футъ отъ пола платформъ расположена точка приложенія тягового усилія, назначеніе которой на правильной высотѣ оказалось существеннымъ условіемъ успѣха работы и было окончательно фиксировано послѣ ряда опытовъ въ теченіе первыхъ лѣтъ постройки. Грань пирамиды, прилегающая къ борту платформъ, по мѣрѣ удаленія отъ вершины, слегка наклоняется внутрь вагона, образуя какъ бы косую плоскость; пирамида представляетъ стальной скелетъ, обшитый въ плоскостяхъ граней листовымъ желѣзомъ. Въ первое время работъ плуги имѣли обшивку только на передней грани—сбрасывающемъ крылѣ и загружены были 10—12 тоннами балласта для предупрежденія поднятія плуга на верхъ грунта, лежащаго на платформамъ; при такомъ устройствѣ небольшіе куски скалистаго грунта постоянно попадали подъ плугъ и черезъ его верхъ во внутреннюю его полость, что сопровождалось порчею вагонныхъ половъ и междувагонныхъ фартуковъ,—поврежденіе верхней и нижней граней пирамиды стальными листами устранило это неудобство; болѣе правильнымъ распределеніемъ балласта вдоль сбрасывающей плоскости крыла вѣсъ его былъ уменьшенъ до 3—4 тоннъ. Сбрасыва-

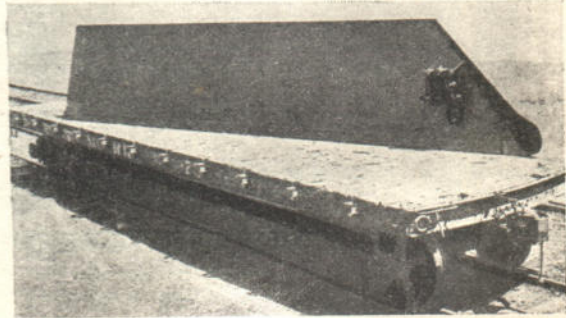


Рис. 39. Плугъ для сбрасыванія грунта съ платформъ. Видъ со стороны разгрузки.

вающей плоскости крыла вѣсъ его былъ уменьшенъ до 3—4 тоннъ. Сбрасыва-

вающая передняя часть, построенных заводом Marion C^o и примѣненных на работах Канала, плуговъ имѣетъ видъ остраго клина въ планѣ постепенно уширяющагося по прямой, въ другихъ же американскихъ плугахъ, не примѣнявшихся, однако, на Каналѣ, это уширеніе сдѣлано по кривой, благодаря чему въ первые моменты упора въ грунтъ передними элементами сбрасывающаго крыла давленіе въ нормальномъ къ оси вагона направленіи (т. е. давленіе на бортъ) уменьшено, а при дальнѣйшемъ движеніи плуга, когда часть грунта уже сдвинута и сопротивленіе въ послѣдующихъ сѣченіяхъ плуга уменьшается, уголъ крыла постепенно увеличивается—этимъ достигается уменьшеніе и большая равномерность давленія на бортъ платформы.

Плуги для разгрузки на правую (считая по направленію движенія плуга) и лѣвую сторону, не симметричны по конструкціи, а потому различаются плуги правой и лѣвой разгрузки; на свалкахъ, растущихъ нормально въ обѣ стороны, число тѣхъ и другихъ одинаково. Плугъ съ разгрузной лебедкой составляетъ одну разгрузную единицу оборудованія свалокъ,—обыкновенно на свалкахъ имѣлось по одному правому и одному лѣвому плугу на одну разгрузную лебедку и, кромѣ того, нѣкоторое количество запасныхъ плуговъ.

Изъ усовершенствованій, внесенныхъ въ конструкцію разгрузныхъ плуговъ на основаніи опыта работъ на Першейкѣ, слѣдуетъ отмѣтить, кромѣ упомянутого покрытія снизу и сверху стальными листами и перестановки точки прикрѣпленія тягового каната, еще нѣкоторое измѣненіе въ захватномъ приспособленіи: вслѣдствіе потери времени на прикрѣпленіе каната къ плугу, носъ котораго обычно покрытъ слоемъ грунта, къ захватному кольцу плуга стали прикрѣплять канатную петлю настолько длинную, чтобы конецъ ея высывался изъ грунта; за этотъ конецъ захватывали крюкомъ тягового каната и натяженіемъ послѣдняго лебедкой легко и скоро удавалось вытянуть петлю и освободить кольцо плуга изъ грунта, послѣ чего крюкъ каната заводился въ это кольцо.

Для увеличенія пріемной способности свалочныхъ путей, то-есть ускоренія операцій по подготовкѣ этихъ путей, заваленныхъ грунтомъ съ разгруженныхъ составовъ, къ дальнѣйшей работѣ по разгрузкѣ, примѣнены были спеціальныя машины, изъ которыхъ первой по порядку работы былъ „разравнитель“ служившій для разравниванія сброшеннаго грунта и подготовки такимъ образомъ полотна къ послѣдующей передвижкѣ пути (рис. 40). Эта машина имѣла установленную на обыкновенной двухтѣльной желѣзнодорожной платформѣ станину, къ которой съ обѣихъ сторонъ подвѣшены были крылья, поднимаемая или опускаемая по желанію. Съ опущенными обыкновенно только съ одной стороны крыльями, подталкиваемая паровозомъ по пути, вдоль котораго сброшенъ грунтъ, машина сбиваетъ лежащій вдоль пути валъ, заставляя грунтъ скатываться по откосу и, такимъ образомъ, уширять насыпь. Работа такой машины, хотя и не берегаетъ много ручного труда по очисткѣ разгруженнаго грунта, такъ какъ, при укладкѣ пути у бровей откоса свалочнаго пути, большая часть грунта скатывается по откосу силой тяжести, но благодаря работѣ такого разравнителя устраняется необходимость, послѣ каждой выгрузки хотя бы 1 кубическаго фута на пог. единицу длины пути, перемѣщать путь къ бровкѣ насыпи и пріостанавливать на это время пріемъ поѣздовъ на этотъ путь.

На работах Канала применялись разравниватели легкого и тяжелого типа; первые—в земляных грунтах, встречавшихся в первые годы постройки, тяжелые—в скалистых грунтах, отдельные разгружаемые осколки которых достигали 10 тонн.

Применявшаяся в первое время машина легкого типа системы Jordan'a снабжена была с каждой стороны парой крыльев, подъем и опускание которых производились помощью тельера и системы рычагов, связанных со штоками паровых цилиндров, получавших пар из подталкивающего паровоза; весь машины составлял 50 тонн, прислуга ее состояла из машиниста и двух рабочих у крыльев.

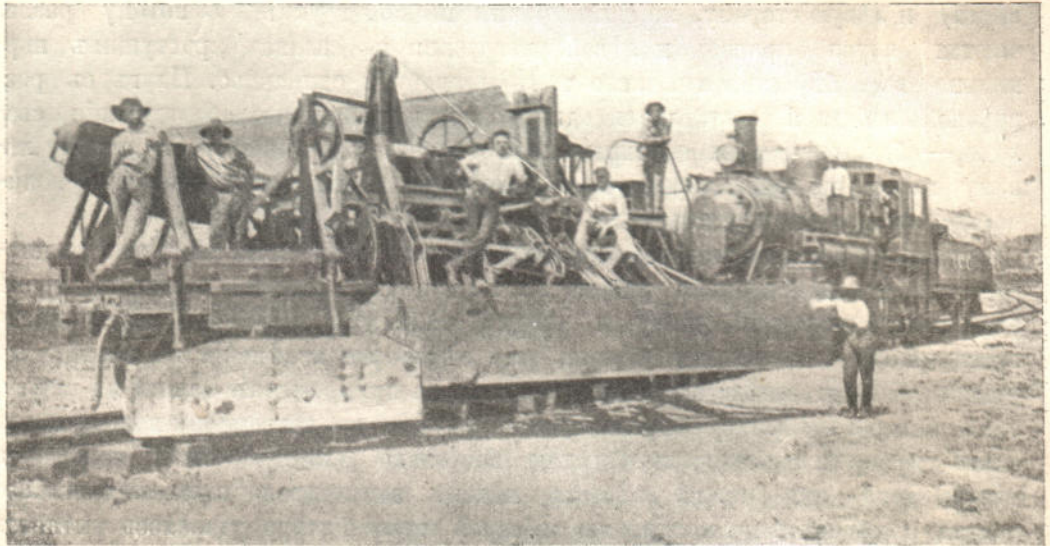


Рис. 40. Разравниватель (spreader) сильного типа.

Машина эта позднее заменена была другой также легкого типа системы Mc. Cann, действовавшей не паром, а сжатым воздухом и отличавшейся от предыдущей некоторыми деталями конструкции. С увеличением скалистой отрывки эти машины легкого типа сменились более тяжелыми той же системы Mc. Cann; при той же общей конструкции снаряда, частям его даны были несколько большие и более прочные размеры, крыльям их придан был больший вылет до $18\frac{1}{2}$ футов вместо 14—15 футов, захватывавшихся легкими снарядами, а рабочее давление сжатого воздуха для операций поднятия и опускания крыльев вместо $3\frac{1}{2}$ —4 атмосфер достигло 6—7 атмосфер. Конструкция такого разравнивателя тяжелого типа, которыми в последние годы производились все работы по разравниванию на Панамских свалках, показана на рис. 41.

На двухтелжной железнодорожной платформе установлена разнога *A* и стойка *B*, поддерживающая — первая верхний шкив *a*, вторая—два шкива *b*; разравнивающее устройство состоит из крыла *k*, вращающегося около оси *x*, колена *m*, вращающегося в свою очередь около оси *Z*, укрепленной на железнодорожной платформе; к оси *x* подвешены также упоры *S*. Крыло *k* пригнуто стальным канатом к шкиву *a*, откуда канат

проходить къ двойнымъ шкивамъ, помѣщеннымъ на концѣ штока цилиндровъ *y* (по одному на каждую сторону); колѣна *m* притянуты другими канатами къ шкивамъ *b*, по одному колѣну на каждый изъ двухъ шкивовъ *b*; отъ послѣднихъ канаты проходятъ на шкивы, помѣщенные на концахъ штоковъ особыхъ цилиндровъ, размѣщенныхъ внизу подъ поломъ платформы. По длиннымъ сторонамъ платформы къ ней придѣланы упорныя отливки для упоровъ *y*, попадающихъ на эти отливки при опусканіи крыла; помощью

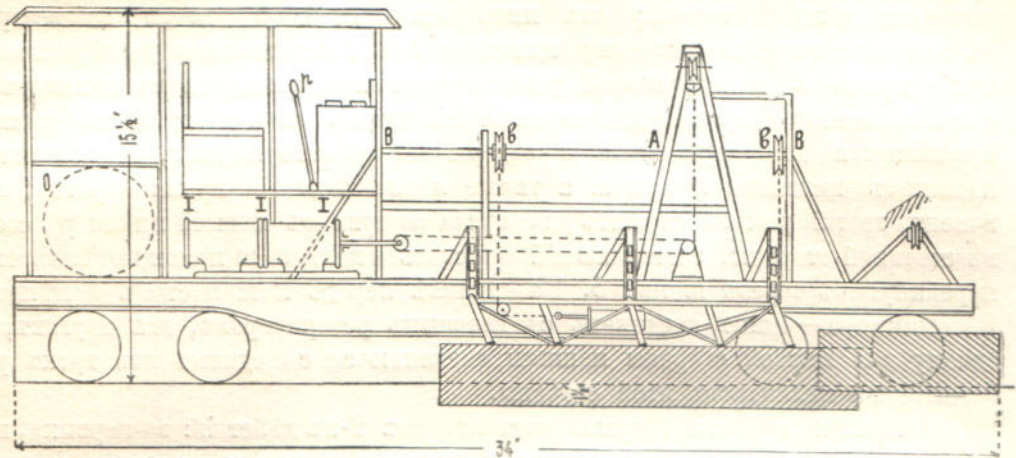


Рис. 41. Боковой видъ разравнивателя сильнаго типа.

закладки болтовъ въ отверстіяхъ этихъ отливокъ можно устанавливать упоры, а слѣдовательно и связанные съ ними рабочія крылья машины на различной высотѣ (рис. 41 и 42) для счистки грунта въ уровень съ верхомъ шпаль пути, въ уровень съ подошвой ея или же до уровня на $1\frac{1}{2}$ фута ниже подошвы шпалы; это обыкновенно дѣлается передъ самой передвижной разгрузочной пути, при обычной же счисткѣ, въ промежуткѣ между послѣдовательными разгрузками составовъ съ одного пути, примѣняются первыя двѣ срезки, которыя должны быть предварительно произведены передъ примѣненіемъ третьей самой низкой срезки. Канаты, перекинутые черезъ шкивъ *a*, приводятся въ дѣйствіе сжатымъ воздухомъ, работающимъ въ цилиндрахъ *y*, а канаты, перекинутые черезъ шкивы *b* — сжатымъ воздухомъ въ нижнихъ цилиндрахъ. Обѣ пары цилиндровъ питаются сжатымъ воздухомъ изъ основнаго резервуара (*o*) емкостью въ 60 куб. футовъ, получающаго воздухъ съ паровоза при давленіи въ $6\frac{1}{2}$ атмосферъ.

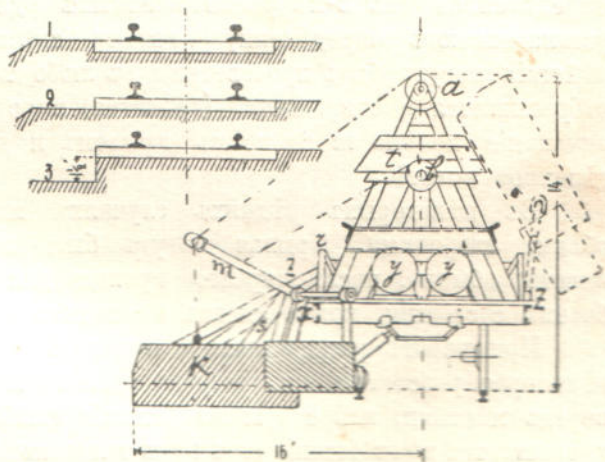


Рис. 42. Видъ на разравниватель съ торца.

Кромѣ этихъ цилиндровъ, имѣется еще одинъ цилиндръ t , помѣщенный вверху на средней разогѣ, съ осью, расположенной перпендикулярно къ оси платформы; въ немъ имѣется поршень, который выталкивается въ ту или другую сторону и уширеннымъ плоскимъ наконечникомъ штока ударяетъ въ поднятое крыло, задерживая его при отбрасываніи вверху по окончаніи работы.

Для дѣйствія машины имѣется на площадкѣ машиниста 7 рычаговъ: средній—для открытія крана главнаго резервуара (o) и по три для дѣйствія крыльями каждой стороны; изъ нихъ одинъ служитъ для впуска воздуха въ соответствующую половину цилиндра t , отталкивающего и отбрасывающего крыло k внизъ; второй рычагъ—для впуска воздуха въ цилиндръ y соответственной стороны, дѣйствующій на канатъ шкива a ; этотъ рычагъ примѣняется для торможенія и задержанія рѣзкаго паденія, отброшеннаго поршнемъ цилиндра t , крыла, а также и для поднятія крыла обратно; наконецъ, третій рычагъ служитъ для пуска воздуха въ нижній цилиндръ соответственной стороны, заставляющій опускаться колѣно m помощью канатовъ, перекинутыхъ черезъ шкивы b . На столикѣ передъ машинистомъ помѣщены 3 манометра—одинъ соединенъ съ главнымъ резервуаромъ, два другихъ, по одному для каждой стороны машины, соединяются съ однимъ изъ трехъ работающихъ цилиндровъ этой стороны.

Операція опусканія крыла состоитъ изъ 2-хъ дѣйствій: во-первыхъ, изъ отбрасыванія крыла ударомъ штока цилиндра t и вслѣдъ за этимъ медленнаго отпусканія каната со шкива a дѣйствіемъ воздуха въ цилиндрѣ y ,— и во-вторыхъ, изъ опусканія 2-хъ колѣнъ m дѣйствіемъ воздуха въ нижнихъ цилиндрахъ посредствомъ каната, перекинутого черезъ шкивы b .

При этомъ послѣднемъ дѣйствіи трое рабочихъ, размѣщенныхъ противъ каждой изъ 3-хъ упорныхъ отливокъ r , устанавливаютъ по приказу машиниста болты въ дыры отливки, благодаря чему упоры S попадаютъ въ определенное изъ 3-хъ расположенныхъ одно за другимъ гнѣздъ и тѣмъ устанавливаютъ определенную высоту сръзки грунта крыломъ. Оба эти дѣйствія могутъ быть произведены въ любомъ порядкѣ, хотя обычно сначала отбрасывается и отпускается (травится) внизъ крыло, а затѣмъ производится опусканіе колѣна m со всѣмъ крыломъ и установка послѣдняго на определенной высотѣ.

Въ нѣкоторыхъ рѣдкихъ случаяхъ машина работаетъ одновременно обѣими сторонами. Крылья могутъ быть подняты и удержаны на любой высотѣ; обычно, послѣ перваго прохода для обратнаго движенія въ нерабочемъ состояніи, крыло слегка приподнимается.

При работѣ разравниванія, паровозъ съ разравнивателемъ отходитъ на нѣкоторое разстояніе отъ разравниваемого мѣста для пріобрѣтенія разгона; передъ мѣстами, гдѣ сгружены большія глыбы, по сигналу машиниста ходъ уменьшается во избѣжаніе сильныхъ толчковъ, при которыхъ возможенъ сходъ машины съ рельсовъ. Разравниватели посылаются на разгрузочный путь не послѣ разгрузки каждаго состава, а по мѣрѣ необходимости въ разравниваніи, наступающей въ зависимости отъ рода грунта и состоянія самого пути послѣ разгрузки нѣсколькихъ составовъ.

Въ присланныхъ на работы разравнивающихъ машинахъ были сдѣланы на основаніи опыта работъ нѣкоторыя измѣненія, изъ которыхъ слѣдуетъ

9 футовъ въ сторону отъ оси пути. Машина управляется пятью рычагами, изъ которыхъ одинъ регулируетъ выпускъ пара въ цилиндры лебедокъ и по два рычага приходится на каждую изъ послѣднихъ—одинъ для сцѣпки вала съ лебедочнымъ барабаномъ, другой—для ленточнаго тормоза. Помощью особаго захвата (рис. 44) оба рельса колеи приподнимаются дѣйствіемъ каната лебедки *K*, отдѣляясь при этомъ отъ полотна вмѣстѣ съ пришитыми къ нимъ шпалами на высоту 3-хъ—4-хъ футовъ, послѣ чего цѣпь отъ отводной укосины *D* прикрѣпляется помощью крюка къ рельсу пути со стороны противоположной той, въ которую путь перемѣщается и дѣйствіемъ другой лебедки *H* поднятое звено колеи отводится въ сторону на разстояніе отъ пяти до девяти футовъ; послѣдній предѣлъ устанавливается въ зависимости отъ жесткости рельсовой колеи, на которой, прижимая ее къ полотну въ непосредственной близости отъ перекадываемаго звена, стоитъ сама машина.

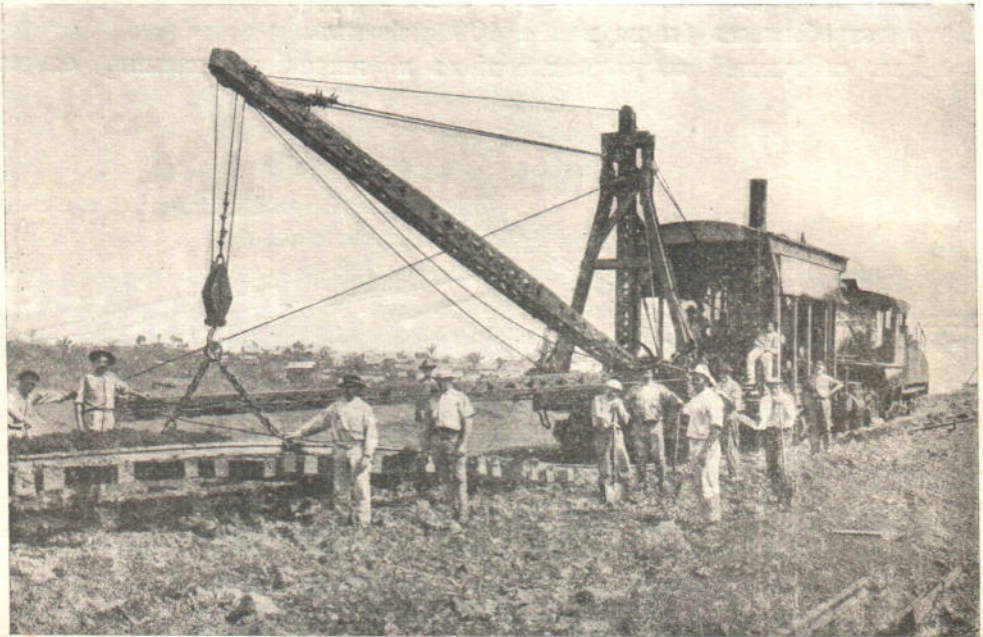


Рис. 44. Путеперекладыватель въ работѣ.

(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда профессора В. Е. Тимонова „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

Путеперекладыватель работаетъ, передвигая отъ 3 до 5 погонныхъ сажень пути за одинъ захватъ, двигаясь при этомъ впередъ или отступая назадъ; никакого предварительнаго разрыхленія балласта не требовалось, иногда впрочемъ при поднятіи звена приходилось подбалчивать одиночныя отрывавшіяся шпалы. Путеперекладыватель перемѣщается паровозомъ, паромъ котораго въ послѣдніе годы работъ стали пользоваться для лебедокъ машины, что дало экономію въ эксплуатаціи машины по сравненію съ прежде практиковавшимся разведеніемъ пара въ специальномъ установленномъ на платформѣ машины котлѣ; паровозъ во всякомъ случаѣ во время работы по перекладкѣ пути долженъ быть постоянно подъ парами, поэтому оказалось удобно утилизировать его пары для дѣйствія машины.

Примѣромъ производительности путеперекладывателя можетъ служить дневная работа его на свалкахъ въ Tabernilla (Canal Record, IV vol. стр. 141),

гдѣ въ часѣ и 50 минутъ имѣть передвинуто на разстояніе 9 футъ въ сторону двѣ версты пути. Въ среднемъ машина передвигаетъ въ теченіе рабочаго 8 часового дня, при потеряхъ времени на ожиданія, перемѣщенія и исправленія, доходящихъ до 30—45%, отъ 850 до 1.400 сажень, для чего при ручномъ исполненіи работъ потребовалось бы отъ 500 до 600 рабочихъ, между тѣмъ, прислуга путеперекладывателя состоитъ изъ машиниста, его помощника и пяти рабочихъ для надѣванія и прилаживанія захватовъ къ рельсамъ передвигаемаго пути. Путевая артель, какія имѣются на каждомъ свалочномъ пути для работъ по его содержанію, двигаясь вслѣдъ за путеперекладывателемъ, подбиваетъ путь, исправляетъ пришивку рельсовъ къ шпаламъ тамъ, гдѣ она нарушена при передвижкѣ.

Путеперекладыватель, стоимость котораго составляла на работахъ канала 3.500 рублей, легко можетъ быть обращенъ въ подвижной кранъ (деригъ), если удалить горизонтальную (отводную) укосину.

8. Ремонтъ машинъ и подвижного состава.

При той интенсивности и напряженности, съ которой велись работы на Перешейкѣ, при тѣхъ тяжелыхъ условіяхъ грунта, которыя встрѣчены были въ призмѣ Канала, при той спортивной поспѣшности, съ которой производилась отрывка грунта, когда извлечь возможно больше кубическихъ ярдовъ въ теченіе рабочаго дня, хотя бы при перенапряженіи и иногда дѣбною разстройствомъ рабочихъ снарядовъ, сдѣлалось общимъ правиломъ, — изнашиваніе и общее разстройство этихъ машинъ должны были естественно проявляться скорѣе обычнаго: десятки паровыхъ лопатъ выбывали изъ строя въ теченіе рабочаго дня въ первые годы постройки, сотни больныхъ вагоновъ выбрасывались въ больничные парки, разгрузныя лебедки, разравниватели, путеперекладыватели оказывались въ неисправности, до 50% времени подъ парами терялось паровыми лопатами на исправленія. Достигнутая годами опыта быстрота работы машинъ, умѣлое управленіе ими, своевременная подача къ нимъ составовъ, быстрая работа на свалкахъ — оказались бы безсильными для поднятія успѣшности земляныхъ работъ, если бы не создана была правильная и стройная организація ремонтной службы, обеспечившая возможность держать въ рабочемъ строю наибольшее число машинъ и единицъ подвижного состава и способствовавшая пониженію стоимости извлеченія единицы грунта сокращеніемъ, лежащихъ накладными расходами, часовъ простаивающихъ машинъ.

Въ основу системы ремонта, создавшейся постепенно въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ массовой работы по отрывкѣ и перевозкѣ грунта, было положено отдѣленіе службы ремонта отъ службы отрывки, тщательный непрерывный надзоръ за состояніемъ машинъ агентами этой службы, ежедневныя допесенія и производство ремонтныхъ работъ на мѣстѣ работъ безъ отвода машинъ въ мастерскія и въ свободное отъ работъ по отрывкѣ время. Для осуществленія этой системы, весь районъ земляныхъ работъ раздѣленъ былъ на участки ремонтной службы, въ каждомъ изъ которыхъ особый ремонтный инспекторъ былъ ответственъ за своевременное донесеніе въ главныя мастерскія (контору службы ремонта) о состояніи всѣхъ отрывныхъ снарядовъ, въ его участкѣ расположенныхъ.

На его обязанности было осматривать всё эти снаряды ежедневно и отмѣчать элементы ихъ, подлежащіе замѣнѣ и исправленію, о чемъ въ концѣ рабочего дня онъ представлялъ вѣдомость въ контору ремонта, куда поступали также вѣдомости о состояніи машинъ составленныя каждымъ машинистомъ по окончаніи дневной работы. У ремонтныхъ инспекторовъ на участкахъ имѣлись небольшія полевые мастерскія, помѣщенные обычно въ товарномъ вагонѣ и оборудованныя пневматическими станками (энергія канализована была вдоль всего фронта работъ); въ этихъ мастерскихъ, при помощи нѣсколькихъ рабочихъ, инспекторъ выполнялъ мелкія исправленія отдѣльныхъ частей отрывныхъ машинъ. Инспектора должны были также являться по телефонному вызову къ той лопатѣ, на которой произошло поврежденіе, тормозящее или остановившее ея работу; о каждомъ такомъ поврежденіи машинистъ лопаты немедленно извѣщаетъ ближайшіе телефонные и сигнальные посты установленнымъ свисткомъ. Если поврежденіе могло быть выполнено имѣющимся въ распоряженіи полевого инспектора средствами, онъ приступалъ со своей артелью немедленно къ работѣ, въ противномъ случаѣ—извѣщались по телефону главныя мастерскія, расположенныя у раздѣльнаго пункта (въ Empire-ѣ), откуда немедленно высылался стоящій на готовѣ вспомогательный поѣздъ со сборной командой механиковъ, отрывааемыхъ для этого отъ текущей работы въ мастерскихъ, и съ требуемыми частями для замѣщенія поврежденныхъ. Такой вызовъ вспомогательнаго поѣзда дѣлался обыкновенно въ томъ случаѣ, если поврежденіе или остановка работы лопаты происходили до 3-хъ часовъ пополудни т. е. за два часа до окончанія работъ, въ противномъ случаѣ лопату оставляли въ бездѣйствіи на время не болѣе 2-хъ часовъ и производили ремонтъ по окончаніи дневныхъ работъ вмѣстѣ со всѣми тѣми работами по замѣнѣ и исправленію частей машинъ, которыя еще не вызвали остановки машины, но были необходимы по указанію ремонтнаго инспектора для предупрежденія такой остановки.

Для производства этихъ работъ, требующихъ нѣсколькихъ часовъ времени и примѣненія мощныхъ крановъ, при главныхъ мастерскихъ имѣлась специальная ночная артель мастеровыхъ и рабочихъ, выѣзжавшая въ моментъ окончанія работъ въ выемкѣ на особомъ поѣздѣ мастерской и объѣзжавшая въ теченіе ночи всё тѣ машины, въ которыхъ, на основаніи полученныхъ отъ ремонтныхъ инспекторовъ и машинистовъ самихъ машинъ свѣдѣній, надо было произвести замѣны или исправленія какихъ-нибудь ихъ элементовъ; по выданному изъ конторы главныя мастерскихъ плану ночныхъ работъ, въ ремонтный поѣздъ включались платформы съ различными элементами (черпаками, черпачными рейками, укосинами, котлами и т. д.), которые должны были итти на замѣну признанныхъ слабыми или неисправными. Набранные изъ болѣе расторопныхъ и привыкшіе къ работѣ по ремонту однотипныхъ машинъ, мастеровые и рабочіе ночной артели, имѣя въ своемъ распоряженіи мощные стонные краны (рис. 45), набрасывались на машины, съ рѣзвостью и ловкостью пожарныхъ въ теченіе часа, а иногда и получаса разнимали самые тяжелые (до 30 тоннъ) элементы, замѣняли ихъ новыми, прилаживали ихъ на мѣсто, грузили на платформы части, снятыя съ машины, и направлялись далѣе къ слѣдующей по расписанію лопатѣ. Ремонтный составъ оборудованъ пневматическими станками (сверла, точильни, штампы, молоты), питававшимися энергіею изъ уложеннаго вдоль всего фронта трубопровода, въ который задувка съ компрессорныхъ станцій продолжалась и ночью. За ночь артель успѣвала произвести замѣну различныхъ

элементовъ машинъ, успѣвала смѣнить поворотный кругъ передней укосины, переднюю разную, ковшевую рейку, черпакъ, водяной танкъ, питательныя трубы, телѣжки платформы, поддерживающей машину и даже котель, — все должно было быть закончено къ 7-ми часамъ утра, когда даже въ новомъ котлѣ оказывались уже разведены пары; являвшаяся къ этому моменту на работы команда могла немедленно приступить къ работѣ отрывки грунта.

При производствѣ описанныхъ ночныхъ ремонтныхъ работъ въ дополненіе къ артели спеціального поѣзда, состоявшей изъ 8 мастерскихъ, 20 котельщиковъ и 20 рабочихъ, еще нѣкоторое число мастерскихъ и котельщиковъ разъѣзжали вдоль линіи на ручныхъ телѣжкахъ и производили на различныхъ машинахъ болѣе мелкія исправленія, не требующія участія всей артели и присутствія крановъ; паровозъ спеціального поѣзда во время болѣе продолжитель-

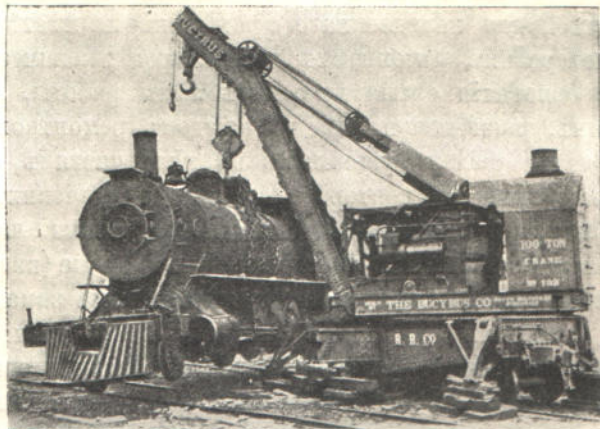


Рис. 45. Стояный кранъ для ремонтной службы на работахъ.

ныхъ стоянокъ развозилъ по отдѣльнымъ полевымъ мастерскимъ и отдѣльнымъ машинамъ вытребованныя въ дневныхъ вѣдомостяхъ запасныя части и необходимыя матеріалы. Машины, на которыхъ назначалось ночью производство крупныхъ замѣнъ и исправленій, обыкновенно оставлялись на ночь подъ парами, поддерживаемыми ночнымъ сторожемъ, такъ какъ нѣкоторыя передвиженія элементовъ машины легче производятся ея собственными цѣпями и средствами.

При принятой системѣ исправленія, машины, по мѣрѣ надобности обновлялись по частямъ на мѣстѣ самихъ работъ, въ полѣ — и такимъ образомъ для капитальнаго ихъ ремонта не требовалось отвозить ихъ въ мастерскія, на что терялось бы много времени; только въ случаѣ сильныхъ поврежденій, напримѣръ, при засыпкѣ обваломъ или при опрокидываніи оползнемъ, когда машина подлежала полной разборкѣ — она отводилась въ главныя мастерскія. При такихъ условіяхъ, эти мастерскія были заняты не капитальной переборкой цѣпныхъ машинъ, а работами по исправленію отдѣльныхъ крупныхъ элементовъ, которые ночной артелью снимались съ различныхъ машинъ при замѣнѣ ихъ новыми.

При такомъ порядкѣ, оказавшемся возможнымъ благодаря установленной однотиности работающихъ снарядовъ, части ихъ, по исправленіи въ мастерскихъ передавались, въ мѣстный складъ другой (квартирмейстерской) службы, въ которомъ хранились всѣ запасныя части для машинъ въ количествахъ, указывавшихся ежегодно завѣдывающимъ ремонтной службой и мастерскими, обыкновенно въ количествахъ шестимѣсячнаго запаса. При выемкѣ изъ этихъ складовъ по требованіямъ ремонтной службы (конторы главныхъ мастерскихъ) запасныхъ частей, квартирмейстерская часть выписывала съ американскихъ

заводовъ соответственныя части для пополненія запасовъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ ремонтная служба вмѣстѣ съ требованіемъ какой-нибудь новой части извѣщала складъ о передачѣ въ него въ ближайшемъ будущемъ находящейся въ работѣ въ мастерскихъ такой же части. Взятая изъ склада часть шла на смѣну удаляемой съ машины, послѣдняя исправлялась въ главныхъ мастерскихъ и передавалась въ складъ.

Кромѣ шестимѣсячнаго запаса въ складѣ, небольшіе запасы мелкихъ частей для немедленнаго примѣненія на мѣстѣ работъ имѣлись при полевыхъ мастерскихъ ремонтныхъ инспекторовъ; количество этихъ частей опредѣлялось на основаніи опыта прежнихъ лѣтъ работы, въ зависимости отъ числа машинъ, расположенныхъ въ каждомъ ремонтномъ районѣ.

На смѣну пущеннымъ въ дѣло частямъ, о числѣ которыхъ становилось извѣстнымъ въ конторѣ главныхъ мастерскихъ изъ дневной вѣдомости инспектора, выписывались изъ склада новыя части, въ ту же ночь развозившіяся по полевымъ мастерскимъ, складъ же (квартирмейстерская часть) въ ближайшій срокъ пополнял это уменьшеніе запасовъ.

Упомянутыя выше главныя мастерскія и контора службы ремонта, расположенныя у водораздѣльной точки перевальной выемки, въ которой сосредоточено было наибольшее число отрывныхъ снарядовъ, входили въ составъ средняго строительнаго отдѣленія, обнимавшаго эту выемку. Въ этихъ мастерскихъ, специально занимавшихся ремонтомъ паровыхъ лопатъ, выполнялись работы по исправленію машинъ не только этого отдѣленія (число которыхъ составляло 70% общаго числа), но всѣхъ паровыхъ лопатъ на Перешейкѣ, отсюда же изъ квартирмейстерскихъ складовъ при этихъ мастерскихъ поставлялись новыя части для паровыхъ лопатъ по всему Перешейку. Такому объединенію ремонта паровыхъ лопатъ въ одномъ пунктѣ предшествовала въ первые годы работъ система, при которой капитальнымъ ремонтомъ завѣдывала механическая часть Инженернаго Департамента, а болѣе легкимъ ремонтомъ въ строительныхъ отдѣленіяхъ — находившіяся въ вѣдѣніи этихъ отдѣленій малыя мастерскія, и только въ послѣдніе годы постройки ремонтъ паровыхъ лопатъ былъ переданъ вѣдѣнію, имѣвшему больше всего съ ними дѣла, средняго строительнаго отдѣленія, гдѣ главныя мастерскія были специализированы для этого рода работъ и гдѣ работало до 350 человекъ; до 75 человекъ составляли полевые силы этой службы ремонта паровыхъ лопатъ, во главѣ которой стоялъ завѣдывающій, непосредственно подчиненный начальнику средняго отдѣленія. Общее число паровыхъ лопатъ, подвергшихся капитальному ремонту за три года работъ, составило только 33, среднее же число за ночь, иногда капитально исправляемыхъ, лопатъ составляло 15.

Ремонтъ прочихъ, кромѣ паровыхъ лопатъ, элементовъ оборудованія земляныхъ работъ, какъ-то подвижнаго состава, паровозовъ, разгрузныхъ и прочихъ машинъ, сохранился въ вѣдѣніи механической части Инженернаго Департамента и сосредоточенъ былъ въ главныхъ мастерскихъ (въ Горгонѣ) около середины фронта перевальной выемки и въ полевыхъ мастерскихъ, расположенныхъ вдоль линій отвозки грунта.

Наиболѣе серьезнаго и обильнаго ремонта вслѣдъ за паровыми лопатами на работахъ Канала требовали элементы подвижнаго состава, которому пришлось работать при тяжелыхъ условіяхъ; стремленіе по возможности скорѣе удалить извлеченный изъ выемки грунтъ, поспѣшность методовъ производства

работъ, имѣвшія послѣдствіемъ перегрузку вагоновъ, значительныя допускавшіяся скорости движенія (30—40 верстъ въ часъ) груженыхъ составовъ по временнымъ, наскоро уложеннымъ, путямъ, по крутымъ кривымъ и уклонамъ, навалка на вагоны крупныхъ глыбъ скалы вѣсомъ до 500 пудовъ, сбрасываніе грунта съ платформъ помощью протаскиванія тяжелаго плуга, опрокидываніе искусственными приемами кузововъ опрокидывающихся вагоновъ при ихъ неправильной нагрузкѣ — все это ежедневно выводило бы изъ строя значительный процентъ перевозочныхъ средствъ, какъ это и имѣло мѣсто въ первое время работъ, если бы за состояніемъ ихъ не было установлено непрерывное наблюденіе и не создана была специальная для этого организація. Примѣромъ значительнаго количества ремонтныхъ работъ до введенія этой организаціи могутъ служить слѣдующія цифры, относящіяся къ августу 1908 года, въ теченіе котораго при 1.800 платформахъ, бывшихъ въ распоряженіи строителей, 6.250 платформъ было исправлено въ мастерскихъ, что составляетъ въ среднемъ по $3\frac{1}{2}$ посѣщенія мастерскихъ каждой платформой въ теченіе мѣсяца; при 600 опрокидывающихся вагонахъ завода Western C^o, 2.011 такихъ вагоновъ въ теченіе мѣсяца побывало въ мастерскихъ; при 600 такихъ же вагоновъ другого завода Oliver C^o, 1.194 посѣтило мастерскія, что, между прочимъ, по сравненію съ цифрой 2.011 свидѣтельствуетъ о большей прочности и стойкости вагоновъ этого послѣдняго завода.

Въ послѣдніе годы работъ $\frac{0}{100}$ тяжело больныхъ вагоновъ, попадающихъ въ мастерскія, понизился до $10\frac{0}{100}$, что, при средней трехдневной продолжительности пребыванія вагоновъ въ мастерскихъ, даетъ по одному посѣщенію вагономъ мастерскихъ въ теченіе мѣсяца. Такое пониженіе $\frac{0}{100}$ тяжело больныхъ вагоновъ, требующихъ отвода въ главныя мастерскія, явилось результатомъ какъ введенной системы надзора и полевого ремонта, такъ отчасти и тѣхъ усиленій и улучшеній въ конструкціи самихъ вагоновъ, которыя были внесены на основаніи опыта нѣсколькихъ лѣтъ работъ (стр. 52 п 58).

Для наблюденія за состояніемъ подвижнаго состава, находившагося въ работѣ, весь районъ Канала отъ океана до океана былъ раздѣленъ на 15 участковъ различнаго, въ зависимости отъ интенсивности въ нихъ работъ, протяженія, изъ коихъ каждый находился въ вѣдѣніи участковаго надсмотрщика; на обязанности его было осматривать всѣ составы, въ его участкѣ грузящіеся, производить мелкія полевые исправленія, а въ случаѣ болѣе серьезныхъ назначать вагоны въ мастерскія легкаго ремонта, расположенныя по пути слѣдованія составовъ изъ перевальной выемки на свалки; въ болѣе серьезныхъ случаяхъ, когда надо было разбирать рамы вагоновъ, послѣдніе направлялись имъ въ главныя мастерскія капитальнаго ремонта. Надсмотрщики провѣряли также исправность вагонныхъ (ходовыхъ) частей различныхъ машинъ какъ-то сбрасывателя, путепрокладывателя разравнивателя и другихъ, для машинныхъ частей которыхъ имѣлся специальный надсмотрщикъ на весь районъ работъ. Участковые надсмотрщики подвижнаго состава имѣли въ своемъ распоряженіи въ разныхъ пунктахъ своего участка небольшіе полевые склады частей, наиболѣе часто требующихъ исправленія и замѣны, для производства которыхъ при нихъ состояло нѣсколько человекъ рабочихъ; исправленіе оборвавшихся соединительныхъ рукавовъ пневматическаго трубопровода, приборовъ автоматической сцѣпки, цѣпей и тягъ въ опрокидывающихся вагонахъ, исправленіе отрывающихся и искривляющихся фартуковъ деревян-

ныхъ вагоновъ-платформъ, содержаніе въ исправности ручныхъ тормазовъ, которыми должны, кромѣ непрерывныхъ, быть снабжены всѣ вагоны—вотъ наиболѣе частые виды полевого ремонта. Прикрѣпленіемъ къ большому вагону ярлыка съ указаніемъ поврежденія и засвидѣтельствованіемъ своею подписью надсмотрщикъ давалъ кондуктору состава приказаніе выбросить вагонъ по пути обратнаго слѣдованія со свалки въ ближайшую мастерскую легкаго ремонта.

Въ этихъ мастерскихъ производились всѣ исправленія вплоть до смѣны телѣжекъ и поперечныхъ балокъ рамы, смѣна же продольныхъ балокъ и связанныхъ съ этой работой исправленія приходились на долю главныхъ мастерскихъ, находившихся въ одномъ изъ рабочихъ поселковъ по линіи Панамской жел. дороги; рабочія силы каждой мастерской легкаго ремонта состояли изъ двухъ мастеровъ и человекъ 50—70 рабочихъ. Завѣдывающіе этими мастерскими и участковые надсмотрщики подчинены инспектору подвижного состава (chief car inspector), докладывавшему о состояніи работъ по ремонту главному завѣдывающему вагоннымъ ремонтомъ, который руководилъ всѣмъ дѣломъ ремонта подвижного состава, не только примѣняемаго на работахъ, но и состава Панамской жел. дороги. Общія силы службы ремонта подвижного состава при общемъ числѣ вагоновъ, достигавшемъ 3.500, состояли изъ 478 чел., изъ нихъ 20 мастеровъ и 458 рабочихъ; изъ послѣднихъ 146 находилось на полевыхъ работахъ и въ мастерскихъ легкаго ремонта, а остальные 312—въ главныхъ мастерскихъ.

Участковые надсмотрщики препровождали ежедневно инспектору ремонта вѣдомости вагоновъ, на которыхъ выполнены въ теченіе рабочаго дня полевые исправленія съ указаніемъ номеровъ, типа вагоновъ и рода исправленій; всѣ эти вѣдомости за недѣлю препровождались затѣмъ завѣдывающему вагоннымъ ремонтомъ и Начальнику Механической Части Инженернаго Департамента.

На необходимые для производства исправленій матеріалы и инструменты надсмотрщики подавали требованія инспектору ремонта, который составлялъ общую требовательную вѣдомость, представлявшуюся въ складъ квартирмейстерской части; послѣдній расположенъ былъ вблизи главныхъ вагонныхъ мастерскихъ и производилъ свои операціи на такихъ же основаніяхъ, какъ и складъ для частей паровыхъ лопахъ въ Эмпайръ.

Больничные паркы для легкаго ремонта расположены были на пути слѣдованія составовъ со свалокъ на работу, они обслуживались маневровыми паровозами, производившими выкидку больныхъ вагоновъ изъ проходящихъ составовъ.

На рисункѣ 10 между пикетами 1600 и 1620 на западномъ берегу Канала расположенъ одинъ изъ такихъ больничныхъ парковъ.

Паровозы и вспомогательныя разгрузныя машины, какъ-то сбрасыватели, разравниватели, путеперекладыватели такъ же, какъ и вагоны, находились въ вѣдѣніи Механической Части Управленія работъ. Наблюденіе за вспомогательными машинами на всемъ протяженіи работъ лежало на обязанности особаго мастера, имѣвшаго небольшую артель рабочихъ для производства незначительныхъ полевыхъ исправленій, капитальный же ремонтъ ихъ производился въ главныхъ мастерскихъ Механической Части въ поселкѣ Горгона. Текущій легкій ремонтъ паровозовъ, число которыхъ достигало 315, производился въ депо, при которыхъ устроены небольшія мастерскія, капиталь-

ный же—въ главныхъ мастерскихъ въ Горгонѣ, гдѣ число рабочихъ въ паровозномъ отдѣленіи было болѣе 1.000, а въ остальныхъ отдѣленіяхъ—около 500.

По окончаніи дневной работы паровозы рабочихъ составовъ, покинувъ ихъ на боковыхъ отвѣтвленіяхъ, по указанію агентовъ движенія направлялись въ различныя (5) депо, расположенныя вдоль фронта работъ; изъ нихъ два болѣе крупныхъ (на 100 стойлъ) были расположены въ Ласъ Каскадасъ и въ Педро-Мигуель, меньшихъ размѣровъ депо были въ Гамбоа у сѣв. конца выемки, въ Горгонѣ и въ Бальбоа у Тихоокеанскаго устья.

По прибытіи въ депо прислуга паровозовъ ихъ покидала, предварительно озаботившись о томъ, чтобы воды въ котлѣ хватило на полчаса, до истеченія котораго паровозы поступали въ вѣдѣніе специальныхъ артелей при депо, за ночь производившихъ снабженіе паровозовъ топливомъ, водой, смазочнымъ матеріаломъ, иногда промывку ихъ и исправленія мелкихъ поврежденій; о послѣднихъ каждый машинистъ, по прибытіи въ депо, дѣлалъ заявленіе на особой доскѣ въ депо противъ номера своего паровоза; за своевременность такихъ заявленій машинисты считались отвѣтственными. Паровозы, подлежащія только снабженію, отводились подъ угольные силосы, песчаные закрома и трубу гидранта, затѣмъ устанавливались надъ продольными изгарными ямами, по дну которыхъ уложены пути для вагонетокъ, отвозившихъ выгруженную въ нихъ изъ паровозовъ изгарь.

Разъ въ двѣ недѣли каждый паровозъ промывался; паровозы, подлежащія этой операціи, а также тѣ изъ нихъ, которые требовали исправленій выдѣлялись тотчасъ по прибытіи съ работъ въ депо и направлялись въ особыя промывныя и ремонтныя отдѣленія. Къ 5 часамъ утра есѣ работы по снабженію и ремонту заканчивались, послѣ чего приступали къ разведенію паровъ, а въ 6 ч. 30 м. утра машинисты бывали на своихъ мѣстахъ и начинался, продолжавшійся 5—10 минутъ, выѣздъ около сотни паровозовъ изъ депо.

Артели при депо для производства ночныхъ работъ по снабженію и исправленію паровозовъ состояли изъ десятника-мастера, нѣсколькихъ мастеровъ и десятка рабочихъ.

Для наблюденія за состояніемъ паровозовъ и ихъ работой, для контроля исполненія машинистами установленныхъ правилъ и, для руководства ими и кочегарами въ смыслѣ экономнаго потребленія топлива и смазочнаго матеріала были установлены должности двухъ инспекторовъ-машинистовъ (travelling engineers), которые совершали на паровозахъ рабочихъ поѣздовъ поѣздки во время ихъ обычной работы въ Каналѣ.

9. Вспомогательныя работы при отрывкѣ перевальной выемки: водоотводныя работы, водоснабженіе, канализація пневматической энергіи, снабженіе углемъ, телефонная сѣть.

Производство отрывки грунта въ перевальной выемкѣ описанными выше приемами и орудіями потребовало ряда вспомогательныхъ операцій, обусловившихъ успѣхъ основныхъ работъ и, при крупномъ масштабѣ этихъ послѣднихъ, также достигшихъ значительныхъ размѣровъ. Къ этимъ работамъ, представляющимъ въ виду накопившагося опыта, интересный элементъ общей технической организаціи на Перешейкѣ, должны быть отнесены—работы по отведенію воды, по водоснабженію въ районѣ отрывки, по канализаціи пневма-

тической энергии, по снабженію рабочихъ машинъ топливомъ и матеріалами, наконецъ по устройству и содержанію телефонной сѣти вдоль линіи работъ.

При обильныхъ ливняхъ, въ теченіе восьми мѣсяцевъ „мокраго“ времени года ежедневно выпадающихъ на Перешейкѣ съ интенсивностью, доходящей до 58 дюймовъ въ часъ, при многочисленныхъ ручьяхъ и рѣчкахъ, въ теченіе такихъ ливней въ нѣсколько часовъ превращающихся въ бурные многоводные потоки съ подъемомъ воды на десятки футовъ въ теченіе сутокъ,—вопросъ объ отводѣ воды отъ мѣста работъ оказался весьма серьезнымъ и потребовавшимъ производства крупныхъ земляныхъ работъ. Серьезность и настоятельная потребность удовлетворительнаго разрѣшенія его для успѣха работъ по сооруженію Канала была признана французами въ началѣ ихъ дѣятельности—они выстроили рядъ отводныхъ каналовъ, которыми воспользовались для той же цѣли и американцы, развившіе эту систему и приложившіе много усилій для удаленія воды съ площади работъ. Водоотводныя работы въ перевальной выемкѣ, въ районѣ которой онѣ получили наибольшее развитіе и достигли наибольшихъ размѣровъ, имѣли цѣлью выполненіе двухъ задачъ: не допущенія внутрь разрабатываемой выемки водяныхъ массъ, изливавшихся на окружающую мѣстность, имѣвшую скатъ къ выемкѣ (наружный отводъ воды) и удаленіе изъ этой выемки воды, выпадающей на ея откосы и дно (внутренній отводъ воды). Для осуществленія первой задачи—воспользовались двумя поперечными долинами: рѣки Басъ-Обиспо, притока р. Чагресъ, на Атлантическомъ склонѣ и р. Ріо Гранде на Тихоокеанскомъ, сближающихся верховьями у перевальной сѣдловины главнаго хребта. Руслу этихъ двухъ рѣкъ, извилаясь вдоль оси будущаго Канала, представляли немалое затрудненіе въ работахъ по отрывкѣ съ самаго ихъ начала. Французы построили продольныя, параллельныя оси Канала канавы, направлявшіяся по Атлантическому и Тихоокеанскому склону въ долины рѣкъ Чагреса и Ріо-Гранде къ океанамъ; на западномъ берегу выемки ими прорытъ былъ туннель для пропуска черезъ поперечный кряжъ водоотводной канавы въ р. Чагресъ, ими же при дальнѣйшей разработкѣ выемки предполагалось устроить два акведука поверхъ выемки для перевода воды съ восточнаго берега ея на западный, гдѣ устроенъ былъ упомянутый туннель и гдѣ прокладка отводнаго канала для всей воды обоихъ береговъ требовала значительно меньшихъ работъ, чѣмъ на болѣе возвышенномъ восточномъ берегу. Бóльшіе поперечные размѣры американскаго канала, ось котораго приблизительно сохранила въ предѣлахъ перевальной выемки направленіе французской трассы, заставили отодвинуть далѣе отъ оси Канала отводныя канавы; американцы, отказавшись отъ проекта французовъ перевести воду съ восточнаго берега выемки на западный акведукомъ поверхъ выемки и принявшись за устройство на Атлантическомъ склонѣ самостоятельной отводной канавы и на восточномъ берегу, начиная съ водораздѣльной точки, использовали все же для своего западнаго отвода французскій туннель длиной 420 футовъ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 170 кв. футовъ. Построенный американцами для отвода р. Басъ-Обиспо въ р. Чагресъ, восточный отводный каналъ длиной 7½ верстъ, принималъ въ себя воды съ площади болѣе 10 кв. миль и имѣлъ пропускную способность въ 6000 куб. фут. въ секунду; въ томъ мѣстѣ, гдѣ прежнее русло р. Басъ-Обиспо переходило съ восточнаго берега Канала на западную, высокіе холмы восточнаго берега настолько близко подходили къ бровкѣ Канала, что от-

водную канаву не удалось провести вдоль этой бровки, какъ это сдѣлано на остальномъ протяженіи, а пришлось вести въ отдаленіи, прорѣзавъ по сѣдловинѣ сосѣднія возвышенности выемкой въ 97' глубины и 50' по низу, что вызвало крупныя земляныя работы; устройство этого отвода, выведеннаго въ рѣку Чагресъ, потребовало извлеченія 83.000 куб. саж. грунта и возведеніе $1\frac{1}{2}$ миль дамбъ.

Проведеніе этого отвода въ непосредственной близости отъ бровки выемки съ возникновеніемъ оползней оказалось неудачнымъ, въ двухъ пунктахъ во время дождливой поры водоотводъ прорывался и вода устремлялась прямо въ выемку, затопляя ее и приостанавливая всѣ работы въ ней на нѣсколько дней; въ такихъ пунктахъ устройство временныхъ деревянныхъ лотковъ, замѣнявшихъ разрушенный участокъ канала и впослѣдствіи въ свою очередь замѣняемыхъ бетонными лотками, были единственнымъ средствомъ исправить нарушенную систему водоотвода; свайныя стѣнки, забивавшіяся вверху начинавшаго сползать откоса для удержанія его и поддерживаемаго имъ водоотводнаго канала, успѣха не имѣли, не будучи въ состояніи противостоятъ движенію могучей массы сползающаго грунта.

Западный отводъ, какъ указывалось, проведенъ былъ сквозь возвышенности холмовъ туннелемъ, выведившимъ его въ долину рѣки Чагреса.

На южномъ Тихоокеанскомъ склонѣ перевала единственнымъ потокомъ, выющимъ вдоль оси Канала, была рѣчка Рио-Гранде, еще во времена французовъ отведенная и огражденная дамбой отъ выемки на западномъ берегу ея; американцы устроили въ разстояніи $\frac{1}{2}$ мили отъ выемки, недалеко отъ водораздѣльной точки, плотину на этой рѣкѣ, образовавъ въ котловинѣ водохранилище для цѣлей водоснабженія поселковъ; въ сухое время въ отводномъ каналѣ воды не бывало, а въ мокрую пору избытокъ ея переливался черезъ плотину и направлялся по отводу до шлюзовъ Педро-Мигуель, гдѣ съ устройствомъ средней стѣны впущена была въ главную водопроводную галерею средней стѣны, и далѣе направлялась по отводной канавѣ къ Тихоокеанскому берегу. На восточномъ берегу Тихоокеанскаго склона, большая часть фронта котораго нарушена самыми большими изъ оползней, специальныхъ продольныхъ отводовъ не имѣлось, вода съ возвышенностей надвинувшихся близко къ бровкѣ выемки имѣвшихъ сравнительно небольшую площадь, стекала въ самую выемку и удалялась „внутреннимъ водоотводомъ“.

Кромѣ продольныхъ водоотводныхъ канавъ, къ элементамъ „наружнаго водоотвода“ должна быть, отнесена также и дамба, преграждавшая съ сѣвернаго конца выемки (рис. 9) доступъ внутрь ея водамъ рѣки Чагресъ, пересекающей у этого мѣста въ первый разъ ось Канала; дамба эта въ видѣ оставленной неизвлеченной естественной гряды съ гребнемъ на отм. + 73, при отмѣткѣ дна Канала + 40, дала возможность производить отрывку въ прилегающемъ участкѣ перевальной выемки, несмотря на быстрыя повышенія горизонта рѣки, только одинъ разъ во время постройки поднявшейся выше гребня плотины, залившей выемку и прекратившей въ ней работы; у южнаго конца выемки отсутствіе большой рѣки и крутое паденіе мѣстности къ океану позволили обойтись безъ поперечной дамбы.

Внутренній водоотводъ въ каждой половинѣ выемки по обѣ стороны перевальной точки былъ осуществленъ устройствомъ и поддержаніемъ по оси выемки канавы, начинавшейся у раздѣльнаго пункта и продолжавшейся во

всю ея длину до выходовъ изъ выемки въ долинные участки Канала. У сѣвернаго конца (рис. 9) выемки вода собиралась въ большемъ колодцѣ *E* у, замыкающей входъ въ выемку, дамбы, откуда поднималась насосами станціи *D*. При наибольшемъ притокѣ къ колодцу въ 8000 галлоновъ въ минуту, станція оборудована была тремя горизонтальными поршневыми паровыми насосами съ общей производительностью въ 12.000 галлоновъ въ минуту и рабочимъ напоромъ до 5 атмосферъ. Кромѣ того, въ тѣлѣ самой поперечной дамбы проложены парныя 24" трубы на отм + 46, + 52 и + 60 (отм. дна канала + 40), снабженныя затворами для выпуска, накопившейся въ выемкѣ, воды въ рѣку Чагресъ. Для внутренняго водоотвода, кромѣ продольныхъ канавъ, дно разрабатываемой выемки перерѣзано въ нѣкоторыхъ разстояніяхъ другъ отъ друга поперечными бороздами для стока въ среднюю канаву водъ со всей ширины выемки, что необходимо вслѣдствіе получающагося при принятой системѣ работы паровыхъ лопатъ поперечнаго склона отъ середины къ краямъ выемки.

Уклонъ продольныхъ канавъ, которыми служили начальныя траншеи послѣдовательно разрабатываемыхъ слоевъ выемки, по мѣрѣ работъ постепенно смягчались отъ уклона въ 0.006 до 0.003. При указанныхъ методахъ разработки начальныхъ траншей, непрерывная продольная канава во всю длину дистанціи устанавливалась не сразу и въ случаяхъ переломовъ въ ея продольномъ профилѣ, вызывавшихъ задержку воды, въ подобныхъ мѣстахъ устанавливались подвижныя группы насосовъ, дѣйствовавшихъ сжатымъ воздухомъ изъ пневматической сѣти, проложенной въ предѣлахъ работъ; эти насосы различныхъ калибровъ отъ 6" до 16" мощностью отъ 500 до 6.000 галлоновъ въ минуту, перекачивали воду, скопившуюся у какого-нибудь препятствія ея стоку, въ сосѣдній нижележащій участокъ начальной траншеи. Такіе батареи насосы устанавливались, напримѣръ, въ пучистыхъ мѣстахъ, гдѣ дно выемки подъ давленіемъ сосѣднихъ оползней поднималось, нарушая продольный стокъ воды.

Водоотводныя работы въ долинномъ участкѣ рѣки Чагресъ, гдѣ дно Канала къ сѣверу уже отъ 26-й мили находится выше средняго уровня рѣки, заключались въ устройствѣ оградительныхъ земляныхъ дамбъ и перемычекъ, имѣвшихъ при общемъ характерѣ отдѣльныхъ, разбросанныхъ въ разныхъ точкахъ, сравнительно небольшихъ работъ, только мѣстное защитное значеніе; гребень этихъ дамбъ поднятъ былъ надъ наивысшимъ горизонтомъ паводочныхъ водъ, въ тѣхъ же мѣстахъ гдѣ этихъ дамбъ не было устроено, паровыя лопаты, составъ и другія механическія устройства при наступленіи паводковъ, о которыхъ получались съ водомѣрныхъ постовъ заблаговременно извѣщенія, увозились на болѣе возвышенныя мѣста, и по спадѣ водъ снова возвращались внизъ на работу.

Несмотря на принятіе описанныхъ мѣръ для отвода воды дождливый сезонъ года сопровождается всегда пониженіемъ успѣшности работъ, что наглядно изображено на графикѣ (рис. 9) гдѣ maximum'амъ выпаденія осадковъ отвѣчаютъ minimum'ы производительности отрывки грунта, получавшіеся не вслѣдствіе пониженія производительности машинъ или личнаго состава, а вслѣдствіе появленія ряда дополнительныхъ работъ въ размягченныхъ верхнихъ слояхъ грунта и по отводу воды.

Весьма важной вспомогательной работой при производствѣ отрывки

выемки было снабженіе района работъ водой и канализація пневматической и электрической энергіи вдоль всего ихъ фронта. Безъ воды не могутъ работать землеотрывныя машины, а сжатый воздухъ необходимъ былъ для приведенія въ дѣйствіе бурильныхъ снарядовъ, которыхъ въ одной перевальной выемкѣ работало около 150, а также насосовъ, работа которыхъ должна была обезпечить отводъ воды.

Водоснабженіе и канализація пневматической энергіи усложнились въ виду непрерывно мѣняющагося расположенія пунктовъ питанія паровыхъ лопатъ и бурильныхъ снарядовъ, подвигающихся по мѣрѣ отрывки грунта вдоль фронта работъ и опускающихся на вновь открываемые болѣе нижніе слои; въ соотвѣтствіи съ этими передвиженіями, долженъ былъ измѣняться планъ распредѣлительныхъ трубопроводовъ, отвѣтвлявшихся отъ магистралей, проложенныхъ у верхней бровки выемки; несмотря на такое положеніе магистралей внѣ перемѣнной сферы земляныхъ работъ, и здѣсь были необходимы частыя перемѣщенія участковъ ихъ вслѣдствіе возникавшихъ во многихъ мѣстахъ изъ-за оползней мѣстныхъ дислокацій грунта.

Необходимость имѣть всегда притокъ воды и сжатого воздуха на работахъ, безъ чего отрывка грунта прекратилась бы, и возможность частыхъ поврежденій въ магистральныхъ при неустойчивости откосовъ, вблизи которыхъ онѣ проложены,—привели къ устройству какъ для водной, такъ и для пневматической магистралей круговой (кольцевой) системы, охватывавшей всю перевальную выемку. Каждая изъ этихъ 2-хъ магистралей водяной и пневматической переведена черезъ Каналь у сѣвернаго конца перевальной выемки по поперечной дамбѣ, прикрывавшей входъ въ выемку, а у южнаго конца по временному деревянному мосту, по которому проведена линія Панамской жел. дороги; эти два вытянутыхъ кольцевыхъ трубопровода у перевальной точки, т. е. приблизительно по серединѣ ихъ длины, имѣли каждый поперечную вѣтвь разбивающую длинное кольцо на два—вдвое меньшей длины; раздѣлительныя поперечныя вѣтви водяная и пневматическая, переведены черезъ выемку по временному висячему мосту. Водяная и пневматическая магистраль, уложенная на поверхности грунта, были составлены изъ раструбныхъ трубъ діаметромъ въ 10, 8 и 6 дюймовъ; приблизительно черезъ каждые 1.500 футовъ расположены задвижки, позволявшія выключать отдѣльныя секціи общей системы, черезъ каждые 500—700 футовъ отдѣлялись отъ магистрали боковыя вѣтви изъ 6-ти и 4-хъ дюймовыхъ трубъ для воды и 4" и 3" для воздуха, которыя, перегнувшись черезъ верхнюю бровку откоса, опускались по поверхности откоса внизъ на дно разрабатываемой выемки; эти вѣтви снабжены также на днѣ выемки задвижками и головками съ кранами, на которыя надѣвались рукава отъ ближайшихъ машинъ; имѣлись также колѣна съ продолженіемъ вѣтви уже по дну выемки параллельно ея оси; отъ этихъ проложенныхъ по одну выемки вѣтвей отходили трубы, питавшія отдѣльныя машины и снаряды, діаметромъ отъ 1 до 2 дюймовъ въ зависимости отъ длины этихъ участковъ и числа обслуживавшихся механизмовъ. Въ кольцевую систему вода подавалась изъ ряда источниковъ, расположенныхъ по длинѣ кольца, частью самотекомъ изъ двухъ высоко расположенныхъ на западномъ берегу водохранилищъ, частью насосами изъ каналовъ, отводящихъ воду на обоихъ берегахъ; упомянутыя водохранилища и нѣкоторыя изъ насосныхъ станцій, расположенныя вдоль 15-ти-верстнаго фронта, питали водой также и лежащіе въ этомъ районѣ рабочіе и туземные поселки.

Сжатый воздух, расходовавшийся в предѣлахъ перевальной выемки въ количествѣ 10—11 милліоновъ куб. футовъ въ 8-ми часовой рабочей день, вырабатывался на трехъ компрессорныхъ станціяхъ, расположенныхъ вдоль фронта выемки и задувавшихъ въ одну общую кольцевую магистраль; отъ этого кольца къ югу отвѣтвлялись линія, доходившая до южныхъ плузовъ Мирафлоресъ, гдѣ для повышенія, упавшаго до 3-хъ атмосферъ на длинномъ пути, давленія устроена была задувавшая въ ту же вѣтвь дополнительная компрессорная станція. Станціи состояли въ поселкѣ Ласъ-Каскадасъ изъ 4-хъ компрессоровъ общей производительностью въ 2.500 куб. футовъ въ минуту, въ поселкѣ Эмпайръ изъ 5-ти компрессоровъ, подававшихъ 3000 куб. фут. въ минуту, въ Рио-Гранде—изъ 5-ти и въ Мирафлоресъ—изъ одного.

Воздухъ выходилъ со станціи при давленіи въ 7 атмосферъ и достигалъ рабочихъ механизмовъ на мѣстахъ работъ въ выемкѣ при давленіи въ 5—4 атмосферы. Для воздухопроводной линіи примѣнялись 10", 8", 7" и 6" трубы литого желѣза съ винтовыми соединеніями, для водопроводныхъ линій примѣнены были желѣзныя трубы съ раструбными соединеніями, а для отвѣтвленій—спускавшіяся внизъ по откосу гальванизированныя трубы.

Общее протяженіе уложенныхъ въ районѣ перевальной выемки 6-ти, 8-ми и 10-ти дюймовыхъ магистральныхъ водопроводныхъ и воздухопроводныхъ трубъ составляло 45 верстъ, длина боковыхъ отвѣтвленій отъ магистралей, спускавшихся по откосу на дно выемки достигала 13 верстъ; разводящія пневматическія трубы на днѣ выемки имѣли общую длину въ 40 верстъ.

Вслѣдъ за непрерывнымъ перемѣщеніемъ землеотрывныхъ и другихъ снарядовъ мѣнялось распредѣленіе воды и сжатого воздуха, къ нимъ доставляемаго; до 115 верстъ, въ среднемъ, второстепенныхъ отвѣтвленій, подходящихъ къ рабочимъ машинамъ, укладывалось и перекладывалось въ теченіе мѣсяца въ предѣлахъ 15-ти-верстнаго фронта работъ, въ сухіе наиболѣе дѣятельные и успѣшные мѣсяцы цифра эта достигала 250 верстъ. Остальная сѣть трубъ, какъ отвѣтвленій, уложенныхъ по дну выемки и по ея склонамъ, такъ и магистралей, хотя и не требовала частыхъ перекладокъ, но все же, находясь въ непосредственной близости взрывныхъ работъ, мѣстами въ еще не уравновѣшенныхъ массахъ грунта, то и дѣло сдвигающихся внутрь выемки или выпучивавшихся на днѣ ея, подвержены были частымъ поврежденіямъ, исправленіе которыхъ должно было производиться немедленно и возможно скорѣе, ибо иначе вся работа цѣлыхъ участковъ Канала была бы приостановлена безъ подачи воды или сжатого воздуха. Днемъ и ночью приходилось слѣдить за трубопроводами, находить мѣста течи, поврежденій, внимательно осматривать мѣстность, по которой они уложены, для обнаруженія появленія трещинъ или движеній земляныхъ массъ, требующихъ своевременнаго переноса угрожаемыхъ трубопроводовъ. Для исправленій всѣхъ этихъ поврежденій, а также для текущихъ работъ по укладкѣ и перекладкѣ линій вслѣдъ за движеніемъ землеотрывныхъ машинъ въ выемкѣ, была организована отдѣльная „служба трубопроводовъ“ (Pipe line department), вошедшая въ видѣ отдѣльной части въ составъ конторы средняго строительнаго отдѣленія; вся система канализаціи воды и воздуха и откачка воды съ мѣста работъ, подлежала вѣдѣнію этой службы за исключе-

ніемъ компрессорныхъ и постоянныхъ насосныхъ станцій, находившихся въ вѣдѣніи Механической Части; завѣдывающей службой „трубопроводовъ“ подчиненъ непосредственно начальнику средняго строительнаго отдѣленія. Для производства работъ „по трубопроводамъ“ (pipe line works), вырѣжавшихся въ теченіе года (1910) укладкой вновь 800 верстъ водопроводныхъ трубъ и 830 верстъ воздухопроводныхъ, и удаленіемъ по 700 верстъ уложенныхъ тѣхъ и другихъ трубъ, имѣлось семь артелей съ десятниками во главѣ, между которыми распределены различные участки работъ; всего было 65 слесарей, 70 ихъ помощниковъ, 5 плотниковъ и 70 чернорабочихъ.

Система снабженія рабочихъ машинъ необходимыми матеріалами и частями для содержанія ихъ въ исправномъ состояніи была отмѣчена выше (стр. 85) при описаніи организаціи ремонта этихъ машинъ, здѣсь остается упомянуть о снабженіи ихъ угольнымъ топливомъ, для чего въ строительныхъ отдѣленіяхъ установлены были регулярные ночные объѣзды фронта работъ специальными угольными поѣздами. Въ среднемъ строительномъ отдѣленіи каждая половина перевальной выемки обслуживалась ночью такимъ составомъ, снабжавшимъ около 20 паровыхъ лопатъ углемъ общимъ количествомъ въ 40—50 тоннъ. Двигаясь по главнымъ путямъ въ выемкѣ, угольный составъ осаживался на отвѣтвлявшіеся отъ главныхъ погрузочные пути и отбрасывалъ отдѣльные вагоны, которые затормаживались противъ соотвѣстныхъ паровыхъ лопатъ; на каждомъ изъ такихъ вагоновъ оставалось по два рабочихъ, которые, при содѣйствіи ночного сторожа паровой лопаты, производили въ теченіе нѣсколькихъ часовъ перегрузку двухъ-трехъ тоннъ угля въ угольный ящикъ лопаты; вагоны затѣмъ переводились въ другое мѣсто къ другимъ лопатамъ паровозомъ угольнаго поѣзда; послѣ объѣзда всей выемки и всѣхъ ея терассъ, гдѣ стояли лопаты, вагоны снова собирались въ составъ, который возвращался на угольный складъ;—къ 7-ми час. утра лопаты, снабженыя углемъ, готовы къ дневной работѣ. Въ то же время, на смѣну ночныхъ артелей перегрузчиковъ становились дневныя артели, приступавшія къ работѣ погрузки угля изъ складовъ на вагоны угольнаго состава.

Для быстрой и безпрепятственной перегрузки угля изъ угольныхъ составовъ на паровыя лопаты весьма важно, чтобы доступъ къ этимъ лопатамъ не былъ бы затрудненъ оставленными на погрузочныхъ путяхъ рабочими составами; послѣдніе должны быть надлежащимъ образомъ установлены, что составляло заботу службы движенія въ лицѣ распорядителей движенія въ выемкѣ.

Снабженіе паровыхъ машинъ и другихъ снарядовъ прочими матеріалами, необходимыми при ихъ дѣйствіи, какъ то смазкой, запасными мелкими частями и др., точно такъ же, какъ и снабженіе запасными элементами полевыхъ ремонтныхъ мастерскихъ, производилось ремонтными ночными поѣздами, объѣзжавшими фронтъ работъ (стр. 86).

Для осуществленія описанной выше системы управленія рабочими поѣздами, которые въ количествѣ болѣе ста въ теченіе 8-часового рабочаго дня выпускались съ 15-верстнаго фронта перевальной выемки, и должны были своевременно подаваться къ паровымъ лопатамъ—потребовалось устройство развитой телефонной сѣти между многочисленными пунктами и постами на работахъ. Только благодаря телефоннымъ устройствамъ оказалось возможнымъ централизовать все управленіе движеніемъ въ двухъ пунктахъ—главныхъ

распорядительныхъ постахъ (стр. 62), согласовать дѣйствія многочисленныхъ постовъ различныхъ классовъ, разбросанныхъ по всей площади работъ и внѣ ея и передавать мгновенно приказанія главнаго распорядителя черезъ всѣ инстанціи—посты нѣсколькихъ классовъ, непосредственнымъ повелителямъ направленія движенія рабочихъ поѣздовъ—сигналистамъ на путяхъ и стрѣлочникамъ. Телефонныя линіи въ предѣлахъ работъ выемки, постепенно разросшіяся и усовершенствованныя, связывали не только посты главныхъ распорядителей съ постами II класса (линія главныхъ распорядителей), но также отдѣльно и съ ближайшими постами III класса, кромѣ того спеціальная линія соединяла между собой главныхъ распорядителей обѣихъ половинъ перевальной выемки, а двѣ другія линіи—каждаго изъ нихъ съ главной конторой движенія при управленіи средняго строительнаго отдѣленія, контора же находилась въ связи съ телеграфной линіей Панамской жел. дороги, т. е. со всѣми пунктами работъ отъ океана до океана. Кромѣ того, постъ cadaго изъ 2-хъ главныхъ распорядителей связанъ былъ телефонной линіей съ центральной телефонной станціей въ поселкѣ Эмпайръ у водораздѣльнаго пункта, что сдѣлано для удобства технического надзора, лица котораго съ любого пункта работъ перевальной выемки черезъ какой-нибудь изъ постовъ службы движенія могли быть соединены черезъ постъ главнаго распорядителя и центральную телефонную станцію съ любымъ учрежденіемъ въ этомъ поселкѣ или же съ главнымъ Управленіемъ работъ и его отдѣлами въ сосѣднемъ поселкѣ „Кулебра“.

Кромѣ этихъ главныхъ телефонныхъ линій, имѣлся рядъ второстепенныхъ мѣстныхъ, связывавшихъ посты II класса съ находящимися въ соответствующихъ имъ районахъ постами III и IV класса; мѣстами, кромѣ линіи главныхъ распорядителей, между смежными постами II класса, находившимися по условіямъ работы въ оживленныхъ сношеніяхъ, имѣлись самостоятельныя телефонныя линіи; телефонныя линіи направлялись и за предѣлы перевальной выемки на нѣкоторые свалочные пункты. Въ практиковавшуюся въ первое время работъ систему послѣдовательнаго соединенія всѣхъ постовъ II и III классовъ въ одну линію было затѣмъ внесено измѣненіе, состоявшее въ образованіи отдѣльныхъ мѣстныхъ линій, присоединявшихъ группу постовъ III и IV класса опредѣленнаго района къ соответствующему посту II класса.

При частыхъ перемѣщеніяхъ пунктовъ, обслуживаемыхъ телефонными линіями, и случающихся нерѣдко поврежденіяхъ на этихъ линіяхъ, продолженныхъ въ районѣ производящихся работъ и взрывовъ, однимъ изъ главныхъ условій успѣшности дѣйствія телефонной системы были простота ея устройства и легкость исправленія. Проводка телефонныхъ линій по дну разрабатываемой выемки оказалась весьма неудовлетворительной, вслѣдствіе частыхъ поврежденій ихъ и трудности надзора за ними она была оставлена и замѣнена проводкой магистралей внѣ предѣловъ самой выемки, вдоль верхней бровки откосовъ. Отъ этихъ линій въ мѣстахъ расположенія постовъ отвѣтвлялись переброшенные съ берега на берегъ черезъ выемку провода и отъ этихъ поперечныхъ проводовъ спускались концы внизъ по вертикали къ мѣсту назначенія на днѣ выемки, благодаря чему взрывы по мѣрѣ углубленія выемки все рѣже и рѣже нарушали телефонные провода; въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ возможность поврежденій больше, те-

лефонный поперечный проводъ подвѣшивался къ перекинутому поперекъ выемки поддерживающему стальному крученому канату, діаметромъ отъ $\frac{1''}{4}$ до $\frac{3''}{8}$, что давало возможность въ случаѣ поврежденія телефоннаго болѣе слабаго провода, втаскивать его на берегъ выемки. Пролетъ поперечнаго провода мѣстами, въ зависимости отъ ширины выемки поверху, достигалъ 1700—2000 футъ. Для телефонныхъ линій примѣнялись мѣдные голые провода, такъ какъ изолирующій слой при мокромъ тропическомъ климатѣ скоро изнашивался; проводка всѣхъ линій была воздушная на рельсовыхъ стойкахъ съ бетонными фундаментами.

Всѣ работы по устройству и содержанию телефонныхъ линій выполнялись на перешейкѣ Службой Телеграфа и Телефоновъ Панамской желѣзной дороги, уже имѣвшей къ началу работъ на Каналѣ, опредѣленную организацію. На помощника завѣдывающаго этой службой возложено было завѣдываніе рабочими телефонными сообщениями въ предѣлахъ работъ, на немъ и на двухъ его помощникахъ лежало наблюденіе за исправнымъ состояніемъ сѣти и производство новыхъ работъ; въ ихъ распоряженіи при постахъ I-го и II-го класса состояли надсмотрщики проводовъ (всего 25 человекъ), которые до приступа къ работамъ на Каналѣ равнымъ утромъ обходили свои околотки и повторяли такой обходъ въ 12 часовъ дня; въ случаѣ прекращенія дѣйствія какой-нибудь телефонной линіи они немедленно отправлялись на поиски мѣста поврежденія и исправленія его; для прокладки новыхъ линій имѣлась специальная артель въ 15 человекъ, помогавшая при отсутствіи новыхъ работъ ремонтному персоналу Телефонной Службы.

10. Оползни и борьба съ ними. Виды оползней, причины ихъ образованія, размѣры, приемы ихъ предупрежденія.

Среди различныхъ техническихъ затрудненій, встрѣтившихся при сооруженіи Канала, однимъ изъ самыхъ серьезныхъ оказались оползни въ перевальной выемкѣ, размѣры коихъ далеко превосходили ожиданія строителей и увеличили смѣтную кубатуру выемки съ 13,4 милліона куб. саж. до 16,3 милліона, т.-е. болѣе, чѣмъ на 20⁰/₀. Изъ кубатуры, извлеченной къ концу 1912 года изъ перевальной выемки, было уже удалено около 1¹/₃ милліона куб. саж. оползшаго грунта и еще предполагалось къ удаленію около $\frac{1}{2}$ милліона.

Помимо чувствительнаго увеличенія кубатуры земляныхъ работъ, оползни наносили значительный вредъ производству ихъ нарушеніемъ правильности выполненія установившагося плана работъ и созданіемъ препятствій, приостанавливавшихъ или ослаблявшихъ ходъ работъ цѣлыхъ районовъ. Громадныя массы грунта, доходившія до нѣсколькихъ десятковъ тысячъ куб. сажень, подчасъ мгновенно обрушавшіяся внутрь разрабатываемой выемки, засыпали не только террасы съ работающими на нихъ паровыми лопатами, бурильными станками, рабочими составами и путями, коверкая и сбрасывая ихъ внизъ, но также заполняли начальную траншею и приостанавливали водоотводъ и желѣзнодорожное движеніе по дну выемки; послѣднее, если и не приостанавливалось совсѣмъ, то значительно сокращалось, а слѣдовательно

созрачалась и, находящаяся въ непосредственной зависимости отъ перевозки, зубатура извлекаемаго изъ выемки грунта.

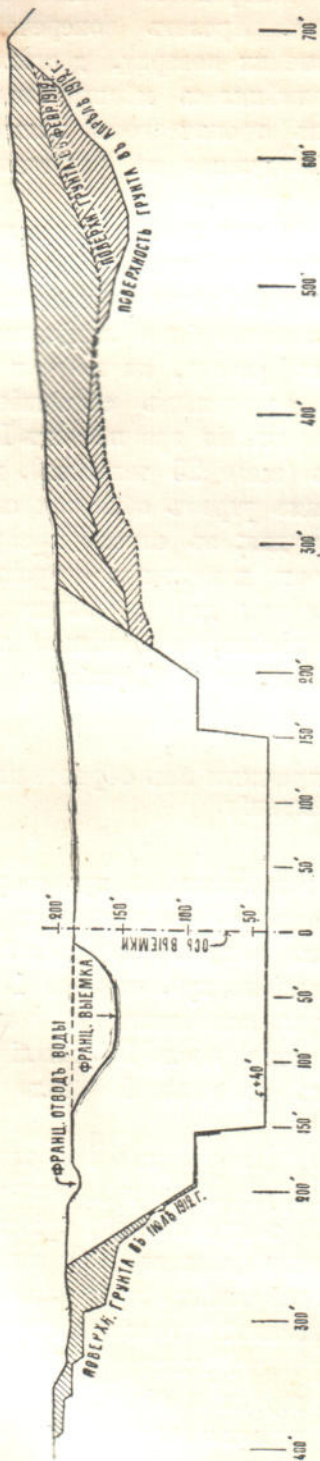


Рис. 46. Уширение призмы Канала оползнями, возникшими при производствѣ работъ.

Такое пониженіе производительности работъ продолжалось иногда по нѣсколько недѣль до окончанія расчистки земляныхъ заваловъ. По сдѣланнымъ въ управленіи работъ подсчетамъ оказывается, что въ предѣлахъ 15-ти-верстнаго фронта перевальной выемки за пять лѣтъ работъ было разрушено и завалено до 300 верствъ рабочихъ путей, въ одномъ пунктѣ работъ пришлось непрерывно въ теченіе двухъ лѣтъ исправлять пути, расположенные на грунтѣ, перемѣщавшемся со скоростью отъ одного дюйма до двухъ футовъ въ сутки, для чего требовалась на этомъ участкѣ путей непрерывная работа специальной ремонтной артели. На 15-ти-верстномъ протяженіи перевальной выемки въ послѣдніе годы работъ существовало 18 крупныхъ оползней и рядъ мелкихъ, въ разныхъ мѣстахъ обонхъ склоновъ нарушившихъ ихъ правильное очертаніе. Самые внушительные изъ нихъ, расположенные въ наиболѣе глубокомъ участкѣ выемки, гдѣ глубины достигали 30—38 сажень, своими размѣрами и характеромъ движенія напоминали горные ледники, медленно сползавшіе въ созданную искусственную долину будущаго Канала. Эти движенія грунта открылись съ самаго начала работъ еще при французахъ; съ энергичнымъ углубленіемъ призмы американцами число ихъ и размѣры быстро возросли; начало наиболѣе серьезныхъ относится уже къ 1905—1907 годамъ, въ 1908 году открылось пять крупныхъ оползней, въ 1909 г. — два, въ 1910—пять, въ 1911 и 1912 годахъ — по одному. Изъ 18 крупныхъ оползней пять въ послѣдніе годы работъ считались уже остановившимися—заглохшими. Наиболѣе внушительный изъ оползней былъ расположенъ на западномъ берегу у поселка Кулебра (у перевальной точки), гдѣ объемъ скользящаго грунта достигъ 600 тысячъ куб. сажень, площадь его въ планѣ занимала 23 десятины, длина вдоль оси Канала составляла двѣ версты, расстоя-

ніе линіи разрыва отъ оси Канала—170 сажень; постепенное увеличеніе

размѣровъ этого оползня заставило нѣсколько разъ переносить расположенныя по близости къ бровкѣ выемки зданія рабочаго поселка; съ открытіемъ оползня на противоположномъ берегу Канала, верхнія бровки его оказались въ этомъ пунктѣ раздвинутыми на 170 сажень; кубатура этого противоположнаго оползня достигала 400 тысячъ кубовъ, площадь — 19 десятинъ и длина вдоль канала — $1\frac{1}{2}$ верстъ. Кромѣ этихъ двухъ „кулебрскихъ“ оползней, еще одинъ — „Кукарача“, беспокоившій уже французовъ и проявлявшій, хотя и съ большими паузами, свою дѣятельность до послѣднихъ моментовъ отрывки выемки, можетъ быть отнесенъ къ категоріи наиболѣе крупныхъ: объемъ его — 230 тысячъ куб. саж. и площадь — 17 десятинъ; остальные оползни, кубатуры которыхъ были меньше 80 тысячъ куб. саж., хотя и вызывали дополнительные работы и мѣстные затрудненія, но не вліяли на весь планъ работъ въ выемкѣ, подобно описаннымъ тремъ крупнѣйшимъ (рис. 46).

Серьезное и весьма безпокойное для строителей явленіе сползанія земляныхъ массъ въ призму Канала заставило обратиться къ помощи геологовъ, установившихъ постоянное наблюденіе за этимъ явленіемъ на Перешейкѣ и занявшихъ изученіемъ его геологіи и специально той полосы, которая прорѣзана призмой Канала. Грунты и каменные породы, въ ней обнаруженныя, состояли изъ: осадочныхъ породъ, каковы конгломераты вулканическаго происхожденія, глины, образовавшіяся осажденіемъ въ водѣ продуктовъ вулканическаго изверженія, лигниты, пласты которыхъ мощностью отъ 1 до 3 футовъ перемежались съ пластами глины; затѣмъ — изъ изверженныхъ породъ въ видѣ мощныхъ пластовъ темнаго андезита, врѣзавшихся въ пласты осадочныхъ породъ и, при прониканіи, произведшихъ раздробленіе прилежавшихъ къ нимъ слоевъ, потоковъ трахитовой лавы, залегавшихъ мощностью отъ 20 до 30 футовъ и перемежавшихся съ пластами глины, наконецъ, поверхностныхъ вывѣтрившихся рыхлыхъ породъ, образовавшихся изъ различныхъ каменныхъ, поверхность которыхъ они прикрываютъ. Осадочныя породы обладали средней твердостью, но при обнаженіи въ присутствіи воздуха быстро разрыхлялись, андезиты, хотя и трещиноватые, хорошо сопротивлялись вліянію атмосферныхъ факторовъ и держались въ вертикальномъ откосѣ, трахиты мало были подвержены вывѣтриванію, но вслѣдствіи своей трещиноватости были плохимъ основаніемъ для лежащихъ на нихъ слоевъ глины.

Изученіе геологами явленій оползней на Перешейкѣ привело къ установленію четырехъ категорій ихъ, въ зависимости отъ четырехъ разныхъ причинъ ихъ возникновенія, каковы: 1) недостаточная прочность нѣкоторыхъ породъ, не отвѣчающая новому распредѣленію дѣйствующихъ на нихъ силъ, возникающему при удаленіи земляныхъ массъ изъ призмы канала, 2) несоотвѣтствующая роду грунта крутость откосовъ выемки и присутствіе грунтовыхъ водъ, 3) особенности въ залеганіи и формациі породъ, вызванныя геологическими процессами при ихъ образованіи, 4) вывѣтриваніе и поверхностные смывы.

„Обвалы“ или оползни первой категоріи, принадлежавшіе къ наиболѣе безпокойнымъ и непріятнымъ для строителей, возникали какъ результатъ разрушенія или выдавливанія болѣе слабыхъ породъ (лигнита, лигнитной глины) подъ нагрузкой вышележащими пластами. Временное сопротивленіе раздробленію пластовъ или отдѣльныхъ массъ горныхъ породъ значительно понижается съ устраненіемъ въ какой-нибудь точкѣ ихъ поверх-

ности объемлющих их соседних пород; при таком удалении части оболочки, более слабая порода, заключенная в ней раньше, получает в этом месте как бы выход из под нажимающих на нее горных масс и выдавливается ими наружу, подвергаясь при этом движению раздроблению. Такое явление происходило со слоями (незначительной мощности) лигнита или лигнитной глины, когда откосы углубляемой выемки перерезали их и удаленные из призмы выемки грунтовые массы переставали их сдерживать. Такие же выдавливания или вытекания более слабых пород имели место даже и до их обнажения земляными работами, когда давление на них в пределах призмы Канала было уменьшено с удалением значительных масс вышележащего грунта; слабые породы под превосходящим давлением вышележащих масс по краям выемки выжимались внутрь выемки, поднимая дно; такие пучины имели место в нескольких пунктах у перевальной точки и иногда происходили с быстротой поднятия в 10 футов в течение дня.



Рис. 47. Видь обвала, или оползня первой категоріи.

Какъ результатъ такого выдавливанія болѣе слабой породы, происходитъ осѣданіе цѣлаго откоса, сопровождающееся образованіемъ въ немъ вертикальныхъ трещинъ, которыя являюся плоскостями будущихъ откалываній иногда громадныхъ массъ скалы; весь откосъ оказывается расколотымъ этими вертикальными трещинами на отдѣльные вертикальные монолиты; вода, въ изобиліи попадающая въ эти трещины, способствуетъ работѣ отдѣленія послѣдовательныхъ монолитовъ, которые обваливаются въ выемку, давая дорогу слѣдующимъ за ними (рис. 47).

Обвалы являлись самымъ непріятнымъ и безпокойнымъ для строителей видомъ оползней: сваливающіяся внезапно громадныя глыбы скалы накры-

вали работающія паровыя лопаты, бурильные станки и подвижные составы, выводя ихъ изъ строя на продолжительное время, страдали и желѣзнодорожные пути, бывали иногда и несчастя съ неуспѣвавшими спастись людьми. Въ виду этого производство земляныхъ работъ по сосѣдству съ мѣстами возможныхъ обваловъ требовало особыхъ мѣръ предосторожности, какъ напримѣръ внимательнаго непрестаннаго наблюденія за готовящимися къ обвалу массами, увода на ночь всѣхъ машинъ, особенно осторожныхъ методовъ производства взрывныхъ работъ — ряда операций, не содѣйствовавшихъ, конечно, скорости земляныхъ работъ въ такихъ пунктахъ. Кромѣ того, эта категорія оползней, сопровождающаяся выпучиваніемъ дна отрываемой выемки, причиняла рядъ затрудненій нарушеніемъ правильнаго внутренняго водоотвода въ выемкѣ и иногда разрушеніемъ проложенныхъ путей.



Рис. 48. Видъ сдвига, или оползня второй категоріи.

Вторую категорію оползней, отвѣчавшую второй причинѣ ихъ образованія, составляли обыкновенные сдвиги, возникавшіе въ тѣхъ мѣстахъ откосовъ, гдѣ проницаемые пласты залегали на водонепроницаемыхъ, при томъ съ наклоненіемъ ихъ внутрь канала (рис. 48). При крутыхъ откосахъ, верхнія массы сползали по смачиваемымъ дождевой и грунтовой водами поверхности непроницаемыхъ пластовъ даже при уклонахъ этихъ послѣднихъ въ $\frac{7}{1}$, $\frac{8}{1}$ и до $\frac{10}{1}$. При значительныхъ сползающихъ массахъ и слабости непроницаемыхъ пластовъ, образующихъ плоскость скольженія, часть послѣднихъ иногда увлекалась при движеніи верхнихъ массъ. Въ одномъ изъ оползней этой категоріи масса скалистаго грунта двигалась со скоростью 3 фута въ сутки, скользя по лигнитному слою толщиною всего $\frac{1}{2}$ —1 фута, подъ которымъ залегалъ неподвижно мощный пластъ осадочной породы. Интересно отмѣтить, по поводу оползней—сдвиговъ, то обстоя-

тельство, что, хотя насыщение грунта дождевой водой и усиленная деятельность грунтовых водъ въ періодъ дождей способствовали и въ большинствѣ случаевъ являлись непремѣнными условіями образованія и оживленія оползней, тѣмъ не менѣе въ трехъ крупныхъ оползняхъ первое движеніе обнаружилось въ разгаръ сухой поры.

Третья категория оползней, возникавшихъ вслѣдствіе особенностей въ залеганіи породъ, создавшихся при образованіи геологическихъ формаций

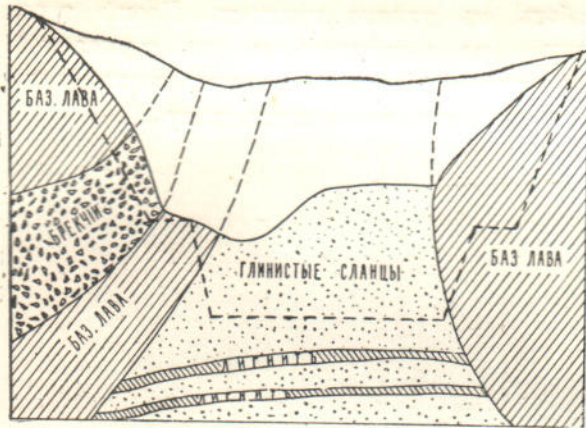


Рис. 49. Поперечное сѣченіе выемки въ мѣстѣ образованія оползня третьей категоріи.

на Перешейкѣ, имѣла мѣсто только въ двухъ—трехъ пунктахъ фронта работъ, одинъ изъ которыхъ представленъ на рис. 49. Здѣсь, при наклонномъ расположеніи границы двухъ породъ, съ углубленіемъ выемки естественно происходило откалываніе нависающихъ частей. Къ этой же категоріи относились явленія выжиманія при обнаженіи такихъ прослоекъ, которые, находясь во

время геологическихъ процессовъ на границѣ двухъ различныхъ скользящихъ

одна по другой отдѣльныхъ массъ, были раздроблены и затѣмъ зажаты со всѣхъ сторонъ пластами болѣе крѣпкихъ породъ.

Четвертую категорію оползней образуютъ сплывы и наносы, явившіеся результатомъ весьма интенсивнаго вывѣтриванія осадочныхъ породъ въ жаркомъ и сыромъ климатѣ Перешейка. Сползаніе этихъ поверхностныхъ вывѣтрившихся и размягченныхъ обильными осадками слоевъ откосовъ продолжается до тѣхъ поръ, пока откосъ не достигнетъ пологости, иногда до $\frac{8}{1} - \frac{10}{1}$, отвѣчающей равновѣсію вывѣтрившихся смоченныхъ массъ. Явленіе это имѣло мѣсто во многихъ пунктахъ Канала: быстрое энергичное вывѣтриваніе скалы и обильные тропическіе ливни, несмотря на тщательныя водопроводныя работы, все же несли съ ближайшихъ къ верхнимъ бровкамъ выемки площадей нѣкоторое количество наносовъ, которое въ теченіе производства работъ по отрывкѣ выемки въ сравненіи съ общей кубатурой обваловъ и сдвиговъ оказывалось незначительнымъ, но грозитъ, при отсутствіи какихъ-нибудь мѣръ для ихъ уменьшенія, сдѣлаться крупной статьей расходовъ по содержанію Канала. Если продукты смывовъ будутъ отлагаться въ первое время, какъ предполагаютъ, равномерно по дну канала слоемъ толщиной въ 2 фута въ теченіе года, то объемъ этого слоя достигнетъ $5\frac{1}{2}$ тысячъ куб. сажень, что при стоимости удаленія одного куба въ 6 рублей составитъ расходъ въ 33 тысячи рублей въ годъ.

Кромѣ приведенныхъ выше естественныхъ причинъ возникновенія различныхъ видовъ оползней, слѣдуетъ упомянуть еще объ одномъ искусственномъ факторѣ, имѣвшемъ вліяніе на ихъ образованіе и развитіе—на сотрѣсеніе породъ отъ производимыхъ при разработкѣ скалы взрывовъ. Взры-

вы глубоко (до 80 футовъ) заложены большіе заряды динамита, примѣнявшіеся въ первые годы работъ, вызывали въ скалистыхъ породахъ, далеко за предѣлы откосовъ выемки расходящіяся колебательныя волны, интенсивность и районъ распространенія которыхъ зависятъ отъ характера самихъ породъ, размѣра заряда и другихъ условій. Примѣненію метода сильныхъ и глубокихъ зарядовъ въ первые годы работъ приписываются многія трещины въ породахъ, послужившія началомъ отдѣленія впоследствии обнаружившихся оползней; поэтому въ послѣдніе годы работъ глубина взрывныхъ скважинъ уменьшена была до 20—30 футовъ и разбивка скалы производилась постепенно, взрывомъ незначительнаго числа отдѣльныхъ скважинъ. Поверхностные взрывы, состоящіе во взрываніи отдѣльныхъ патроновъ, наложенныхъ на поверхность скалы съ цѣлью ея разбивки на болѣе мелкіе куски, несмотря на ощущаемое благодаря развивающимся сильнымъ воздушнымъ волнамъ большее сотрясеніе, остаются безъ вліянія на окружающія массы горныхъ породъ и потому примѣненіе такихъ взрывовъ продолжалось безпрепятственно.

Кромѣ чувствительнаго увеличенія кубатуры извлекаемаго грунта и созданія препятствій, нарушавшихъ правильный ходъ работъ, оползни, представляя массы грунта, которыя иногда годами выстаивали неподвижно, а затѣмъ въ короткое время совершали значительное перемѣщеніе, вносили элементъ неопредѣленности въ назначеніи сроковъ исполненія отдѣльныхъ участковъ, вредя такимъ образомъ стройности общаго плана работъ. Уже съ первыхъ годовъ постройки съ момента открытія оползней, строителями принимались различныя мѣры борьбы съ ними, какъ для препупрежденія ихъ, такъ и для ослабленія уже открывшихся: французами были построены системы продольныхъ и поперечныхъ дренажей въ тѣхъ откосахъ, которые уже тогда обнаруживали движеніе, американцами забивались шпунтовые стѣнки въ откосахъ, мѣстами съ засыпкой позади рванаго камня — но и эти мѣры, и многія другія, предлагавшіяся изобрѣтательными американцами, были ничтожны въ сравненіи съ тѣмъ явленіемъ, для предупрежденія котораго онѣ назначались — онѣ не могли остановить тропическихъ глетчеровъ, медленно и неустойчиво сползающихъ въ призму Канала и еще медленнѣе, но настойчиво удалявшихся землеотрывными снарядами и рабочими поѣздами.

Опытъ нѣсколькихъ лѣтъ работъ въ такихъ условіяхъ показалъ, что для предупрежденія и нѣкотораго задержанія движенія подобныхъ массъ грунта, кромѣ приданія съ самаго начала отрывки возможно болѣе пологихъ уклоновъ откосамъ выемки, можетъ быть съ нѣкоторымъ успѣхомъ примѣненъ только пріемъ облегченія сползающихъ или угрожающихъ сползаніемъ массъ въ верхнихъ ихъ частяхъ путемъ удаленія верхнихъ слоевъ ихъ, то есть разработки верха откосовъ террасами (рис. 50), которая начинается у линіи отрыва сползающей массы или же у угрожающихъ отрывомъ трещинъ на поверхности грунта. Въ такомъ мѣстѣ обыкновенно устанавливалась паровая лопата, двигавшаяся на этой высотѣ вдоль откоса параллельно оси Канала. Послѣ повторныхъ проходовъ лопаты вдоль всего фронта оползня или угрожаемаго района, достигавшаго мѣстами протяженія въ двѣ версты, когда берма оказывалась достаточно уширена, открывалась нѣсколько ниже (на 20 или 30 футъ) такая же вторая берма или терраса, на которую ставили вторую лопату; съ уширеніемъ и этой бермы, когда не было уже

опасности подрывки ея работами по открытію третьей, считая сверху, террасы, приступали къ ея отрывкѣ и т. д. При подобномъ постепенномъ развитіи работъ сверху внизъ, отрывка на верхнихъ терассахъ продолжалась, благодаря чему каждая берма оказывалась врѣзанной въ откосъ глубже, чѣмъ нижележащая, начатая позже; результатомъ такой работы являлось не только облегченіе верхнихъ частей сползающихъ массъ, но и образованіе болѣе пологого уклона въ верхнихъ частяхъ откосовъ.

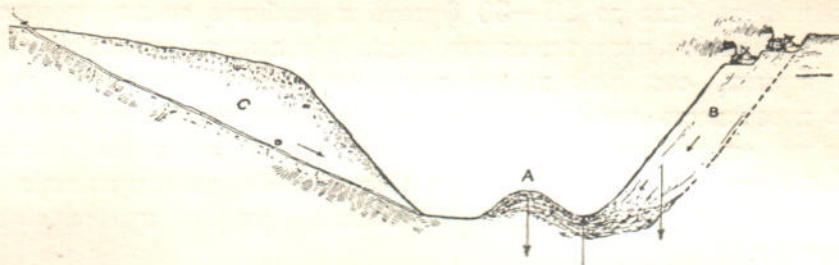


Рис. 50. Разработка верхнихъ слоевъ оползней террасами.

Подобная разработка сверху примѣнялась съ большимъ успѣхомъ тамъ, гдѣ оползень еще не открылся и гдѣ имѣлись только угрожающіе симптомы, на массахъ же, уже движущихся, работы сильно тормозились частой порчей и разстройствомъ желѣзнодорожныхъ путей для составовъ, обслуживающихъ паровыя лопаты. Прокладка путей при разработкѣ террасами и выводъ ихъ на главные пути, направляющіеся на свалки, нѣсколько усложнило этотъ приемъ работъ—приходилось вырѣзывать въ откосахъ спуски для вывода внизъ на дно выемки или же подъемъ для направленія составовъ на берегъ ея; при относительно стѣсненномъ фронтѣ работъ на терассахъ примѣнялись укороченные составы рабочихъ поѣздовъ, иногда погрузка ихъ производилась по частямъ съ послѣдовательнымъ отводомъ нагруженныхъ вагоновъ съ террасъ на дно или на берегъ выемки.

Облегченіе верхнихъ частей откосовъ въ мѣстахъ грунта и разработка террасами должны были бы теоретически предшествовать работамъ по расчисткѣ подошвы оползней и по удаленію уже сползшихъ въ призму Канала массъ, такъ какъ, при такой разработкѣ подошвы, вышележащей массѣ подготавлиался легкій дальнѣйшій путь для перемѣщенія и ускорялось ея движеніе; тѣмъ не менѣе, необходимость очистить дно выемки для поддержанія сквозного движенія и восстановленія возможно скорѣе нарушеннаго оползнемъ плана работъ заставляла, не ожидая результатовъ медленной работы терассированія склоновъ, приступать къ энергичному удаленію сползшей массы, которое велось, однако, съ особенной осторожностью, въ виду ежеминутной возможности быстрого движенія грунта или обвала, а слѣдовательно новаго нарушенія общаго плана работъ; иногда, гдѣ позволяли мѣстные условія, подчистку подошвы оползней откладывали на нѣкоторое время. Указанные приемы борьбы съ оползнями примѣнялись къ различнымъ ихъ видамъ, кромѣ сплывовъ и наносовъ, удалявшихся только подчисткой у подошвы откоса.

Въ борьбѣ со сдвигами предлагалось и мѣстами было испробовано прорытіе дренажныхъ канавъ въ верхнихъ частяхъ откоса съ цѣлью перехватить стекающія поверхностныя воды, но поддержаніе такихъ канавъ на движущихся

земляныхъ массахъ требовало непрестанныхъ работъ, а грунтовая вода, смачивавшія плоскости скольженія, проходили на черезчуръ значительныхъ (въ нѣсколько десятковъ футовъ) глубинахъ и не могли быть перехвачены даже глубокими дренами: дренированіе не оказалось успѣшнымъ и примѣнено было въ единичныхъ случаяхъ. Для уменьшенія кубатуры оползней четвертой категоріи (наносовъ и сплывовъ), которые будутъ особенно неприяты послѣ окончанія отрывки Канала, вызывая значительныя дополнительныя работы по содержанію, предполагается покрытіе склоновъ растительностью, которая при пышной мощной флорѣ Перешейка не замедлитъ, во многихъ мѣстахъ даже безъ засадки, одѣть откосы, укрѣпивъ ихъ поверхность своими корнями.

Къ мѣрамъ, принимаемымъ для предупрежденія оползней, слѣдуетъ отнести и тѣ приемы при производствѣ взрывныхъ работъ, которые имѣли цѣлью ослабить дѣйствіе взрывовъ на прилегающіе откосы выемки. Несмотря на болѣе экономичную глубину разрабатываемыхъ паровыми лопатами слоевъ — въ 30—36 футовъ, — въ нѣкоторыхъ пунктахъ, у наиболѣе безпокойныхъ и угрожающихъ оползней, эта глубина уменьшена до 20—24 футовъ и установленъ предѣлъ одновременно взрываемыхъ скважинъ (не болѣе 50) и предѣльный зарядъ динамита въ каждой изъ нихъ.

Описанныя мѣры предупрежденія и ослабленія оползней дали возможность довести сѣченіе Канала до проектнаго профиля, но ими не устранена возможность, по крайней мѣрѣ въ теченіе нѣсколькихъ первыхъ лѣтъ по открытіи Канала, новыхъ движеній земляныхъ массъ внутрь его призмы и скорѣе всего въ пунктахъ еще не заглохшихъ оползней. Удаленіе этихъ массъ изъ заполненной водой призмы Канала предполагается производить дноуглубительными снарядами, для чего построена спеціальная землечерпательница большой мощности (100 куб. саж. въ часъ), снабженная грузовыми ящиками. Такой подборкой грунта и быть можетъ продолженіемъ производящихся работъ по верхней разработкѣ оползней паровыми лопатами окажется возможнымъ со временемъ возстановить равновѣсіе горныхъ породъ, нарушенное образованіемъ искусственной поперечной долины въ горномъ хребтѣ. Никакими искусственными подпорными сооружениями и укрѣпленіями возможныхъ размѣровъ не удержать сотней тысячъ кубовъ въ ихъ мощномъ движеніи; при такихъ условіяхъ возбужденный въ началѣ постройки вопросъ о покрытіи подводной части склоновъ выемки бетонной одеждой для защиты ихъ отъ дѣйствія волны отпалъ; пробныя участки такихъ бетонныхъ одеждъ съ желѣзной арматурой блестяще доказали, что нельзя одѣвать поверхность такихъ склоновъ, мощное тѣло которыхъ еще не достигло состоянія равновѣсія.

ГЛАВА IV.

Производство земляных работ на мѣстности, покрытой водой.

Содержаніе.—1. Составъ и распредѣленіе дноуглубительныхъ флотилій Атлантическаго и Тихоокеанскаго устьевъ.—2. Дноуглубительные снаряды, ихъ работа, вспомогательныя плавучія и береговыя средства.—3. Организациія управленія дноуглубительными работами.

1. Составъ и распредѣленіе дноуглубительныхъ флотилій Атлантическаго и Тихоокеанскаго устьевъ.

Сосредоточенныя на двухъ концевыхъ участкахъ Канала, дноуглубительныя работы потребовали двухъ самостоятельныхъ землеотрывныхъ флотилій—Атлантической и Тихоокеанской. Въ составъ первой вошли: одинъ мореходный землесосъ, работающій на ходу, двѣ одночерпаковыя машины съ пятиряднымъ ковшемъ, три многочерпаковыя машины, реставрированныхъ изъ оставленныхъ французами, пять землесосовъ-рефулеровъ, бурильная баржа, 12 землеотвозныхъ баржей, изъ которыхъ двѣ самоходныя, пять буксировъ и 8 паровыхъ катеровъ. Перевозочный Атлантическій отрядъ, поддерживавшій сообщеніе между карьерами песка и щебня, расположенными на океанскомъ берегу въ 45 и 30 верстахъ отъ устья Канала, а также между пристанями и волноломомъ Атлантическаго входа, состоялъ изъ 18 баржей для щебня и рваного камня, 6—для песка, 6—для цемента, 6—для угля и 6 буксировъ; плавучій коперъ и плавучій кранъ дополняли флотилію.

На Тихоокеанскомъ устьѣ флотилія подводной отрывки состояла изъ одного мореходнаго землесоса, работающаго на ходу, одной одночерпаковой машины съ пятиряднымъ черпакомъ, трехъ многочерпаковыхъ обновленныхъ машинъ, сохранившихся съ французскихъ временъ, бурильной баржи, камнедробильнаго аппарата (Лобница), 12 землеотвозныхъ баржей, изъ которыхъ 7 самоходныхъ, и четырехъ буксировъ; въ составѣ, перевозочныхъ средствъ Тихоокеанской флотиліи входили шесть баржей для песка, три—для нефти; плавучій кранъ и баржа съ мастерской на ней—дополняли флотилію.

Обѣ флотиліи, Атлантическаго и Тихаго Океана, какъ видно, имѣли почти одинаковый составъ. Мореходные землесосы ихъ работали на начальныхъ открытыхъ частяхъ Канала на протяженіи 3—4-хъ, верстъ пролежавшихъ по океанскимъ заливамъ, извлекаая рыхлый наносный грунтъ. Землесосы рефулеры, снабженные разрыхлителями, удаляли покровы растительной земли, глины и мягкіе верхніе слои грунта на болотныхъ участкахъ Канала, возвышавшихся на 3'—5' надъ океанскимъ уровнемъ и прилежавшихъ къ заливамъ, ими же выбирались и болѣе низкіе, насколько было возможно, иногда и до проектной глубины, мягкіе грунты. Одночерпаковыя и многочерпаковыя машины

выбирали скалу, предварительно оголенную землесосами и затѣмъ разбитую динамитомъ, или же ударнымъ механическимъ приѣмомъ, для чего этимъ машинамъ предшествовали бурильныя баржи и камнедробильный снарядъ.

Общее расположеніе дноуглубительныхъ машинъ, подверженное измѣненіямъ въ соотвѣтствіи съ успѣхомъ самихъ работъ, показано на рис. 51, гдѣ

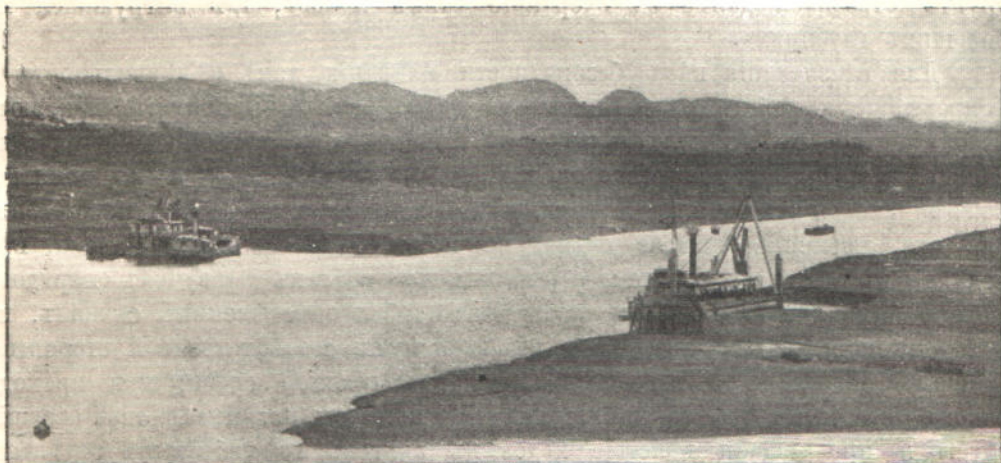


Рис. 51. Работы по уширенію призмы Канала землесосами.

изображенъ моментъ уширенія прорѣзанной призмы Канала стационарными землесосами рефулерами, срѣзающими верхніе рыхлые слои низменнаго берега, и на рис. 52, гдѣ схваченъ моментъ послѣдующаго углубленія и извлеченія скалистаго грунта одночерпаковыми и многочерпаковыми машинами; вправо на



Рис. 52. Работы по подводной разработкѣ скалистаго грунта въ призмѣ Канала.

берегу виденъ корпусъ вытянутой для ремонта на пологій берегъ одночерпаковой машины, рядомъ съ ней судоремонтныя мастерскія. Землесосы, работающіе на ходу не попали ни на одну изъ приведенныхъ фотографій (51 и 52), такъ какъ районъ ихъ работы расположенъ далѣе къ океану въ

открытых частях устья Канала, влѣво отъ изображеннаго уходящаго вглубь перешейка участка Канала.

Грунтъ, извлекавшійся на устьевыхъ участкахъ Канала дноуглубительными снарядами, частью рефулировался на болотныя площади прилегающихъ береговъ, частью отвозился на океанскій просторъ, причемъ скала разгружалась въ тѣло воздвигаемыхъ у обоихъ устьевъ защитныхъ моловъ, а мягкій грунтъ отвозился далѣе за очертаніе этихъ моловъ, гдѣ выгружался на большихъ глубинахъ.

Для обезпеченія какъ безопасности плаванія, такъ и правильности и непрерывности работъ различныхъ элементовъ землеотрывной флотиліи, хотя и разбросанныхъ на полосѣ шириной 500 футъ и длиной въ нѣсколько верстъ, но находившихся всегда въ движеніи и занимавшихъ своими папильонажами иногда всю ширину Канала, установлены были опредѣленные правила для ихъ движенія—каждое судно, направлявшееся по линіи Канала, при подходѣ къ мѣсту работъ землеотрывныхъ или другихъ плавучихъ снарядовъ должно было давать о своемъ намѣреніи пройти опредѣленный сигналъ, по которому папильонированныя суда отдавали цѣпи соотвѣтственной стороны и отвѣчали сигналомъ о готовности пути для прохода судна; при проходѣ такого сѣченія Канала съ папильонажемъ землесосы поднимали свои сосущія трубы и прекращали дѣйствіе ходовыхъ винтовъ во избѣжаніе задѣванія цѣпей папильонажа.

Болѣе удобная въ смыслѣ незагроможденія сѣченія Канала установка одночерпаковыхъ машинъ на якорныхъ столбахъ безъ цѣпей затрудняла однако работу этихъ машинъ при сильномъ волненіи, не давая имъ такой гибкой подвижности, какъ якорный папильонажъ.

Всѣ дноуглубительные снаряды на работахъ Канала были построены для рабочей глубины въ 45 футъ, кромѣ реставрированныхъ французскихъ многочерпаковыхъ машинъ, работавшихъ только до глубины въ 35 футъ.

2. Дноуглубительные снаряды и ихъ работа, вспомогательныя плавучія и береговыя средства.

Изъ различныхъ системъ дноуглубительныхъ машинъ, примѣнявшихся на работахъ Канала, наибольшаго интереса заслуживаютъ тѣ, которыя, являясь характерными американскими снарядами, совсѣмъ еще не испробованы или рѣдко примѣняются въ Европейской и въ частности въ русской практикѣ; такимъ американскимъ снарядамъ, какъ то мореходнымъ землесосамъ, работающимъ на ходу, станціонарнымъ землесосамъ Миссиссипскаго типа и одночерпаковымъ машинамъ, а также методамъ производства ими работъ посвященъ настоящій параграфъ, что же касается многочерпаковыхъ машинъ, то онѣ, какъ и на сушѣ, такъ и на водѣ до сихъ поръ не пользовались сочувствіемъ американцевъ, приложившихъ въ теченіе нѣсколькихъ десятковъ лѣтъ свои усилія къ развитію идеи одиночнаго черпака и мало знакомыхъ съ черпаковыми машинами непрерывнаго дѣйствія; съ работой послѣднихъ строители Канала ознакомились на тѣхъ машинахъ, которыя достались имъ въ наслѣдство отъ французовъ и, повидимому, успѣли оцѣнить этотъ типъ, о чемъ свидѣтельствуетъ фактъ заказа одному шотландскому заводу многочерпаковой машины большой мощности для работъ по отрывкѣ и по содержанію Канала послѣ его открытія.

Мореходные землесосы, работающіе на ходу.

Мореходные землесосы, сосущіе на ходу, къ типу которыхъ принадлежали двѣ машины, примѣненные въ устьевыхъ участкахъ Канала, появились въ Соединенныхъ Штатахъ съ 1855 года на работахъ по углубленію подходовъ къ портамъ въ песчаныхъ и песчанно-глинистыхъ грунтахъ; при большой производительности, возможности производства работъ на открытыхъ мѣстахъ при сильномъ волненіи, большой подвижности, отсутствіи необходимости въ папильонажныхъ или другихъ закрѣпленіяхъ, возможности постепенно углублять исправляемые участки по всей ихъ площади — землесосы этого типа получили быстрое распространеніе въ Америкѣ, гдѣ Правительство Штатовъ имѣетъ въ настоящее время болѣе 20 такихъ машинъ. Двѣ изъ нихъ, работавшія на Каналѣ и построенныя въ 1907 году на заводѣ Магу-



Рис. 53. Землесосъ, сосущій на ходу, на работѣ въ Каналѣ.

land Steel, Co, имѣютъ водоизмѣщеніе въ 2.375 тоннъ, стальной корпусъ длиной 288 футъ, шириной по мидделю $47\frac{1}{2}$ футъ, осадку въ полномъ грузу въ 25 футъ и снабжены двумя ходовыми винтами (рис. 53—57).

Каждое изъ двухъ независимыхъ землесосныхъ устройствъ, расположенныхъ симметрично по обѣ стороны оси судна, состоитъ изъ всасывающей трубы, центробѣжнаго насоса и разводящихъ трубъ, направляющихся какъ въ кормовой такъ и въ носовой грузовой ящикъ. Всасывающія 20-дюймовыя трубы длиной въ 65 футъ расположены снаружи вдоль бортовъ судна съ центромъ вращенія приблизительно посерединѣ его длины на высотѣ грузовой ватерлиніи или на 4 фута выше ватерлиніи судна при порожнихъ ящикахъ; каждая изъ нихъ состоитъ послѣдовательно изъ колѣна, соединяющаго горизонтальный участокъ трубы, идущей внутри корпуса судна отъ насоса съ наружной трубой, прямого участка этой трубы въ 6', далѣе — шарнирнаго сферическаго сочлененія, дающаго возможность трубѣ свободно отклоняться въ

любую сторону, прямого участка, состоящего из нѣсколькихъ звеньевъ, и наконецъ забирнаго наконечника; трубы—литой стали съ фланцевыми соединениями на болтахъ. Кромѣ сферическаго сочлененія снаружи, свободное движеніе трубы обезпечено тѣмъ, что волѣно, проникающее чрезъ стѣнку корпуса судна, можетъ вращаться относительно неподвижной горизонтальной трубы, идущей отъ насоса, съ которой оно связано сальникомъ.

Забирный наконечникъ пережилъ много измѣненій: въ первое время онъ представлялъ загнутое внизъ уширеніе (до 5 футъ) трубы, снабженное вертикальнымъ скребкомъ для забиранія грунта; частыя поврежденія этого ножа и затруднительность очистки пріемнаго отверстія при его засореніи заставили видоизмѣнить конструкцію—ножь былъ удаленъ, въ верхней стѣнѣ наконечника продѣланы окна; этотъ типъ, удовлетворительно работавшій въ гравелистомъ пескѣ, давалъ весьма низкую производительность въ мелкомъ плотномъ пескѣ и илѣ, для котораго разработана была другая модель, примѣненная и на Панамскихъ работахъ и представляющая загнутое слегка вверхъ подь очень малымъ угломъ къ оси трубы плоское уширеніе ея (рис. 54), дно котораго—сквозное, раздѣленное продольными и поперечными полосами на 15 оконъ сѣченіемъ 8" × 8" каждое. Это сквозное дно сболчено со сплошной верхней частью наконечника и при износѣ можетъ быть легко замѣнено новымъ.

Забирное устье (рис. 54) сосущей трубы въ видѣ опрокинутого вверхъ днищемъ плоскаго ящика снабжено снизу только нѣсколькими стальными полосами, для предупрежденія попаданія крупныхъ постороннихъ тѣлъ въ трубопроводъ.

Каждая изъ сосущихъ трубъ (вѣсомъ 9 тоннъ) подвѣшена въ двухъ точкахъ по ея длинѣ: у забирнаго конца и нѣсколько ниже сферическаго сочлененія; поддерживающіе и развѣтвляющіеся на три вѣтви канаты, перекинуты черезъ шкивы и подвѣшены помощью болтовъ съ пружинами къ бортовымъ кронштейнамъ; эти вѣтви направляются далѣе къ лебедкѣ на носовой части судна, имѣющей два барабана различныхъ діаметровъ соответственно разницѣ путей перемѣщенія верхней и нижней точки приврѣпленія канатовъ къ трубѣ.

Подъемъ грунта со дна моря производится двумя 20-дюймовыми центробѣжными насосами, пропускающими при 140—180 оборотахъ въ минуту до 2.500 куб. футъ смѣси воды и грунта въ часъ и приводимыми въ дѣйствіе двумя независимыми паровыми машинами въ 250 л. с. каждая. Пройдя насосы, смѣсь, въ которой въ зависимости отъ рода грунта количество твердыхъ частей составляетъ отъ 15% до 50%, поднимается на 4¹/₂ фута, при этомъ на два фута выше палубы, гдѣ разводится по двумъ горизонтальнымъ проводамъ, одному длиной 22 фута, направляющемуся въ кормовому, а другому длиной 32 фута, идущему къ носовому грузовому ящику. Каждый изъ этихъ ящиковъ вмѣстимостью въ 77 кубич. саженъ (1.000 куб. ярдовъ) имѣетъ по 8 люковъ (рис. 55 и 56), плотно прикрываемыхъ однополотными стальными дверцами; вертикальныя тяги для управленія ими заключены въ вертикальныя трубы, предохраняющія отъ нажима на нихъ грунта, и могутъ быть подняты или опущены вручную дѣйствіемъ маховичковъ, насаженныхъ на верхніе ихъ концы или же дѣйствіемъ паровой лебедки, съ которой каждый изъ двухъ продольныхъ рядовъ вертикальныхъ тягъ связанъ гори-

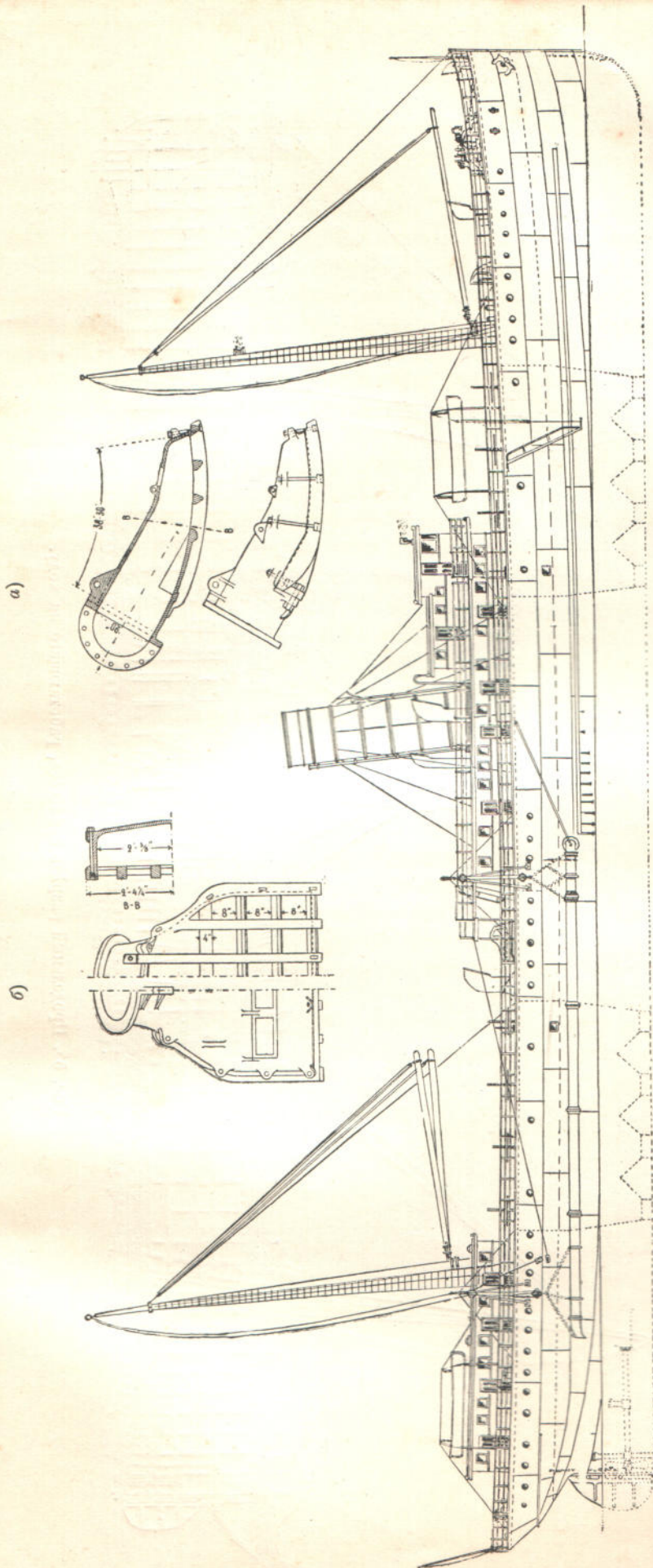


Рис. 54. Продольный вид землеса, работающего на ходу; а) боковой вид и разрез накопника сосущей трубы; б) вид сверху и снизу на наконечник сосущей труб.

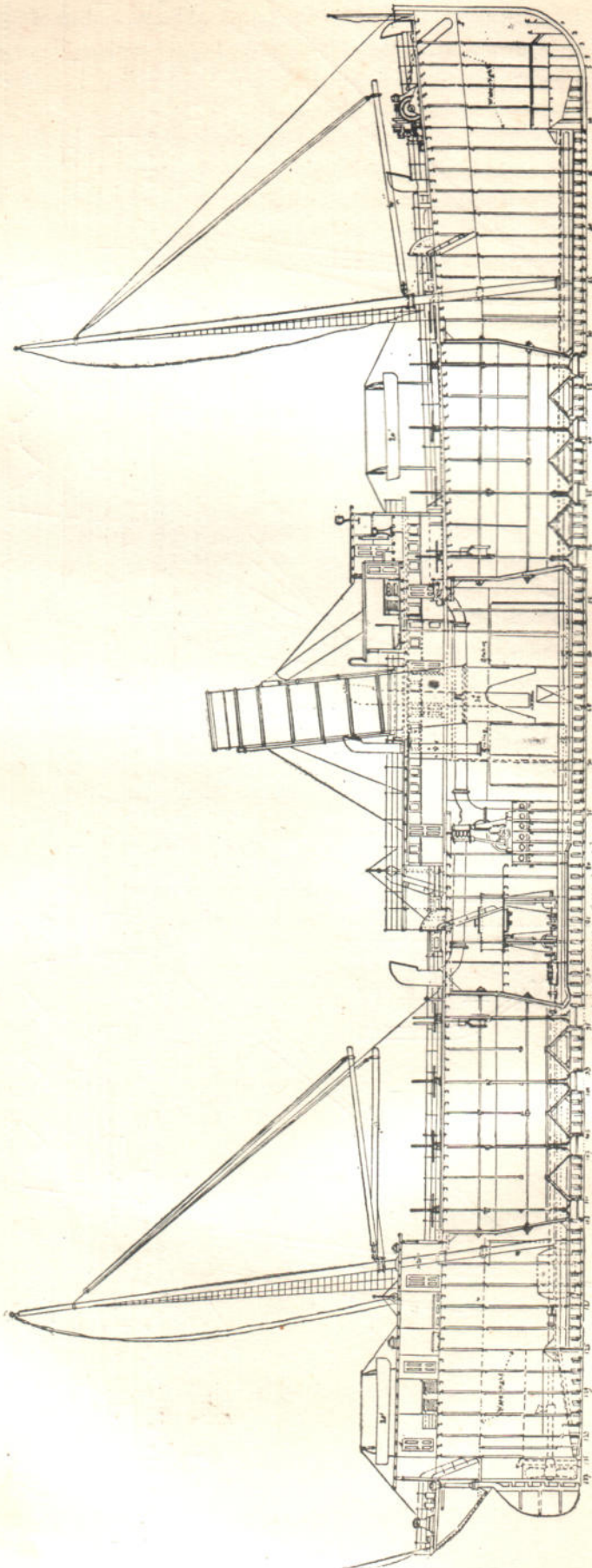


Рис. 55. Продольный разрезь землеса, работающего на ходу.

горизонтальным валом с коническими передачами. Верхний край ящиков поднят на 18 дюймов над палубой, вода же в них, поднявшись до высоты 12 дюймов над палубой, сливается в боковые каналы и оттуда в общий выпуск за борт; кроме этих сливов, имеется еще, обычно закрытый, пониженный выпуск (несколько выше грузовой ватерлинии), открываемый в тех случаях, когда надо освободить грузовые ящики от воды. Стенки ящиков связаны поперечными связями, как между собой, так и с бимсами корпуса судна (рис. 56).

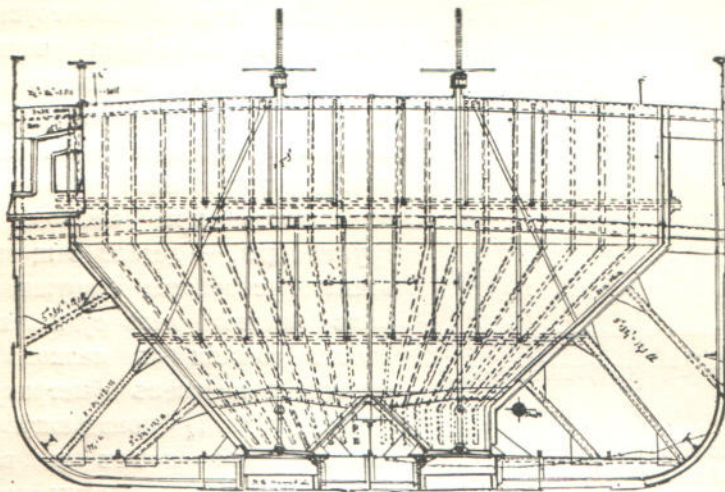


Рис. 56. Поперечный разрез землесоса по грузовому ящику. У левого борта виден водослив.

Между кормовым и носовым грузовыми ящиками в средней части корпуса помещены машинное и котельное отделения; первое расположено в четырех этажах—на верхнем этаже, в уровне главной палубы, поставлены две паровые лебедки, по одной для подъема каждой из двух всасывающих труб, на 2-м (считая сверху) этаже—помещены паровая машина для приведения в движение двух валов, идущих к штангам от люков грузовых ящиков, две динамо для освещения и холодильная машина, на 3-ем этаже—установлены рабочие центробежные насосы, паровые двигатели к ним, общий для всех паровых машин на судне холодильник и резервуар для нагревания воды питающей котлы. Насосы и двигатели к ним расположены симметрично относительно оси судна, представляя два самостоятельных сосущих устройства. Так же симметрично еще этажом ниже расположены две главные судовые паровые машины мощностью по 950 л. с., вращающие два гребных вала судна со скоростью до 110 оборотов в минуту. Котельное помещение занято 4-мя котлами Шотландского типа, работающими при давлении в 8—10 атмосфер и отапливаемыми углем без искусственной тяги.

Управление работой землесоса, как сосанием, так и движением судна, сосредоточено в рубке капитана, где имеется комплект 6-ти рукояток судового телеграфа; сигналы пуска в ход главной судовой машины каждого борта, полного хода, остановки—передавались этими рукоятками в машинное отделение, пуск в ход и остановка паровых лебедок для

открытія люковъ грузовыхъ ящиковъ передавался въ верхній этажъ машиннаго отдѣленія рабочимъ при лебедкахъ, сигналъ о началѣ и прекращенія работы сосанія сообщался рабочимъ при поддерживающихъ трубы кронштейнахъ, послѣдніе же отдавали приказаніе мѣстными телеграфами рабочимъ при подъемныхъ лебедкахъ и машинистамъ при центробѣжныхъ насосахъ.

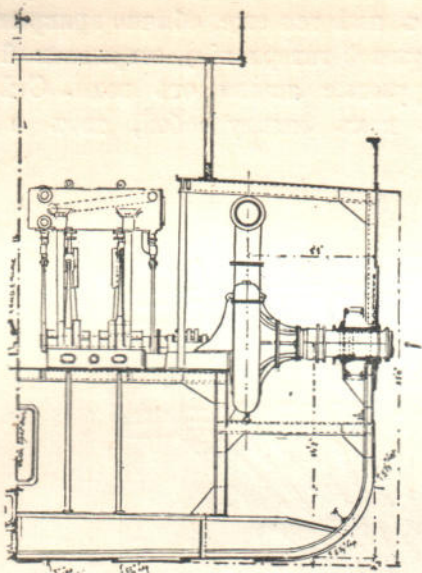


Рис. 57. Поперечный разрѣзъ землесоса по насосному отдѣленію.

Изъ деталей конструкціи, описаннаго здѣсь въ общихъ чертахъ, землесоса слѣдуетъ упомянуть объ одной, подвергшейся улучшенію на работахъ Канала и имѣющей немаловажное значеніе для успѣшной работы снаряда, въ особенности при мелкомъ песчаномъ грунтѣ дна, — детали защитнаго и смазочнаго устройства наружнаго подшипника главнаго вала судна, который при работѣ сосанія въ мелкомъ песчаномъ грунтѣ подверженъ быстрому истирающему дѣйствию попадающихъ въ него мелкихъ взвѣшенныхъ въ водѣ частицъ песка и требуетъ замѣны послѣ сравнительно непродолжительнаго срока работы; устройство, защищающее подшипникъ отъ песка и позволяющее весьма просто и непрерывно смазывать его въ работѣ, стоило только 4.000 рублей и позволило, несмотря на мелкій песокъ, встрѣтившійся въ Тихоокеанскомъ устьѣ, провести всю работу въ теченіе 5 лѣтъ безъ смѣны подшипника.

Отличительной особенностью описаннаго землесоса является производство работы сосанія на ходу, — опустивъ свои трубы на дно и волоча ихъ за собой, землесосъ двигается со скоростью не болѣе 5—6 верстѣ въ часъ параллельно оси разрабатываемаго канала къ его выходу, всасывая грунтъ и нагружая его въ свои грузовые ящики; на днѣ углубляемаго участка при такомъ проходѣ образуются двѣ продольныя канавы въ разстояніи 50 футѣ одна отъ другой, шириной отъ пяти до десяти футѣ и глубиной въ зависимости отъ рода грунта отъ 3 до 5 футѣ. По истеченіи $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа и по проходѣ судномъ за это время 3—4 верстѣ въ грунтѣ средней крупности и плотности, ящики оказываются нагруженными, трубы поднимаются со дна, землесосъ увеличиваетъ ходъ до 10—15 верстѣ въ часъ и направляется на мѣсто свалки, гдѣ во время поворота судна открываются люки грузовыхъ ящиковъ и производится выгрузка ихъ содержимаго, продолжающаяся отъ 5 до 10 минутъ; иногда для ускоренія очистки ящиковъ отъ забившагося въ нихъ грунта производится промывка ихъ водой, для чего сосущія трубы погружаются въ воду и центробѣжные насосы пускаются въ ходъ.

Во время работы сосанія, землесосы на Каналѣ направлялись по, установленнымъ по обѣимъ сторонамъ разрабатываемой призмы, бакенамъ, снабженнымъ непрерывнымъ свѣтомъ и расположеннымъ въ разстояніи 50—100 футѣ отъ бровки призмы. Землесосы, направляясь по этимъ бакенамъ, проходили

по нѣсколько разъ по одной и той же продольной полосѣ и въ своихъ послѣдовательныхъ проходахъ передвигались по ширинѣ Канала, такимъ образомъ покрывая постепенно всю его призму.

Управленіемъ работой землесоса вѣдаетъ капитанъ судна или замѣщающіе его помощники. По ихъ сигналу двое рабочихъ, (dragmen), помѣщенныхъ по одному у каждаго борта на верхнемъ мостикѣ, поворотомъ, расположенныхъ въ этихъ пунктахъ мостика, рычаговъ дѣйствуютъ на задвижки въ паропроводныхъ трубахъ и пускаютъ паръ въ лебедки съ дифференціальными барабанами, на которыя навиваются канаты, поддерживающіе сосущія трубы, послѣ чего послѣднія опускаются на дно; тѣ же два рабочихъ поворотомъ другихъ рычаговъ пускаютъ паръ въ верхнія колѣна сосущихъ трубъ, чѣмъ устанавливается въ нихъ необходимый для начала сосанія вакуумъ, а затѣмъ даютъ въ машинное отдѣленіе сигналъ пуска въ ходъ центробѣжныхъ насосовъ. Во время сосанія указанные рабочіе на верхнемъ мостикѣ (dragmen), обращенные лицомъ къ кормѣ и имѣя въ своемъ полѣ зрѣнія оба поддерживающіе трубу кронштейна и выпускные лотки, по которымъ смѣсь изливается въ грузовые ящики, внимательно наблюдаютъ за положеніемъ сосущей трубы, слѣдя за состояніемъ подвѣсныхъ пружинъ, поддерживающихъ трубу, и за консистенціей выливающегося въ грузовые ящики матеріала; помощью рычага, управляющаго задвижкой на паропроводѣ къ лебедкамъ, рабочіе выправляютъ, смотря по необходимости, положеніе трубы—при поднятіи труба отходитъ отъ корпуса судна, при опусканіи—приближается къ нему. По сигналу капитана, получившаго сообщеніе о наполненіи ящиковъ, машинистъ останавливаетъ работу центробѣжныхъ насосовъ, а рабочіе на мостикѣ поднимаютъ трубы, дѣйствуя рычагами на паропроводы къ подъемнымъ лебедкамъ; по сигналу же капитана пускаются въ ходъ другія паровыя лебедки для открытія люковъ въ грузовыхъ ящикахъ, и по его же сигналу люки эти закрываются.

Во время сосанія, во избѣжаніе опасной для сосущихъ трубъ навалки на нихъ корпуса землесоса, послѣдній долженъ по возможности держаться прямого курса, а для извѣщенія прочихъ судовъ рабочей флотиліи, встречающихся по пути, о такой неотклоняемости курса землесосъ выкидывалъ особый сигналъ на одной изъ мачтъ.

Землесосы на Каналѣ работали непрерывно въ теченіе недѣли при трехъ смѣнахъ въ сутки—четырёхчасовая работа каждой смѣны сопровождалась восьмичасовымъ отдыхомъ. Экипажъ судна состоялъ изъ 65 человекъ: капитана, трехъ его помощниковъ, боцмана, плотника, трехъ помощниковъ боцмана, семи рабочихъ (dragmen), наблюдающихъ за сосущими трубами, 3-хъ мастеровыхъ для наблюденія за состояніемъ поддерживающихъ трубы цѣпей и канатовъ, 5 матросовъ, 4 машинистовъ, 13 смазчиковъ, 9 кочегаровъ, 5 угольщиковъ, одного интенданта и 9 человекъ на судовой кухнѣ.

Количество грунта, которое можетъ быть нагружено въ грузовые ящики, емкостью 77 куб. саж. каждый, находится въ зависимости отъ крупности песка и частицъ рыхлыхъ всасываемыхъ грунтовъ. На Атлантическомъ устьѣ Канала, гдѣ работа велась въ мелкомъ пескѣ и илѣ, всего только около 35 куб. саж., то-есть меньше 50% полной вмѣстимости, считалось нормальной загрузкой ящика; при дальнѣйшей работѣ осѣданіе частицъ изъ воды, пропускаемой въ ящикъ, настолько медленно, что работа становилась мало произво-

дательной; на Тихоокеанскомъ подходѣ, гдѣ, благодаря крупности песка, происходило болѣе энергичное осѣданіе частицъ его въ ящикахъ, нормальная загрузка доходила до 75% ихъ емкости. Отъ крупности песка и частицъ рыхлыхъ грунтовъ, всасываемыхъ землесосами, какъ и отъ устройства всасывающаго наконечника, зависитъ также процентное содержаніе ихъ въ поднимаемой насосами смѣси; этимъ и указанной выше скоростью осѣданія частицъ въ ящикахъ опредѣляется производительность землесоса, которая можетъ такимъ образомъ варьировать въ широкихъ предѣлахъ. При среднемъ содержаніи въ 50% взвѣшенныхъ частицъ въ поднимаемой смѣси и наполненіи ящиковъ въ 50%, какъ это имѣло, на примѣръ, мѣсто на Атлантическомъ устьѣ Канала, получасовая производительность землесоса (одно наполненіе) составляла около 70 куб. сажень; при, совершаемыхъ въ условіяхъ работы на этомъ устьѣ, 15 наполненіяхъ и 15 отвозныхъ рейсахъ въ сутки, производительность въ сутки достигала приблизительно 1.000 куб. сажень, а въ мѣсяць 18.000 куб. сажень; на Тихоокеанскомъ подходѣ въ болѣе благоприятныхъ условіяхъ грунта мѣсячная производительность выражалась цифрой около 20.000 куб. сажень.

Несмотря на довольно безпокойное море на Атлантическомъ устьѣ Канала, заставляющее подчасъ суда, пришвартованныя у пристаней города Колона, покидать стоянки и отходить отъ берега въ мѣсяцы господствующихъ вѣтровъ сѣверо-восточнаго квадранта, работа землесосомъ, сосущимъ на ходу, велась безъ пріостановки въ теченіе всего года; кромѣ этого преимущества большей приспособленности къ работѣ на волненіи, при колебаніяхъ горизонта до 5 футъ, по сравненію съ стаціонарными машинами, землесосы описаннаго типа оказались удобны для работы въ предѣлахъ узкой полосы призмъ Канала, которую они не занимали папильонажемъ и тѣмъ не стѣсняли движенія другихъ многочисленныхъ плавучихъ рабочихъ машинъ и перевозочныхъ средствъ; по сравненію съ стаціонарными, эти землесосы даютъ нѣкоторое сбереженіе времени на установку на мѣстѣ отрывки и оказываются весьма полезными въ тѣхъ случаяхъ, когда важно возможно скорѣе достичь хотя бы нѣкотораго улучшенія судоходныхъ условій какого-нибудь участка воднаго пути достиженіемъ по всему его протяженію, если не предѣльной, то нѣкоторой однообразной болѣе глубоины, какъ это, на примѣръ, имѣло мѣсто на подходѣ къ Нью-Йоркскому порту.

Станціонарные землесосы рѣчного типа.

Стаціонарные землесосы рѣчного типа, примѣнявшіеся на работахъ Канала только въ связи съ рефулированіемъ, принадлежать къ категоріи дноуглубительныхъ снарядовъ, извѣстныхъ въ Америкѣ подъ названіемъ „землесосовъ-рефулеровъ“ (pipe line hydraulic dredges), получившихъ развитіе на рѣкѣ Миссиссипи, гдѣ они появились на работахъ по удаленію песчаныхъ грунтовъ съ 1887 года; результатомъ многолѣтняго опыта на этой рѣкѣ выработался современный Миссиссипскій типъ землесоса-рефулера распространившійся по всей территоріи Соединенныхъ Штатовъ и принявшій участіе въ отрывныхъ флотиліяхъ Панамскаго Канала, гдѣ, послѣ нѣкоторыхъ измѣненій въ деталяхъ, онъ успѣшно справлялся не только съ песчаными, но и съ глинистыми грунтами средней плотности, добывая ихъ съ

глубинъ въ 40 футовъ, Описание этихъ сварядовъ, имѣющихъ металлическій плоскодонный корпусъ съ прямоугольнымъ въ планѣ ($150' \times 40'$) очертаніемъ, высотой въ $10\frac{1}{2}$ футовъ, осадкой въ рабочемъ состояніи не болѣе $6\frac{1}{2}$ футовъ и снабженныхъ одной сосущей трубой (обычно 20" диаметра), расположенной въ вырѣзѣ корпуса у одной изъ короткихъ сторонъ его, и напорной трубой, помѣщенной въ противоположной короткой стѣнкѣ его, гдѣ она соединяется съ рефулернымъ трубопроводомъ—здѣсь не приводится вслѣдствіе его общеизвѣстности, отмѣтить слѣдуетъ только наиболѣе существенныя и интересныя детали и тѣ измѣненія, которыя были введены въ ихъ конструкцію на работахъ Канала.

Одной изъ наиболѣе существенныхъ деталей, вліявшей на производительность землесоса, являлся разрыхлитель у сосущаго конца; при песчаноглинистыхъ грунтахъ средней плотности, встрѣтившихся на работахъ Панамскаго Канала, какъ водоструйные разрыхлители, применяемые съ давленіемъ до 5 атмосферъ въ плотныхъ пескахъ Миссиссипи, такъ и первоначально установленные разрыхлительные рѣзакі оказались неудачными; при-

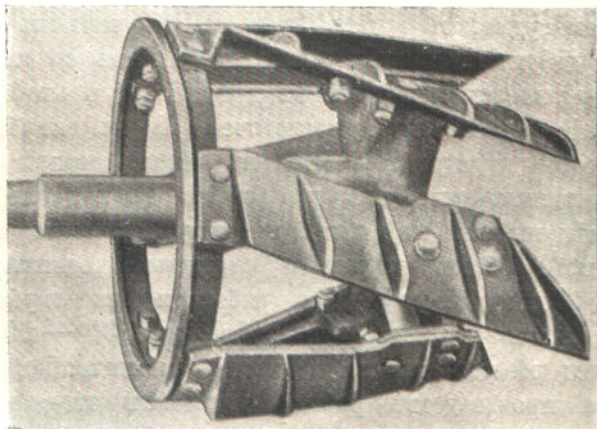


Рис. 58. Коническій составной разрыхлитель землесоса.

шло обратиться къ болѣе тяжелымъ типамъ рѣзаковъ съ болѣе прочными рѣзущими лопастями изъ марганцевой стали и съ болѣе рѣдкой разстановкой ихъ по периферіи во избѣжаніе, имѣвшаго мѣсто при близкомъ ихъ взаимномъ расположеніи, застреванія комьевъ глины между ними. Изъ многочисленныхъ, покрытыхъ патентами американскихъ фирмъ, типовъ рѣзаковъ предпочтеніе послѣ испытанія нѣсколькихъ изъ нихъ на работѣ, повидимому, отдается коническимъ рѣзакамъ типа завода Norbom Eng. Co (рис. 58), имѣющимъ при 20" калибрѣ землесосной трубы диаметръ большого круга въ 5 футовъ, малаго—въ 3 фута и длину лопастей—въ $4\frac{3}{4}$ фут.; разрыхлитель—составной изъ 5-ти или 6-ти элементовъ съ одной лопастью каждый, съ тщательно отшлифованными сбалчиваемыми поверхностями; лопасти приболчены къ элементамъ ступицы и могутъ легко быть смѣняемы.

Успѣхъ работы землесоса зависѣлъ также и отъ устройства всасывающей трубы и относительнаго расположенія сосущаго конца и рѣзакъ; гибкое соединеніе наружной подвижной части сосущей трубы съ неподвижнымъ отросткомъ насоса уступило мѣсто сферическому сочлененію, а наружной части сосущей трубы вмѣсто первоначальнаго клепаннаго прямоугольнаго сѣченія, было придано круглое, сосущій же конецъ ея введенъ внутрь кольца разрыхлителя вмѣсто примѣнявшагося первоначально расположенія выѣ и ниже этого кольца. Насосъ, помѣщаемый первоначально на палубѣ, перенесенъ былъ внизъ, благодаря чему для той же глубины сосанія уменьшилась длина и вѣсъ под-

вижной рамы; на пути всасываемаго грунта передъ насосомъ помѣщенъ „улавливатель“—закрытый резервуаръ длиной 6 футъ, шириной $2\frac{1}{2}$ фута и высотой 4 фута съ пониженнымъ дномъ для осѣданія въ немъ камней, попавшихъ въ трубопроводъ и могущихъ повредить лопасти насоса; деревянная стойка для подвѣски якорныхъ столбовъ замѣнена металлической, а сами якорные столбы длиной 60' и сѣченіемъ $3' \times 3'$ изъ цѣльнаго дерева по угламъ охвачены продольными уголками. Пять паровыхъ лебедокъ, имѣвшихся на суднѣ, изъ которыхъ двѣ—для бокового перемѣщенія судна помощью канатовъ и закинутыхъ спереди якорей, двѣ—для подъема двухъ якорныхъ столбовъ и одна—для подъема передней рамы со всасывающей трубой и рѣзакомъ, сгруппированы въ одну общую установку въ передней части судна, въ которой каждая изъ первыхъ четырехъ лебедокъ приводится въ дѣйствіе фрикціоннымъ сцепленіемъ съ главнымъ рабочимъ валомъ машины; насосъ приводился въ дѣйствіе отдѣльной паровой машиной. Все управленіе землесосомъ сосредоточено не на палубѣ, а въ рубкѣ, поднятой надъ судовой надстройкой, гдѣ въ одномъ станкѣ собраны одинадцать распорядительныхъ рычаговъ для пуска въ ходъ лебедокъ и дѣйствія тормазами, помѣщенными на нихъ, и откуда управляющій работой снаряда свободно видитъ районъ работы и переднюю подвижную раму съ сосущей трубой.

Землесосы-рефулеры работали на глубинѣ 42 футъ и давали съ одной стоянки ширину прорѣза въ 180—200 футовъ, причемъ ими снимался иногда высокій берегъ, возвышавшійся до уровня верхней палубы. При производствѣ работъ землесосы этого типа направлялись и перемѣщались помощью двухъ анкерныхъ столбовъ, (рис. 59) помѣщенныхъ на кормѣ, и двухъ якорей закинутыхъ впередъ съ носового конца, канаты отъ нихъ проведены черезъ шкивы *a* у концовъ опускной рамы въ лебедкамъ *c*. Установившись по оси прорѣзаемой полосы и опустивъ одинъ изъ якорныхъ столбовъ, землесосъ поворачивается дѣйствіемъ лебедокъ *c* вокругъ этого столба, какъ вокругъ неподвижнаго центра, описывая разрыхлителемъ дугу круга радіусомъ около 200 футовъ и разрыхляя грунтъ по этой дугѣ. Такое колебательное движеніе вокругъ неподвижнаго центра (столба) повторяется нѣсколько разъ до тѣхъ поръ, пока по особому указателю не обнаружится погруженіе разрыхлителя на концѣ подвижной рамы до требуемой глубины. По достиженіи таковой, землесосъ, повернувшись на уголъ около 30° (полож. II, рис. 59), поднимаетъ опущенный столбъ и опускаетъ другой, бывший въ поднятомъ положеніи, перемѣщая этимъ центръ вращенія и весь корпусъ судна на 6—8 футъ впередъ (полож. IV, рис. 59), послѣ чего начинаются колебательныя движенія отъ берега до берега вокругъ новаго центра и отрывка новой полосы грунта по дугѣ размаха разрыхлителя. При квадратномъ сѣченіи якорныхъ столбовъ, поворотъ судна совершается вмѣстѣ со столбомъ, вращающимся своимъ заостреніемъ въ грунтъ, при кругломъ сѣченіи—судно вращается вокругъ неподвижнаго столба, что удобнѣе предыдущаго устройства, такъ какъ при этомъ меньше разрабатывается отверстие въ грунтъ, въ которомъ конецъ столба засаженъ, и судно имѣетъ болѣе устойчивый центръ вращенія.

По расположенію якорныхъ столбовъ въ кормовой части судна можно отмѣтить два типа этого устройства—симметричное расположеніе столбовъ

относительно продольной оси судна и несимметричное съ помѣщеніемъ одного столба на самой оси (рис. 60); въ этомъ послѣднемъ случаѣ средній столбъ является рабочимъ (digging spud), другой же служитъ для подвижекъ или „шаганія“ судна (walking spud), при чемъ судно въ этомъ случаѣ совершаетъ правильные круговые размахи вокругъ центра на оси его симметріи; надо здѣсь замѣтить, что очень важно для безостановочности работы достигнуть возможно меньшаго эксцентриситета выпускной напорной трубы по отношенію къ центру вращенія судна: чѣмъ меньше эксцентриситетъ, тѣмъ меньше изгибъ соединительнаго рукава между судномъ и рефулерной линіей и рѣже происходитъ срываніе соединительныхъ резиновыхъ рукавовъ.

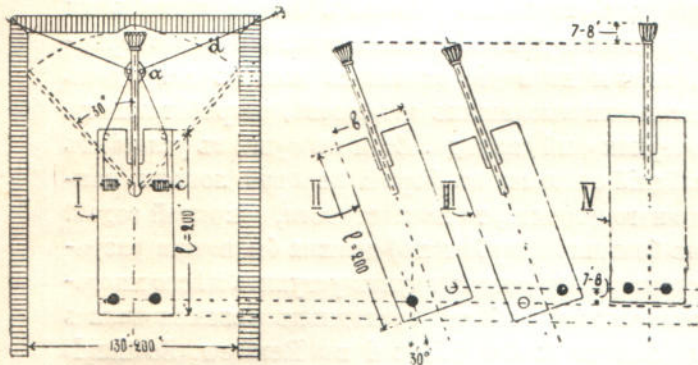


Рис. 59. Методъ установки и перемѣщенія землесоса съ разрыхлителемъ.

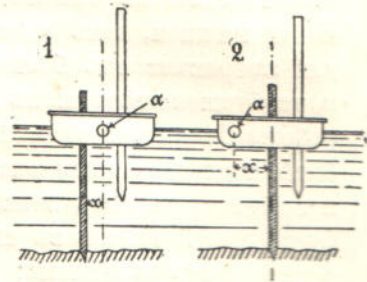


Рис. 60. Расположеніе якорныхъ столбовъ въ кормовой части судна.

Производительность землесосовъ-рефулеровъ, снабженныхъ центробѣжными насосами, выражалась въ зависимости отъ рода грунта въ среднемъ въ 10—15 кубическихъ сажень въ часъ, падая до 7 кубич. сажень въ трудныхъ плотныхъ глинистыхъ грунтахъ при значительной длинѣ рефулерной линіи и подъемѣ грунта на 20' футъ и достигая 20 куб. сажень въ часъ въ легкомъ песчано-глинистомъ грунтѣ и при легкомъ рефулерномъ отводѣ. При непрерывной работѣ въ теченіе сутокъ въ три смѣны, средняя мѣсячная производительность составляла около 8.000 кубич. сажень.

Кромѣ команды, состоявшей при работѣ въ три смѣны изъ капитана трехъ его помощниковъ (багермейстеровъ), машиниста, двухъ его помощниковъ, шести смазчиковъ, трехъ кочегаровъ и шести матросовъ, при землесосѣ для работъ по укладкѣ и содержанію рефулерной линіи имѣлась специальная рефулерная артель (pipe line gang) изъ 10—20 рабочихъ съ десятникомъ во главѣ. Артель работала только днемъ по указаніямъ капитана землесоса, исправленія же, которыя необходимо бывало произвести ночью, исполнялись силами судовой команды.

Одночерпаковыя машины.

Подводная отрывка твердыхъ породъ и скалистаго грунта на работахъ Канала производилась машинами двухъ типовъ: одночерпаковыми, построенными американскими заводами, и многочерпаковыми, оставшимися отъ французскихъ временъ. Параллельная продолжительная работа въ одинаковыхъ ус-

ловіяхъ машинъ этихъ двухъ типовъ оказалась весьма поучительна—старыя французскія машины, построенныя около четверти столѣтія тому назадъ и только слегка усиленныя въ нѣкоторыхъ деталяхъ послѣ почти двадцатилѣтняго лежанія въ бездѣйствіи въ болотахъ тропической джунгли, превзошли, въ большинствѣ условій работы, американскіе одночерпаковые снаряды самой мощной и современной конструкціи большей производительностью и меньшей стоимостью отрывки.

Доставшіяся американцамъ въ наслѣдство отъ французовъ дноуглубительныя машины непрерывнаго дѣйствія, по типу которыхъ до того времени употреблялись только на рѣкахъ западныхъ штатовъ снаряды для добычи золотоносныхъ песковъ,—были примѣнены на Панамскомъ перешейкѣ въ Америкѣ впервые къ крупнымъ дноуглубительнымъ работамъ. Болѣе правильная теоретически, въ смыслѣ непрерывности дѣйствія, землеотрывная многочерпаковая машина, какъ на сушѣ, такъ и на водѣ, оказалась новымъ снарядомъ для американскихъ болѣе практически мыслящихъ техниковъ, разработавшихъ и усовершенствовавшихъ одночерпаковый снарядъ. Если на сушѣ въ условіяхъ работы Панамской выемки, послѣдній оказался въ формѣ паровой лопаты наиболѣе подходящимъ типомъ отрывного снаряда, то на мѣстности, покрытой водой, плавающая паровая лопата (на большихъ глубинахъ) должна была при работѣ новой выемки въ скалистомъ разбиваемомъ грунтѣ уступить мѣсто многочерпаковымъ машинамъ; окончательная побѣда послѣднихъ ознаменовалась заказомъ европейскому заводу (Simons & Co, Limited въ Renfrew, Scotland) мощной многочерпаковой машины для работъ какъ по отрывкѣ призмы Канала, такъ и для будущихъ ремонтныхъ работъ по содержанію его; этимъ заказомъ повидимому, положено начало новой эрѣ въ дѣлѣ дноуглубительныхъ работъ въ американскихъ водахъ—одночерпаковымъ машинамъ предстоитъ уступить мѣсто своимъ европейскимъ противникамъ и ограничиться болѣе соответствующей имъ работой по удаленію отдѣльныхъ камней, валуновъ и другихъ крупныхъ предметовъ, являющихся препятствіемъ въ руслахъ, какъ естественныхъ, такъ и искусственныхъ водныхъ путей.

Одночерпаковыя машины, работавшія на Каналѣ (числомъ три), имѣли прямоугольное очертаніе въ планѣ, металлическій корпусъ длиной 104 фута, шириной 13 футъ съ осадкой въ рабочемъ состояніи въ 6 футъ и были приспособлены для рытья на глубину до 40—45 футъ. Общая конструкція этихъ снарядовъ напоминаетъ устройство сухопутной паровой лопаты съ тѣмъ лишь отличіемъ, что нѣтъ специальной паровой машины для приведенія черпаковой рейки въ поступательное относительно укосины движеніе, которое достигается поднятіемъ нижняго конца этой рейки подъемнымъ канатомъ. Машина устанавливается и закрѣпляется на мѣстѣ помощью трехъ якорныхъ столбовъ, сѣченіемъ 40" × 40", длиной 65 футовъ, причемъ два передніе изъ нихъ несутъ ту же службу, что и винтовые боковые упоры паровой лопаты, обезпечивая боковую устойчивость машинъ во время отрывки. Укосинѣ и рейкѣ приданы большіе размѣры, чѣмъ тѣмъ же элементамъ паровыхъ лопатъ: первая имѣетъ длину въ 65 футъ, а рейка—въ 80 футъ, вмѣстимость черпака—5 куб. ярдовъ было предположено довести, какъ на нѣкоторыхъ типахъ одночерпаковыхъ машинъ въ Америкѣ, до 10 куб. ярдовъ (0,8 куб. саж.); на суднѣ имѣется шесть паровыхъ лебедокъ: для вращенія круга съ укосиной, для подъема черпачной рейки, для перемѣщенія судна помощью упора этой

рейки въ дно (рис. 61) и три лебедки для поднятія и опусканія трехъ якорныхъ столбовъ, изъ которыхъ два помѣщены у переднихъ угловъ судна, а третій— въ продолговатомъ прорѣзѣ по оси судна у его задней стѣнки, для перемѣщенія или „шаганія“ снаряда. Управление работой отрывки и перемѣщенія судна сосредоточено въ рычажномъ станкѣ, помѣщенномъ на палубѣ въ передней части судна, и выполняется однимъ лицомъ (operator); только двѣ операціи: тормаженіе черпаковой рейки и открытіе дверецъ ковша, для которыхъ нѣтъ рычаговъ въ станкѣ, выполняются вторымъ лицомъ — кранщикомъ (crane-man).

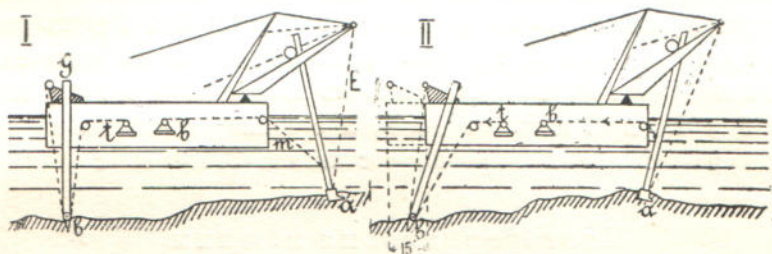


Рис. 61. Методъ продольнаго перемѣщенія одночерпаковой машины.

При работѣ по отрывкѣ грунта, одночерпаковыя машины держались створовъ, установленныхъ параллельно оси Канала, и перемѣщались собственными средствами только въ продольномъ направленіи, въ поперечномъ же устанавливались буксирами. Продольное перемѣщеніе выполнялось помощью черпачной рейки *a* и задняго якорнаго столба *G* (рис. 61), расположеннаго въ продолговатомъ прорѣзѣ кормы. При передвижкахъ два передніе якорные столба, служащіе для устойчивости судна въ моментъ отрывки на подобіе боковыхъ винтовыхъ упоровъ паровой лопаты, поднимаются (на рис. 61 они не показаны), затѣмъ черпачная рейка опускается въ вертикальное положеніе или немного наклоненное верхнимъ концомъ назадъ, цѣпь *m* навивается на лебедку *b*, благодаря чему судно перемѣщается впередъ; одновременно съ этимъ канатъ *t*, травится, давая возможность столбу *G* наклоняться и дѣйствовать такимъ образомъ, какъ направляющій руль. При этихъ дѣйствіяхъ нижніе концы черпачной рейки *a* и задняго якорнаго столба *G* остаются на мѣстѣ, измѣняется только наклонъ рейки и столба, причемъ величина шага зависитъ отъ глубины воды; при глубинѣ отъ 35 до 40 футъ она составляетъ не болѣе двухъ сажень. Подвигаясь указаннымъ способомъ, машина роетъ, вращая кругъ съ укосиной и покрывая ширину до 40 футъ; она можетъ работать, двигаясь назадъ, для чего черпачная рейка опускается въ вертикальное положеніе, цѣпь *m*, идущая къ ней, травится, а задній якорный столбъ приподнимается, навиваніемъ каната верхній конецъ его наклоняется внутрь судна и затѣмъ быстро отпускается, послѣ чего навиваніемъ каната на лебедку *t* судно перемѣщается назадъ.

При большихъ глыбахъ скалы, захватываемыхъ иногда ковшемъ, но не проходящихъ черезъ его отверстіе, если не удавалось сбросить ихъ съ ковша на баржу, производилась разбивка ихъ патрономъ динамита, прикладывавшимся къ поверхности засѣвшей въ ковшѣ глыбы.

На Тихоокеанскомъ участкѣ, гдѣ амплитуда колебанія приливовъ и

Отливовъ составляетъ 20 футъ, одночерпаковыя машины при достиженіи большихъ глубинъ отрывки работали въ двѣ смѣны по 5 часовъ, отъ момента установленія средняго уровня океана до уровня низкаго прилива, въ первые же годы работъ удавалось вести отрывку непрерывно въ теченіе сутокъ, переводя машины на періодъ высокой воды на болѣе мелкія мѣста, гдѣ глубины при высокой водѣ не превосходили 40 футъ. На Атлантическомъ участкѣ, гдѣ не приходилось считаться съ приливами и отливами (амплитуда приливныхъ волнъ—2 фут.), машины работали въ двѣ смѣны по 12 часовъ непрерывно въ теченіе сутокъ.

Команда одночерпаковой машины состояла изъ капитана, помощника его, багермейстера, (operator), двухъ „кранцовъ“ (crane-man), двухъ смазчиковъ, 4-хъ кочегаровъ и 7-ми матросовъ. Производительность одночерпаковыхъ дноуглубительныхъ снарядовъ колебалась въ зависимости отъ глубинъ черпанія между 6 и 11 куб. саж. въ часъ, а средняя мѣсячная кубатура при непрерывной работѣ днемъ и ночью составляла 3.450 к. с.

Многочерпаковыя машины.

Дноуглубительные снаряды непрерывнаго дѣйствія, примѣненные на работахъ Канала, были двухъ типовъ: къ одному принадлежали многочерпаковыя машины, покинутыя французами на Перешейкѣ и обновленныя американцами, къ другому—новая землечерпательница съ грузовыми ящиками и большой производительностью, заказанная специально для Панамскихъ работъ. Первые, несмотря на 20 лѣтъ лежанія въ болотахъ тропической джунгли, оказались прекрасно сохранившимися; большинство ихъ частей мало пострадало отъ ржавчины благодаря тщательному покрытію ихъ весьма плотнымъ слоемъ состава свинцовыхъ бѣлилъ и нефти, воспрепятствовавшаго доступу воздуха и влаги; даже машины, котлы и части механизмовъ уцѣлѣли и были восстановлены; работы по обновленію обошлись въ среднемъ отъ 20 до 40 тысячъ долларовъ на машину, что при вѣроятной стоимости такихъ машинъ въ Америкѣ отъ 150 до 200 тысячъ долларовъ составило 13—20% этой суммы. Для увеличенія глубины черпанія съ 36 футъ до 40—45 футъ американцы на нѣкоторыхъ изъ этихъ машинъ замѣнили черпачныя рамы болѣе длинными (до 82 футъ длины), изготовленными въ Шотландіи; замѣнены новыми были также и черпаки; вмѣсто прежнихъ черпаковъ въ 0,3 и 0,4 к. ярда поставлены черпаки въ 0,5 куб. ярда (0,04 куб. саж.), отлитые цѣликомъ изъ стали съ козырькомъ изъ марганцевой стали; въ остальномъ конструкція этихъ снарядовъ какъ и методъ ихъ работы не представляла особенностей.

Производительность восстановленныхъ французскихъ многочерпаковыхъ машинъ на работахъ Канала составляла 15—25 кубич. сажень въ часъ, а средняя кубатура въ мѣсяцъ при непрерывной работѣ днемъ и ночью выражалась 8.000—13.000 кубич. сажень въ мѣсяцъ. Значительно болѣею производительностью обладала заказанная въ Шотландіи и недавнопривывшая въ Тихоокеанскому устью Канала обходнымъ путемъ вокругъ Южной Америки гигантская землечерпательница Sogozal, на долю которой должна была прійтись работа по удаленію 300 тысячъ кубич. сажень скалистаго грунта съ большой глубины, а также работы по содержанію и очисткѣ Канала послѣ его открытія.

Новая землечерпательница (рис. 62 и 64) имѣетъ стальной корпусъ длиной 268 футъ, шириной по миделю 45 футъ и высотой 19 футъ; осадка судна въ легкомъ состояніи 12 футъ на носу и 14¹/₃ фута у кормы, осадка въ груженомъ состояніи (1.200 тоннъ грунта) составляетъ 14¹/₄ фута на носу и 17¹/₃ фута у кормы. О масштабѣ отдѣльныхъ элементовъ машины можно судить уже по нѣсколькимъ цифрамъ: черпаковая рама, построенная изъ стальныхъ балокъ, длиной 115 футъ, вѣситъ 100 тоннъ, черпачная лента съ роликами, ее поддерживающими, вѣситъ 140 тоннъ, шестигранные барабаны—15 и 13 тоннъ, передаточное зубчатое колесо большого діаметра—25 тоннъ. Черпаки могутъ примѣняться двухъ калибровъ: 54 куб. фут. (рис. 63) вмѣстимости для отрывки мягкихъ грунтовъ и 35 куб. фут.

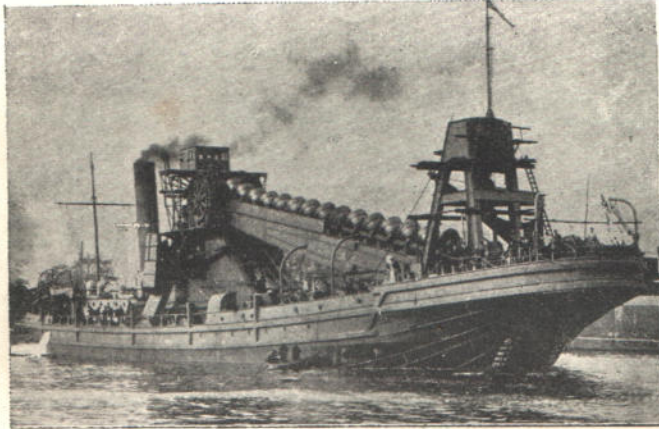


Рис. 62. Новѣйшая многочерпаковая машина Corozal съ часовой производительностью въ 100 куб. сажень и съ грузовымъ ящикомъ емкостью 80 куб. сажень.

болѣе крѣпкой конструкціи для отрывки скалистаго грунта; каждый изъ черпаковъ обѣихъ категорій вѣситъ около 2¹/₂ тоннъ, а съ прилегающими звеньями цѣпи и болтами отъ 3 до 4 тоннъ; число ихъ на цѣпи 39.

Черпаковая рама проходитъ внутри колодца, нижній ея конецъ поддерживается четырьмя стальными канатами, а опусканіе и поднятіе ея достигается дѣйствіемъ паровой лебедки, установленной подъ палубой въ носовой части судна. При уклонѣ черпачной рамы въ 45° глубина отрывки составляетъ 50 футъ и на этой глубинѣ машина извлекаетъ до 100 куб. саж. въ часъ. Судно имѣетъ грузовой ящикъ вмѣстимостью въ 80 кубич. сажень въ средней части корпуса, но можетъ грузить и въ баржи, а для опоражниванія грузового ящика снабжена гидравлическимъ приспособленіемъ, состоящимъ изъ 2-хъ цилиндровъ и цѣпей, прикрѣпленныхъ къ раскрывающимся дверцамъ отдѣлений грузового ящика. При ремонтныхъ работахъ въ узкихъ участкахъ открытаго Канала (въ предѣлахъ перевальной выемки, гдѣ ширина въ уровнѣ воды=304 футамъ) землечерпательница, не требуя загромождающихъ судовой ходъ баржей, будетъ грузить въ свои ящики и отвозить ихъ на океанскія свалки.

Судно имѣетъ два ходовыхъ винта и двѣ независимыя главныя судовыя машины трехкратнаго расширенія, мощностью каждая въ 930 лошадиныхъ силъ, при діаметрахъ паровыхъ цилиндровъ въ 17, 27 и 43 дюйма, и

придлинь хода поршня въ 27". Главный валъ каждой изъ судовыхъ машинъ можетъ быть помощью кулачной муфты сдѣленъ либо съ главными ходовыми валами судна, либо съ валами, помощью ряда зубчатыхъ зацѣпленій пере-

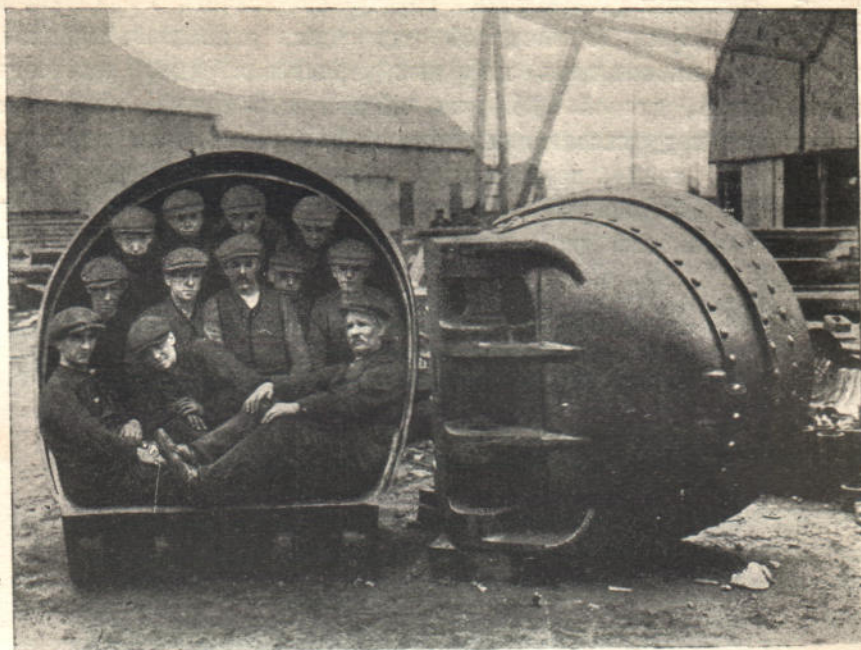


Рис. 63. Одинъ изъ 39 черпаковъ новѣйшей многочерпаковой машины Corozal емкостью въ 54 куб. фута.

(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда профессора В. Е. Тимонова „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

дающихъ свое движеніе верхнему барабану черпаковой рамы. Два котла Шотландской системы, съ поверхностью нагрѣва въ 2022 кв. фут. каждый и площадью рѣшетки въ 66 кв. футъ, доставляютъ паръ съ рабочимъ давленіемъ

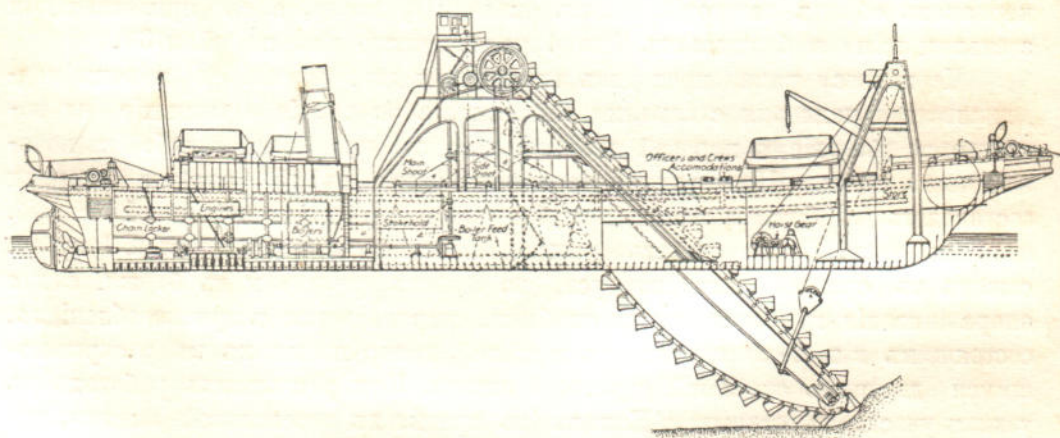


Рис. 64. Продольный разрѣзъ новѣйшей многочерпаковой машины Corozal.

(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда профессора В. Е. Тимонова „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

въ 180 фунтовъ. На суднѣ имѣется своя электрическая и холодильная станція. При полномъ грузѣ (1200 тоннъ грунта) и 100 тоннахъ угля, судно идетъ со скоростью 10 узловъ. Команда землечерпательницы состояла изъ 60 человѣкъ,

которые раздѣлялись на три смѣны, каждая для работы въ теченіе 8 час. въ сутки.

Машина была построена Шотландскимъ заводомъ Will. Simons & Company, Ltd. въ Renfrew, которая объявила низшую цѣну въ 399.340 долларовъ противъ 449.000 долларовъ заявленныхъ англійскимъ заводомъ Лобница и 874146 долларовъ, заявленныхъ, единственнымъ принявшемъ участіе въ конкурсѣ, американскимъ заводомъ Union Iron works въ San Francisco. Вдвое низшая сумма европейскаго завода заставила американскихъ строителей передать ему заказъ, что исполнено вопреки американскому обычаю и съ особаго разрѣшенія самого президента республики.

Опыты, произведенные въ Шотландіи до морскаго путешествія землечерпательницы вокругъ Южной Америки, показали, что установленная техническимъ условіемъ производительность въ 100 куб. саж. въ часъ при глубинѣ отрывки въ 50 фут. вполне достигнута; при черпаніи достигнута была глубина въ 53 фута. Работа машины въ глинѣ съ валунами оказалась весьма удовлетворительной, несмотря на значительный вѣсъ этого грунта (болѣе 1.300 пудовъ въ куб. сажени) и хорошее наполненіе черпаковъ; механизмы работали во всѣхъ частяхъ своихъ исправно, нигдѣ не обнаруживъ слабой детали.

Землеотвозныя и перевозочныя баржи.

Для отвозки грунта, поднятаго дноуглубительными машинами, на глубокия мѣста или на мѣста сооружаемыхъ волноломовъ примѣнены были на устьевыхъ участкахъ два типа баржей:—баржи, сохранившіяся съ французскихъ временъ и реставрированныя американцами, и новыя баржи американской постройки. Французскія баржи были самоходныя, съ раскрывающимися днищами, подвѣшенными къ металлической дугѣ, перекинутой надъ грузовыми ящиками, емкостью отъ 20 до 27 куб. сажень; снабженныя двумя ходовыми винтами, онѣ развивали скорость до 10 узловъ. Обновленіе ихъ обошлось отъ 15 до 25 тысячъ долларовъ каждая, тогда какъ стоимость новыхъ подобныхъ судовъ въ Соединенныхъ Штатахъ составляла бы, вѣроятно, отъ 60 до 70 тысячъ долларовъ. Американскія баржи имѣли нѣсколько иную и болѣе мощную конструкцію, болѣе размѣры и емкость въ 50 куб. сажень, но не имѣли машинъ. Въ корпусѣ ихъ, размѣрами въ планѣ въ 154' × 32', помещено четыре грузовыхъ ящика, въ каждомъ изъ которыхъ имѣлись двустворныя днища; послѣднія поддерживались четырьмя парами цѣпей, сводившимися въ четыре одиночныя цѣпи; эти цѣпи навивались на отдѣльные валы, расположенные въ одну линію параллельно оси баржи на палубѣ у края ящиковъ: каждый валъ независимо отъ другихъ могъ быть приведенъ въ вращеніе помощью рукоятки и зубчатой передачи. Корпусъ и всѣ части баржи изъ желѣза, боковыя стѣнки грузовыхъ ящиковъ обшивались досками. Баржи имѣли осадку въ легкомъ состояніи въ 3 фута, а въ груженомъ—6 футъ. Такихъ баржей на каждомъ устьѣ было по 10 при 5 буксирахъ. Самоходныя (французскія) баржи, которыхъ на Атлантическомъ участкѣ было двѣ, а на Тихоокеанскомъ—семь, не могли обслуживать одночерпаковыхъ машинъ, такъ какъ ихъ дуга мѣшала движенію черпаковой рейки, при многочерпаковыхъ же машинахъ онѣ оказались очень удобны въ

стѣсненныхъ пунктахъ работъ, не требуя буксировъ и болѣе сложныхъ маневровъ съ ними. Иногда эти баржи, служа для перевозки нагружаемаго въ нихъ грунта, буксировали вмѣстѣ съ тѣмъ небольшія баржи, не имѣвшія своего собственнаго хода.

Буксировка баржей къ мѣсту разгрузки и обратно, несмотря на подчасъ значительное разстояніе до мѣста свалки отъ мѣста работъ, производилась въ одиночку, караванная перевозка при сравнительно небольшой ширинѣ (500 футъ) Канала, занятого къ тому же различными отрывными снарядами съ ихъ папильонажемъ и на ходу судовъ, доставлявшихъ строительные матеріалы изъ океанскихъ карьеровъ, была бы неудобна. Среднее разстояніе отвозки грунта на океанскія свалки составляло на Атлантическомъ подходѣ около 5-ти, а на Тихоокеанскомъ около 6-ти верстъ.

Къ составу рабочихъ флотилій устьевыхъ участковъ принадлежали, кромѣ землеотвозныхъ, также и перевозочныя баржи для подвоза—на Атлантическомъ концѣ песка и щебня изъ карьеровъ, расположенныхъ въ разстояніи 30 и 60 верстъ по берегу океана отъ входа въ Каналъ, а на Тихоокеанскомъ—песка также изъ удаленнаго на 30 верстъ карьера. Эта перевозка осуществлялась на Атлантическомъ берегу 18-ью баржами при шести буксирахъ, а на Тихоокеанскомъ 10—баржами при 3-хъ буксирахъ; кромѣ того, шесть баржей у Атлантическаго устья служили для перевозки цемента отъ океанскихъ судовъ до разгрузной пристани у мѣста постройки Гатунскихъ шлюзовъ, нѣсколько баржей служили для подвоза угля и нефти къ дноуглубительнымъ снарядамъ. Эти баржи имѣли длину въ 168 футъ, ширину въ 35 футъ, высоту корпуса въ плоскости миделя 12 футъ, корпусъ ихъ былъ снабженъ 5 поперечными водонепроницаемыми переборками и 2 продольными; послѣднія образуютъ стѣнки грузового ящика; каюта на кормѣ построена изъ стальныхъ листовъ и имѣетъ водонепроницаемыя двери и боковыя окна толстаго стекла. На баржѣ имѣется одиночный судовой Шотландскаго типа котель (наружнымъ діам. 8') съ рабочимъ давленіемъ въ 110 фунтовъ, отапливаемый нефтью и паровая машина для приведенія въ дѣйствіе установленной на баржѣ буксирной лебедки.

Буксирныя лебедки, за послѣдніе годы появившіяся въ большомъ числѣ на Великихъ Американскихъ озерахъ, нашли весьма полезное примѣненіе на баржахъ и буксирахъ Атлантической флотилии, которымъ приходилось подвозить матеріалы по незащищенному пути, протяженіемъ до 50 миль; ими снабжены всѣ буксиры и часть баржей: изъ 18 баржей флотилии, подвозившихъ песокъ и щебень къ Гатуну, 11 имѣли буксирныя лебедки. На Тихоокеанской сторонѣ, гдѣ путь доставки песка пролегалъ по болѣе защищенному пространству, лебедки эти начали примѣняться въ ограниченномъ количествѣ только въ послѣдніе годы постройки и оказались полезными и на этомъ подходѣ къ Каналу.

Дѣйствіе буксирной лебедки (рис. 65), установленной на буксирѣ, ведущемъ за собой груженую баржу, заключается въ слѣдующемъ. Буксирный канатъ навивается на барабанъ, связанный зубчатымъ зацепленіемъ съ паровой двухцилиндровой спаренной машиной, въ которой имѣется автоматическій регуляторный паровой клапанъ, въ послѣднемъ выпускное отверстіе увеличивается или уменьшается въ зависимости отъ увеличенія или ослабленія натяженія буксирнаго каната. При волненіи, когда баржа

стремится удалиться от буксира, увеличивая при этом натяжение каната, увеличившееся натяжение заставляет барабан вращаться, свивая этот канат, и при этом вращении барабана открывается регуляторный клапан, что увеличивает давление пара в цилиндрах до тех пор, пока оно не оказывается достаточным для уравнивания натяжения каната; вращение барабана тогда приостанавливается; наоборот, если натяжение буксирного каната ослабевает, давление в цилиндрах заставляет барабан вращаться в обратную сторону, навивая канат. Таким образом, предупреждается полное свивание каната с вала: свивается только часть его, достаточная для устранения мгновенного превышения натяжения в канате, а следовательно и возможности его повреждения или обрыва. Регуляторный клапан действует совершенно автоматически, не требуя управления. Кроме этого клапана, имеется кранъ помощью котораго паръ можетъ быть впущенъ въ цилиндры

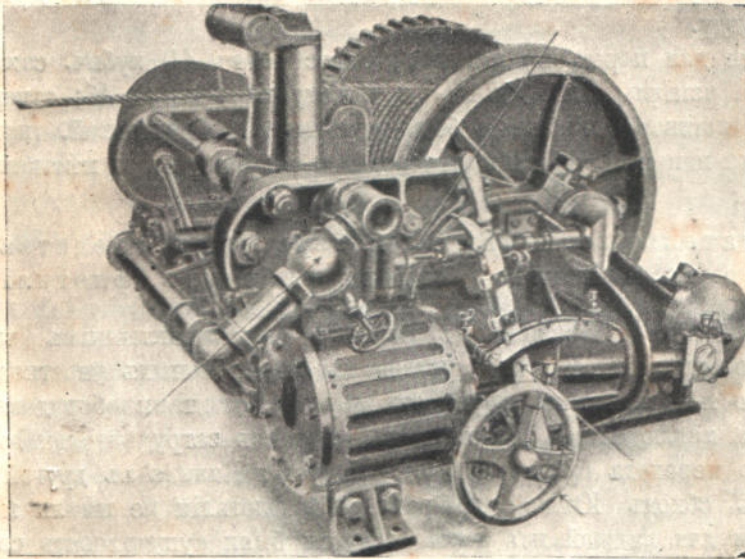


Рис. 65. Буксирная лебедка.

и буксирный канатъ удлиненъ или укороченъ по желанію машиниста. Этимъ простымъ по идеѣ устройствомъ уравниванія сопротивленія буксируемаго судна давленіемъ пара въ цилиндрахъ паровой лебедки значительно облегчается и дѣлается безопаснымъ транспортированіе матеріаловъ по бурному океану.

При установкѣ этой лебедки на буксирѣ, она помѣщается на кормѣ, причемъ канатъ пропускается подъ направляющими роликами по направленію къ баржѣ или для большей подвижности буксира къ буксирному шкиву, закрѣпленному въ серединѣ его длины; при установкѣ на баржѣ (на носовой части), канатъ пропускается сквозь кольцо, задѣланное въ палубу судна.

При караванной буксировкѣ въ три баржи, баржи безъ буксирныхъ машинъ помѣщаютъ на первомъ мѣстѣ непосредственно позади буксира; разстояніе между смежными баржами и между баржей и буксиромъ обычно составляло 600 футъ. При спокойной погодѣ число баржей въ караванѣ достигало пяти. Баржи снабжены двумя якорями въ 1.600 и и 500 фунтовъ и спасательной лодкой въ 16 футъ длины.

Опытъ показалъ, что желѣзные листы пола грузовыхъ ящиковъ этихъ баржей быстро изнашиваются вслѣдствіе ударовъ о нихъ частей ковшей подъемныхъ крановъ, поднимающихъ изъ этихъ ящиковъ матеріалы; для уменьшенія ремонта этихъ листовъ полъ въ грузовыхъ ящикахъ покрывался 3" слоемъ бетона или толстымъ брусчатымъ поломъ. Въ баржахъ, предназначенныхъ для перевозки песка, грузовой ящикъ раздѣленъ по плоскости миддлшпангоута перегородкой на двѣ половины, въ каждой изъ которыхъ можетъ работать по разгрузному крану. Въ каждомъ изъ этихъ двухъ отдѣленій установлено было по вертикальной трубкѣ 2" — 3" діаметра, доведенной до самаго пола и поднимавшейся до уровня палубы баржи, гдѣ она заканчивалась горизонтальнымъ отросткомъ; на послѣдній, передъ разгрузкой, надѣвался резиновый рукавъ отъ паропроводной трубки; паръ, пропускавшійся черезъ горизонтальный отростокъ и подававшійся изъ котловъ съ пристани къ баржѣ, выбрызгивалъ черезъ этотъ сифонъ скопившуюся на днѣ грузовыхъ ящиковъ воду.

Баржи для перевозки цемента, емкостью въ 40 кубич. саженъ, имѣли въ планѣ размѣры $110' \times 24\frac{1}{2}'$ и высоту корпуса въ 8'; отверстія этихъ грузовыхъ ящиковъ снабжены были двускатной обрѣшеткой, прикрываемой брезентомъ; цементъ въ нихъ перевозился въ бочкахъ и мѣшкахъ.

Вспомогательныя плавучія и береговыя средства для ремонта машинъ и судовъ рабочихъ флотилій.

Раздѣленные Перешейкомъ, съ еще неустановленнымъ черезъ него воднымъ сообщеніемъ, флотиліи устьевыхъ строительныхъ участковъ являлись совершенно независимыми другъ отъ друга элементами оборудованія работъ Канала. За исключеніемъ единичныхъ случаевъ затруднительнаго и продолжительнаго перехода судовъ изъ одного устья Канала въ другой круговымъ путемъ въ обходъ Южной Америки, обѣ флотиліи не имѣли между собой сношеній и для каждой изъ нихъ должны были существовать свои вспомогательныя плавучія и береговыя средства и ремонтныя устройства, оказавшіяся такимъ образомъ повторенными у обоихъ концовъ Канала.

Своевременная замѣна изношенныхъ частей работающихъ механизмовъ новыми, немедленное исправленіе обнаружившихся дефектовъ, внимательный надзоръ за состояніемъ машинъ какъ со стороны непосредственно приставленной и работающей при нихъ прислуги, такъ и со стороны специальныхъ инспекторовъ — были основаніями организаціями ремонта дноуглубительныхъ и другихъ элементовъ рабочихъ флотилій такъ же, какъ и организація ремонта землеотрывныхъ машинъ и подвижного состава, подробно изложенная въ главѣ III. Такъ же, какъ и для сухопутныхъ машинъ и оборудованія, и здѣсь у концевыхъ временныхъ пристаней были устроены мастерскія, гдѣ исправлялись и отдѣльвались заново части машинъ и снарядовъ флотиліи. Необходимость отвода судовъ и машинъ для ремонта къ мастерскимъ не могла быть, однако, уменьшена въ той же мѣрѣ, какъ для сухопутныхъ машинъ и подвижного состава: обростаніе подводныхъ частей судовъ и дноуглубительныхъ снарядовъ, особенно интенсивное въ тропическихъ водахъ, и поврежденія въ этихъ частяхъ — требовали отвода судовъ на специальныя устройства для обнаженія ихъ корпуса; на Атлантическомъ

устѣ, гдѣ колебанія приливовъ и отливовъ ничтожны (2') для этого служилъ сухой докъ, построенный еще французами и затѣмъ увеличенный при американскомъ управленіи до размѣровъ 290'×50' при глубинѣ на порогѣ въ 16'. На Тихоокеанскомъ концѣ, гдѣ амплитуда колебанія приливовъ и отливовъ достигаетъ 20 футъ, служили для той же цѣли поперечный эллингъ, ремонтныя платформы или же просто песчаный пологій берегъ, на него судно садилось въ низкую воду, въ теченіе стоянія которой и производились ремонтныя работы. Ремонтный эллингъ допускалъ подъемъ судовъ до 400 тоннъ, а ремонтная платформа могла принять суда до 3000 тоннъ.

Для работъ по установкѣ и сѣмкѣ отдѣльныхъ частей механизмовъ и судового оборудованія съ судовъ на плаву при ихъ текущемъ ремонтѣ каждую флотилію обслуживалъ самоходный плавучій кранъ подъемной силой въ 60 тоннъ. Погрузка угля на суда и снаряды производилась непосредственно съ угольныхъ баржей, грузившихся изъ прибывавшихъ къ концевымъ пристанямъ угольщикова и объѣзжавшихъ затѣмъ суда и дноуглубительные снаряды, расположенные по всему фронту подводной отрывки. Нѣсколько дежурныхъ буксировъ и катеровъ держались постоянно подъ парами около конторы управленія участкомъ на случай экстренной надобности и вызова къ какому-нибудь изъ судовъ флотиліи; съ ними отправлялись небольшія плавучія мастерскія на баржахъ, подобно вспомогательнымъ поѣздамъ средняго строительнаго отдѣленія.

3. Организация управленія дноуглубительными работами.

Дноуглубительными работами въ каждомъ изъ устьевыхъ участковъ Канала завѣдывали начальники этихъ участковъ, производившіе въ предѣлахъ этихъ послѣднихъ и другія строительныя работы и непосредственно подчиненные начальнику соотвѣтственнаго (Атлантическаго или Тихоокеанскаго) строительнаго отдѣленія. Три службы обнимали всѣ операціи, связанныя съ работой строительныхъ флотилій: служба подводной отрывки, служба ремонта (судоремонтныя мастерскія, докъ, эллинги), и служба перевозокъ по водѣ (water transportation); каждая изъ этихъ службъ находилась въ вѣдѣніи особаго завѣдывающаго.

Завѣдывающему службой подводной отрывки были подчинены: два главныхъ десятника въ роли помощниковъ, 10 десятниковъ артелей, работавшихъ, какъ на дноуглубительныхъ снарядахъ, такъ и на берегу по установкѣ створовъ и по производству буренія, капитаны машинъ и судовъ, ихъ помощники и машинисты; простыхъ рабочихъ на этой службѣ на каждой флотиліи имѣлось около 400 человекъ.

У завѣдывающаго ремонтомъ (master mechanic) было нѣсколько (до 10) десятниковъ, вѣдавшихъ различными цехами мастерскихъ, сухимъ докомъ, эллингомъ, складомъ матеріаловъ, вспомогательными плавучими мастерскими и плавучими кранами; рабочихъ и мастеровъ на этой службѣ около 200 человекъ въ каждомъ изъ оконечныхъ ремонтныхъ устройствъ.

Служба перевозокъ по водѣ обнимала личный составъ на всѣхъ перевозочныхъ плавучихъ средствахъ, служившихъ какъ для удаленія отрываемаго грунта, такъ и для транспортировки строительныхъ матеріаловъ, перевозки рабочихъ и для поддержанія сообщеній съ, удаленными и отрѣзанными отъ

основного района работъ, пунктами, гдѣ были расположены рабочіе поселки. Завѣдывающій этой службой являлся такимъ же распорядителемъ движенія плавучихъ средствъ, какимъ на сушѣ были начальники движеній строительныхъ отдѣленій (стр. 23). Въ ихъ конторахъ сосредоточено было управленіе движеніями судовъ флотиліи, тутъ получались телефонныя извѣщенія о времени прибытія и отправления судовъ флотиліи изъ различныхъ пунктовъ работъ, и на основаніи этихъ донесеній велись журналы суточного движенія судовъ. Въ конторахъ этихъ завѣдывающихъ на стѣнныхъ таблицахъ отмѣчались ежедневно въ соответственныхъ клѣткахъ помощью штепселей противъ соответственныхъ номеровъ судовъ флотиліи мѣста ихъ стоянки; эти таблицы давали наглядную и быстро охватываемую картину распредѣленія перевозочной флотиліи, содѣйствовали контролю движенія и облегчали общее руководство имъ; всѣ и даже наиболѣе отдаленные пункты посѣщенія судами флотиліи были связаны съ конторой телефоннымъ сообщеніемъ, а для передачи различныхъ приказаній изъ конторы на небольшія разстоянія и для переговоровъ между судами флотиліи установлена была условная звуковая сигнализациія свистками.

Въ заключеніе главы о дноуглубительныхъ работахъ при сооруженіи Панамскаго Канала, гдѣ въ соответствии съ разнообразными мѣстными условіями и съ родомъ грунта были примѣнены различные типы снарядовъ и достигнутъ поучительный опытъ ихъ сравнительной работы (см. главу XI), здѣсь уместно упомянуть о другомъ примѣрѣ подобнаго разнообразія состава отрывной флотиліи, работавшей въ Британской Колумбіи (Канада), о чемъ интересныя свѣдѣнія приведены въ американской литературѣ (Eng. Record 1913 г. стр. 209).

ГЛАВА V.

Производство гидравлической отрывки грунта.

Содержаніе.—1. Методъ гидравлической отрывки и общее расположеніе устройствъ для ея производства.—2. Устройства для производства гидравлической отрывки и приемы работъ.—3. Производительность работъ по производству гидравлической отрывки и организація ихъ.—4. Условія выгодности примѣненія гидравлическаго метода отрывки.

1. Методъ гидравлической отрывки и общее расположеніе устройствъ для ея производства.

Наряду съ описанными приемами сухой и подводной разработки призмы Канала нашелъ себѣ приложеніе на Перешейкѣ и методъ гидравлической отрывки, то-есть отрывки грунта струей воды подъ напоромъ, примѣнявшійся до сего времени въ рѣдкихъ случаяхъ сравнительно съ другими приемами разработки выемокъ; большой масштаб произведенныхъ этимъ приемомъ работъ, тотъ опытъ, который приобрѣтенъ былъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ ихъ производства, и тѣ выводы относительно этого метода, къ которымъ можно притти при изученіи примѣненія его на Каналѣ, придають вопросу о производствѣ этихъ работъ на Перешейкѣ особый интересъ.



Рис. 66. Наконечникъ гидравлическаго экскаватора

Методъ гидравлической отрывки примѣненъ былъ строителями Канала для удаленія верхнихъ наносныхъ слоевъ грунта, залежавшихъ покровомъ мѣстами до 30 футовой глубины (отъ уровня Океана) надъ пластами скалы въ долину рѣки Рио-Гранде на Тихоокеанскомъ склонѣ. Примѣненіе паровыхъ лопатъ для удаленія этихъ слоевъ признано было не экономичнымъ въ виду тѣхъ затрудненій, которыя возникли бы при поддержаніи желѣзнодорожныхъ путей на мягкомъ грунтѣ,—лопатами предположено было воспользоваться впослѣдствіи для разработки скалы въ нижнихъ частяхъ, призмы послѣ удаленія поверхностныхъ слоевъ; землесосы и землечерпательныя машины могли бы быть въ этихъ условіяхъ поставлены на работу по снятіи

верхнихъ слоевъ грунта, какъ это ими выполнялось въ устьяхъ Канала, но такихъ машинъ въ достаточномъ количествѣ въ распоряженіи управленія работъ не было, установка же и оборудованіе устройствъ для гидравлической отрывки могло быть выполнено скорѣе исполненія заказовъ новыхъ дноуглубительныхъ машинъ. Эти соображенія привели строителей къ избранію гидравлическаго метода отрывки, несмотря на то, что мѣстныя условія, какъ будетъ указано ниже, не вполне ему благопріятствовали.

Возникшій со времени открытія золота въ Калифорніи (въ пятидесятыхъ годахъ 19 столѣтія), методъ гидравлической отрывки получилъ большое примѣненіе на золотоносныхъ приискахъ западныхъ штатовъ Сѣверной Америки, а въ послѣднее десятилѣтіе имъ стали пользоваться при различныхъ инженерныхъ работахъ въ Новомъ Свѣтѣ, какъ дешевымъ, простымъ и скорымъ, при нѣкоторыхъ условіяхъ, приемомъ перемѣщенія земляныхъ массъ, въ особенности выгоднымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда сама природа даетъ необходимый напоръ, при наличности естественныхъ высоко расположенныхъ резервуаровъ воды или легкости образованія такихъ же искусственныхъ, и когда топографія мѣстности представляетъ возможность перемѣщенія открытыхъ струей земляныхъ массъ самотекомъ съ болѣе высокаго пункта отрывки на

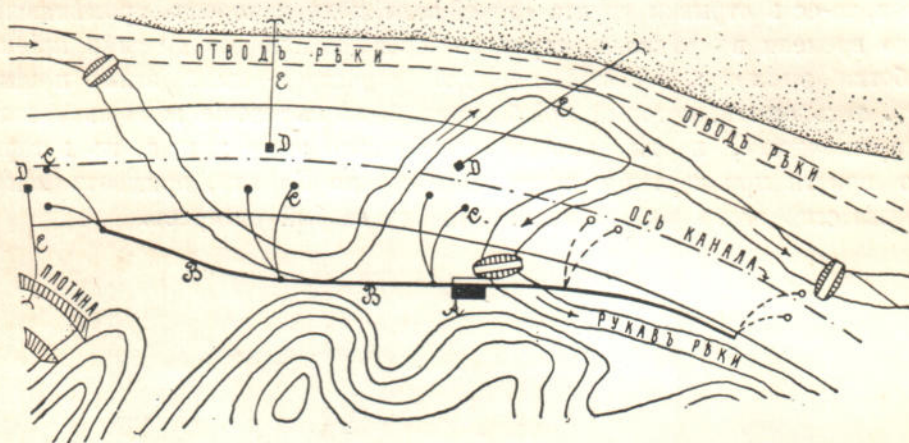


Рис. 67. Планъ общаго расположенія устройствъ для гидравлической отрывки.

болѣе низкія мѣста его свалки; въ этихъ условіяхъ устройства для производства такой отрывки ограничиваются приспособленіемъ для направленія протекающей воды струей на разрабатываемую площадь. Въ другихъ, менѣе благопріятныхъ случаяхъ, устройства оказываются сложнѣе и работа этимъ методомъ менѣе выгодной; таковыми именно были условія на участіи Панамскаго Канала, на которомъ примѣнили гидравлическій методъ—природа не давала напора, а открытый грунтъ надо было поднимать для передачи на мѣста свалки; вслѣдствіе этого гидравлическая отрывка потребовала трехъ отдѣльныхъ операций: созданія напора, разрыхленія или собственно отрывки грунта струей воды, и рефулированія продуктовъ отрывки на площади предназначенныя для свалокъ; соотвѣтственно этому устроены были для производства этой отрывки напорная станція А (рис. 67), напорная водопроводная линия В съ гидравлическими экскаваторами и землесосныя рефулерныя станціи С.

Общее количество грунта, предполагавшагося къ удаленію этимъ способомъ, составляло около 600 тысячъ кубич. сажень; грунтъ представлялъ песчаную средней плотности глину съ 15% примѣси песка, мѣстами гравелистыя отложенія рѣки и въ нѣкоторыхъ, въ послѣдствіи раскрытыхъ нижнихъ слояхъ—глинистыя сланцы. Общее возвышеніе мѣстности надъ среднимъ уровнемъ океана было 8 футъ (на 2 фута ниже горизонта высокаго прилива), глубина отрывки—30—35 футъ. Матеріалъ отрывки частью направлялся въ тѣло плотины у шлюзовъ (Мирафлорестъ), частью былъ использованъ для поднятія низкихъ площадей, прилегающихъ къ призмѣ Канала, какъ съ цѣлью санитарной, такъ и для образованія удобныхъ площадей вдоль его линіи. Въ обоихъ случаяхъ мѣстность, предназначенная для свалки грунта, расположена выше поверхности отрывки—гребень плотины на 6 сажень, а поднимаемыя береговья площади на 2 сажени, вслѣдствіе чего для перемѣщенія на эти мѣста отрытаго гидравлическимъ способомъ грунта оказалось необходимо поставить наносы-рефулеры, примѣненіе которыхъ удорожило общую работу гидравлической отрывки процентовъ на 30. Въ виду большаго успѣха, который этотъ методъ отрывки имѣетъ на мѣстности, не покрытой водой, пришлось, для запруды разрабатываемаго пространства отъ приливной воды, преградить рукава рѣки Рио-Гранде и другихъ протоковъ дамбами, поднявъ ихъ выше горизонта прилива и доведя до склоновъ близъ расположенныхъ сопокъ, а главное русло рѣки отвести каналомъ 60-ти футовой ширины параллельно линіи работъ внѣ ихъ района (рис. 67).

Весь фронтъ работъ занималъ около двухъ верстъ; на протяженіи ихъ расположены были упомянутыя группы вспомогательныхъ устройствъ, которыя, за исключеніемъ напорной станціи, по мѣрѣ успѣха отрывки перемѣщались вдоль этого фронта.

2. Устройства для производства гидравлической отрывки и пріемъ работъ.

Напорная станція А (рис. 67), расположенная приблизительно посрединѣ разрабатываемаго участка, состояла изъ 4-хъ паровыхъ насосовъ



Рис. 68. Наконечникъ гидравлическаго экскаватора.

системы Вортингтона съ тройнымъ расширеніемъ съ паровыми цилиндрами діаметрами въ 19, 30 и 50" и водяными—въ 24^{1/2}"; каждый изъ насосовъ

имѣть свою сосущую трубу 36'' диаметра и всѣ они по трубамъ въ 24'' подавали воду въ общую напорную трубу 40'' диаметра. Производительность каждаго насоса составляла $7\frac{1}{2}$ тысячъ галлоновъ въ минуту при рабочемъ напорѣ въ 10 атмосферъ; паръ доставлялся 4-мя котлами системы Бабкока и Вилькокса съ поверхностью нагрѣва въ 4500 футовъ каждый.

Напорная водопроводная магистраль общимъ протяженіемъ въ 3600 футовъ состояла изъ участковъ 40'', 32'' и 24-дюймоваго диаметра; головные 2800 футовъ уложены были изъ штампованныхъ трубъ (lock bar type), а остальное протяженіе изъ спирально склепанныхъ (spiral riveted type). Штампованныя трубы состояли изъ звеньевъ длиной по 30 футовъ со стыками въ притыкъ, перекрытыми плоскими кольцевыми накладками. Отъ главной напорной линии отдѣлялись девять отвѣтвленій—три группы по три изъ 16-тидюймовыхъ спирально склепанныхъ трубъ; отвѣтвленія длиной отъ 600 до 800 футовъ подведены къ самому мѣсту отрывки въ разныхъ точкахъ его фронта въ разстояніи 100 саж. другъ отъ друга и снабжены на концахъ насадками для выпуска разрывающей струи.

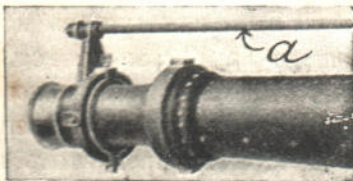


Рис. 69. Приспособленіе для направлення струи на концевникѣ гидравлическаго экскаватора.

Гидравлическія насадки (giants, monitors), построенныя заводомъ Joshua Hendy Co въ Санъ-Франциско, представляли позднѣйшій типъ обыкновенныхъ брандсбойтовъ, издавна примѣнявшихся въ рудниковыхъ операціяхъ въ Калифорніи. Эти насадки, вѣсомъ со станиной въ 40 пудовъ, состояли (рис. 66 и 68) изъ основанія—отростка приболченнаго къ 16-ти-дюймовой задвижкѣ, помѣщенной на концѣ водопроводной трубы; сферическое сочлененіе *a* и противовѣсный ящикъ *в*, нагруженный камнями, облегчаютъ поворачиваніе концевника въ любомъ направленіи въ вертикальной и горизонтальной плоскости; въ любомъ положеніи концевникъ можетъ быть закрѣпленъ подведеніемъ деревянной подпорки подъ конецъ противовѣснаго рычага *в*. Концевникъ снабженъ особой подвижной діафрагмой, помощью которой вращеніемъ штанги *a* (рис. 69) можно по желанію отклонять струю отъ оси концевника и измѣнять въ извѣстныхъ предѣлахъ ея направленіе, не поворачивая всего прибора. Въ зависимости отъ рода грунта примѣнялись насадки 4 и 6-ти-дюймоваго диаметра, струя выбрасывалась изъ нихъ со свободнымъ напоромъ въ 8—9 атмосферъ.

Землесосныя станціи, требовавшія по условіямъ работы перемѣщенія вдоль фронта ея по мѣрѣ отрывки, были устроены въ первое время работъ плавучими—насосы были установлены на желѣзо-бетонныхъ баржахъ (рис. 70, и 71), которыя были спущены на воду, заполнявшую русла протоковъ рѣки на разрабатываемомъ участкѣ; послѣ установки баржей въ надлежащихъ мѣстахъ, участокъ работъ былъ отдѣленъ отъ рѣки и ея протоковъ перемычками, вода удалена, баржи опустили на грунтъ и приступлено было къ отрывкѣ грунта струей воды по сосѣдству съ мѣстами ихъ стоянки; въ образованныя около баржей ямы стекала смѣсь воды и грунта, подхватывавшаяся насосами съ баржи для рефулированія по назначенію; предполагалось, что для перемѣщенія баржи можно будетъ напустить воды изъ напорной линіи въ огражденное пространство работъ, поднявъ достаточно ея уровень,

заставить баржи всплыть и наплавку перевести их на новые мѣста, послѣ чего дѣйствіемъ ихъ насосовъ удалить воду и поставить ихъ снова на грунтъ. Опытъ примѣненія такихъ плавучихъ станцій въ теченіе перваго года

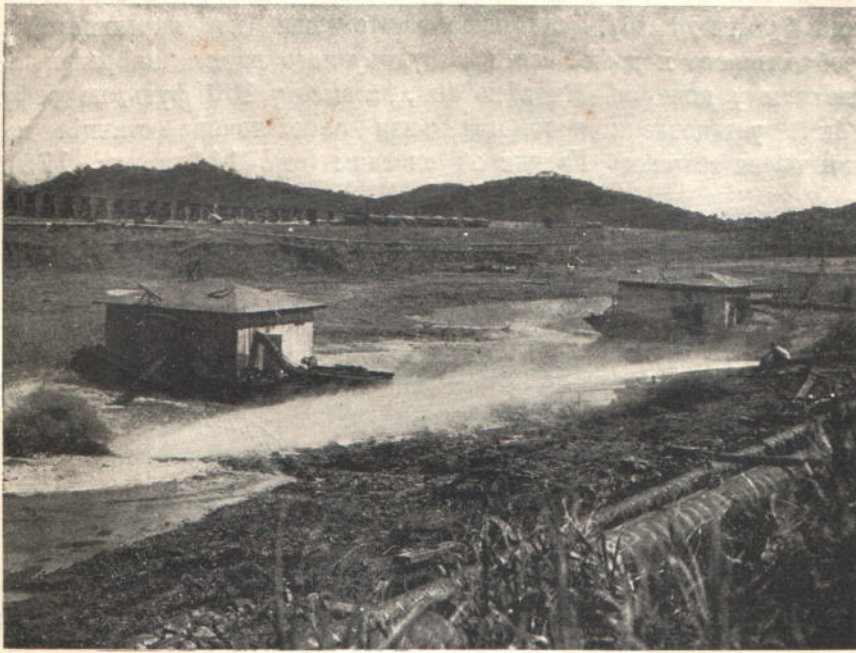


Рис. 70. Подвижныя землесосныя рефулерныя станціи на баржахъ.

оказался неудачнымъ: баржа заносилась грунтомъ и оказывалась трудно сдвигаемой съ мѣста станціей; при обиліи обнаружившихся въ разрабатываемомъ грунтѣ булыгъ, баржи, садясь на дно, крошили свои днища и еще крѣпче застрѣвали на своихъ стоянкахъ. Спустя годъ баржи были заброшены и замѣнены простыми переносными сухопутными насосными станціями (рис. 72), устанавливавшимися у края предварительно отрытаго небольшого котлована, въ который стекала смываемый съ окружающихъ площадей грунтъ, и въ которомъ уровень воды держался на 7—10 футъ ниже уровня плиты наноса; всасывающая труба 18" діаметра состояла изъ трехъ колѣнъ, поддерживаемыхъ канатами на блокахъ, позволявшихъ слегка мѣнять ея положеніе по высотѣ; нижній сосущій конецъ погруженъ на 5 футъ въ воду котлована и защищенъ у заборнаго устья отъ попаданія булыгъ крупнѣе 6½ дюймовъ двумя крестообразно расположенными болтами; булыги и крупные предметы, скопившіеся на днѣ котлована извлекались рабочими, по 4—5 человекъ при каждой смѣнѣ на землесосной станціи.

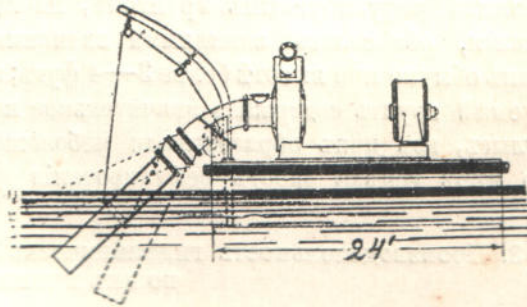


Рис. 71. Расположеніе сосущей трубы на баржѣ подвижной землесосной рефулерной станціи.

Станціи оборудованы 18-дюймовыми центробѣжными насосами, насаженными на общую ось съ электромоторами въ 660 лошадиныхъ силъ; насосы съ производительностью въ 10.000 галлоновъ работали при напорѣ въ 60 футъ и 480 оборотахъ въ минуту; лопасти насоса, допускаяшія проходъ крупныхъ булыгъ до $6\frac{1}{2}$ ", были изготовлены изъ марганцевой стали. При необходимости подъема части рефулируемаго грунта, направлявшейся въ тѣло плотины у шлюзовъ Мирафлоресъ, на высоту 100 футъ, на рефулерной линіи была установлена вспомогательная передаточная станція по типу устроенныхъ на склонахъ Гатунской плотины (стр. 144 и рис. 175).

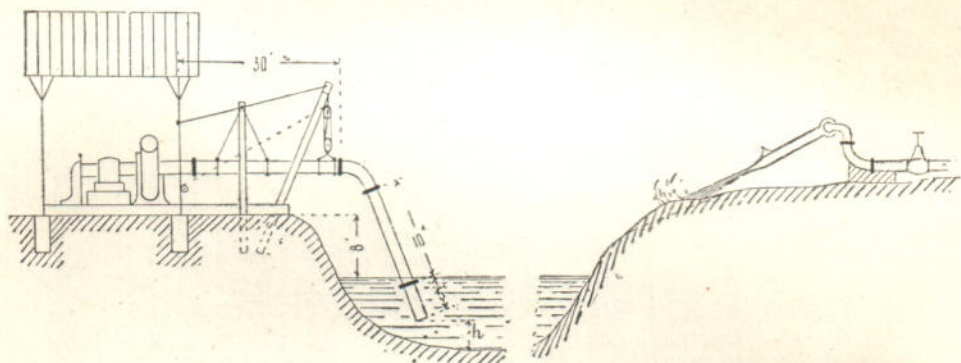


Рис. 72. Неподвижная землесосная рефулерная станція и гидравлическій экскаваторъ.

Рефулерныя линіи состояли изъ 20'' трубъ, вставлявшихся въ стыкахъ, одна въ другую благодаря коническому утоненію одного конца каждаго звена, звенья стягивались кольцами, набрасываемыми на крючья, придрѣланные къ концамъ звеньевъ.

Для огражденія отведеннаго русла рѣки Рио-Гранде и нѣкоторыхъ, прорѣзавшихъ свалочныя площади санитарныхъ дренажныхъ канавъ, отъ запыла рефулируемымъ грунтомъ, площади, на которыя послѣдній направлялся, обносились земляными валиками или досчатымъ заборомъ, послѣднимъ обычно при высотѣ болѣе 3—4 футъ; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ рефулируемый грунтъ содержалъ значительное количество крупныхъ кусковъ скалы и булыгъ, изъ нихъ образовывали небольшой валь, постепенно поднимавшійся по мѣрѣ успѣха работъ рефулированія и служившій огражденіемъ.

3. Производительность гидравлической отрывки и организація работъ по ихъ производству.

При среднемъ 5% содержаніи твердыхъ частицъ грунта въ рефулируемой смѣси (иногда этотъ процентъ повышался до 10 и даже 15) и при производительности насосовъ въ 10.000 галлоновъ въ минуту, средняя часовая производительность землесосной станціи составляла около 15 кубич. сажень грунта, что при непрерывной работѣ въ теченіе сутокъ давало возможность удалить до 300 куб. сажень; присутствіе въ нѣкоторыхъ пунктахъ работы большого количества валуновъ и кусковъ скалы понижало производительность, требуя частыхъ остановокъ дѣйствія насосовъ для очистки сосущаго конца и исправленія поврежденій въ самихъ насосахъ.

Работы по производству гидравлической отрывки велись непрерывно день и ночь въ три смѣны по 8 часовъ каждая; производствомъ ихъ завѣдывал инженеръ, непосредственно подчиненный начальнику Тихоокеанскаго строительнаго отдѣленія, въ предѣлахъ котораго районъ ихъ находился; его помощниками были два главныхъ десятника, вѣдавшихъ каждый одной изъ 2-хъ рефулерныхъ линій и землесосныхъ станцій, съ ними связанныхъ; на каждой рефулерной линіи и при каждой изъ станцій имѣлась артель изъ нѣсколькихъ человѣкъ съ десятникомъ во главѣ, а на каждой землесосной станціи было по машинисту съ двумя помощниками замѣстителями; при насадкахъ было по два рабочихъ, наконецъ, специальная артель наблюдала за напорной линіей. На главной насосной станціи кромѣ завѣдывающаго, было 4 машиниста и 8 кочегаровъ и смазчиковъ. Общее число простыхъ рабочихъ на работахъ по производству гидравлической отрывки доходило до 200.

4. Условія выгодности примѣненія гидравлическаго метода отрывки.

Условія, въ которыхъ на участіи Панамскаго Канала былъ примѣненъ методъ гидравлической отрывки, какъ указано выше, были неблагопріятны для такого способа работъ; отрывка обходилась по 15 рублей съ куб. саж. удаленнаго грунта, тогда какъ большая часть этой кубатуры, за исключеніемъ срѣзки мысовъ и откосовъ сосѣднихъ сопокъ, могла бы быть удалена рефулерными землесосами, снабженными разрыхлителями, по цѣнѣ въ 5—6 рублей съ куба, а срѣзка мысовъ и откосовъ сопокъ выполнена паровыми лопатами, оказавшимися, послѣ богатаго опыта работъ въ перевальной кулебрской выемкѣ, столь цѣнными землеотрывными снарядами у высокихъ откосовъ, за цѣну во всякомъ случаѣ не выше установившейся въ этой выемкѣ, т. е. въ 12 рублей, если принять во вниманіе отсутствіе въ данномъ случаѣ дальней возки на разстояніе въ 20 верстъ; здѣсь грунтъ перевозился бы на разстояніе не больше версты въ тѣло возводимыхъ по сосѣдству плотинъ.

Неудача примѣненія гидравлической отрывки на Панамскомъ Каналѣ тѣмъ не менѣе нисколько не должна умалять достоинствъ этого метода—быстроты, простоты и дешевизны, которыя обнаруживаются во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда онъ примѣненъ въ наиболѣе благопріятныхъ для него условіяхъ,—при существованіи естественнаго стока смѣси отрытаго грунта съ водой и при наличности естественнаго напора; для того, чтобы найти подтвержденіе этому въ опытѣ примѣненія этого метода на работахъ Канала, достаточно обратиться къ приведеннымъ ниже стоимостямъ отдѣльныхъ операций, изъ которыхъ слагалась эта работа; если не принимать въ расчетъ стоимости созданія напора (23%), стоимости поднятія рефулируемой смѣси (25%), стоимости содержанія устройствъ для этихъ двухъ операций (12%) и стоимости ихъ амортизаціи (12%), что отвѣчаетъ случаю естественнаго напора и стока то-есть, самымъ благопріятнымъ условіямъ, то получится пониженіе общей стоимости на 72%, при наличности же только естественнаго стока и необходимости создавать искусственно напоръ—пониженіе общей стоимости составитъ приблизительно $(25 + 6 + 6) = 37\%$; при цѣнахъ, установившихся на Перешейкѣ, гидравлическая отрывка куба грунта въ первомъ случаѣ обошлась бы въ 4 руб. 20 коп., а во второмъ—въ 8 руб. 45 коп., то-есть дешевле всѣхъ иныхъ методовъ при естественныхъ напорѣ и стока и дешевле сухой отрывки (12 руб.) при естественномъ стока и искусственномъ напорѣ.

ГЛАВА VI.

Производство работ по отсыпкѣ земляныхъ сооружений.

Содержаніе.—1. Общій порядокъ работъ по сооруженію Гатунской плотины.—2. Производство сухой отсыпки наружныхъ частей плотины.—3. Производство рефулерныхъ работъ для образованія ядра плотины.—4. Организациа рабочей силы и надзора на работахъ по возведенію плотины.—5. Производство работъ по отсыпкѣ моловъ.

Отсыпка земляныхъ сооружений, объемъ которыхъ на Перешейкѣ достигъ 3 милліоновъ кубич. сажень, произведена почти исключительно транспортными работами.

При средней стоимости перевозки одной кубической сажени отъ мѣста извлеченія ея изъ призмы Канала до мѣста возводимаго сооруженія, на среднее разстояніе въ 25 верстъ, — въ 4 рубля, считая въ этой цифрѣ расходы какъ на само движеніе, такъ и на содержаніе и ремонтъ подвижного состава, и при средней стоимости извлеченія одной сажени грунта, считая буреніе, динамитныя работы, работу паровой лопаты, и отводъ воды, — въ 5 рублей, наконецъ при стоимости содержанія свалочныхъ пунктовъ, отнесенной къ одной куб. сажени сваливаемаго на нихъ грунта въ 1 руб. 25 коп., оказывается, что на каждой кубической сажени грунта, извлеченнаго изъ выемки и перенесеннаго въ земляное сооруженіе сберегалось 6 р. 25 к. — 4 р. = 2 р. 25 коп. При такихъ условіяхъ, весь грунтъ изъ выемки, который могъ быть использованъ для возведенія земляныхъ сооружений, транспортировался, а остальная часть поступала на свалки, съ устройствомъ которыхъ иногда соединялись цѣли образованія удобныхъ для заселенія площадей или засыпки лихорадочныхъ болотныхъ пространствъ по указаніямъ санитарной службы.

Къ землянымъ сооруженіямъ, принадлежали: Гатунская плотина, небольшія плотины на Тихоокеанскомъ склонѣ, защитныя морскія сооруженія у устьевъ Канала и насыпи на линіи переустройства Панамской желѣзной дороги.

1. Общій порядокъ работъ по сооруженію Гатунской плотины.

Ни одно изъ сооружений на Панамскомъ перешейкѣ не обладаетъ такой популярностью и не возбуждало столько толковъ и статей не только въ американской, но и въ европейской прессѣ и технической печати, какъ знаменитая еще до своего окончанія Гатунская плотина, которая, преградивъ двухверстной ширины долину рѣки Чагреса, должна создать раздѣльный бьефъ Канала — внутреннее озеро на перешейкѣ, приподнятое на 12 сажень надъ уровнемъ океана. Ответственная служба этого сооруженія, отъ незыблемости

котораго зависить судьба всего Канала, значительное протяженіе и высота, вызванныя мѣстными топографическими условіями и принятой системой соединенія океановъ, потребовали чрезвычайной осторожности какъ при выборѣ типа и назначенія размѣровъ плотины и при изслѣдованіи основанія подъ ней, такъ и при самомъ ея возведеніи. По типу, предложенному международной технической комиссіею въ 1905 году и подвергшемуся нѣкоторымъ измѣненіямъ послѣ приступа къ работамъ въ 1907 году, земляная плотина проектирована (рис. 73) изъ двухъ элементовъ: внутренней непроницаемаго ядра изъ песчаноглинистаго грунта, весьма плотно слежавшагося изъ продуктовъ рефулированія, и наружной одежды изъ отсыпей обыкновеннаго скалистаго грунта; послѣдняя, являясь огражденіемъ для жидкой рефулируемой смѣси въ періодъ производства работъ по возведенію плотины, должна стать укрѣпленіемъ откосовъ законченной плотины и, съ теченіемъ времени заносясь частицами грунта, проникающаго съ водой въ ея поры, образовать непроницаемую оболочку непроницаемаго ядра; при-

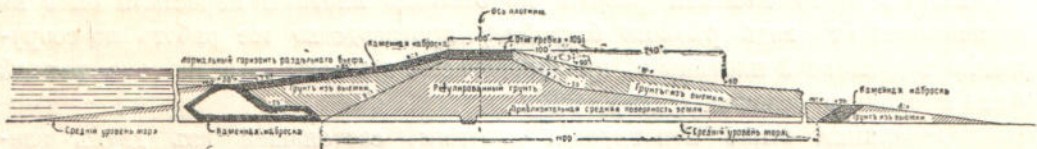


Рис. 73. Поперечное сѣченіе Гатунской плотины.

сутствіе, во время сооруженія такой плотины, слоя воды на поверхности вылитаго въ ядро ея грунта должно было способствовать медленному осѣданію частицъ грунта, уплотненію послѣдовательныхъ слоевъ ядра и занесенію оставшихся въ немъ поръ и трещинъ; по произведеннымъ изслѣдованіямъ оказалось, что въ основаніи плотины залегали мощные пласты песчаника. Послѣ ряда измѣненій въ проектѣ, вносившихся и въ періодъ самой постройки, гребень плотины назначенъ былъ на 20 футъ надъ уровнемъ раздѣльнаго озера, ею образуемаго, что дало высоту плотины въ среднемъ въ 70 — 75 футъ, а въ нѣкоторыхъ точкахъ на мѣстѣ протоковъ рѣки Чагреса высоту до 105 футъ; ось плотины, имѣющей въ длину 7500 фут., направлена (рис. 74) по кривой, что вызвано стремленіемъ уложить ее по ряду пригорковъ или возвышенностей, выступающихъ въ этомъ пунктѣ въ широкой долинѣ р. Чагреса; ширина плотины поверху 100', на уровнѣ нормальнаго горизонта 400' и у подошвы отъ 1100 до 1200 футъ; наружному откосу приданъ уклонъ въ 1 : 8 и 1 : 16, внутреннему откосу уклонъ 1 : 7 и 1 : 4.

Для регулированія стоянія воды въ искусственно созданномъ озерѣ и выпуска излишней воды, у середины длины плотины въ естественномъ скалистомъ холмѣ, къ которому съ обѣихъ сторонъ подведены части ея, просѣченъ каналъ и устроенъ водосливъ въ видѣ глухой плотины съ пониженнымъ гребнемъ и подвижными съемными щитами на этомъ послѣднемъ; водосливъ рассчитанъ на пропускъ наибольшаго расхода бассейна р. Чагреса въ 137500 куб. фут. (около 400 куб. саж.) въ секунду. На рис. 74 показано общее расположеніе плотины, водослива раздѣляющій ее на восточную и западную половины, положеніе гатунскихъ трехступенчатыхъ шлюзовъ, направленіе протоковъ рѣки Чагреса — двухъ въ восточной долинѣ (восточ-

наго французскаго отвода и основнаго французскаго канала) и одного въ западной долинь (западнаго французскаго отвода). Въ западной долинь рѣка Чагресъ подходит къ мѣсту плотины и направляется на нѣкоторомъ протяженіи вдоль нея до развѣтвленія на западный отводъ и основнаго французскій каналъ, идущіе по разнымъ сторонамъ средняго водосливнаго холма.

Присутствіе этихъ протоковъ и необходимость пропуска въ течение работъ водъ бассейна рѣки Чагресъ оказали вліяніе на порядокъ сооруженія плотины, возведеніе которой оказалось въ связи съ успѣхомъ работъ по устройству водосливнаго канала въ ея тѣлѣ. Работы по отсынкѣ плотины начаты были въ восточной половинѣ долины, гдѣ пересыпанъ былъ восточный отводъ (рукавъ) рѣки и русло основнаго французскаго канала, затѣмъ приступлено было къ работамъ въ западной долинь, гдѣ онѣ велись съ перерывами фронта для пропуска всѣхъ водъ бассейна черезъ оставшійся западный отводъ; съ открытіемъ водосливнаго канала, пробитаго въ среднемъ холмѣ и одѣтаго бетонной одеждой, болѣе энергично стали вестись запоздавшія работы въ западной долинь. Съ этого момента работы по отсынкѣ плотины перестали быть въ зависимости отъ водъ рѣчного бассейна, производство же работъ по сооруженію водосливной плотины въ пропускающемъ эти воды водосливномъ каналѣ было нѣсколько осложнено (стр. 217).

Описанная выше конструкція плотины, состоявшей изъ двухъ элементовъ, потребовала производства двухъ категорій работъ по ея сооруженію—отсыпки скалистыхъ боковыхъ ея частей изъ грунта, подвозимаго поѣздами изъ выемки, и отливку (рефулированіе) песчаннаго ея ядра—работъ, производившихся одновременно и съ параллельнымъ успѣхомъ. Предварительныя работы, предшествовавшія возведенію плотины, заключались въ очисткѣ помощью землесосанія руселъ протоковъ, подлежащихъ засыпкѣ, въ удаленіи илистыхъ наносовъ до пластовъ песчагой глины, въ срѣзкѣ береговъ этихъ руселъ для приданія имъ пологихъ откосовъ, въ отрывкѣ продольной по направленію оси плотины поперекъ всей долины траншеи, шириной 20 футъ и глубиной 15 футъ, наконецъ, въ удаленіи верхняго землястаго покрова толщиной до 3 футъ на полосѣ въ 800 ширины подъ подошвой будущей плотины. При очисткѣ руселъ протоковъ, по линіямъ подошвы откосовъ будущей плотины были построены эстакады, съ нихъ отсыпаны дамбы, изъ огражденнаго ими русла удалена насосами вода, послѣ чего приступлено къ удаленію различныхъ наносовъ, скопившихся на днѣ бревенъ и твердыхъ предметовъ.

На рис. 74 представлено общее расположеніе путей и вспомогательныхъ устройствъ на работахъ по сооруженію Гатунской плотины въ началѣ 1912 года, когда въ восточной долинь каменныя боковыя отсыпи достигли отмѣтки +100' (проектн. отм. гребня +115'), а въ западной долинь—отмѣтокъ +60' и +80', и весь расходъ бассейна рѣки направлялся въ водосливъ. Скалистый грунтъ, доставлявшійся изъ перевальной выемки Канала, направлялся съ главнаго пути *a* Панамской желѣзной дороги мимо поста *k* черезъ, оставленное въ подходной стѣнкѣ шлюзовъ, отверстіе и затѣмъ слѣдовалъ по внутреннему (со стороны верхняго бьефа) откосу возводимой плотины мимо поста *A*. Далѣе главный путь поворачивалъ въ оставленное въ стѣнѣ водосливной плотины отверстіе и, пройдя по бермѣ водосливнаго канала на наружный противоположный откосъ плотины, развѣтвлялся на два

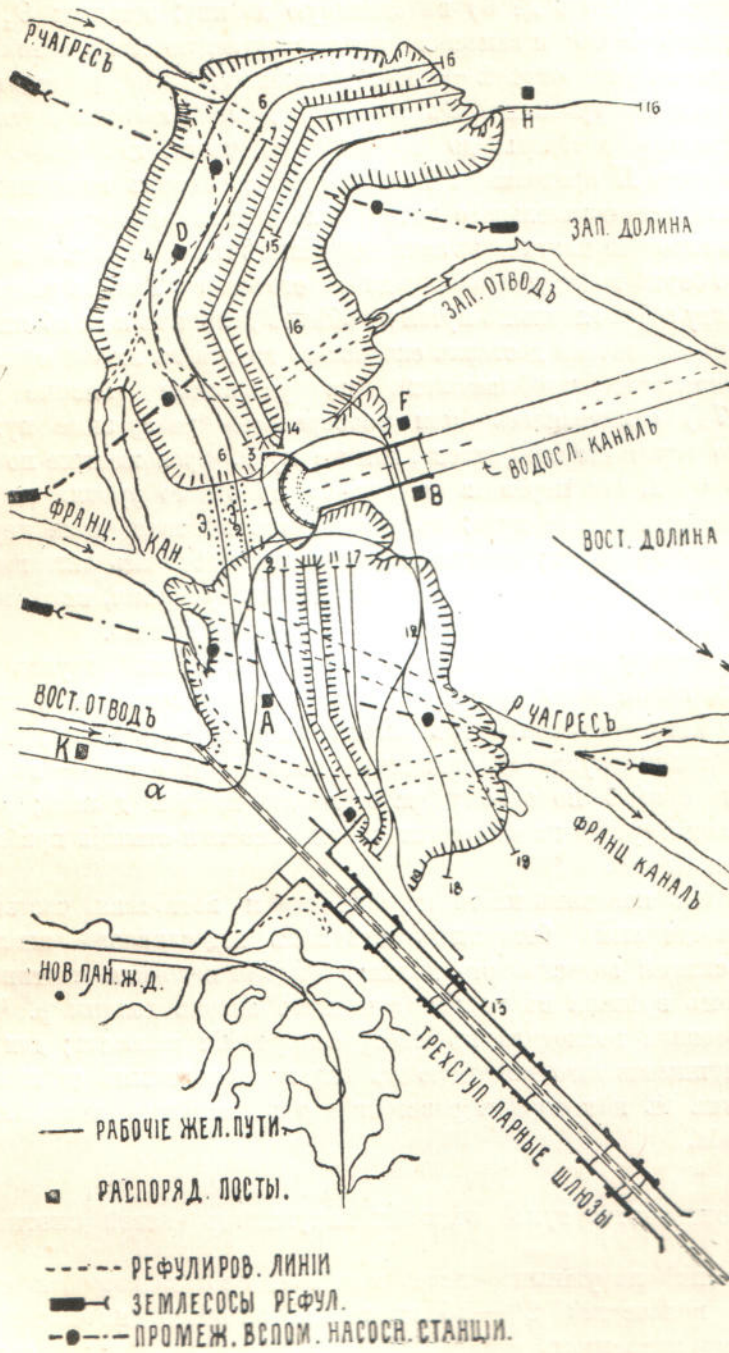


Рис. 74. Общее расположение путей и вспомогательных устройств на работах по сооружению Гатунской плотины.

направленія—одно (№ 19), шедшее по низу откоса въ восточной долинь, — другое (№ 16), переходившее мимо постовъ *B* и *F* по постоянному желѣзному мосту, перекинутому черезъ водосливной каналъ, въ западную долину. На внутреннемъ (южномъ) откосѣ главный путь продолженъ черезъ водосливной каналъ по эстакадѣ (путь № 6) въ западную долину; эстакада \mathcal{E}_2 имѣла пологно на отмѣтѣ + 60' и замѣнила предшествующую ей по времени эстакаду \mathcal{E}_1 съ полотномъ на отмѣтѣ + 30', служившую для подачи грунта при работѣ на низшихъ уровняхъ. Въ западной долинь главные пути на обоихъ склонахъ плотины доведены до корневой ея части, гдѣ одинъ изъ нихъ (№ 16) мимо поста *H* продолженъ по косоугру сосѣднихъ возвышенностей къ открытому для вспомогательнаго питанія плотины каменному карьеру; главные пути обоихъ склоновъ плотины въ западной долинь такъ же, какъ и въ восточной, соединены по бремѣ водослива на западномъ его берегу. Такимъ расположеніемъ и связью между собой главныхъ путей въ обѣихъ долинахъ и на обоихъ склонахъ плотины была обезпечена доставка скалистаго грунта въ любой пунктъ ея. Для выгрузки составовъ, прибывавшихъ на указанные главные пути, отъ нихъ (рис. 74) отвѣтвлялись или непосредственно разгрузные пути, направлявшіеся по горизонталямъ откоса, или же пути, проложенные по откосу съ уклономъ до 0,02, для перевода составовъ съ одного уровня на другой на болѣе высокіе разгрузные пути; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такіе передаточные пути снабжены тупиками; иногда передача производилась зигзагообразно по откосу по нѣсколькимъ передаточнымъ путямъ съ тупиками, какъ, напримѣръ, у пути № 1 на внутреннемъ склонѣ въ восточной долинь.

Землесосы-рефулеры, подававшіе песчано-глинистый грунтъ въ ядро плотины и начавшіе свою работу въ руслахъ протоковъ рѣки, изображены на рисункѣ 74 расположенными въ вырытыхъ ими бассейнахъ; на югѣ два землесоса подавали грунтъ въ западную половину и одинъ — въ восточную половину, на сѣверѣ по одному работало въ каждой долинь; на каждой рефулерной линіи устроена вспомогательная насосная станція приблизительно посерединѣ ея длины.

Каждая изъ половинъ плотины, западная и восточная, частью примыкали къ возведеннымъ бетоннымъ стѣнкамъ водосливнаго канала, частью врѣзаны въ склоны водосливнаго холма; западная половина плотины другимъ своимъ торцомъ врѣзана въ холмы западнаго склона долины р. Чагресь, а восточная половина подходила къ мѣсту сооруженія шлюзовъ; для закрытія ея торца, не примыкавшаго вплотную къ еще не возведеннымъ стѣнамъ шлюза, была отсыпана въ нѣкоторомъ разстояніи отъ послѣдней и параллельно ей глиняная дамба.

2. Производство сухой отсыпки наружныхъ частей плотины.

При отсыпкѣ наружныхъ частей плотины, производившейся съ прибывающихъ въ количествѣ 20—25 въ теченіе рабочаго дня составовъ, наиболѣе важнымъ элементомъ организаціи было управленіе этими составами — ихъ пріемъ, распредѣленіе по району работъ и выпускъ обратно на главную линію желѣзной дороги.

Такъ же, какъ и въ превальной выемкѣ (стр. 62), это управленіе было централизовано въ одномъ главномъ распорядительномъ постѣ 0,

расположенномъ въ (рис. 74) высокой деревянной башнѣ, воздвигнутой на вершинѣ водосливнаго холма въ центрѣ района работъ по отсыпкѣ плотины, откуда въ бинокль былъ виденъ весь этотъ районъ. На этомъ распорядительномъ посту, который по телефону извѣщался о приближеніи груженыхъ составовъ постами главной линіи желѣзной дороги, соответственно обстоятельствамъ даннаго момента, рѣшалось назначеніе этого состава и по телефону передавались приказанія относительно направленія прибывающаго состава на тотъ или другой погрузочный путь мѣстнымъ постамъ, расположеннымъ въ разныхъ пунктахъ района работъ: посту А, принимавшему и направлявшему все составы, прибывавшіе съ юга, посту С, принимавшему составъ, шедшій изъ выемки съ сѣвера, посту Н, пропускавшему составы изъ западныхъ карьеровъ и ряду другихъ постовъ В, D и F, вѣдавшихъ движеніемъ поѣздовъ въ прилегавшихъ къ нимъ отдѣльныхъ участкахъ района работъ. Съ своей стороны эти посты (II класса) извѣщали главнаго распорядителя (постъ О) объ окончаніи разгрузки составовъ, о готовности того или другого свалочнаго пути къ принятію груженнаго состава, о необходимости присылки разравнивателя, путеперекладывателя или толкача, получая эти свѣдѣнія сигналами, выбрасывавшимися на мачтахъ у самихъ разгрузныхъ путей десятниками работающихъ на нихъ артелей; посты II класса передавали распоряженія сигнальнымъ будкамъ (постамъ III класса), расположеннымъ у узловъ путей и стрѣлокъ. Кромѣ телефонныхъ извѣщеній и распоряженій, главный распорядительный постъ выбрасывалъ на своей башнѣ опредѣленные сигналы, напримѣръ, большихъ размѣровъ цифры тѣхъ путей, на которые назначались прибывавшіе составы, что служило указаніемъ какъ для работавшихъ на плотинѣ, такъ и для прислуги этихъ составовъ.

Отсыпка боковыхъ частей плотины изъ скалистаго грунта начата была съ эстакадъ, построенныхъ по линіи обѣихъ подошвъ плотины (рис. 75), послѣ чего образовавшіяся двѣ насыпи продолжали расти въ высоту постепеннымъ поднятіемъ разгрузнаго пути на ихъ гребнѣ. Эстакады высотой до 10 футъ оказались, при необходимости производства отсыпки по неровной, мѣстами не вполне твердой, поверхности грунта, болѣе выгоднымъ методомъ по сравненію съ непосредственной разгрузкой скалы съ поверхности грунта съ постепенной непрерывной подъемкой пути на гребнѣ возводимой насыпи; при достиженіи же послѣднею 10 футовъ высоты и необходимости, согласно проектному очертанію сѣченія плотины, бокового перемѣщенія разгрузнаго фронта по направленію къ оси плотины одновременно съ ростомъ отсыпки, эстакадный приѣмъ отрывки былъ замѣненъ приѣмомъ послѣдовательной подъемки разгрузнаго пути на гребнѣ растущей насыпи.

На наружномъ склонѣ плотины (рис. 75), болѣе крутомъ, отсыпка велась въ два основныхъ слоя, одинъ на другомъ до верхней части (отм. + 70'), откуда съюзившаяся каменная одежда продолжала отсыпаться въ одинъ слой, внутренний же склонъ болѣе пологій отсыпался, за мѣстными исключеніями, въ одинъ слой. При отсыпкѣ каждаго слоя сначала гребень предыдущаго поднимался на 4—5 футъ, а затѣмъ производилось уширеніе слоя до или отъ линіи соприкасання съ ядромъ насыпи согласно проектному профилю. На гребнѣ послѣдовательно отсыпавшихся валовъ, при ширинѣ ихъ отъ 15 до 30 футовъ, укладывался одинъ или два разгрузныхъ пути. Несмотря на стремленіе

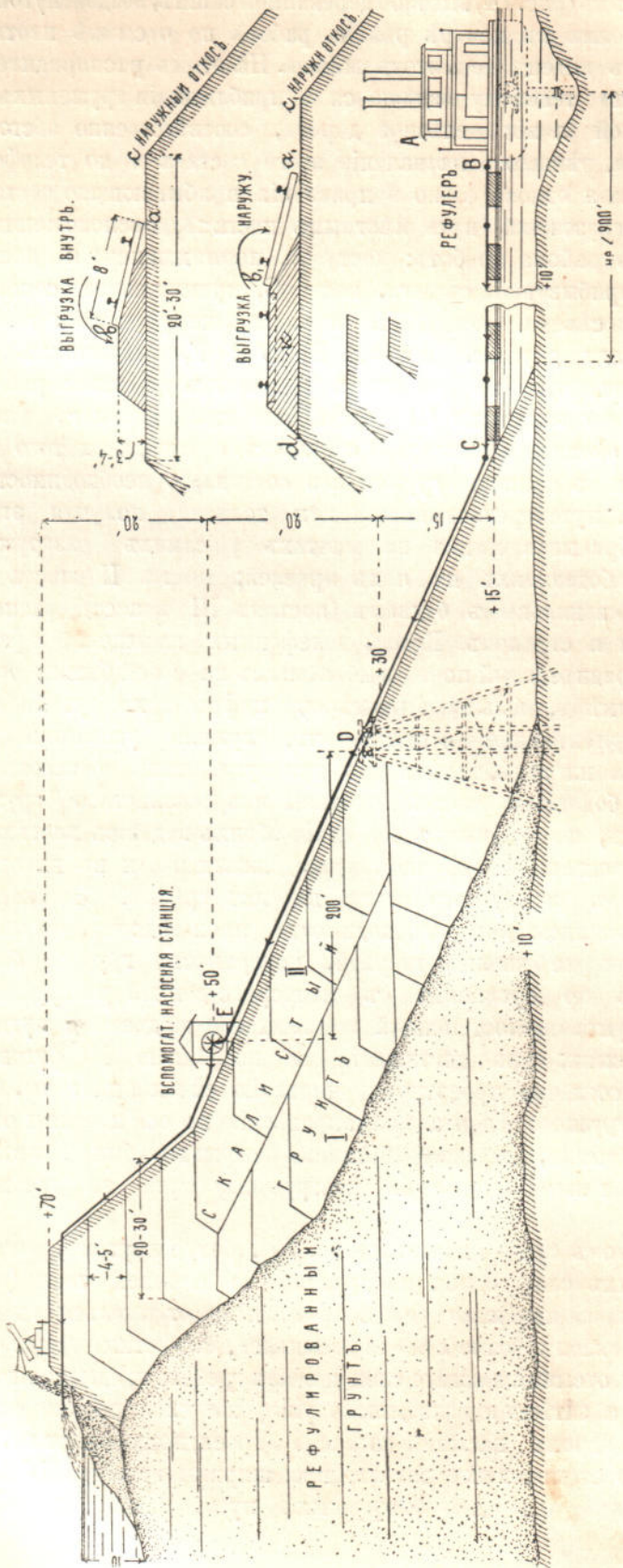


Рис. 75. Схема производства работ по сооружению Гагунской плотины.

придавать гребням валовъ горизонтальную поверхность, послѣдніе имѣли все же наклонъ къ наружному краю, который подъ тяжестью составовъ садился болѣе, чѣмъ внутренній. При осадкахъ возводимыхъ боковыхъ каменныхъ отсыпей досыпка ихъ по истеченіи нѣкотораго промежутка времени производилась на нижнихъ уровняхъ одновременно съ работами на болѣе высокихъ уровняхъ по подъему ихъ гребня, что вызывало присутствіе на одномъ склонѣ плотины нѣсколькихъ разгрузныхъ путей.

Грунтъ для отсыпки боковыхъ частей плотины подавался исключительно составами изъ опрокидывающихся вагоновъ; попытка въ началѣ работъ направлять на плотину составы ихъ одностороннихъ, разгружаемыхъ плугомъ, платформъ успѣха не имѣла, такъ какъ при криволинейныхъ свалочныхъ путяхъ и стѣсненной площади работъ на склонѣ плотины на разгрузныхъ путяхъ, растущихъ не столько въ ширину, сколько въ высоту, разгрузка помощью плуговъ оказалась медленной и невыгодной операціей. При опрокидываніи вагоновъ на плотинѣ, отдавалось предпочтеніе методу разгрузки во внутрь плотины (рис. 75) передъ разгрузкой въ наружную сторону; при первомъ изъ этихъ методовъ приходится послѣ разгрузки состава сдвигать шпалы ab пути на насыпанный слой и при этомъ домкратами поднимать концы ихъ a и подбивать ихъ осколками скалы, послѣ чего разгрузка одного состава въ наружную сторону наполняла промежутокъ ca , и дальнѣйшая работа по отсыпкѣ слоя состояла въ послѣдовательномъ перемѣщеніи пути во внутрь плотины и въ разгрузкѣ также во внутрь плотины. Въ случаѣ разгрузки въ наружную сторону, выгрузка перваго состава для отсыпки новаго слоя производилась во внутреннюю сторону у внутренней бровки d , послѣ чего съ образовавшагося вала k , на который поднять путь, отсыпки велись одна за другой въ наружную сторону; при сдвижкѣ пути въ эту сторону, для приведенія шпалъ въ горизонтальное положеніе изъ-подъ внутреннихъ концовъ ихъ b' приходилось извлекать куски скалы, что представляло болѣе кропотливую и трудную операцію, чѣмъ подъемъ одного конца шпалъ домкратами и подбивка ихъ; кромѣ того, разгрузка въ наружную сторону требовала болѣе частаго примѣненія разравнивателя, которымъ почти не приходилось пользоваться при разгрузкѣ въ подъемъ. Подъемъ пути производился обычнымъ ручнымъ способомъ или съ примѣненіемъ путеперекладывателя, помощью котораго послѣдовательныя звенья пути приподнимались и затѣмъ, слѣдующей за машиной, артелью подбивались кусками скалы. О приемахъ опрокидыванія вагоновъ и о необходимомъ для разгрузки составовъ времени было сказано выше въ главѣ III (стр. 75).

При доведеніи рефулируемаго ядра, отливавшагося одновременно съ отсыпками боковыхъ частей плотины, до проектной высоты, послѣднія отсыпки уширились внутрь плотины до взаимнаго разстоянія въ 25 футъ, а оставшаяся между ними траншея заполнялась глинистымъ грунтомъ.

Для поверхности надводной части верхового склона и гребня плотины предполагалось простое покрытие склона крупными глыбами скалы, или же устройство одиночной мостовой.

За 8-часовой рабочей день на разгрузныхъ путяхъ на плотинѣ опражнивалось до 25 составовъ по 35 кубич. сажень грунта въ каждомъ, всего около 900 куб. сажень въ день. Для обслуживанія 10 одновременно работавшихъ разгрузныхъ путей имѣлось 2 разравнивателя (стр. 80) и 2 путепе-

рекладывателя со специальными при них паровозами; кроме того, для подъема грузевых составов по путям, уложенным на склонах плотины с уклонами до 0,02, а иногда на коротких участках с уклоном до 0,04—0,05—применялись вспомогательные паровозы-толкачи, которых на работах имело два.

При отсыпке плотины, в местах пересечения ею русел речных протоков, произошел ряд осадок, вертикальное перемещение которых достигало местами двух саженей, с одновременным выпиранием грунта на расстоянии 200—300 футов от места осадки, как снаружи очертания плотины в плане, так и внутри его под рефулируемым ядром. Эти осадки, возможность которых была предусмотрена при проектировании плотины, хотя и увеличили несколько объем каменных ее отсыпей, но явились желательной врезкой боковых оградительных частей плотины в грунт долины. При засыпке скалистыми грунтами протоков западного отвода реки Чагреса, по линии подошвы плотины произошли оползни и смывы, явившиеся результатом не осадки тяжелого отсыпанного материала, а сдвигом напором подпертой воды протока только что отсыпанных поперек его дамб; часть их была смыта в образовавшиеся с низовой их стороны глубокие ямы, вырытые водой при постепенном сужении живого сечения потока при засыпке его с эстакады. Эти смывы, оползни и осадки, слегка затормозившие в отдельных пунктах отсыпку гигантской плотины, но не имевшие влияния на общее производство работ по ее сооружению, послужили в американской прессе поводом к сенсационным известиям о прорыве плотины, потрясавшим уверенность в возможности осуществления как ее, так и всего Панамского предприятия.

3. Производство рефулерных работ для отливки ядра плотины.

Работы по заполнению ядра Гатунской плотины, производившиеся одновременно и параллельно описанным работам по отсыпке каменных боковых частей ее, выполнялись землесосами-рефулерами (стр. 118), с трубами 20' диаметра и высотой рабочего напора в 100 футов. При длине рефулерных линий от 2.000 до 3.000 футов, потери напора в трубопроводах составляли от 40 до 70 футов, вследствие чего подъем грунта мог быть произведен только на 60—30 футов то-есть не выше середины высоты плотины (отм. гребня +105'), для дальнейшей же работы устанавливались передаточные вспомогательные насосы (relays), расположенные на каждой рефулерной линии (рис. 75) на склонах плотины в таких пунктах, где полная высота напора, полезного и потерянного, раздвлялась ими на две приблизительно равные части, что оказывалось в среднем на отметке +50', при горизонте сосания от +5' до +10' и отметке верха ядра +95'. Насосы землесоса *A* нагнетали рефулирующую смесь по наплавной линии *BC* и береговой линии *CD* до отметки +30', откуда смесь подхватывалась всасывающей трубой *DE* вспомогательного центробежного горизонтального насоса *E*, 20" калибра, приводимого в действие насаженным на его ось электромотором в 550 лошадиных сил; насос и мотор на общей чугунной станине покрыты легкой деревянной постройкой. Для ослабления удара рефулируемого материала в начальный момент работы, имелся

выпускной отростокъ на всасывающей трубѣ, черезъ который выбрасывалась первая волна смѣси, послѣ чего отростокъ прикрывался краномъ и смѣсь направлялась въ арматуру насоса. На одной исключительно длинной рефулерной линіи были установлены двѣ вспомогательныя насосныя станціи, передававшія одна другой рефулируемую смѣсь. Успѣхъ работы рефулированія, при наличности вспомогательныхъ передаточныхъ станцій, оказался въ сильной степени зависящимъ отъ согласованности работъ землесоса и вспомогательныхъ насосовъ на плотинѣ, для обезпеченія чего землесосы соединены были съ передаточными насосами телефонной линіей. Для открытія дѣйствія рефулерной линіи сначала пускался въ ходъ насосъ верхней насосной станціи; полученное отъ нея извѣщеніе объ этомъ на нижней насосной станціи давало возможность пустить въ ходъ насосъ этой второй станціи, которая, въ свою очередь, сообщала о началѣ дѣйствія землесосу, и только по полученіи этого извѣщенія начиналось сосаніе; при остановкѣ дѣйствія линіи соблюдался обратный порядокъ—сначала прекращалъ дѣйствіе землесосъ, затѣмъ—нижняя станція, наконецъ—верхняя. Персоналъ передаточныхъ станцій, работавшихъ, какъ и землесосы, круглыя сутки, состоялъ изъ машиниста, двухъ его помощниковъ и трехъ смазчиковъ, раздѣленныхъ на три восьми-часовыя смѣны.

Рефулерные трубопроводы (діам. 20") состояли каждый изъ трехъ участковъ—наплавнаго напорнаго, берегового напорнаго отъ урѣза воды до начала всасывающей линіи вспомогательнаго насоса и отъ этого послѣдняго до выпуска въ ядро плотины и, наконецъ, берегового всасывающаго участка. Наплавной трубопроводъ состоялъ изъ звеньевъ 20' длины, сболченныхъ парами и опиравшихся сболченными концами на желѣзные прямоугольные понтоны-поплавки; свисавшіе съ нихъ концы сболченной пары трубъ снабжены ободками, на которые, при подведеніи другъ другу концовъ трубъ съ двухъ поплавковъ, надѣвалось резиновое колѣно; края его стягивались кольцами. Всасывающія береговыя трубы имѣли флянцевыя стыки съ прокладкой для воздухо непроницаемости резиновыхъ колець; такія же трубы примѣнены были для первыхъ двухъ звеньевъ напорнаго трубопровода по выходѣ его изъ вспомогательной насосной станціи, на остальномъ же протяженіи береговой напорный трубопроводъ имѣлъ болѣе простое устройство, состоя изъ звеньевъ, вставленныхъ одно въ другое, для чего одинъ конецъ каждаго изъ нихъ утонченъ до наружнаго діаметра въ $19\frac{1}{2}$ "; всаженыя такимъ образомъ другъ въ друга звенья снабжены приклепанными къ ихъ концамъ крюками, которые охватываются кольцами, стягивающими два звена; помощью клинѣвъ, загоняемыхъ между крюками и кольцами достигалось плотное соприкасаніе стыкаемыхъ звеньевъ. Всѣ участки рефулерной линіи на откосѣ плотины уложены непосредственно по поверхности грунта; напорная линія у выпуска въ ядро плотины (рис. 75 и 76) пропускалась подъ плотнымъ разгрузного пути черезъ тѣло каменной отсыпки и по мѣрѣ роста плотины перекладывалась и поднималась. При одновременномъ производствѣ работъ по отливкѣ ядра и отсыпкѣ боковыхъ скалистыхъ частей плотины, гребень послѣднихъ держался на 10—15 футъ надъ поверхностью рефулированнаго грунта, надъ которой подлерживался слой воды въ нѣсколько футъ, своимъ вѣсомъ способствуя лучшему уплотненію слоевъ ядра; излишекъ воды выпускался изъ ядра помощью 20" трубъ, пропущенныхъ сквозь боковыя

отсыпки у ихъ подошвы и проведенныхъ до середины ширины ядра, гдѣ онѣ подняты вертикальнымъ колѣномъ до поверхности ядра и постепенно по мѣрѣ роста послѣдняго въ высоту, наращивались отрѣзками съ фланцевыми соединениями. Для защиты отъ непосредственныхъ ударовъ притекающей смѣси, вертикальное колѣно трубы, устье которой приходилось фута на 2 ниже поверхности слоя воды, окружалось рѣшеткой изъ деревянныхъ бревенъ, которая постепенно перешивалась къ нѣсколькимъ, забитымъ вокругъ трубы, сваямъ или же привязывалась къ нѣсколькимъ, забитымъ въ ядро и постепенно наращиваемымъ, двухдюймовымъ водопроводнымъ трубамъ; кромѣ этого, устье вертикальной трубы защищено было отъ попаданія крупныхъ предметовъ легкой деревянной рѣшеткой, скользившей по мѣрѣ поднятія трубы по забитымъ вокругъ нея сваямъ или 2''-шмъ трубамъ.



Рис. 76. Боковая каменная часть плотины и выпускъ рефулерной линіи, питающей ядро ея.
(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда профессора В. Е. Тимонова „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

Отъ 20 до 40 тысячъ кубич. саженъ грунта рефулировалось въ теченіе мѣсяца въ ядро плотины пятью землесосами при тахішп-ѣ мѣсячной работы одного землесоса въ 15 тысячъ куб. саженъ; объемъ рефулируемаго грунта нѣсколько превысилъ объемъ сухой отсыпки, составлявшей около 20 тысячъ куб. саженъ въ мѣсяцъ.

Матеріаль, служившій для образованія ядра и поднимавшійся съ прилегающихъ къ плотинѣ площадей долины рѣки Чагреса, представлялъ мелкій глинистый песокъ; нѣсколько обильное содержаніе въ немъ глины, хотя и было весьма полезно для образованія водонепроницаемаго тѣла плотины, задерживало однако при производствѣ работъ просыханіе ядра и затрудняло

вслѣдствіе этого возведеніе боковыхъ отсыпей, тормозя общую работу по сооруженію плотины.

Кромѣ ежемѣсячныхъ и полугодовыхъ съемокъ, производившихся на Гатунской плотинѣ для учета земляныхъ работъ и регистраціи ихъ успѣха, установлены были спеціальныя наблюденія за измѣненіями въ тѣлѣ плотины, какъ осадками и выпучиваніемъ, такъ и горизонтальными перемѣщеніями земляныхъ массъ. Для этой цѣли по направленію горизонталей съ отмѣтками $+30'$, $+50'$, $+60'$ и $+75'$, а также по линіямъ, проекціи которыхъ совпадали съ осями засыпанныхъ протоковъ рѣки Чагреса, были забиты ряды сваекъ, положеніе и отмѣтки верха которыхъ снимались каждый мѣсяць. Испытаніе плотности рефулированнаго ядра производилось также ежемѣсячно въ разныхъ точкахъ плотины помощью шеста, діаметромъ въ 1 дюймъ, на который рабочій налегаль, нажимая полнымъ своимъ вѣсомъ. Для изслѣдованія состоянія рефулированнаго ядра подъ боковыми каменными отсыпками, на каждомъ изъ склоновъ плотины въ нѣсколькихъ пунктахъ заложены были шурфы, доведенные до основанія плотины. Результаты этихъ изслѣдованій показали, что нижніе элементы скалистой отсыпки подъ тяжестью верхнихъ слоевъ погрузились на глубину отъ 5 до 8 футовъ въ лежавшія подъ ними части рефулированнаго ядра и что въ нѣкоторые слои послѣдняго проникаетъ вода, просачиваясь черезъ ядро изъ водяного огрузочнаго слоя, покрывающаго при работѣ поверхность ядра; при дальнѣйшей нагрузкѣ новыми слоями грунта эти слои становились плотнѣе и притокъ воды уменьшался. Къ такимъ же результатамъ привели и заложеныя въ различныхъ точкахъ плотины буровыя скважины.

4. Организанія рабочей силы и надзора на работахъ по сооруженію Гатунской плотины.

Работы по сооруженію Гатунской плотины, водосливнаго въ ней устройства и по разработкѣ близъ расположенныхъ карьеровъ для добычи матеріала для плотины находились въ вѣдѣніи районнаго или мѣстнаго инженера, (resident engineer) непосредственно подчиненнаго начальнику Атлантическаго строительнаго отдѣленія, въ предѣлахъ котораго плотина и карьеры были расположены. Кромѣ помощника, у мѣстнаго инженера было четыре производителя отдѣльныхъ работъ, изъ которыхъ слагалось сооруженіе плотины и ея устройствъ—земляныхъ работъ по сухой отсыпкѣ на плотинѣ, землесосныхъ рефулерныхъ работъ, разработки карьеровъ и постройки водосливнаго устройства. Представляющая въ отношеніи земляныхъ работъ по сухой отрывкѣ обширный свалочный пунктъ, плотина была раздѣлена на три района,—каждый въ вѣдѣніи главнаго десятника; эти десятники и десятникъ рефулерныхъ линій получали распоряженія отъ завѣдывающаго земляными работами на плотинѣ и имѣли въ зависимости отъ числа свалочныхъ путей въ разныхъ районахъ отъ 2 до 5 артелей рабочихъ по 35—40 человекъ съ десятниками во главѣ; у завѣдывающаго рефулерными линіями число артелей (по 25 человекъ) отвѣчало числу самихъ линій; для производства мелкихъ починокъ въ подвижномъ составѣ на плотинѣ была устроена полевая мастерская въ вѣдѣніи ремонтнаго мастера. Такъ же, какъ и въ перевальной

вместѣ средняго строительнаго отдѣленія, агенты движенія въ постахъ на плотинѣ обязаны были исполнять приказанія завѣдывающаго работами на плотинѣ и главныхъ десятниковъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ принадлежали къ особой службѣ движенія, были подчинены и доносили о своей работѣ начальнику движенія Атлантическаго строительнаго отдѣленія. У завѣдывающаго землесосно-рефулерными работами было два главныхъ десятника, по одному на верховомъ и низовомъ (по отношенію къ долинѣ) районѣ работъ землесосовъ, и у каждаго изъ нихъ по 8 артелей съ десятниками во главѣ для работы на наплавныхъ рефулерныхъ трубопроводахъ и на нижнихъ участкахъ береговыхъ линій.

5. Производство работъ по отсыпкѣ моловъ.

Изъ двухъ защитныхъ моловъ, возводившихся по одному у каждаго подхода къ каналу, Тихоокеанскій—длиной 3,6 версты, объемомъ около $1\frac{1}{2}$ милліона куб. сажень грунта, направленный параллельно оси Канала въ разстояніи около 400 сажень отъ нея, вошелъ въ составъ обширныхъ свалокъ грунта у Бальбоа; Атлантическій моль, длиной въ $3\frac{1}{3}$ версты и направленный подъ угломъ въ 50° къ оси Канала съ запада, отсыпался изъ специально открытаго на ближайшемъ мысу карьера.

Гребни этихъ моловъ шириной въ 15 футъ возвышаются на 15 футъ надъ среднимъ уровнемъ океановъ при амплитудѣ колебанія приливовъ и отливовъ у Тихоокеанскаго устья въ 20 футъ, и при значительномъ волненіи у Атлантическихъ береговъ, гдѣ приливная волна имѣетъ амплитуду только въ 2 фута.

Мягкіе наносные верхніе пласты значительной мощности подъ Тихоокеанскимъ моломъ были причиной нѣкоторыхъ затрудненій при сооруженіи его въ особенности въ мѣстахъ пересѣченія русла французскаго канала, гдѣ осадки возводимаго землянаго мола происходили одна за другой; мягкій наносный грунтъ, постепенно сжимаясь подъ возрастающей нагрузкой, удерживалъ ее до извѣстнаго момента, а затѣмъ сразу сдавалъ, выпучиваясь въ стороны—цѣлыя участки эстакады съ засыпкой исчезали въ нѣсколько часовъ подъ водой, и въ нѣкоторыхъ пунктахъ сумма ежедневныхъ осадокъ за періодъ трехъ мѣсяцевъ достигала 60 футъ. На Атлантическомъ концѣ дно на мѣстѣ расположенія волнолома представляло твердую скалу, прикрытую наноснымъ слоємъ и залегающую на разныхъ глубинахъ, меньшихъ 35 футъ на протяженіи 200 сажень отъ берега, а далѣе падавшей до 40 и болѣе футъ; затрудненій въ смыслѣ осадокъ здѣсь не было, работы тормозились только бурнымъ состояніемъ моря въ періодъ сѣверныхъ вѣтровъ.

Методъ сооруженія обоихъ моловъ Атлантическаго и Тихоокеанскаго заключался въ возведеніи свайной эстакады съ желѣзнодорожными путями и въ разгрузкѣ съ нея подававшихся поѣздовъ съ грунтомъ; при достиженіи большихъ глубинъ, забивкѣ эстакады предшествовала отсыпка нижнихъ слоевъ мола изъ скалистаго грунта съ баржей, обслуживавшихъ дноуглубительные снаряды.

Волноломъ на Атлантическомъ подходѣ образовывался изъ трехъ категорій скалистаго грунта, нижній слой толщиной 10'—15'—изъ скалы, добытой дноуглубленіемъ въ призмѣ Канала и выгружавшейся изъ баржей,

слѣдующій слой почти до проектной отмѣтки верха отсыпался изъ карьернаго песчаника, подвозившагося на желѣзнодорожныхъ составахъ, и разгружавшагося съ эстакады и, наконецъ, одежда (защитный слой) для покрытія гребня и наружнаго откоса состояла изъ крупныхъ 8—15-тонныхъ глыбъ, доставлявшихся водой на баржахъ изъ отдаленнаго карьера; эти глыбы перегружались у специальныхъ пристаней у мѣста постройки на желѣзнодорожныя платформы помощью паровыхъ подвижныхъ крановъ и затѣмъ подавались для разгрузки плугомъ на эстакаду.

Эстакада подъ одинъ путь, примѣнявшаяся въ первые годы отсыпки Тихоокеанскаго мола, оказалась недостаточной пропускной способности для приѣма разгружаемыхъ поѣздовъ, допуская разгрузку въ теченіе рабочаго дня не болѣе 3-хъ составовъ по 30 куб. сажень грунта, то-есть около 90 кубовъ, между тѣмъ, при значительныхъ осадкахъ и размывахъ незаконченной наброски, требовалось производить работы возможно быстрѣе

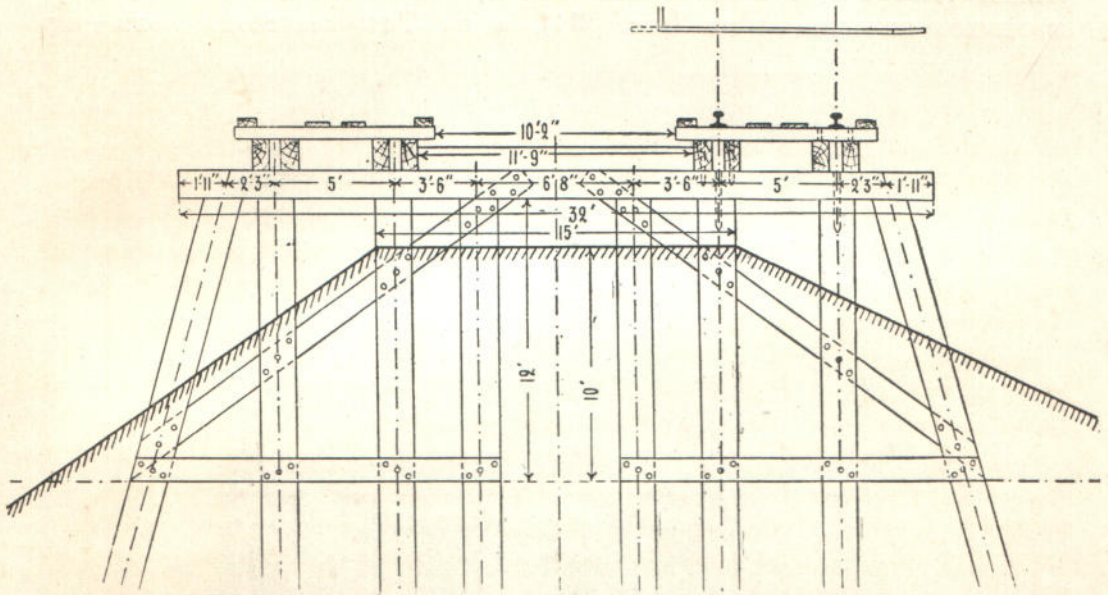


Рис. 77. Эстакада подъ два пути для отсыпки мола.

и сбрасывать возможно большія массы грунта; это обстоятельство привело къ примѣненію при позднѣе начавшейся постройкѣ Атлантическаго мола двойной эстакады (рис. 77), типъ которой былъ принятъ впоследствии и на Тихоокеанскихъ работахъ и помощью которой удавалось въ теченіе рабочаго дня разгрузить отъ 15 до 20 составовъ, то-есть отъ 450 до 600 куб. сажень грунта.

При средней глубинѣ воды на мѣстѣ устройства Атлантическаго мола въ 15 футъ, возвышенія верха эстакады на 15 футъ и глубинѣ прониканія свай въ 55 футъ, общая длина свай составляла около 100 футъ, что потребовало сращиванія ихъ посерединѣ этой высоты. Двѣ пары въ каждомъ ряду, подъ самими путями наиболѣе трудно смѣняемыя, пропитаны были креозотомъ для защиты отъ шашня, а остальные сваи были осмолены въ предѣлахъ колебанія уровня воды.

Забивка свай эстакады велась полосой по ширинѣ одной продольной половины эстакады (4 сваи въ ряду), по окончаніи опредѣленнаго участка коперъ переходилъ на другую продольную половину участка, двигаясь при этомъ въ обратномъ направленіи; такой порядокъ работы сберегалъ время на установку копра, которая потребовалась бы при забивкѣ одна за другой всѣхъ восьми свай поперечнаго ряда.

Примѣнявшійся въ первое время для забивки свай паровой машинный коперъ былъ замѣненъ копромъ съ паровой 5-тонной бабой, забивавшимъ сваи длиной до 100' въ предѣлахъ круга діаметромъ 28 футъ; коперъ съ стрѣлами, поворачиваемыми (для удовлетворенія условіямъ габарита) въ горизонтальное положеніе, поставленъ на двѣ ж.-д. двухосныя телѣжки и можетъ собственнымъ паромъ двигаться со скоростью 20—25 миль въ часъ (рис. 78).

Составы, подававшіеся для разгрузки на эстакады молвъ, состояли на Атлантическомъ молѣ исключительно изъ однооборотныхъ платформъ, разгружавшихся помощью плуга (рис. 34), а на Тихоокеанскомъ молѣ—изъ

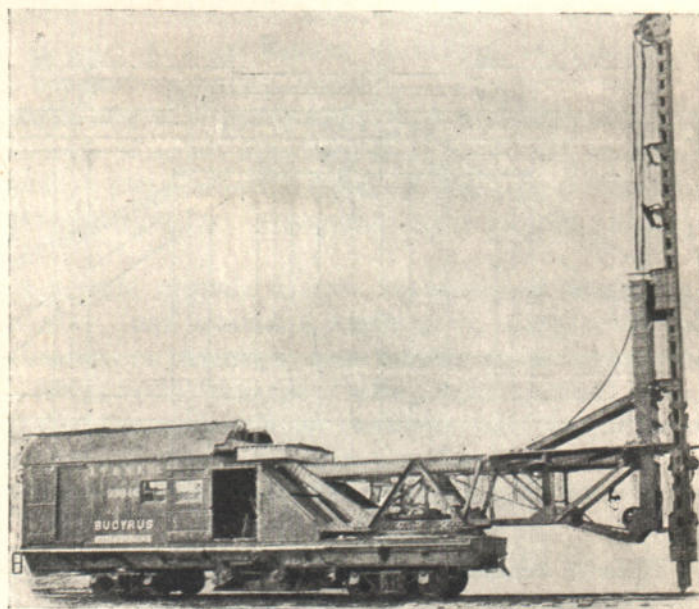


Рис. 78. Коперъ железнодорожнаго типа со складывающимися стрѣлами; вѣсъ бабы 300 пудовъ, радіусъ забивки—4 сажени.

опрокидывающихся вагоновъ. Примѣненіе послѣднихъ при узости эстакады (подъ одинъ путь) и отсутствіи удобнаго и безопаснаго мѣста для разгрузочной артели, а также вслѣдствіе меньшей быстроты разгрузки въ особенности при крупной скалѣ, глыбы которой требовали дополнительнаго раздробленія динамитомъ на самихъ вагонахъ, оказалось значительно менѣе удачнымъ работы составами изъ платформъ съ разгрузкой плугомъ, для которой прямолинейное направленіе эстакады представляло благоприятное условіе; кромѣ того, болѣе плавная разгрузка плугомъ по сравненію съ порывистыми разгрузками отдѣльныхъ вагоновъ менѣе разрушительно вліяла на разгрузочную эстакаду.

Для производства промѣровъ глубинъ, какъ по оси отсыпаемаго мола, такъ и по поперечнымъ его профилямъ, въ виду затруднительности работы съ лодокъ при волненіи, въ особенности сильно у Атлантическаго устья Канала, былъ примененъ особый приборъ (sounding machine), представлявшій установленный на обыкновенной желѣзнодорожной платформѣ поворотный двухрукавный несимметричный металлическій мостикъ (рис. 79), катки котораго двигались по кольцу изъ полосового желѣза, уложенному на брусчатой платформѣ. Управляемая канатомъ телѣжка движется по, подвѣшеннымъ къ фермамъ моста, уголкамъ и вращеніемъ рукоятки можетъ быть установлена въ любой точкѣ длиннаго рукава; помощью другой рукоятки можетъ быть опущенъ или поднятъ грузикъ, а по длинѣ смотавшейся и прикрѣпленной къ нему веревки судятъ о глубинахъ. Приборъ на ж.-д. платформѣ перемѣщался по рельсамъ эстакады нѣсколькими рабочими, а выполнение промѣровъ, сводившееся къ вращенію рукоятокъ, выполнялось однимъ человѣкомъ.

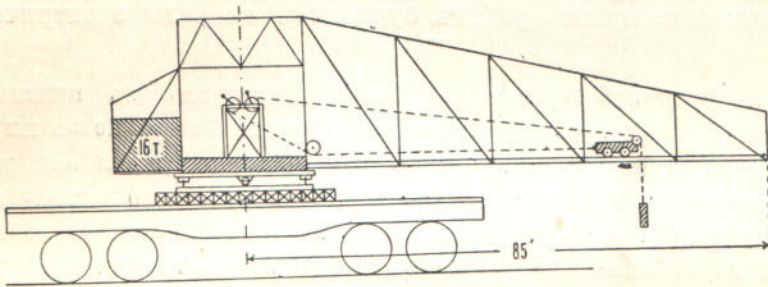


Рис. 79. Снарядъ для производства съ эстакады промѣровъ возвышенія подводной каменной наброски при сооруженіи моловъ.

Къ работамъ по устройству моловъ слѣдуетъ отнести сооруженіе параллельныхъ выступающихъ пристаней (пирсовъ) американскаго типа въ концевомъ портѣ у Атлантическаго входа въ Каналъ. При значительной глубинѣ (до 80 футъ) залеганія скалы, прикрытой верхнимъ наноснымъ слоемъ толщиной до 30 фут., платформы пирсовъ длиной 170 саж., расположенныя въ разстояніи 43 саж. въ свѣту, сооружены на опускныхъ цилиндрахъ; послѣдніе состояли изъ металлической оболочки изъ, постепенно по мѣрѣ погруженія, прибалчивавшихся колець; по установкѣ цилиндровъ на скалу, они заполнялись бетономъ, внутри котораго заливались по четыре вертикально поставленныхъ рельса. На колодцахъ, размѣщенныхъ по 8 въ поперечномъ ряду, возведена была металлическая платформа пристани.

ГЛАВА VII.

Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ.

Содержаніе:—1. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на сухихъ мѣстахъ: общій порядокъ и пріемъ работъ, бурильные снаряды, электрическое паленіе минъ.—2. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на мѣстности, покрытой водой, и подводное механическое дробленіе скалы.—3. Взрывчатыя вещества, организація ихъ перевозки, распределеніе по фронту работъ, храненіе и мѣры предосторожности при обращеніи съ ними.—4. Организація рабочей силы и надзора на буровыхъ и взрывныхъ работахъ.

1. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на сухихъ мѣстахъ: общій порядокъ и пріемъ работъ, бурильные снаряды, электрическое паленіе минъ.

Три четверти кубатуры, подлежавшей извлеченію изъ призмы Панамскаго Канала, представляли скалистый грунтъ, болѣе половины котораго отнесено къ категоріи твердой скалы. Потребовавшіяся для ея разработки взрывныя работы, о масштабѣ которыхъ можно судить по расходу динамита, доходившему до 25.000 пудовъ въ мѣсяцъ, велись по всему фронту работъ отъ океана до океана какъ на сушѣ, такъ и на мѣстности, покрытой водой.

При описаніи общаго плана работъ въ водораздѣльной выемкѣ (стр. 32) былъ указанъ порядокъ производства буренія и взрывація, выполнявшихся на параллельныхъ оси Канала полосахъ шириной отъ 20 до 35 футовъ соответственно ширинѣ прорѣза, слѣдовавшихъ по этимъ подготовленнымъ участкамъ, паровыхъ лопать. Такой порядокъ производства взрывныхъ работъ узкими полосами смѣнилъ, примѣнявшійся въ теченіе первыхъ двухъ лѣтъ постройки, методъ взрывація каждаго слоя водораздѣла участками во всю ширину призмы Канала или же на протяженіи части этой ширины при одновременномъ паленіи большого числа продольныхъ рядовъ скважинъ; только послѣ разбивки всего слоя приступали къ выборкѣ его паровыми лопатами. Этотъ методъ, хотя и не имѣлъ тѣхъ неудобствъ, которые возникли при новой системѣ взрывація мелкими полосами отъ засыпки расположенныхъ по сосѣдству съ работами путей и паровыхъ лопать, но обладалъ, крупнымъ недостаткомъ, вызвавшимъ его отмену: взрываемый во всю ширину выемки слой представлялъ массу зажатую съ обѣихъ сторонъ между проектными откосами призмы Канала; при отсутствіи свободнаго откоса, масса слоя не имѣла возможности сдвинуться въ сторону такого меньшаго сопротивленія, чѣмъ могло быть ослаблено дѣйствіе динамита на прилегающіе откосы призмы Канала, результатомъ этого было сильное сотрясеніе каменныхъ массъ, образующихъ эти будущіе откосы, образованіе въ нихъ трещинъ и ослабленіе ихъ прочности,—факторы, въ свою очередь, повліявшіе на образованіе многочисленныхъ оползней при дальнѣйшемъ углубленіи выемки.

Примѣнявшіяся для ослабленія этого вреднаго вліянія взрывовъ на

откосы Канала, „камнерѣзные“ машины (стр. 160), помощью которыхъ прорѣзывались по краямъ слоя вертикальныя щели, для отдѣленія его массы отъ массы откосовъ выемки, давали работу очень медленную и дорого стоющую. Кромѣ вреднаго вліянія на будущіе откосы выемки, методъ взрыванія въ сплошномъ зажатомъ слоѣ оказался неудобнѣе тѣмъ, что, дѣйствие взрыва распространялось за предѣлы площади, покрытой заряженными шпурами: надламывались прилегающія массы слоя, что затрудняло буреніе въ нихъ и вызывало необходимость примѣненія обсадныхъ трубъ. Всѣ эти неудобства привели къ указанной выше системѣ взрыва узкими полосами шириной въ одинъ прорѣзъ лопаты, при чемъ, во избѣжаніе порчи незаряженныхъ скважинъ одной полосы при взрываніи сосѣдней полосы, установленъ порядокъ взрыванія и буренія, изображенный на рисункѣ 80. При новой системѣ взрыванія штейгеры получили возможность легче и лучше опредѣлять крѣпость и характеръ матеріала въ взрываемой полосѣ и благодаря этому лучше сообразовать количество потребнаго динамита, — вмѣсто ненужнаго раскидыванія и разворачиванія всего слоя имъ удавалось надломить полосу въ достаточной степени для разработки паровой лопатой, иногда почти не измѣнивъ положенія грунта во взорванной полосѣ.

Скважины закладывались (рис. 80) на полосѣ тремя продольными рядами въ разстояніи 10 футовъ другъ отъ друга и въ 10-ти-футовомъ разстояніи въ каждомъ ряду; въ крайнихъ полосахъ, прилегавшихъ къ будущимъ откосамъ Канала, скважины размѣшались гуще, чѣмъ въ 10-ти-футовомъ разстояніи, съ цѣлью заложения въ нихъ меньшихъ зарядовъ динамита для уменьшенія сотрясенія слоя при взрывѣ. Глубина заложения скважинъ, зависѣвшая отъ глубины прорѣзовъ паровыхъ лопатъ, составляла 24 фута, рѣже—36 футъ. При закладкѣ скважинъ буреніе производилось на 2' — 5' глубже будущаго dna сръза въ виду того, что по-низу слоя скала послѣ взрыва образуетъ острые коническіе кратеры вокругъ каждой скважины; эта мѣра пониженія dna скважинъ ниже dna разрабатываемаго слоя, вполне успѣшная въ твердой скалѣ, оказалась излишней и даже неэкономичной при мягкихъ породахъ скалы, когда при примѣненіи ея дно открытой траншеи получалось разрыхленное на глубину нѣсколькихъ футовъ, что вызывало, при производствѣ буренія въ слѣдующемъ нижележащемъ слоѣ, необходимость расчищать взрыхленный верхній покровъ.

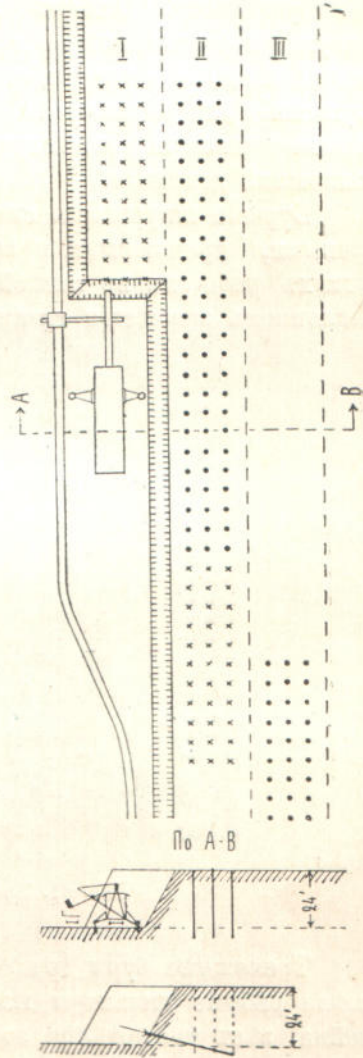


Рис. 80. Схема послѣдовательности работъ по буренію и взрыванію. Крестиками показаны взорванныя, а точками—еще не заряженныя шпуровыя скважины.

его. Въмсто метода заложения трехъ продольныхъ рядовъ вертикальныхъ скважинъ, при разработкѣ слоя въ случаѣ мягкой скалы мѣстами примѣнялись подошвенныя наклонныя скважины, дававшія хорошіе результаты.

Буровыя скважины діаметромъ въ 4 — 4¹/₂" снабжались на днѣ уширенной камерой для помѣщенія динамита; эти камеры образовывались предварительнымъ взрываніемъ одного или двухъ полуфунтовыхъ патрона динамита въ законченной скважинѣ; при очень крѣпкой скалѣ камеры выбивались въ нѣсколькихъ мѣстахъ по высотѣ; дресва образовывавшаяся при устройствѣ камеръ въ твердой скалѣ, удалялась струей сжатого воздуха, направляемой въ скважину изъ пневматической магистрали, проведенной вдоль фронта работъ. Предварительные взрывы внутри скважинъ, служившіе для образованія камеръ, оказывались полезными, давая звукомъ взрыва указанія штейгеру о характерѣ скалы и о потребномъ для нея количествѣ динамита.

Бурение шпуровыхъ скважинъ на работахъ Канала производилось бурами ручными, треножными и колодезными; первые примѣнялись только при легкихъ работахъ въ мягкой скалѣ и у подошвы разрабатываемаго слоя при наклонномъ заложении скважинъ.

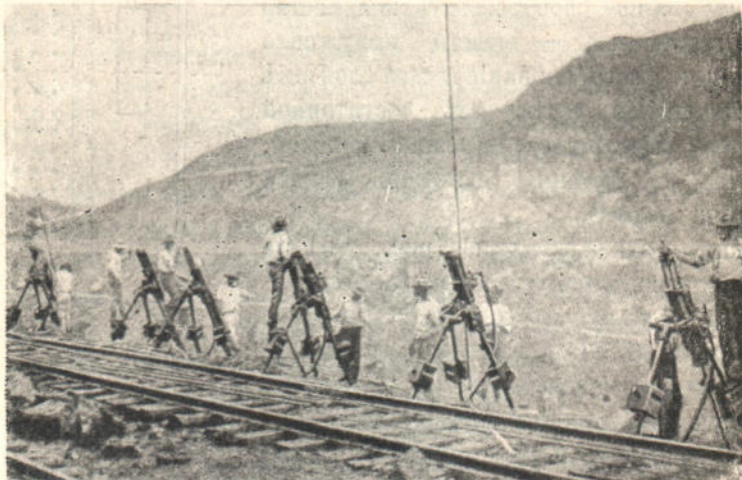


Рис. 81. Треножные буры на работахъ Канала.

Треножные буры (рис. 81), при діаметрѣ штанги въ 3¹/₂ — 4 дюйма, имѣли рабочіе цилиндры діаметромъ въ 3⁵/₈ дюйма и ходъ поршня въ 7¹/₂ дюйма, вѣсъ треножника составлялъ 9¹/₂ пудовъ, полный же вѣсъ съ противѣсами на ножкахъ доходилъ до 26 пудовъ; при шарнирномъ прикрѣпленіи ногъ и телескопическомъ ихъ устройствѣ, установка бура двумя рабочими требовала въ зависимости отъ вида поверхности грунта отъ 10 до 20 минутъ. Примѣняемые исключительно въ первое время постройки для бурения предѣльной для нихъ глубины въ 24 фута, эти буры затѣмъ отчасти уступили мѣсто колодезнымъ, оказавшимся при большихъ глубинахъ бурения (до 36 футовъ) болѣе отвѣчавшими мощнымъ слоямъ разработки; треножные буры съ успѣхомъ продолжали примѣняться въ такихъ мѣстахъ, гдѣ неудобна была установка болѣе громоздкихъ колодезныхъ снарядовъ, какъ, на-

примѣръ, на узкихъ, оставшихся невыбранными, бермахъ и выступахъ на откосахъ выемки. Изъ общаго числа около 400 буровъ, работавшихъ въ водораздѣльной выемкѣ, 250 было треножныхъ.

Колодезные буры (рис. 82) были установлены на телѣжки, на которыхъ помѣщена машина, приводящая ихъ въ дѣйствіе и вертикальная стойка или стрѣлы со шкивомъ вверху, черезъ который перекинуть рабочей канатъ, прикрѣпленный къ буровой штангѣ; помощью кулачнаго устройства штанга съ буромъ, поднятая до высшаго своего положенія, периодически свободно падаетъ въ закладываемую скважину; значительный вѣсъ падающихъ частей (до 8 пудовъ) обеспечиваетъ правильное и быстрое прониканіе бура въ скалу, а возможность приложенія по оси бура значительнаго подъемнаго усилія облегчаетъ извлеченіе застрявшаго бура и обсадныхъ трубъ. Нѣсколько болѣе громоздкая ихъ конструкція по сравненію съ легко переставляемыми треножными бурами не являлась особымъ затрудненіемъ при принятомъ порядкѣ производства работъ, при которомъ буры по мѣрѣ успѣха работъ подвигались по поверхности продольной разрабатываемой полосы, — требовалось только незначительное выравниваніе этой поверхности для укладки досокъ, по которымъ буры перекатывались параллельно оси Канала на слѣдующій сосѣдній участокъ полосы; при общемъ вѣсѣ бура и машины въ 150—200 пудовъ, телѣжка снабжена металлическими колесами съ ободьями 5" ширины.

Какъ колодезные, такъ и треножные буры работали сжатымъ воздухомъ, (при рабочемъ давленіи въ $5\frac{1}{2}$ —6 атмосферъ), канализованнымъ вдоль фронта работъ; для работы одного бура требовалось отъ 8 до 10 лошадиныхъ силъ.

Буровыя штанги колодезныхъ снарядовъ имѣли діаметръ въ $4''$ — $4\frac{1}{2}''$, вѣсили отъ 1 до $2\frac{1}{2}$ пудовъ и снабжены были головкой въ видѣ долота или же рѣзца крестомъ; послѣдняя форма примѣнялась въ треножныхъ бурахъ только въ мягкихъ породахъ и почти всюду при примѣненіи колодезныхъ буровъ, не имѣющихъ поворота бура вокругъ оси на нѣкоторый уголъ послѣ каждаго удара, какъ это имѣетъ мѣсто въ треножныхъ бурахъ.

При твердыхъ породахъ, встрѣченныхъ при разработкѣ выемки, буры скоро притуплялись и требовали оправки заостренія, которая производилась въ полевыхъ кузницахъ, расположенныхъ въ каждомъ рабочемъ околосѣ на днѣ самой выемки, въ ручную или же помощью машинъ, помѣщенныхъ на платформу и переѣзжавшихъ изъ одного околосѣ въ другой; эти машины пропускали отъ 50 до 60 буровъ въ часъ, расходовали вдвое меньше угля и давали заостренія, дольше сохранявшіяся въ работѣ вслѣдствіе ихъ

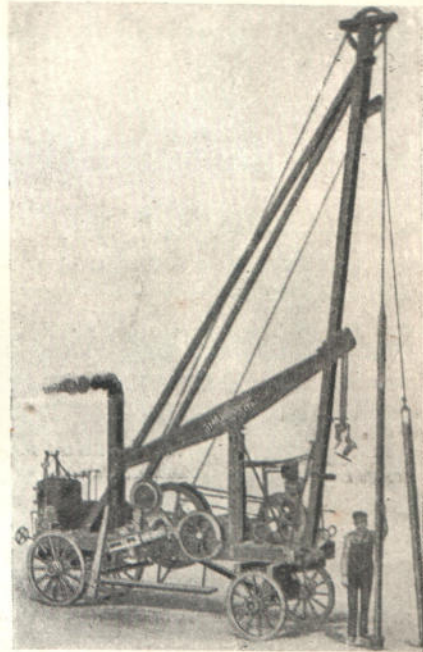


Рис. 82. Колодезный буръ.

большей правильности и равномерности закалки. Ремонтъ самихъ станковъ, какъ, треножныхъ, такъ и колодезныхъ производился по возможности своевременно на самомъ мѣстѣ работъ, куда доставлялись съ рабочими ремонтными поѣздами смѣнные части и матеріалы.

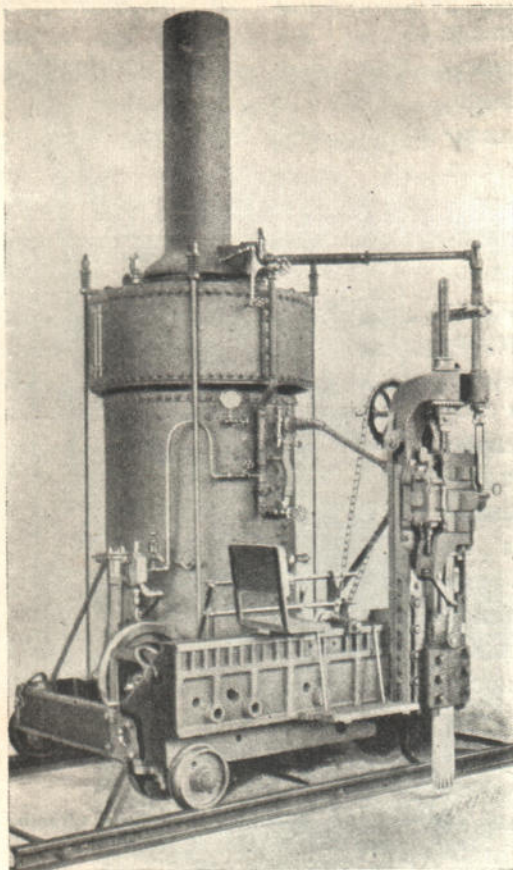


Рис. 83. Камерѣзная машина.

Для образования щели между будущимъ откосомъ выемки и массой подлежащаго раздробленію динамитомъ слоя выемки, какъ упоминалось выше, примѣнены были, не имѣвшія большого успѣха, камерѣзные машины, употребляемыя обыкновенно въ каменоломняхъ для работъ по вырѣзкѣ плитнаго камня. Эти машины, которыхъ на работахъ Канала было поставлено 24, состояли изъ, установленныхъ на движущейся по рельсамъ металлической платформѣ, вертикальнаго котла и машины, паровой цилиндръ которой укрѣпленъ въ вертикальномъ положеніи на кронштейнѣ, выступающемъ сбоку машины; къ поршневному штоку прикрѣпляется ударное, рѣжущее долото. (рис. 83, 84 и 85). Рельсовый путь укладывается вдоль намѣченной линіи прорѣза и, по мѣрѣ успѣха работы, машина передвигается вручную; машина имѣетъ высоту отъ головки рельсовъ 9' 11" — длину по оси пути 6¹/₂' и ширину 6' 10", въсь ея съ оборудованіемъ 530 пудовъ. Въ зависимости отъ рода

скалы примѣнялись долота двухъ типовъ: для мягкой скалы — стальные полосы прямоугольнаго сѣченія толщиной въ 1", которыя въ рѣжущемъ концѣ заканчиваются участкомъ зетообразнаго сѣченія, для твердой же скалы примѣнялись комплекты изъ 3-хъ или 5 долотъ, сложенныхъ вмѣстѣ и зажатыхъ въ захватъ поршневого штока (рис. 84), при чемъ крайнее и среднее долото имѣютъ прямое ребро на рѣжущемъ концѣ, а два промежуточныхъ долота скошены по діагонали; ширина ребра, располагаемаго перпендикулярно къ оси прорѣза составляетъ отъ 2¹/₄ до 1³/₈". Долота имѣютъ длину въ 3, 4, 6 и т. д. футъ и по мѣрѣ углубленія щели послѣдовательно смѣняются. Машины образуютъ у подошвы откоса надрѣзь (рис. 84) въ 10' футъ глубиной, шириной въ 2¹/₄" вверху и до 1¹/₈" внизу, послѣ чего машины удаляются, а масса скалы *a* взрывается обычнымъ порядкомъ, при чемъ благодаря прорѣзу плоскость скалы на откосѣ не разрушается; съ удаленіемъ массы *a*, машина по вновь уложеннымъ путямъ начинаетъ свою ра-

боту вдоль откоса, при чемъ разстояніе новаго прорѣза назначается такъ, чтобы образуемые 10' уступы вписывались въ желательный для даннаго

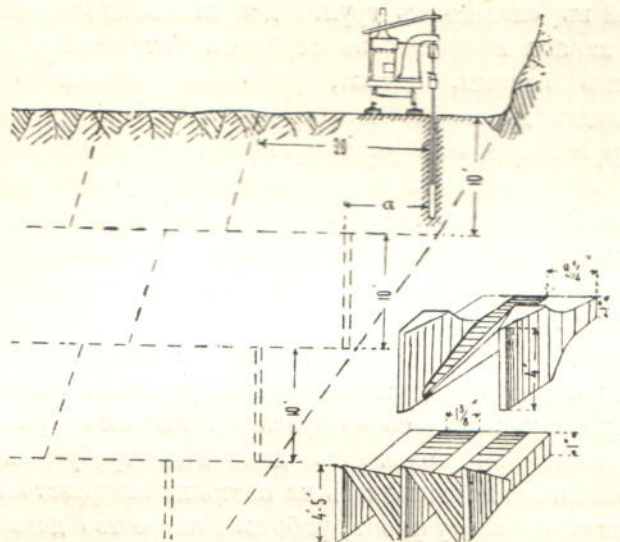


Рис. 84. Схема разработки откоса камерѣзной машиной и наконечники рѣзущаго долота.

откоса уклонъ; описанная дѣйствія повторяются и при дальнѣйшей разработкѣ откоса 10-футовыми ступенями.

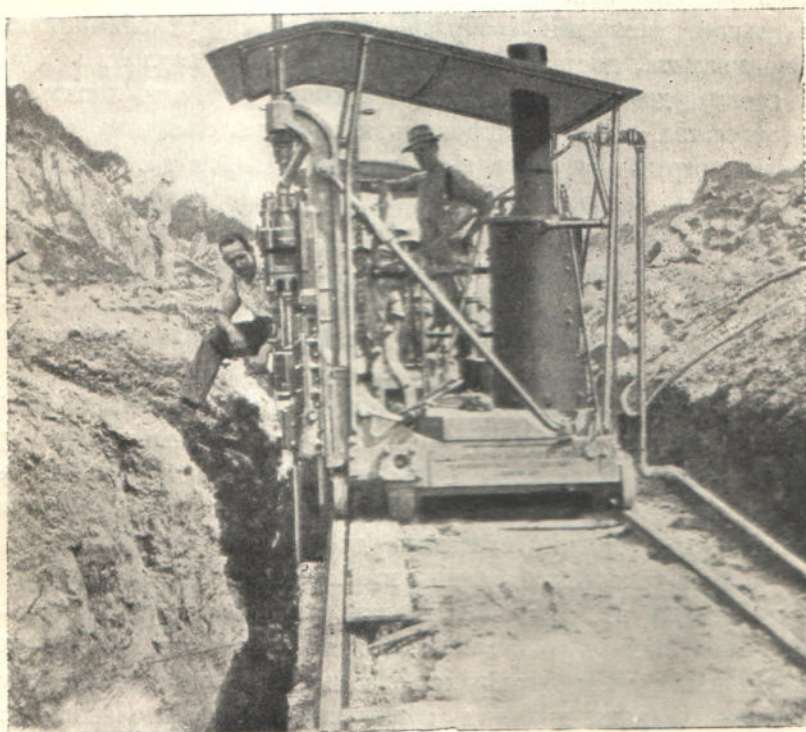


Рис. 85. Камерѣзная машина на работѣ.

Въ зависимости отъ твердости скалы, въ теченіе 7-часового рабочаго дня удавалось просѣчь до 900 кв. футъ въ мягкой и до 300 футъ въ твердой породѣ.

Кромѣ примѣненія при разработкѣ выемки, камерѣзныя машины работали на Перешейкѣ при прорѣзѣ поперечныхъ лотковъ для водопроводныхъ галлерей въ скалистомъ грунтѣ дна шлюзныхъ камеръ и при прорѣзѣ водосливнаго канала въ холмѣ въ серединѣ Гатунской плотины. Работа ихъ при разработкѣ призмы, однако, не была успѣшна—велась она медленно, обходилась дорого и потому не получила значительнаго распространения; примѣненіе ихъ ограничивалось отдѣльными случаями въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ въ особенности важно было предохранить откосы выемки отъ вреднаго дѣйствія взрывовъ, какъ, на примѣръ, въ мѣстѣ предполагавшагося постоянного моста черезъ выемку; большая часть этихъ машинъ, выписанныхъ на Перешеекъ, оставалась въ бездѣйствіи, не оправдавъ возлагавшихся на нихъ надеждъ.

Вслѣдъ за буровыми работами, выполнявшимися въ указанномъ выше (стр. 157) порядкѣ, производились взрывныя—спеціальными взрывными артелями, десятки которыхъ, сообразуясь съ мѣстными условіями и характеромъ скалы, назначали количества динамита, требуемыя для различныхъ скважинъ; послѣднія закладывались на постоянныхъ разстояніяхъ ось отъ оси и рядъ отъ ряда по всему фронту работъ. Количество динамита при глубинѣ скважинъ въ 24—30 футъ и взаимномъ разстояніи ихъ другъ отъ друга въ 10 футъ варьировало отъ 0,4 до 1 фунта на 1 кубич. ярдъ скалы, что составляло по 12—30 фунтовъ динамита на скважину. Въ виду выясниваемаго вреднаго вліянія глубокихъ скважинъ съ большими зарядами (до 90 фунтовъ) динамита на откосы выемки и оползни, въ послѣдніе годы постройки такихъ зарядовъ избѣгали.

Правильное назначеніе сообразно съ мѣстными условіями надлежащаго количества динамита, достаточнаго для того, чтобы надломить и расщепить скалу на куски, удобные для работы черпаковъ паровыхъ лопатъ, требовало большого искусства,—при чрезмѣрномъ количествѣ динамита скала заваливала рабочіе погрузочные пути и близъ стоящія лопаты, камни и осколки раскидывались на большое разстояніе, требуя впослѣдствіи работы очистки для прокладки новыхъ путей или установки машинъ, при недостаточномъ же сильномъ зарядѣ работа паровыхъ лопатъ задерживалась необходимостью дополнительнаго разбиванія динамитомъ отдѣльныхъ глыбъ скалы, слишкомъ большихъ для черпака паровой лопаты; послѣднее достигалось приложеніемъ и взрываніемъ у поверхности такой глыбы патрона динамита.

Паленіе минъ въ теченіе первыхъ лѣтъ постройки производилось помощью магнито-электрическихъ машинъ ручнаго дѣйствія, состоявшихъ изъ арматуры, приводившейся во вращеніе въ полѣ магнита помощью нажатія рукой на зубчатую рейку. Вслѣдствіе незначительной силы тока, развивавшагося этими машинами, соединеніе скважинъ для паленія производилось послѣдовательно, а при такомъ соединеніи, въ случаѣ осѣчки запальнаго патрона въ одной изъ скважинъ, токъ прерывался и всѣ послѣдующія скважины не взрывались; при такихъ осѣчкахъ, вслѣдствіе выключенія большого числа скважинъ, детонація отъ взорвавшихся оказывалась иногда недѣйствительной—невзорвавшіеся патроны динамита обнаруживались только впослѣдствіи при врѣзываніи въ грунтъ черпака паровой лопаты, сопровождавшемся взрывами, гибелью и пораненіями ея прислуги и поврежденіями ея самой; подобные несчастные случаи, участившіеся съ развитіемъ взрывныхъ работъ

на Каналѣ, вызвали панику среди машинистовъ и прислуги паровыхъ лопатъ, отказывавшихся выходить на работу, если не будутъ приняты надлежащія мѣры безопасности. Съ затратой нѣсколькихъ тысячъ долларовъ мѣры эти были приняты: слабыя магнито-машины были отмѣнены, а вмѣсто нихъ для паленія былъ примѣненъ сильный токъ изъ магистрали, шедшей отъ электрической станціи; при этомъ токѣ можно было скважины соединять параллельно и такимъ образомъ сдѣлать каждую изъ нихъ независимой отъ остальныхъ, введенныхъ въ общую цѣпь; осѣчка отдѣльной скважины при этомъ не вліяла на взрываніе другихъ, а сама осѣкшаяся скважина подъ дѣйствіемъ детонаціи скважинъ, ее окружающихъ, тоже взрывала. Для использования тока главной электрической станціи отъ магистрали, проведенной невдалекѣ вдоль фронта работъ, были проложены отвлѣтленія, по которымъ переменный токъ съ вольтажемъ въ 2300 вольтъ подведенъ былъ къ верхней бровкѣ откоса выемки, къ установленнымъ черезъ каждые 1000 футъ трансформаторамъ въ 5 килоуаттъ, переводившимъ вольтажъ съ 2300 на 110; на протяженіи 15 верстъ перевальной выемки такихъ трансформаторовъ было установлено 45, около нихъ помѣщены были и взрывные рубильники, дѣйствіемъ которыхъ замыкался токъ во взрывной цѣпи и производился взрывъ. Отъ трансформаторовъ спускались внизъ по откосу взрывные провода, примыкавшіе у дна выемки къ продольнымъ взрывнымъ проводамъ; эти послѣдніе прокладывались по дну выемки на деревянныхъ плоскихъ козлахъ и, къ нимъ подводились концы мѣстныхъ взрывныхъ цѣпей.

При трансформаторахъ въ 5 килоуаттъ и вольтажѣ въ 110 вольтъ получался токъ силой въ $45\frac{1}{2}$ амперъ, что при $\frac{7}{10}$ ампера, необходимыхъ для взрыва запала (накаливанія платиннаго мостика), допускало параллельное соединеніе 65 скважинъ въ одну цѣпь; впрочемъ, при возможной мгновенной перегрузкѣ трансформатора на 100%, работа удваивалась и число одновременно вводимыхъ параллельно скважинъ въ одну цѣпь могло достигать 130. Правилами, изданными для взрывныхъ работъ, число одновременно взрываемыхъ скважинъ, однако, было ограничено 50-ью.

Мѣрами безопасности при производствѣ взрывовъ было прежде всего испытаніе исправнаго дѣйствія электрическихъ запаловъ помощью гальванометра, отклоненіе стрѣлки котораго по градуированной шкалѣ показывало сопротивленіе одного или опредѣленнаго числа запальныхъ мостиковъ; батарея гальванометра силой въ $\frac{1}{4}$ ампера (0,9 volt) была недостаточна для производства взрыва. Это испытаніе производилось для каждаго запала отдѣльно, до помѣщенія его въ скважину, затѣмъ, послѣ помѣщенія въ скважину и, наконецъ, послѣ составленія электрической цѣпи до прикрѣпленія ея проводовъ къ полюсамъ взрывнаго рубильника. При параллельномъ соединеніи скважинъ, величина сопротивленія не представляла интереса, и при повѣркѣ гальванометромъ ограничивались лишь установленіемъ факта отклоненія стрѣлки при замыканіи цѣпи.

Другой мѣрой предосторожности, введенной на работахъ, была замѣна желѣзныхъ скрѣпленій въ мѣстахъ сращиванія частей длинныхъ деревянныхъ шомполовъ, примѣнявшихся для уплотненія заряда и засыпки скважины, — мѣдными скрѣпленіями во избѣжаніе, бывавшихъ при срываніи этихъ частей во время работы и паденіи ихъ въ скважину, взрывовъ зарядовъ. Къ мѣрамъ

предосторожности на случай осѣчки какого-нибудь заряда слѣдуетъ отнести заложение шпуровъ на глубину, большую предполагаемой отрывки, съ тѣмъ, чтобы зарядъ динамита, уплотненный въ шпуровомъ „мѣшкѣ“, находился ниже дна отрывки.

Въ нѣкоторыхъ пунктахъ земляныхъ работъ, гдѣ, благодаря присутствію мелкихъ кристалловъ пирита въ грунтѣ, при соприкосновеніи его съ воздухомъ происходило энергичное окисленіе и устанавливалась внутри скважины температура, достаточная для взрыва динамита, во избѣжаніе преждевременныхъ взрывовъ, имѣвшихъ мѣсто на работахъ Канала, было предписано до закладки динамита въ такія скважины опускать на ихъ дно желѣзную трубку, діаметромъ въ $\frac{3}{4}$ дюйма и держать ее въ скважинѣ не менѣе 10 минутъ; температура конца извлеченной трубки давала указаніе о термическомъ состояніи скважины.

Большая часть взрывовъ производилась въ обѣденное время и сейчасъ же по окончаніи дневныхъ работъ (6 час. вечера), какъ только рабочіе покидали районъ работъ; впрочемъ, и въ теченіе всего рабочаго дня производилось паленіе минъ мѣстами, гдѣ назрѣвала потребность въ виду приближавшихся уже паровыхъ лопатъ.

Передъ каждымъ взрывомъ подавался предупредительный сигналъ свисткомъ ближайшей паровой лопаты или паровоза, по которому всѣ рабочіе въ районѣ взрыва отходили на безопасное разстояніе; десятникъ взрывной артели, убѣдившись въ томъ, что всѣ удалились, поднималъ красный флагъ, который во время производства работъ по зарядкѣ и подготовкѣ скважинъ устанавливался у концовъ взрываемаго участка для обозначенія предѣловъ опасныхъ работъ. По этому сигналу районный надсмотрщикъ электрическихъ взрывныхъ проводовъ, стоя у верхней бровки выемки, перекидывалъ рубильникъ и производилъ этимъ взрывъ.

Взрывныя артели въ случаѣ пріостановки работы по зарядкѣ скважинъ (вслѣдствіе задержки въ бурильныхъ работахъ) занимались приготовленіемъ запальныхъ патроновъ, которые тутъ же на днѣ выемки складывались для непродолжительнаго храненія въ особые ящики, окрашенные, какъ и прочія принадлежности взрывныхъ работъ (взрывныя рубильники, трансформаторы на вѣтвяхъ отъ главной линіи, деревянныя подставки проводовъ), въ красный цвѣтъ.

2. Производство буровыхъ и взрывныхъ работъ на мѣстности, покрытой водой, подводное механическое дробленіе скалы.

Подготовка скалистаго грунта къ извлеченію дноуглубительными снарядами производилась на работахъ канала тремя методами: подводнымъ взрываніемъ съ предварительнымъ подводнымъ буреніемъ, подводнымъ механическимъ дробленіемъ посредствомъ спеціального камнелома и, наконецъ, методомъ сухопутныхъ взрывныхъ работъ. Первые два приѣма требовали производства работъ на мѣстности, покрытой водой, и примѣнялись послѣ удаленія землесосами и черпаковыми машинами наносныхъ поверхностныхъ слоевъ мягкаго грунта и оголенія скалы; третій методъ, хотя и находился въ связи съ дноуглубительными операціями, но имѣлъ цѣлью, ради упрощенія дѣла и ради экономіи, избѣгать производства работъ на водѣ, гдѣ это по мѣстнымъ

условіямъ оказывалось возможнымъ; методъ заключался въ буреніи и взрываніи до удаленія верхнихъ слоевъ грунта съ поверхности этихъ слоевъ тамъ, гдѣ они возвышались, хотя бы надъ горизонтомъ отлива, и въ примѣненіи глубоко бьющихъ колодезныхъ буровъ.

Подводное буреніе и взрываніе, являющееся наиболѣе распространеннымъ методомъ дробленія скалы какъ въ Европѣ, такъ и въ Соединенныхъ Штатахъ, нашло большое примѣненіе на работахъ Канала; эти работы, какъ обычно, производились съ плавучихъ платформъ съ установленными на нихъ бурильными станками и приспособленіями для взрывныхъ работъ; такая платформа, работавшая на Тихоокеанскомъ конечномъ участкѣ, представляла типичную специально оборудованную бурильную баржу, развитіе первоначального типа простой баржи съ бурильными станками, въ каковому болѣе примитивному типу принадлежала бурильная платформа Атлантического конечного участка.

Спеціальная бурильная баржа Тихоокеанскаго участка имѣла стальной корпусъ особенно сильной конструкціи (рис. 86), способной противостоять толчкамъ и ударамъ во время работы и сотрясеніямъ при вблизи производимыхъ подводныхъ взрывахъ.

Корпусъ судна, длиной 112 футъ, шириной 36 футъ и высотой 8 футъ, имѣетъ шесть поперечныхъ и двѣ продольныхъ водонепроницаемыхъ переборки, раздѣляющихъ его на 21 отдѣленіе, изъ которыхъ шесть служили для воды, а остальные—для нефти. На палубѣ баржи вдоль одного изъ бортовъ

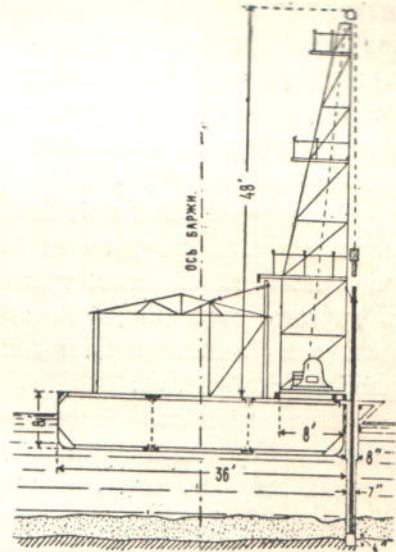


Рис. 86. Поперечный разръзъ бурильной баржи.

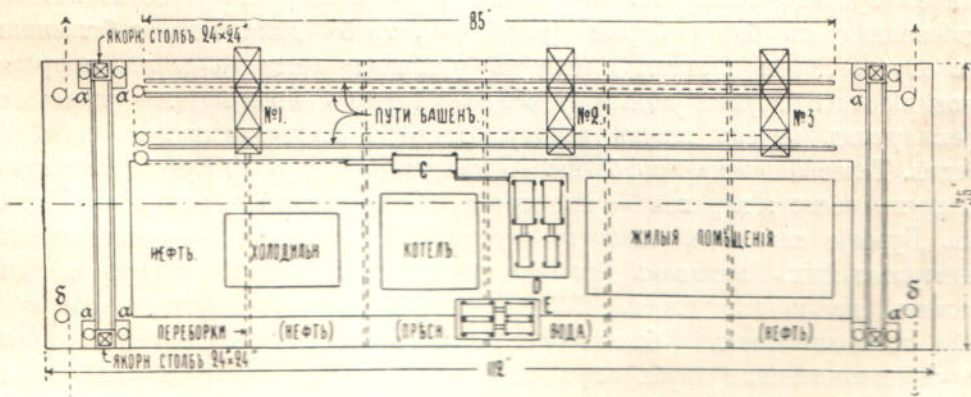


Рис. 87. Планъ бурильной баржи.

установлены три стальные сквозныя башни высотой 38 футъ, имѣющія продольное перемѣщеніе (скольженіе) вдоль борта по рельсамъ (рис. 87), сообщаемое имъ дѣйствіемъ безконечной цѣпи и горизонтально расположеннаго гидравлическаго пресса съ давленіемъ въ 40 атмосферъ; вдоль другого

борта расположены на палубѣ котлы и два паровыхъ насоса Вортингтона. Котлы доставляютъ паръ насосамъ и паровымъ бабамъ, помѣщеннымъ на упомянутыхъ башняхъ. Эти бабы, въ родѣ примѣняемыхъ для забивки свай, скрѣпляются со штангой сверла, послѣдней сообщается колебательное (ударное) движеніе, съ которымъ автоматически соединено и поворачиваніе стержня сверла послѣ каждаго удара.

Для установки и закрѣпленія на время работы баржа снабжена четырьмя якорными столбами длиной въ 60 футъ сѣченіемъ $24'' \times 24''$, помѣщенными въ четырехъ углахъ плана баржи и приводившимися въ движеніе помощью компактныхъ отдѣльныхъ вертикальныхъ паровыхъ машинъ, установленныхъ у каждаго столба и связанныхъ зубчатымъ зацѣпленіемъ съ двумя чугунными зубчатыми рейками, втопленными въ двухъ противоположныхъ граняхъ столба.

Для перемѣщенія баржи, при работѣ въ поперечномъ къ оси Канала направленіи, съ каждаго ея борта на соответствующій берегъ заводилось по два каната съ якорями; травленіемъ ихъ съ одного борта и подтягиваніемъ съ другого достигалось боковое перемѣщеніе баржи, для перемѣщенія же вдоль оси Канала, какъ и для перевода съ одного мѣста работъ на другое, примѣнялся буксиръ.

При установкѣ баржи въ опредѣленномъ положеніи открывался для буренія 85-футовый фронтъ, вдоль котораго могли передвигаться ея башни, причемъ двѣ изъ нихъ, перемѣщаясь по палубѣ, бурили по 6 скважинъ въ разстояніи 5 футъ ось отъ оси, а третья башня—5 скважинъ; общее число просверленныхъ съ одной стоянки баржи скважинъ составляло 17.

Для подводнаго буренія скалы примѣнялись стальные четырехгранные буры діаметромъ $4\frac{1}{2}''$ и $5''$ длиной 60 футъ при максимальной глубинѣ воды на мѣстѣ работъ въ 50 футъ. Хотя работы буренія велись обычно на участкахъ, предварительно очищенныхъ отъ верхняго наноснаго и мягкаго грунта, все же примѣненіе обсадныхъ трубъ оказывалось необходимымъ, какъ для защиты скважинъ отъ занесенія, такъ и для удобства опусканія въ нее зарядовъ динамита. Обсадныя трубы примѣнены телескопическія: подвѣшенная къ борту баржи (рис. 86), труба дѣйствіемъ собственнаго вѣса опускается и нижнимъ концомъ устанавливается на скалѣ, прорѣзая наносный слой грунта; подъемъ обсадныхъ трубъ производился канатомъ, перекинутымъ черезъ шкивъ сверху башни и направлявшимся внизъ къ лебедкѣ. Телескопическая труба имѣла полную длину въ 50 футъ и составлена изъ двухъ частей: верхней — діаметромъ $8''$ и нижней діаметромъ 7 дюймовъ. Буреніе скважинъ велось до глубины 50' отъ средняго уровня океана, предварительныхъ взрывовъ для образованія динамитныхъ камеръ на днѣ скважинъ не производилось. По окончаніи зарядки скважинъ, обсадныя трубы приподнимались и башня передвигалась по палубѣ на 5 футъ, послѣ чего телескопическая труба опускалась снова до дна на мѣстѣ слѣдующей скважины. По окончаніи буренія 17 скважинъ, расположенныхъ по линіи, параллельной оси Канала, баржа отводилась отъ этой линіи назадъ въ поперечномъ къ ней направленіи для заложения ряда скважинъ отстоящаго отъ предыдущаго ряда на шесть футъ.

Производительность бурильной баржи составляла 18 — 19 погонныхъ футъ скважинъ въ часъ; при 10 часовой работѣ смѣны закладывалось 9 скважинъ, по три на башню.

Паленіе скважинъ производилось группами, обычно послѣ недѣльной работы баржи ($2 \times 9 \times 6 = 108$ скважинъ); хотя при такомъ приѣмѣ, примѣнявшемся на Тихоокеанскомъ участкѣ, сберегалось время на перемѣщеніе баржи и избѣгались неудобства производства работъ всегда по сосѣдству съ только что взрытой скалой, но едва ли въ смыслѣ эффекта дѣйствія динамита, взрываемаго послѣ пятидневнаго пребыванія въ водѣ, такой методъ можетъ быть рекомендованъ,—на Атлантическомъ устьѣ число взрываемыхъ одновременно скважинъ не превышали 8—10, что составляло дневной урокъ бурильныхъ работъ.

Взрываніе минъ производилось электрическимъ токомъ динамо-машины, установленной на бурильной баржѣ при параллельномъ соединеніи скважинъ. Провода отъ запальныхъ патроновъ въ каждой скважинѣ привязывались къ деревянному поплаву, а по окончаніи буренія и зарядки всѣхъ 17 скважинъ, закладываемыхъ съ одной стоянки баржи, провода отъ 17 поплавковъ соединялись въ послѣдовательную цѣпь, концы которой подводились къ динамо-машинѣ на баржѣ или же, въ случаѣ паленія большими недѣльными группами скважинъ, къ двумъ точкамъ на берегу, къ которымъ подводились концы цѣпей и отъ другихъ рядовъ скважинъ (по 17 въ каждомъ); въ этихъ точкахъ выполнялось соединеніе въ послѣдовательную общую цѣпь всѣхъ частныхъ цѣпей къ нимъ подведенныхъ, послѣ чего производилось паленіе. Команда баржи состояла изъ капитана, его помощника, взрывного мастера, кузнеца и 14 рабочихъ и работала въ двѣ смѣны по 10 часовъ въ сутки.

Взрывная производительность бурильной баржи составляла въ среднемъ 60—80 куб. сажень въ сутки, что давало въ часъ 3—4 куб. сажени взорванной скалы.

Наряду съ разработкой подводной скалы взрывнымъ методомъ на работахъ Канала примѣненъ былъ (въ Тихоокеанскомъ устьѣ) механической приѣмъ дробленія ея, осуществлявшійся специальнымъ снарядомъ — камне-ломомъ системы Лобница по типу такихъ же снарядовъ, принимавшихъ участіе въ дноуглубительныхъ работахъ на Суэцкомъ перешейкѣ, въ англійскомъ портѣ Blythe, на Дунаѣ и въ другихъ мѣстахъ. Всѣ части и механизмы камнелома (рис. 88), разбивающаго скалу ударами падающаго тяжелаго долота, помѣщены на суднѣ со стальнымъ корпусомъ прямоугольнаго въ планѣ очертанія ($100' \times 28'$) высотой въ 8 футъ, раздѣленнымъ продольными и поперечными непроницаемыми переборками на отдѣленія — танки для воды и нефти. Посерединѣ длины судна расположенъ квадратный ($8' \times 8'$) сквозной колодезь, внутри котораго проходитъ долото, подвѣшенное верхнимъ концомъ къ стальному 2-хъ дюймовому канату; канатъ перекинутъ черезъ шкивъ вверху разноги высотой 9 сажень и направляется къ валу лебедки, помѣщенной на передней части судна; на задней части судна установленъ шотландскій котель и паровая лебедка для шести папильонажныхъ якорей. Ударныя долота изъ кованной стали, снабженныя коническими наконечниками изъ марганцевой стали, примѣнялись, при двадцатифутовомъ колебаніи приливовъ и отливовъ и сорокафутовой глубинѣ Канала, трехъ различныхъ длинъ—въ 30, 40 и 56 футъ и вѣсомъ соответственно въ 15, 16 и 20 тоннъ; диаметръ долота у верхняго конца 17, а у нижняго 18 дюймовъ. Для ослабленія боковыхъ ударовъ долота о края колодца въ отверстіе послѣдняго вставлено кольцевая деревянная подушка съ пружинами. Подъемная лебедка, благодаря

работѣ дробленія, состоявшей въ нанесеніи ударовъ въ точкахъ отстоявшихъ другъ отъ друга въ разстояніи не болѣе 4-хъ футъ въ твердой скалѣ и не болѣе 5-ти футъ въ мягкой и расположенныхъ въ шахматномъ порядкѣ. Для передвиженія судна и для точной установки надъ намѣченными на планѣ точками, отъ правильности которой зависѣлъ успѣхъ этой работы, судно папильонировалось шестью якорями (рис. 89).

Въ виду необходимости точной установки судна при работѣ и недостаточной неподвижности плавучихъ створныхъ знаковъ, которыми пользуются землечерпательницы, приходилось работать косыми створами съ расположеніемъ продольной оси судна подъ угломъ къ оси Канала; при такомъ положеніи, какъ продольные, такъ и поперечные створы могли быть установлены на берегахъ; эти створы разставлены въ 40 футахъ другъ отъ друга, а на самомъ суднѣ вдоль обоихъ бортовъ его, начиная отъ поперечнаго сѣченія, проходящаго черезъ ось долота, и по направленію къ носовой части укрѣплены (рис. 89) черезъ каждыя 4 фута мѣтки, по которымъ судно устанавливается въ поперечныхъ створахъ; разстояніе между нулемъ и мѣткой „40“ равно разстоянію между двумя поперечными створными линиями. Кромѣ того, для установки по продольнымъ створамъ на суднѣ укрѣплены по одну сторону отъ продольной оси его мѣтки 4, 8 и 12 а по другую — 4 и 8; эти пять поперечныхъ мѣтокъ обнимаютъ протяженіе въ $5 \times 4 = 20$ футъ бпо короткой сторонѣ судна.

При работѣ, судно устанавливалось своей продольной осью въ опредѣленномъ продольномъ створѣ и начинало наносить удары въ точкахъ, расположенныхъ по этому створу въ разстояніяхъ 4-хъ футъ другъ отъ друга, для чего дѣйствуя папильонажными канатами, оно становилось въ опредѣленномъ поперечномъ створѣ сначала своей нулевой мѣткой, затѣмъ мѣткой 4, мѣткой 8 и т. д., пока не доходило (рис. 89) до мѣтки 40; при этомъ послѣднемъ положеніи нулевая мѣтка оказывалась приходившейся въ слѣдующемъ поперечномъ створѣ и при дальнѣйшей работѣ въ этомъ створѣ устанавливались снова мѣтки 4, 8 и т. д. По проходѣ участка 1000 футовой длины, захватывавшаго 25 поперечныхъ створовъ, судно подтягивалось носовымъ канатомъ къ началу участка и устанавливалось на томъ же продольномъ створѣ не продольной своей осью, а поперечной мѣткой 4, послѣ чего начиналась работа нанесенія ударовъ въ точкахъ по этой новой продольной линіи по предыдущему приему съ той лишь разницей, что на поперечные створы устанавливались не продольныя мѣтки 0, 4, 8, 12 и т. д., а мѣтки посрединѣ этихъ послѣднихъ, чѣмъ достигалось шахматное расположеніе ударныхъ точекъ въ двухъ смежныхъ рядахъ, полезное, какъ показали опыты, при подобномъ механическомъ дробленіи скалы. Стансваясь послѣдовательными поперечными мѣтками 4, 8, 12 и 4, 8 съ другой стороны продольной оси на одинъ и тотъ же продольный створъ и совершая при каждомъ изъ этихъ пяти положеній работу указаннымъ порядкомъ вдоль этого створа, снарядъ покрывалъ половину площади одного створнаго квадрата (рис. 89), другая же половина его выполнялась подобнымъ образомъ съ установкой по сосѣднему продольному створу.

Для раздробленія скалы долотомъ ударяли въ одной и той же точкѣ до тѣхъ поръ, пока оно не углублялось въ скалу на $3\frac{1}{2}$ —4 фута, на что въ зависимости отъ твердости скалы требовалось отъ 5 до 8, а иногда и болѣе ударовъ; при работѣ необходимо было сообразовать высоту паденія долота

съ твердостью и характеромъ скалы, доводя ее для твердой скалы до 10 футовъ и ограничиваясь при мягкой скалѣ 4—5 футами, считая отъ поверхности разбиваемой скалы. Свободная длина долота надъ поверхностью воды послѣ паденія, отъ которой зависитъ амплитуда колебательнаго его движенія, не должна была, во избѣжаніе поломки долота, быть болѣе половины полной его длины.

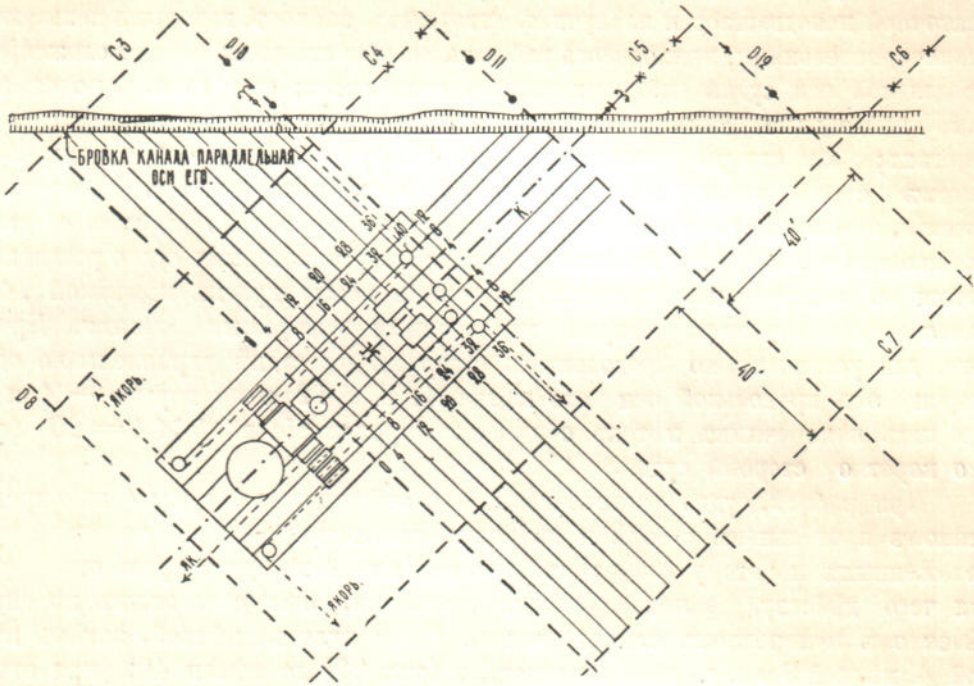


Рис. 89. Схема расположенія косыхъ створовъ и установки по нимъ камнелома Лобница.

Покрывъ сѣтью ударныхъ точекъ опредѣленную площадь и въ результатѣ подготовивъ слой скалы средней толщины въ $3\frac{1}{2}$ —4 фута толщины къ удаленію отрывными машинами, камнеломъ отбуксировывался на другую площадь для атаки на нее; по удаленіи разбитаго слоя землечерпательными машинами, камнеломъ проходилъ по участку вторично, снова покрывая ударами всю площадь и разбивая ее на глубину $3\frac{1}{2}$ —4 футъ; такія послѣдовательныя атаки съ раздѣляющими ихъ очистками повторялись по нѣсколько разъ, пока не достигалась требуемая глубина.

Команда камнелома, работавшаго въ началѣ работъ въ двѣ десятичасовыя смѣны въ сутки, а затѣмъ съ достиженіемъ большихъ глубинъ только въ теченіе 10 часовъ въ сутки въ періодъ стоянія горизонта воды отъ средняго до низкаго уровня, состояла изъ капитана, машиниста подъемной лебедки, двухъ кочегаровъ, двухъ рабочихъ на яворной лебедкѣ и трехъ матросовъ.

Условія, въ которыхъ камнелому пришлось работать на Тихоокеанскомъ устьѣ Канала, оказались неблагоприятны для этого метода разработки подводной скалы и были, повидимому, причиной его сравнительно малой

производительности; здѣсь приходилось разбивать скалу средней твердости, поверхность которой имѣла неправильныя очертанія, изборождена трещинами, а мѣстами, вслѣдствіе энергичнаго отложенія наносовъ въ устьяхъ вливающихся въ эту часть Канала рѣкъ, несмотря на предварительную очистку землесосами и землечерпательницами, все же оказывалась покрытой слоемъ мягкаго грунта. При слабой, трещиноватой скалѣ, покрытой наноснымъ грунтомъ, долото подвержено вибраціямъ, вредно отзывающимся на его прочности—на работахъ было нѣсколько случаевъ его поломки; при попаданіи въ слабые прослойки разнородной скалы или въ трещины, долото срывалось внизъ, обрывая подъемный канатъ; подъемъ засѣвшаго долота отнималъ также не малаго рабочаго времени. Часовая производительность камнелома, измѣряемая теоретическимъ объемомъ раздробленной скалы, получаемымъ умноженіемъ средней глубины провиканія долота ($3\frac{1}{2}$ —4 фута) на площадь, покрытую снарядомъ въ теченіе часа работы, выражалась $1\frac{1}{2}$ куб. саженими, что въ $2\frac{1}{2}$ раза меньше часового объема скалы, раздроблявшейся на Перешейкѣ взрывнымъ способомъ. (стр. 167).

Справедливость требуетъ отмѣтить отзывы багермейстеровъ землечерпательныхъ машинъ о томъ, что отрывка этими машинами скалы, разбитой камнеломомъ идетъ менѣе успѣшно нежели подъемъ взорванной скалы. Это обстоятельство и указанная выше медленность работы камнелома по сравненію съ взрывнымъ способомъ должны быть отнесены къ недостаткамъ ударнаго метода разработки скалы при указанномъ ей характерѣ; приемъ этотъ однако оказался наиболѣе дешевымъ: разбивка 1 куб. саж. обходится около 2 рублей, тогда какъ взрывной методъ стоитъ приблизительно 6 рублей и болѣе (Annual Report of the I. C. Commission, 1911 г. стр. 367).

Опытъ работъ камнеломомъ при сооруженіи Панамскаго Канала и успѣхъ этого снаряда на другихъ работахъ, въ томъ числѣ при углубленіи Суэцкаго Канала, заставляютъ думать, что камнеломъ такого устройства является подходящимъ и дешево работающимъ снарядомъ въ тѣхъ случаяхъ подводной разбивки скалы, когда послѣдняя представляетъ однородные плотные пласты слонстой структуры, легко взламываемые, и когда толщина требуемаго къ снятію слоя скалы составляетъ не болѣе 6—7 футъ, т. е. въ условіяхъ, требующихъ одного или двухъ проходовъ камнелома по одному и тому же мѣсту и вмѣстѣ съ тѣмъ менѣе благоприятныхъ при незначительной толщинѣ для взрывныхъ работъ.

Кромѣ подводныхъ методовъ, механическаго и взрывнаго—подготовка скалы къ извлеченію дноуглубительными снарядами на работахъ Канала, въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ позволяли мѣстныя условія, производилось буреніемъ и взрываніемъ съ суши посредствомъ глубоко работающихъ колодезныхъ буровъ—такой приемъ примѣнялся на слегка возвышавшихся надъ постояннымъ уровнемъ Атлантическаго океана берегахъ, состоявшихъ изъ наносныхъ грунтовъ надъ залегавшей подъ ними скалой, онъ имѣлъ мѣсто также и на оголявшихся при отливѣ, участкахъ Тихоокеанскаго побережья. Буровыя скважины, проникавшія сквозь наносные верхніе слои, закладывались въ скалу на глубину отъ 50 до 80 футъ — до проектнаго дна Канала въ разстояніи 15 футъ ось отъ оси и взрывались обычно группами по 20 скважинъ. Работы по буренію и взрыванію такихъ скважинъ велись обычнымъ порядкомъ подобныхъ операций на сушѣ съ примѣненіемъ обсадныхъ трубъ

и съ предварительной разработкой донныхъ камеръ въ скважинахъ. Опытъ подобной подготовки скалы для работъ по дноуглубленію показалъ, что этотъ методъ является болѣе экономичнымъ, чѣмъ подводное буреніе и взрываніе, составляя расходъ въ $4\frac{1}{2}$ рубля за кубич. сажень вмѣсто 6 рублей. Успѣшность работъ сухопутнымъ методомъ подготовки скалы для дноуглубленія выражалась въ среднемъ 20 погонными футами скважинъ и 60 куб. саженьями взорванной скалы въ 10-часовой рабочей день на одинъ буръ.

3. Взрывчатыя вещества, организація ихъ перевозки, распредѣленія по фронту работъ и храненія; мѣры предосторожности при обращеніи съ ними.

Взрывчатыя вещества, примѣнявшіяся на работахъ Канала, принадлежали къ целулознымъ и желатинымъ динамитамъ; при отсутствіи точныхъ данныхъ объ ихъ химическомъ составѣ, составляющемъ секретъ заводовъ ихъ изготовлявшихъ, извѣстно только, что поглощающимъ веществомъ ихъ являлась древесная масса, особымъ образомъ обработанная и что, кромѣ натровой соды, въ составъ ихъ входили нѣкоторые другіе ингредиенты, способствующіе полному сгоранію состава и полному развитію его взрыв-

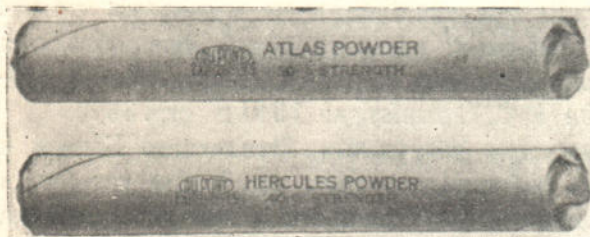


Рис. 90. Патроны динамита.

ного эффекта; отличаясь поглощающимъ веществомъ и этими дополнительными ингредиентами, отъ кизельгуръ динамита, динамиты, примѣненные на работахъ Канала, въ остальномъ съ нимъ имѣютъ, повидимому много общаго. Взрывная сила ихъ, опредѣляемая по содержанію нитроглицерина, составляла 45% и 60%; послѣдняго сорта динамита примѣнялось вдвое болѣе количество, чѣмъ перваго, который употреблялся въ болѣе легкихъ мѣстахъ взрывныхъ работъ. Динамитъ доставлялся на работы въ формѣ цилиндрическихъ патроновъ (рис. 90) въ толстой бумагѣ покрытой слоемъ парафина, вѣсомъ по $\frac{1}{2}$ фунта, длиной 8 дюйм. (200 мил.) и діаметромъ $1\frac{1}{4}$ дюйма (30 мил.); для перевозки они укладывались въ деревянные ящики размерами $17'' \times 12'' \times 19''$ по 50 патроновъ въ каждомъ. Патроны для подводного примѣненія имѣли болѣе солидную оболочку съ наружнымъ діаметромъ въ 2'' вмѣсто діаметра въ $1\frac{1}{4}''$ сухопутныхъ патроновъ.

Запалы для электрическаго паленія (рис. 91) вѣсомъ 1 граммъ въ присутствіи воды, проникавшей въ шпуровыя скважины, давали часто осѣчки; по требованію Управленія работъ заводы стали изготовлять запальные капсулы съ двойной мѣдной оболочкой, обезпечившей большую непроницаемость. При повсемѣстномъ въ районѣ работъ электрическомъ паленіи, биффордовъ шнуръ примѣнялся только для поверхностныхъ взрывовъ одиночныхъ патроновъ при раскалываніи отдѣльныхъ глыбъ скалы, слишкомъ большихъ для захвата землеотрывными снарядами.

Доставка динамита изъ Соединенныхъ Штатовъ на Перешеекъ въ количестве отъ 200 до 300 тысячъ пудовъ въ годъ производилась на судахъ 4.000—5.000-го тоннажа партиями по 10—11 тысячъ ящиковъ, то есть по 14.000—15.000 пудовъ. У пристаней Атлантическаго устья Канала динамитъ перегружался вручну въ поданные на пристань желѣзнодорожные крытые товарные вагоны; отсюда $\frac{1}{4}$ партии поступала въ два запасные динамитные склада, расположенные въ 2-хъ пунктахъ Перешейка въ разстояніи нѣсколькихъ верстъ отъ линіи работъ, а остальные $\frac{3}{4}$ доставлялись въ 8 малыхъ складовъ, расположенныхъ въ разныхъ пунктахъ работъ въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ ними. Запасные склады имѣли вмѣстимость въ 15.000 пудовъ динамита, линейные вмѣщали до 3.000 пудовъ; къ тѣмъ и другимъ складамъ подведены рельсовые пути; при малыхъ и запасныхъ складахъ въ разстояніи не менѣе 300 футъ были расположены склады электрическихъ запаловъ, хранившихся непремѣнно отдѣльно и на указанномъ минимальномъ разстояніи отъ динамита.

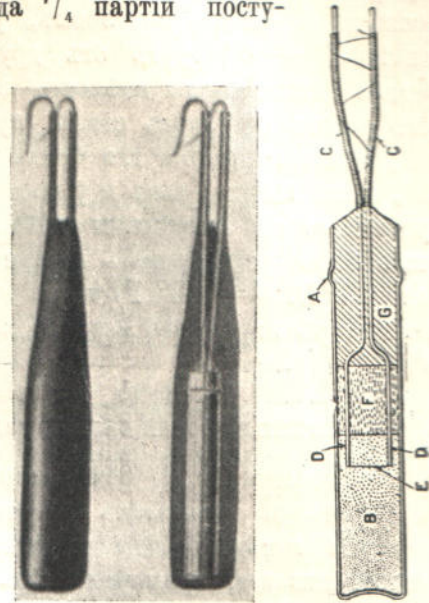


Рис. 91. Запаль для электрическаго паленія минъ.

Распределение по всему фронту работъ отъ океана до океана прибывавшихъ на Перешеекъ партий динамита возложено было на одно лицо—завѣдывающаго взрывчатыми веществами, который долженъ былъ лично руководить какъ перегрузкой динамита съ судовъ въ вагоны, такъ и развозкой его въ линейные и запасные склады. Перевозки динамита по желѣзной дорогѣ выполнялись на Перешейкѣ постоянной бригадой, привычной къ осторожному обращенію съ опаснымъ грузомъ. Въ отличіе отъ рабочихъ поѣздовъ, двигавшихся въ интервалахъ въ предѣлахъ видимости другъ отъ друга, для динамитнаго состава требовалось примѣненіе путевой блокировки. У запасныхъ и линейныхъ складовъ отъ этого состава отцѣплялись отдѣльные вагоны, которые оставались у тупиковъ и затѣмъ разгружались взрывными артелями соответствующаго околодка, а составъ направлялся далѣе. Каждый складъ находился въ вѣдѣніи особаго сторожа, жилище котораго располагалось обычно неподалеку отъ склада; на обязанности сторожа лежало наблюдение за исправнымъ состояніемъ постройки, надлежащимъ стокомъ отъ нея воды, поддержаніемъ внутри ея требуемой температуры, а также производство, съ помощью какой-нибудь свободной взрывной артели, перекладыванія ящиковъ съ динамитомъ разъ въ двѣ недѣли, наконецъ, на нихъ лежало веденіе вѣдомости такихъ перекладокъ, записи температуры и журнала поступленія и расхода динамита. Склады разъ въ двѣ недѣли, по крайней мѣрѣ, инспектировались завѣдывающимъ взрывчатыми веществами, на ответственности котораго были всѣ операции съ этими веществами до выдачи ихъ изъ линейныхъ складовъ десятникамъ взрывныхъ артелей рабочихъ околодковъ, съ

каждого момента ответственность за операции со взрывчатыми веществами переходила на начальника соответствующего строительного отделения.

Какъ большіе запасныя, такъ и малые линейныя склады динамита представляли постройки, сложенныя изъ полыхъ бетонныхъ кирпичей, толщиною $1\frac{1}{2}$ фута, съ бетоннымъ 4" толщины поломъ на песчанной подсыпкѣ и съ прочнымъ 6"-овымъ потолкомъ, устроеннымъ изъ расположенныхъ въ разстояніи 5" — 6" другъ отъ друга рельсовъ, залитыхъ бетономъ; потолку придана значительная крѣпость на случай залетанія съ близъ расположенныхъ работъ осколковъ скалы при взрывахъ. Кровль придана односкатная или двускатная форма для болѣе быстрого стока воды; для вентиляцій складовъ, какъ вверху, такъ и у пола въ боковыхъ стѣнкахъ и надъ дверью въ торцовой стѣнѣ продѣланы небольшія окна — каналы, помощью которыхъ можно было регулировать внутреннюю температуру, которую поддерживали около 27° Ц. ($= 83^{\circ}$ F) и не допускали подниматься свыше 30° Ц. при температурѣ наружнаго воздуха, колеблющейся на Перешейкѣ, между 24° и 38° Ц.

4. Организациа рабочей силы и надзора на буровыхъ и взрывныхъ работахъ.

Въ дополненіе къ отмѣченной выше (стр. 23) общей схемѣ организации бурильныхъ и взрывныхъ работъ представляется умѣстнымъ здѣсь, послѣ изложенія методовъ ихъ производства, упомянуть о нѣкоторыхъ деталяхъ этой организации, представляющей особый интересъ въ среднемъ строительномъ отдѣленіи, гдѣ находилась перевальная выемка.

Число бурильныхъ артелей въ каждой строительной дистанціи этого отдѣленія соответствовало числу землеотрывныхъ орудій, такъ какъ каждая изъ этихъ артелей должна была при принятой системѣ работъ готовить опредѣленной ширины полосу грунта, къ разработкѣ которой, послѣ ея взрыванія, приступалъ землеотрывной снарядъ; кромѣ этихъ артелей имѣлись въ каждой дистанціи запасныя артели на случай экстренной работы или помощи въ болѣе серьезныхъ мѣстахъ.

Въ зависимости отъ крѣпости породы бурильныя команды состояли изъ 6—12, рѣже 16 станковъ, по два рабочихъ на станкѣ; десятники этихъ артелей подчинены завѣдывающимъ бурильными и взрывными работами на дистанціи, которому подчинены также и десятники взрывныхъ артелей.

Эти послѣднія артели, число которыхъ также отвѣчало числу землеотрывныхъ снарядовъ, состояли каждая изъ 15—20 рабочихъ. Само паленіе минъ, какъ указывалось выше, а также содержаніе проводовъ взрывныхъ и питающихъ электрическихъ цѣпей и приборовъ лежали на обязанности особыхъ надсмотрщиковъ взрывныхъ проводовъ (blasting wiremen), вѣдавшихъ взрывными участками, на которые раздѣленъ фронтъ работъ, и подчиненныхъ завѣдывающему „взрываніемъ и взрывной сѣтью“ (inspector of blasting and wiring); послѣдній подчиненъ непосредственно начальнику средняго строительнаго отдѣленія.

ГЛАВА VIII.

Производство работ по устройству бетонных сооружений Канала.

Содержаніе. 1. Общій планъ работъ по возведенію бетонныхъ сооружений Канала, расположеніе карьеровъ щебня и песка, подвозъ матеріаловъ къ мѣсту работъ.—2. Составъ вспомогательныхъ устройствъ, примѣненныхъ въ каждомъ изъ трехъ пунктовъ сооруженія шлюзовъ: въ Гатунѣ, въ Педро-Мигуелѣ и въ Мирафлоресѣ.—3. Описаніе вспомогательныхъ устройствъ для производства бетонныхъ работъ по сооруженію шлюзовъ:—А. устройства для разгрузки и склада матеріаловъ,—Б. устройства для подачи матеріаловъ къ бетонному заводу и для приготовления бетона,—В. устройства для подачи бетона въ кладку,—Г. формы для отливки бетона.—4. Приемы производства бетонной кладки при сооруженіи шлюзовъ:—А. заложеніе основаній,—Б. монолиты и проемы въ бетонной кладкѣ,—В. примѣненіе формъ для отливки стѣнъ и проемовъ въ нихъ.—5. Работы по засынкѣ внутреннихъ полостей и заднихъ граней шлюзныхъ стѣнъ.—6. Нѣкоторыя особенности производства работъ по устройству Гатунскаго водослива.—7. Организация рабочей силы и надзора на работахъ по сооруженію шлюзовъ.

1. Общій планъ работъ по возведенію бетонныхъ сооружений Канала, расположеніе карьеровъ щебня и песка, подвозъ матеріаловъ къ мѣсту работъ.

Работы по возведенію бетонныхъ сооружений были вторымъ крупнымъ элементомъ строительныхъ операций на Каналѣ, такъ же, какъ и земляныя, отличавшимся необычно большимъ масштабомъ; около 350 тысячъ кубическихъ саженъ бетона должно было быть уложено въ кладку шлюзовъ и водосливовъ. Въ отличіе отъ земляныхъ работъ, растянувшихся непрерывнымъ фронтомъ отъ океана до океана, крупныя бетонныя работы сосредоточены были въ трехъ пунктахъ—въ Гатунѣ (рис. 3) на Атлантической сторонѣ, гдѣ сооруженъ трехступенчатый парный шлюзъ для преодоленія судами перепада въ 12 саженъ между уровнемъ Атлантическаго Океана и подпорнымъ горизонтомъ раздѣльнаго бьефа, и въ двухъ пунктахъ на Тихоокеанскомъ склонѣ Перешейка, гдѣ общій перепадъ между уровнемъ раздѣльнаго бьефа и океанскимъ разбитъ былъ на два, преодолевъшіеся одноступенчатымъ парнымъ шлюзомъ въ Педро-Мигуелѣ и двуступенчатымъ парнымъ шлюзомъ въ Мирафлоресѣ; между этими препадами, раздвинутыми на $2\frac{1}{4}$ версты образованъ небольшой промежуточный бьефъ.

Согласно общему плану работъ на Перешейкѣ, окончаніе которыхъ назначено было на осень 1913 года, эти сооружения должны были быть отлиты въ теченіе трехъ лѣтъ, такъ какъ только въ 1910 году можно было приступить къ ихъ производству по окончаніи предшествующихъ работъ по отрывкѣ шлюзныхъ котловановъ и по возведенію всѣхъ вспомогательныхъ приспособленій. Большой объемъ кладки—въ 165 тысячъ кубическихъ саженъ въ Гатунской группѣ и такой же на Тихоокеанскомъ склонѣ, распределенный на двѣ группы шлюзовъ,—кубатуры, превосходящія обычно отливаемые въ одномъ пунктѣ количества кладки, при сравнительно короткомъ срокѣ, назна-

ченномъ на ихъ производство, необходимость скорого и дешеваго перемѣщенія матеріаловъ,—наконецъ, своеобразныя топографическія условія мѣстъ постройки потребовали устройства нѣсколько необычныхъ, какъ по общему плану, такъ и по размѣрамъ, вспомогательныхъ приспособленій, пропускная способность которыхъ составляла бы въ девятичасовой рабочей день въ среднемъ 200 кубическихъ саженъ бетона. Пропускная способность установленныхъ вспомогательныхъ устройствъ въ дѣйствительности достигала въ каждомъ изъ трехъ указанныхъ пунктовъ 230 куб. саж. (=3.000 куб. ярдовъ) въ девяти-часовой рабочей день.

Выборы системы этихъ устройствъ и плана производства работъ предоставленъ былъ начальникамъ строительныхъ отдѣленій Атлантическаго и Тихоокеанскаго, которые, при свойственной американцамъ самостоятельности и индивидуальности, разрѣшили этотъ вопросъ каждый по своему, разработали и осуществили различныя схемы этихъ устройствъ, опытъ работы которыхъ далъ возможность оцѣнить ихъ сравнительныя достоинства, о чемъ будетъ указано ниже при ихъ описаніи.

Независимо отъ избранія системы устройствъ, первымъ вопросомъ, подлежащимъ рѣшенію и притомъ, при большихъ массахъ предполагавшагося къ отливкѣ бетона, имѣвшемъ особенно важное значеніе—былъ вопросъ о выборѣ мѣстъ для карьеровъ щебня и песка и о способахъ доставки этихъ матеріаловъ къ мѣсту работъ. Для этого были произведены тщательныя изысканія, выяснившія, что на Атлантической сторонѣ ближайшее мѣсто залеганія пригодной для бетона скалы расположено на мысѣ, удаленномъ отъ мѣста возведенія Гатунскихъ шлюзовъ на 30 верстъ, а надлежащій песокъ не можетъ быть найденъ ближе устья небольшой рѣки (Nombre de Dios), впадавшей въ океанъ въ разстояніи 45 верстъ отъ Гатуна. Болѣе благоприятны оказались въ отношеніи матеріаловъ для кладки условія на Тихоокеанской сторонѣ: хорошій песокъ найденъ былъ на океанскомъ берегу въ разстояніи 30 верстъ, гдѣ залегали большія песчанья отмели, очень удобныя для разработки, а камень оказался неподалеку отъ устья Канала въ 5 миляхъ отъ ближайшаго пункта бетонныхъ работъ на склонѣ высокаго холма. Доставка песка и щебня отъ мѣста добычи на мѣсто работъ на Тихоокеанской сторонѣ, гдѣ, камень безъ подъема могъ быть поданъ въ урвнѣ верха шлюзовыхъ стѣнъ, а песокъ подвозился по сравнительно спокойной части моря, оказались тоже въ болѣе благоприятныхъ условіяхъ, чѣмъ на Атлантической сторонѣ, гдѣ кромѣ большихъ разстояній до карьеровъ, приходилось камень поднимать съ океанскаго уровня, и перевозки совершать по безпокойной неукрытой части моря. Только высокая провозная плата Панамской желѣзной дороги (8 коп. съ пуда) и неуверенность въ возможности пользоваться ея услугами въ теченіе всего періода работъ, вслѣдствіе предполагавшагося ранняго поднятія воды въ раздѣльномъ бьефѣ, заставили строителей отказаться отъ питанія всѣхъ пунктовъ бетонныхъ работъ на перешейкѣ изъ Тихоокеанскихъ карьеровъ; районъ снабженія изъ этихъ послѣднихъ ограниченъ Тихоокеанскимъ склономъ, гдѣ щебень подавался на мѣста работъ по желѣзной дорогѣ непосредственно изъ карьера, а песокъ, доставлявшійся водой, перегружался на пристаняхъ въ устьѣ Канала на желѣзнодорожные вагоны для дальнѣйшей доставки къ мѣсту шлюзовъ. На Атлантической сторонѣ и щебень и песокъ доставлялись водой по морю и далѣе по французскому каналу до пристаней въ Гатунѣ у самаго мѣста работъ.

Въ отношеніи разработки, карьеры Тихоокеанской стороны оказались также въ болѣе благоприятныхъ условіяхъ, чѣмъ Атлантическіе, въ которыхъ пришлось произвести значительныя работы по очисткѣ мѣста и обнаженію пластовъ добываемыхъ матеріаловъ. Результатомъ указаннаго различія, какъ въ условіяхъ доставки, такъ и въ условіяхъ разработки карьеровъ на обоихъ склонахъ Перешейка, явилась разница въ стоимости поставлявшихся для кладки матеріаловъ, составлявшей для Атлантической стороны—26 руб. за кубич. сажень песка и 52 руб. за кубъ щебня, а для Тихоокеанской стороны—9 руб. за кубъ песка и 20 руб. за кубъ щебня.

2. Составъ вспомогательныхъ устройствъ, примѣненныхъ въ каждомъ изъ трехъ пунктовъ сооруженія шлюзовъ.

Вспомогательныя устройства для возведенія шлюзовъ были разработаны для шлюзовъ каждого склона Перешейка самостоятельно въ конторахъ начальниковъ соответственныхъ отдѣленій подъ ихъ руководствомъ.

Различаясь общей схемой и конструкціей отдѣльныхъ приспособленій, эти устройства во всѣхъ группахъ шлюзовъ состояли изъ элементовъ, выполнявшихъ одни и тѣ же послѣдовательныя операціи—по разгрузкѣ подвижныхъ матеріаловъ и ихъ храненію, по перемѣщенію матеріаловъ въ районѣ работъ къ пунктамъ производства бетона и по изготовленію бетона, по подачѣ готоваго бетона въ кладку и наконецъ по производству самой кладки.

Въ послѣдовательномъ ходѣ работъ по возведенію каждой изъ трехъ группъ шлюзовъ можно было прослѣдить три фазы въ развитіи приѣмовъ и приспособленій для ихъ производства; предварительную—до открытія дѣйствія главныхъ устройствъ, въ теченіе которой отливался фундаментъ шлюзовъ, а мѣстами и нижнія части стѣнъ и примѣнялись отдѣльныя неподвижныя или подвижныя мѣшалки въ комбинаціи съ кранами, дериками, тачками и дековильскими вагонетками, въ теченіе этого періода производилась сборка и установка главныхъ построечныхъ устройствъ, съ открытіемъ дѣйствія которыхъ наступала вторая основная фаза, продолжавшаяся до окончанія отливки главныхъ массъ шлюзныхъ стѣнъ; въ теченіе этого періода вспомогательныя приспособленія, примѣненные въ теченіе предшествующаго періода, продолжали работу въ помощь основнымъ для небольшихъ мѣстныхъ отливокъ; съ сокращеніемъ фронта работъ основныя устройства выводились изъ рабочаго строя и окончательныя болѣе мелкія додѣлки выполнялись простыми снарядами предварительнаго періода. Ниже, при описаніи общаго состава вспомогательныхъ устройствъ, имѣлись въ виду основныя устройства, о вспомогательныхъ же приспособленіяхъ начальной и конечной фазы, какъ представлявшихъ обычно примѣняемые въ практикѣ бетонныхъ работъ снаряды и устройства, упомянуто только вкратцѣ.

Общій составъ вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи Атлантическихъ шлюзовъ (Гатунскихъ).

Изъ трехъ пунктовъ расположенія шлюзовъ наиболѣе трудныя условія для ихъ сооруженія представила мѣстность въ Гатунѣ на Атлантической сторонѣ, гдѣ склонъ возвышенности, на которомъ должны были по намѣченному плану быть расположены трехступенчатые парные шлюзы, полуостровомъ

Вдаваясь въ долину рѣки Чагреса, съ трехъ сторонъ былъ окруженъ низкимъ болотнымъ пространствомъ, — мѣсто работъ было лишено удобнаго подхода по направленію оси шлюзовъ и удобныхъ площадей для расположенія матеріаловъ и вспомогательныхъ устройствъ. Для послѣднихъ въ Гатунѣ было составлено нѣсколько схемъ, изъ которыхъ одна предполагала ограничиться устройствомъ ряда подъемныхъ подвижныхъ крановъ (дериковъ), постепенно поднимающихся на верху возводимой кладки, подвозъ матеріаловъ къ бетонному заводу и бетона къ дерикамъ предполагалось выполнять помощью поѣздовъ узкоколейной жел. дороги; другая схема, заключалась въ устройствѣ металлической подвижной башни съ консолями у вершины, покрывающими линіи боковыхъ стѣнъ; башня должна была двигаться по полосѣ средней стѣны, которую предполагалось отлить позже, поставивъ башню на верхъ одной изъ боковыхъ стѣнъ; предлагалась и схема, вполнѣ примѣненная на шлюзахъ Тихоокеанской стороны, состоявшая изъ двухъ группъ подвижныхъ крановъ — „бермовые“ краны двигаются по берегу шлюзного котлована у его бровки вдоль расположенныхъ складовъ матеріаловъ, эти краны несутъ на себѣ мѣшалки и питаютъ изготовленнымъ на нихъ бетономъ боковыя стѣны парныхъ шлюзныхъ камеръ, другіе „камерные“ краны, двигаются по предварительно отлитому полу камеры, получаютъ бетонъ съ подвижныхъ въ ихъ отверстіи узкоколейныхъ поѣздовъ и питаютъ среднюю стѣну. Первая изъ этихъ схемъ (дерики) не давала увѣренности въ достаточной быстротѣ дѣйствія и для достиженія заданной производительности требовала большого числа отдѣльныхъ крановъ, вторая схема задержала бы отливку средней стѣны, наконецъ примѣненіе бермовыхъ крановъ и расположеніе складовъ матеріаловъ на берегахъ шлюзного котлована оказывалось неудобнымъ вслѣдствіе паденія мѣстности и необходимости отсыпать специально для этой цѣли значительной ширины площади по берегамъ котлована. При отсыпкѣ же небольшой ширины насыпей вдоль его бровки оказывалось возможнымъ поставить на нихъ подвижныя башни подвѣсной дороги, перекинутой черезъ шлюзной котлованъ — казавшіяся тѣмъ удобнѣе, что при ихъ примѣненіи устранялась необходимость имѣть какія-нибудь другія приспособленія для подачи бетона внутрь камеръ. Эта схема была послѣ тщательнаго сравненія ея съ другими принята, окончательно разработана и осуществлена, въ связи съ ней приняты были система формъ для отливки шлюзныхъ стѣнъ, состоявшая изъ металлическихъ башенъ, движущихся по полу камеръ и поддерживающихъ щиты во всю высоту стѣнъ, а также расположеніе складовъ матеріаловъ, бетоннаго завода и системы перемѣщенія матеріаловъ и бетона въ районъ работъ. Опасенія, что, при длинѣ подвѣснаго каната въ 800 футъ, перемѣщаемые по нему ковши съ бетономъ будутъ подвергаться сильному раскачиванію въ вертикальной, а при вѣтрѣ и въ горизонтальной плоскости не оправдались — подвѣсныя дороги не только благополучно справлялись съ бетонными ковшами, но участвовали даже въ тщательной установкѣ металлическихъ отливокъ въ кладку; ожидавшаяся трудность наблюденія съ башенъ подвѣсныхъ линій за движеніемъ ковшей, опущенныхъ внутрь шлюзныхъ формъ также не подтвердилась — правильно устроенная сигнализція обезпечила безопасность операцій подвѣсныхъ дорогъ.

Общій осуществленный планъ вспомогательныхъ устройствъ въ Гатунѣ (рис. 92) представляется въ слѣдующемъ видѣ. У устья Канала цементъ

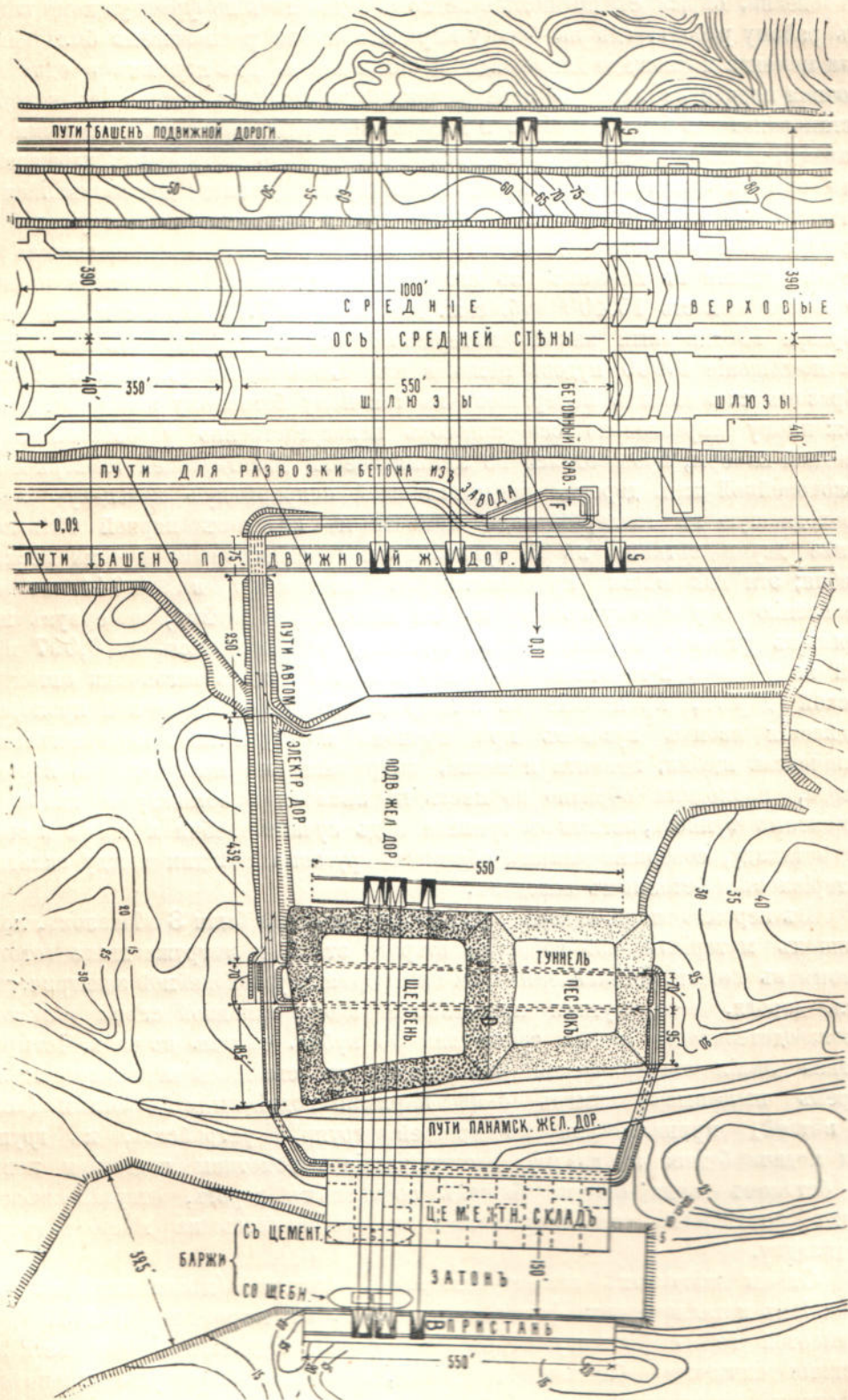


Рис. 92. Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи Гатунскихъ шлюзовъ.

перегружался съ морскихъ судовъ на баржи; послѣднія, а также, подходившія съ океана, баржи съ щебнемъ и пескомъ подавались по французскому каналу къ району работъ, гдѣ на берегу вырытаго затона расположенъ былъ навѣсъ для цемента и площади для склада щебня и песка. Двѣ парныхъ и одна одиночная подвѣсная линія *B* переброшены были поперекъ затона, въ которомъ останавливались баржи; щебень и песокъ извлекались изъ нихъ храповыми черпаками, перемѣщавшимися по подвѣснымъ линіямъ до складочныхъ площадей *D*, гдѣ они выгружались въ двѣ отдѣльныя кучи. Цементъ, доставлявшійся въ бочкахъ или мѣшкахъ (въ послѣднихъ преимущественно), перегружался изъ баржей въ сарай помощью электрическихъ крановъ, перемѣщавшихся поперекъ зданія въ каждомъ изъ его десяти отдѣленій. Складочныя площади *D* имѣли емкость 15.400 куб. саж. для щебня и 7.700 куб. саж. для песка, образуя 100-дневный запасъ матеріаловъ; сарай для цемента рассчитанъ на помѣщеніе 3.000 пудовъ цемента или 1.200 мѣшковъ. Подвозъ такимъ образомъ сложенныхъ матеріаловъ къ главному бетонному заводу *F*, расположенному параллельно оси шлюзовъ непосредственно у боковой стѣны средней камеры, производился по автоматически дѣйствующей электрической узкоколейной жел. дорогѣ, представлявшей непрерывную кольцевую линію, проходившую въ галлерей подъ цементнымъ складомъ парной вѣтвью и далѣе двумя вѣтвями въ 2 туннеляхъ подъ складочными кучами песка и щебня; эти двѣ вѣтви продолжены съ подъемомъ въ 0,044 по направлению перпендикулярному къ оси шлюзовъ, а затѣмъ, повернувъ подъ прямымъ угломъ, переходятъ на эстакаду съ подъемомъ въ 0,097 и по ней на уровень 2-го этажа бетоннаго завода *F*; здѣсь вагончики автоматической дороги, принявшіе въ калиброванные въ опредѣленной пропорціи, отдѣленія своихъ кузововъ при проходѣ по туннелямъ соответственныя количества щебня, цемента и песка, выгружали эти матеріалы въ воронки завода, проходили обратно по петлѣ на наклонную эстакаду и далѣе въ цементный туннель, затѣмъ въ туннели подъ кучами щебня и песка и снова на эстакаду, совершая такимъ образомъ круговыя поѣздки между складами матеріаловъ и бетоннымъ заводомъ.

Въ первомъ этажѣ завода (рис. 109) установлены были 8 мѣшалокъ, получавшихъ матеріалы изъ воронокъ второго этажа и выгружавшихъ готовый бетонъ въ ковши, установленные на платформахъ узкоколейной электрической жел. дороги, 4-мя путями пролегавшей вдоль западной стѣны шлюзовъ. Производительность завода составляла 30 кубич. сажень въ часъ. Четырехпутная линія электрической жел. дороги въ связи съ перекинутыми поперекъ шлюзныхъ камеръ 4-мя парными подвѣсными дорогами (всего 8 вѣтвей) принадлежали къ третьей группѣ устройствъ, къ группѣ для подачи бетона въ кладку; электрическіе локомотивы подвозили ковши съ бетономъ подъ створы башенъ подвѣсныхъ дорогъ, откуда крюками этихъ послѣднихъ они поднимались и доставлялись на мѣсто выгрузки въ кладку.

Стѣны шлюзныхъ камеръ отливались участками (монолитами) съ применением металлическихъ формъ, состоявшихъ изъ щитовъ шириной 36 футъ и высотой во всю высоту стѣнъ (80 футъ), поддерживаемыхъ металлическими сквозными башнями (рис. 93), которыхъ было установлено 12, и которыя передвигались вдоль стѣнъ отъ монолита къ монолиту; для раз-

личныхъ проемовъ въ бетонной кладкѣ—водопроводныхъ смотровыхъ галлерей и дренажей примѣнены металлическія сжимныя формы. Для снабженія энергіей упомянутыхъ устройствъ, а также для освѣщенія мѣста работъ и рабочаго городка и приведенія въ дѣйствіе главныхъ дренажныхъ насосовъ и различныхъ механизмовъ, установленныхъ, какъ въ предѣлахъ работы шлюзовъ такъ и на земляной плотинѣ, построена въ 75 саженяхъ къ сѣверу отъ складочныхъ площадей у линіи жел. дороги силовая станція мощностью въ 6.000 л. с.

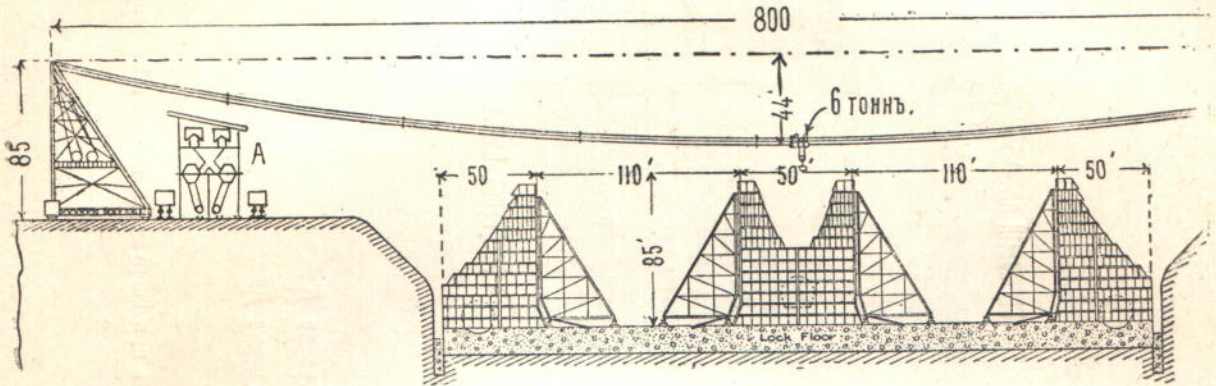


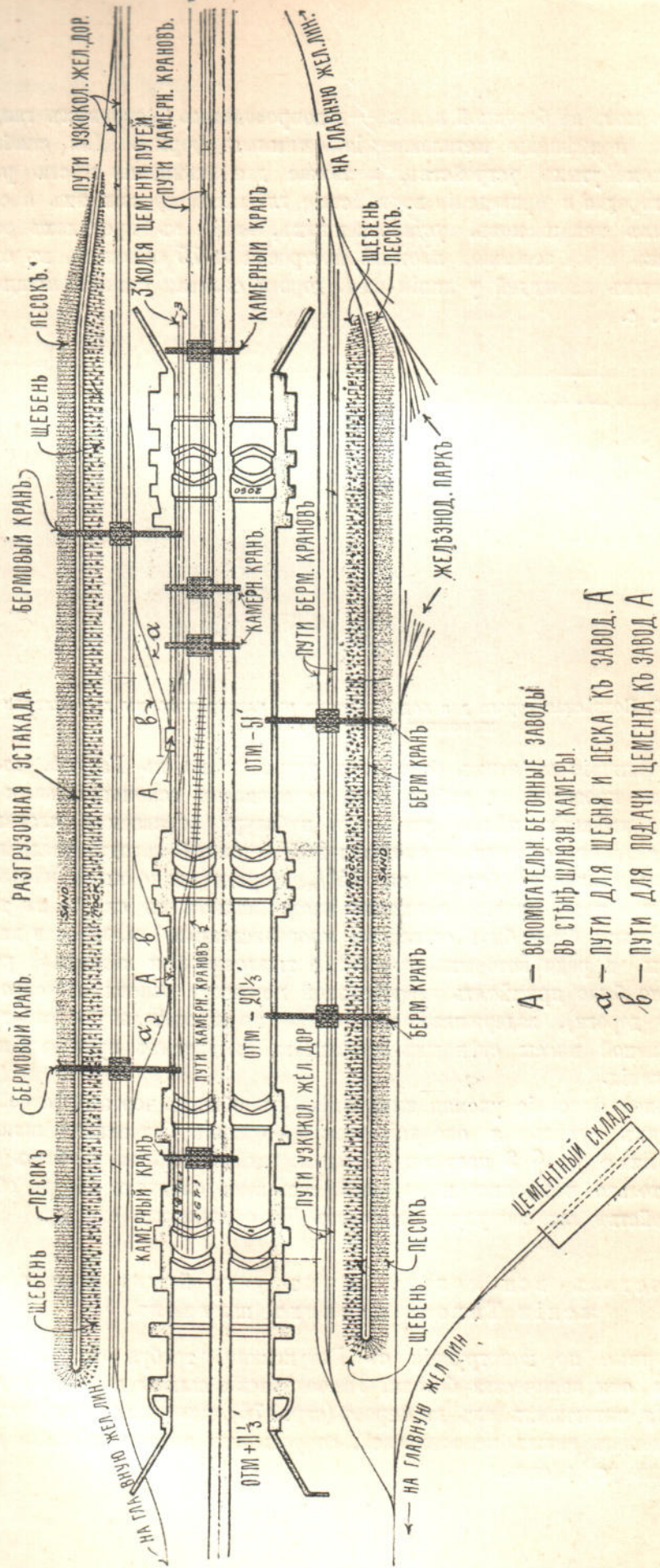
Рис. 93. Подвѣсная дорога для подачи бетона въ кладку и формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ въ Гатунѣ. -

Въ дополненіе къ этимъ основнымъ устройствамъ въ Гатунѣ, въ теченіе самаго производства работъ были установлены вспомогательныя приспособленія, имѣвшія цѣлью увеличить кубатуру отливаемой кладки; къ числу ихъ слѣдуетъ отнести вспомогательный бетонный заводъ, увеличившій кубатуру изготовляемаго бетона на 15⁰/₀, и рядъ одиночныхъ мѣшалокъ, примѣненныхъ при отливкѣ верхнихъ частей шлюзныхъ стѣнъ, въ толщѣ которыхъ должны были быть оставлены многочисленныя галлерей и машинныя камеры, и ради которыхъ при болѣе тщательной и медленной работѣ неэкономично было примѣнять значительной мощности основныя устройства (подвѣсныя дороги), задерживая ихъ болѣе производительную работу по отливкѣ главной массы стѣнныхъ монолитовъ въ другихъ пунктахъ шлюзного сооружения.

Детальное описаніе упомянутыхъ здѣсь въ общихъ чертахъ устройствъ, выполняющихъ отдѣльныя операціи при сооруженіи Гатунскихъ шлюзовъ, приведено ниже въ § 3 настоящей главы, здѣсь же для удобства сравненія съ только что описаннымъ ихъ составомъ слѣдуетъ обзоръ общаго плана устройствъ для сооруженія шлюзовъ Тихоокеанскаго склона.

Общій составъ вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи Тихоокеанскихъ шлюзовъ.

Однотипныя по конструкціи съ Гатунскими, требуя отливки такого же, какъ и они количества бетона, Тихоокеанскіе шлюзы вслѣдствіе иного расположенія питающихъ ихъ карьеровъ (стр. 176), иныхъ топографическихъ условій, наконецъ иныхъ исполнителей, сооружались иными приемами и помощью иныхъ устройствъ.



А — вспомогател. бетонные заводы
 въ стѣнѣ шлюзн. камеръ.

а — пути для щебня и песка къ завод. А

б — пути для подачи цемента къ завод. А

Рис. 94. Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи шлюзовъ въ Мирафлоресѣ.

Ровная и прочная поверхность грунта, расположенная в мѣстѣ сооруженія двухступенчатыхъ шлюзовъ Мирафлоресъ на высотѣ верха шлюзныхъ стѣнъ, представила возможность удобнаго подвоза и размѣщенія на берегахъ шлюзного котлована, вдоль воздвигаемыхъ стѣнъ, матеріаловъ для бетона, подвозимыхъ по желѣзной дорогѣ вѣ уровнѣ верха этихъ стѣнъ (рис. 94); на этихъ же берегахъ оказалось возможнымъ установить подвижные краны (бермовые), снабженные консолями и механизмами для захвата матеріаловъ, расположенныхъ по одну сторону путей ихъ перемѣщенія (рис. 94), мѣшалками для переработки этихъ матеріаловъ вѣ бетонъ и приспособленіями для подачи изготовленнаго бетона вѣ кладку.

Нѣсколько менѣе благоприятной для расположенія вспомогательныхъ устройствъ оказалась мѣстность вѣ пунктѣ сооруженія одноступенчатаго шлюза Педро-Мигуель; высокіе и неустойчивые склоны холмовъ, возвышавшихся по обѣ стороны шлюзнаго котлована, заставили отказаться отъ только что отмѣченнаго весьма удобнаго расположенія вѣ Мирафлоресѣ и привели къ необходимости, при примѣненіи однотипныхъ приспособленій, къ развитію устройствъ вѣ длину, (рис. 95), къ расположенію складовъ матеріаловъ и подвижныхъ, покрывающихъ ихъ своими консолями крановъ (бермовыхъ) съ мѣшалками, вѣ предшлюзномъ пространствѣ и къ добавленію линіи узкоколейной желѣзной дороги для доставки бетона изъ предшлюзнаго пространства къ возводимымъ шлюзнымъ стѣнамъ. Вѣ связи съ этими подвижными бетонными заводами-кранами, для подачи

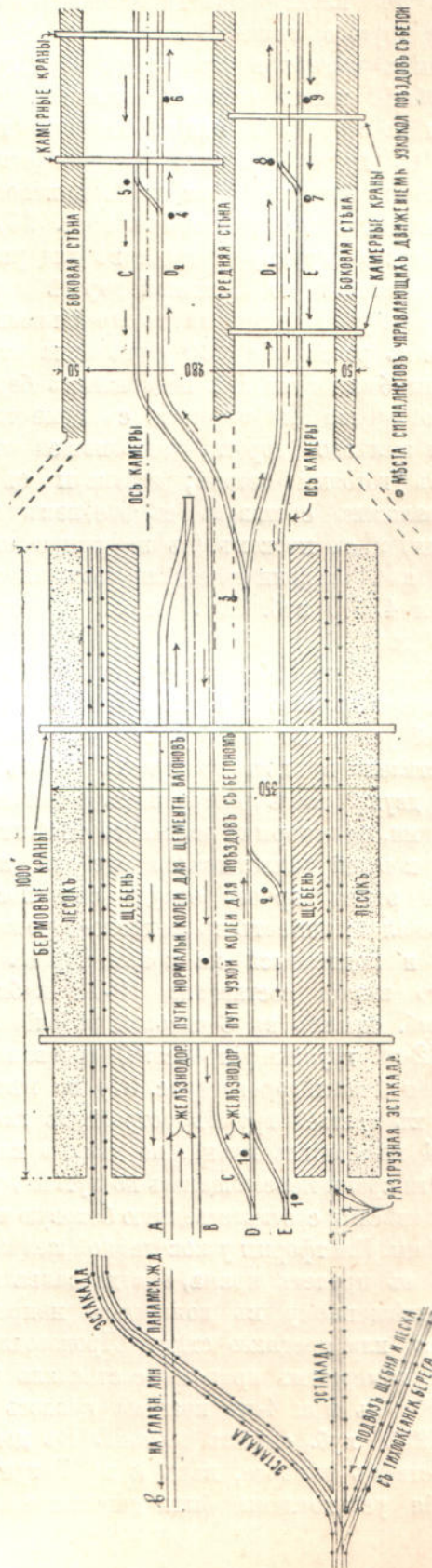


Рис. 95. Планъ общаго расположенія вспомогательныхъ устройствъ при сооруженіи шлюзовъ вѣ Педро-Мигуель.

бетона въ кладку въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ примѣнены подвижные краны другого типа—камерные, (рис. 97), двигавшіеся по отлитому полу шлюзныхъ камеръ внутри этихъ послѣднихъ.

Общій планъ вспомогательныхъ устройствъ въ Педро-Мигуелѣ, гдѣ работы по сооруженію одноступенчатого парнаго шлюза были начаты раньше, чѣмъ въ другомъ пунктѣ Тихоокеанскаго склона, въ Мирафлоресѣ, куда позднѣе переведена была часть приспособленій примѣненныхъ въ первомъ, представляется въ слѣдующемъ (рис. 95) видѣ.

Первую группу устройствъ для разгрузки и склада на мѣстѣ работъ, доставлявшихся по желѣзной дорогѣ матеріаловъ—щебня и песка—составляли двѣ, расположенныя въ предшлюзномъ пространствѣ параллельно оси Канала въ разстояніи 230 футовъ одна отъ другой, эстакады, между которыми уложены были пути для подвижныхъ бермовыхъ крановъ, два пути А и В широкой колеи для вагоновъ съ цементомъ и три пути С, Д и Е узкоколейной желѣзной дороги, подвозившей къ мѣсту кладки въ створъ камерныхъ крановъ готовый бетонъ; эстакады съ которыхъ производилась разгрузка прибывавшихъ составовъ съ щебнемъ (во внутреннюю сторону разгрузной площади) и съ пескомъ (въ наружную сторону), имѣли длину въ 800 футовъ, высоту въ 4 сажени и давали возможность сложить до 3.500 куб. сажень песка и 4.300 куб. саж. щебня, то-есть запасъ на 17 восьмичасовыхъ рабочихъ дней.

Подвижные „бермовые“, краны (2-ая группа устройства—для подачи матеріаловъ къ заводу и изготовленія бетона), носящіе это названіе вслѣдствіе обычной установки на бермахъ шлюзныхъ котловановъ, какъ это и было осуществлено въ другомъ пунктѣ работъ въ Мирафлоресѣ, перемѣщались въ числѣ двухъ вдоль разгрузныхъ эстакадъ (рис. 96), покрывая ихъ своими консолями, по которымъ двигались тѣлѣжки съ захватными ковшами; помощью этихъ ковшей захватывался щебень и песокъ, высыпавшіеся затѣмъ въ верхній этажъ крана, откуда они поступали въ расположенныя на немъ двѣ мѣшалки; цементъ въ желѣзно-дорожныхъ вагонахъ доставлялся въ пролетъ крана и поднимался на кранъ норіей. Производительность подвижного бетоннаго завода составляла 10-12 кубич. сажень въ часъ и доходила до 115 куб. сажень въ 8-часовой рабочей день. Бетонъ отъ бермовыхъ крановъ (2-ой группы устройствъ) подавался въ ковшахъ на платформахъ узкоколейной жел. дороги (рис. 95) къ мѣсту отливки по полу шлюзныхъ камеръ, къ третьей группѣ устройствъ для подачи его въ кладку, каковыми были 4 камерныхъ крана, по два въ каждой камерѣ.

Эти краны перемѣщались по путямъ, уложеннымъ по дну камеръ, покрывая своими свѣсами соотвѣтственную боковую и продольную половину средней шлюзной стѣны. Платформы узкоколейной желѣзной дороги подвозили по полу камеры бетонъ въ пролетъ крана, откуда захватнымъ крюкомъ тѣлѣжки, движущейся по подвѣшенному къ консолямъ непрерывному пути, онъ подавался въ боковую или среднюю стѣну. Производительность подачи бетона въ кладку однимъ камернымъ краномъ составляла 6 куб. сажень въ часъ; въ 8-часовой рабочей день при 4-хъ кранахъ влялось въ кладку въ среднемъ 200 и максимумъ 230 куб. сажень бетона. Въ дополненіе къ описаннымъ основнымъ устройствамъ такъ же, какъ и въ Гатунѣ (стр. 181), вскорѣ послѣ открытія дѣйствія установлены были дополнительныя, состоявшія изъ трехъ отдѣль-

ных мѣшалокъ съ общей производительностью въ $7\frac{1}{2}$ кубич. сажень, расположенныхъ въ разныхъ пунктахъ шлюзовъ; бетонъ отъ нихъ подавался въ ковшахъ къ мѣсту отливки, гдѣ поднимался на верхъ стѣны подвижнымъ краномъ и выгружался въ распределительный ящикъ, и изъ него по трубамъ въ кладку. Отдѣльныя мѣшалки приводились въ дѣйствіе расположенными при нихъ паровыми машинами, основныя же устройства—бермовые и камерные краны питались электрической энергіей, подававшейся съ центральной электрической станціи Тихоокеанскаго отдѣленія.

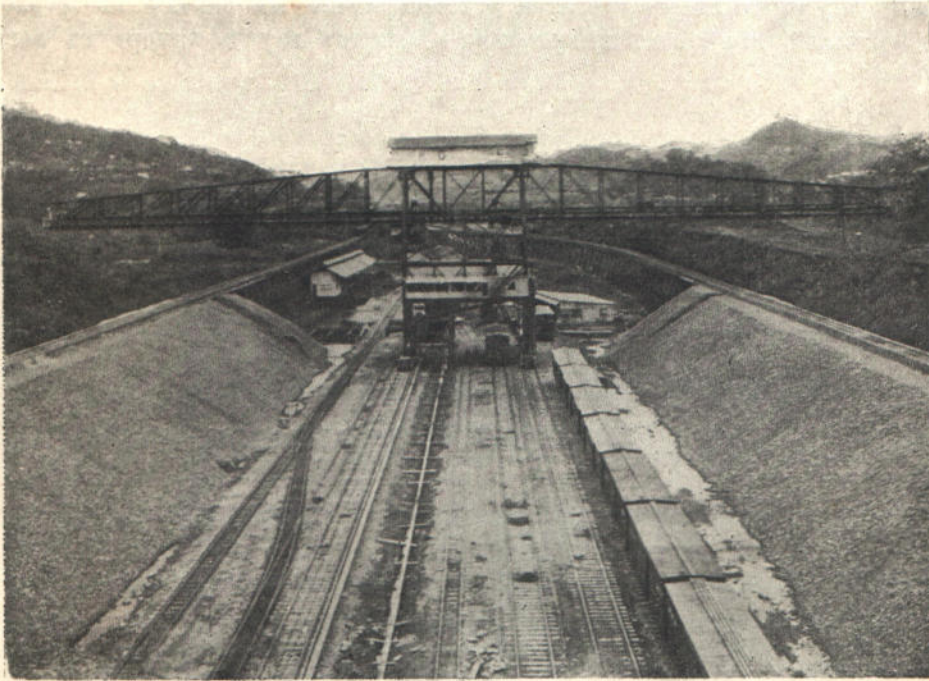


Рис. 96. Подвижные „бермовые“ краны съ мѣшалками и склады щебня и песка въ Педро-Мигуель.

Вслѣдствіе запозданія начала работъ по сооруженію шлюзовъ въ другомъ пунктѣ Тихоокеанскаго склона — въ Мирафлоресъ, изъ-за задержки при выборѣ мѣста для этихъ послѣднихъ, оказалось возможнымъ перенести главныя устройства, примененныя въ Педро-Мигуель на эту вторую группу. При этомъ бермовые краны были перенесены на высокіе и прочные берега шлюзнаго котлована, на которыхъ расположены склады щебня и песка, (рис. 94), конструкція ихъ была немного измѣнена въ виду намѣренія этими кранами не только приготовить бетонъ, но и класть его въ стѣны; съ этой цѣлью одна изъ двухъ симметрично расположенныхъ консолей была замѣнена подвижной укосиной большой длины, которая могла описывать въ вертикальной плоскости уголъ въ 25° , а въ горизонтальной имѣла горизонтальное перемѣщеніе конца въ 50 футъ. При проектированіи этихъ крановъ предполагалось, что они (рис. 117) будутъ не только помѣщать бетонъ въ боковыя стѣны, но и питать бетономъ камерные краны, выгружая содержимое ковшей въ особый ящикъ, установленный на верху кладки боковой стѣны; изъ этого ящика бетонъ могъ быть выгруженъ въ, подве-

дневный подъ его выпускъ, ковшъ камернаго крана, который переносилъ бы его въ среднюю стѣну. Но еще до приступа къ работамъ по возведенію камерныхъ крановъ признано было болѣе выгоднымъ не связывать операций бермовыхъ крановъ съ кранами камерными, предоставивъ тѣмъ и другимъ независимость дѣйствія, при которой задержки въ кладкѣ средней стѣны не вліяютъ на отливку боковыхъ стѣнъ и наоборотъ. Кромѣ того, рѣшено было увеличить кубатуру отливаемой кладки, направивъ весь бетонъ изъ 4-хъ бермовыхъ крановъ въ крайнія стѣны, а камерные краны снабжать бетономъ изъ дополнительныхъ заводовъ; эти заводы должны были быть зажаты внутри отлитаго участка боковой стѣны по одному въ верховой и въ низовой камерѣ съ выпусками мѣшалокъ внутрь камеръ въ ковши,

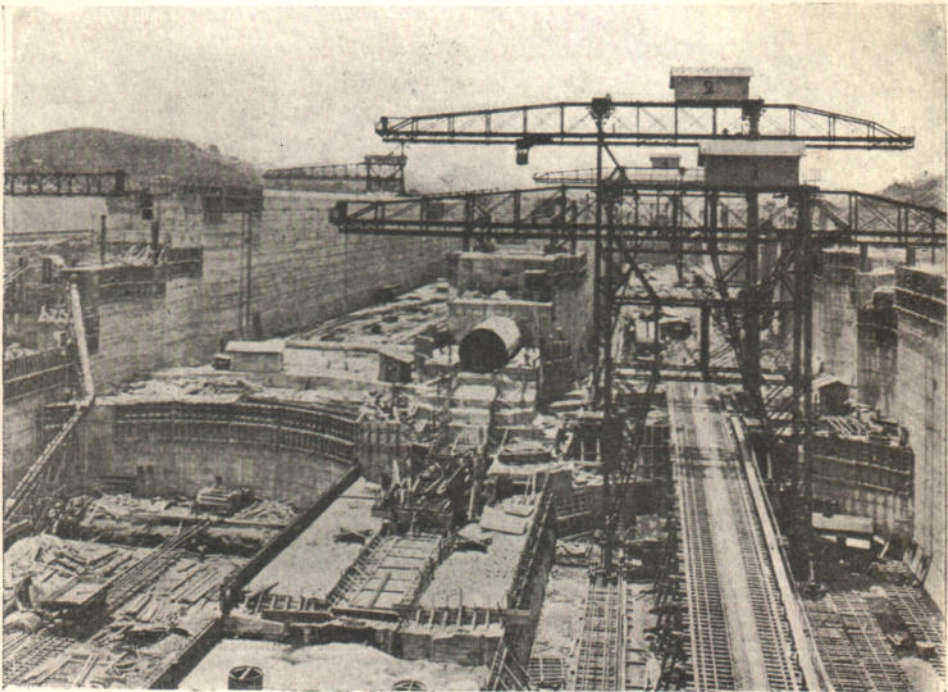


Рис. 97. Камерные краны въ работѣ при сооруженіи шлюзовъ Мирафлоресъ. Слева видны свѣсы бермовыхъ крановъ, расположенныхъ на берегу котлована.

устанавливаемые на платформахъ узкоколейной желѣзной дороги, которая подвозила бы ихъ подъ камерные краны. Последніе, при измѣнившемся ихъ назначеніи подавать только бетонъ, подвозимый подъ ихъ средней пролетъ, и при томъ помѣщать его только въ среднюю стѣну, оказалось выгоднѣе повернуть на 180° относительно предполагавшагося ихъ положенія (рис. 97) то-есть направить длинную консоль въ сторону средней стѣны, что давало возможность одному крану покрыть всю среднюю стѣну, а не одну половину ея и благодаря этому позволяло имѣть краны и подвозные пути узкоколейной дороги только въ одной изъ двухъ параллельныхъ камеръ.

При внесеніи указаннаго выше измѣненія въ конструкцію бермовыхъ крановъ, производительность ихъ (10 куб. саж. въ часъ) уменьшилась вдвое, что потребовало увеличенія ихъ числа съ двухъ до четырехъ; въ дополненіе къ

нимъ устроены были два бетонныхъ завода каждый съ двумя мѣшалками производительностью въ 6 кубич. саженъ въ часъ. Общее производство бетона всѣми этими устройствами составляло въ среднемъ 250, и достигало 350 кубич. саженъ въ 8-ми часовой рабочей день,—наибольшаго количества бетона, отливавшагося въ одномъ и томъ же пунктѣ на Перешейкѣ.

Последняя группа вспомогательныхъ устройствъ—устройство для производства самой отливки (формы), какъ и предыдущія группы, была примѣнена совершенно иного типа по сравненію съ Гатунскими—вмѣсто высокихъ металлическихъ щитовъ, поддерживавшихся громоздкими металлическими сквозными башнями, здѣсь употреблены были легкія деревянные формы консольно-поясного типа (рис. 98), переставлявшіяся по мѣрѣ возведенія

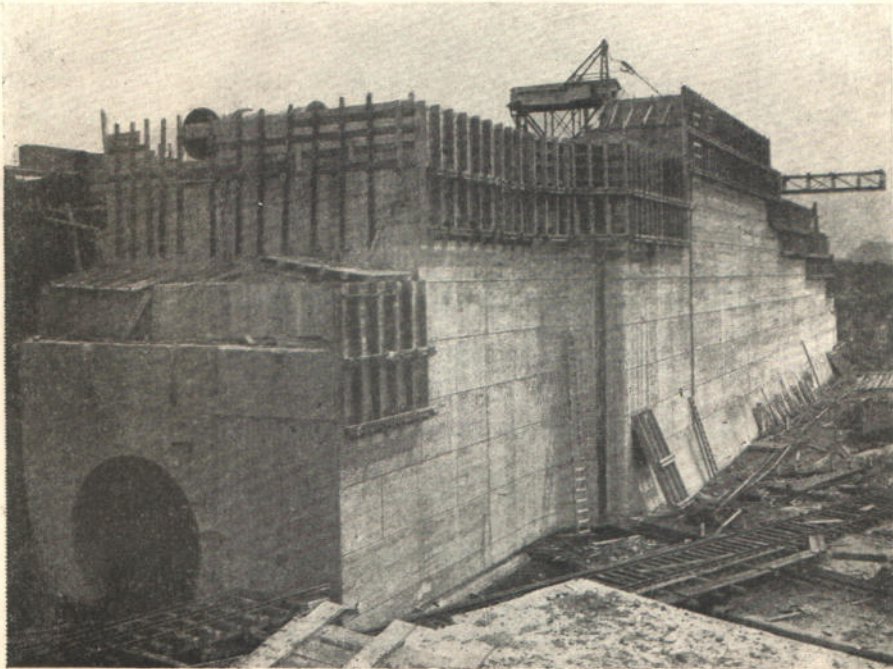


Рис. 98. Деревянные „консольно-поясные“ формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ.

кладки стѣнъ слоями незначительной толщины (6 футовъ); въ зависимости отъ различныхъ типовъ формъ отличны были и приемы производства самой отливки: вмѣсто отливки стѣнъ монолитами небольшой длины (36 футовъ) во всю высоту стѣны (80 футовъ), какъ это имѣло мѣсто въ Гатунѣ, кладка ихъ велась длинными участками (105 футовъ) постепенно, слоями шести-футовой толщины, возводимыми до проектнаго верха. Примѣненіе деревянныхъ формъ для стѣнъ Тихоокеанскихъ шлюзовъ имѣло послѣдствіемъ меньшую стоимость куба кладки ихъ по сравненію съ Гатунскими; этимъ обстоятельствомъ въ связи съ примѣненіемъ различныхъ приспособленій и приемовъ въ Гатунскихъ и Тихоокеанскихъ шлюзахъ и различными мѣстными условіями, болѣе благоприятными для послѣднихъ, объясняется разница стоимости куба кладки (безъ стоимости матеріаловъ), въ Гатунѣ составлявшей 52 рубля, а въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ—44 рубля; вліяніе различныхъ факторовъ и

различныхъ элементовъ устройствъ на эту разницу можно прослѣдить въ приведенныхъ въ главѣ XI, сравнительныхъ таблицахъ стоимости разныхъ операций по сооруженію двухъ разсматриваемыхъ группъ шлюзовъ.

Кромѣ упомянутыхъ формъ для отливки шлюзныхъ стѣнъ, при ихъ сооруженіи были примѣнены рядъ другихъ формъ для образованія въ толщѣ стѣнъ различныхъ проемовъ, какъ продольныхъ (вдоль стѣны), такъ и поперечныхъ для водопроводныхъ и смотровыхъ галлерей и машинныхъ нишъ, какъ показано на поперечныхъ разрѣзахъ (рис. 100—101) боковой и средней стѣны шлюзныхъ парныхъ камеръ.

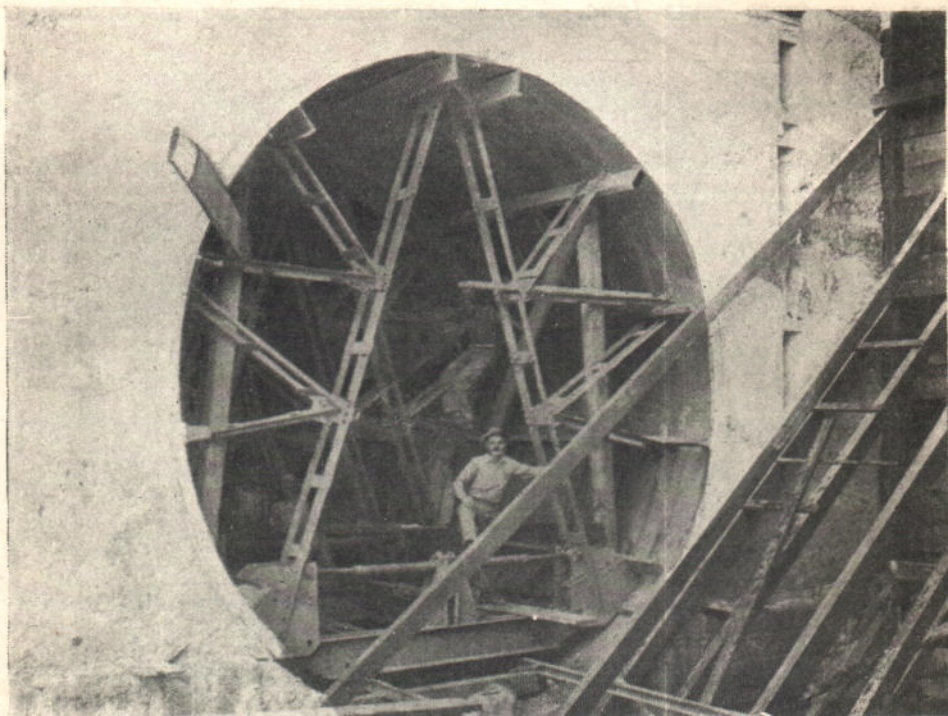


Рис. 99. Круглая форма для водопроводной галлерей въ толщѣ бетонной шлюзной стѣны.

При значительномъ протяженіи шлюзныхъ стѣнъ, при которомъ общая длина продольныхъ водопроводныхъ галлерей въ Гатунѣ составляла около 3.000 футовъ (столько же и въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ), и при большомъ числѣ повторяющихся отдѣльныхъ колѣнъ и устій (выпусковъ, напримѣръ, изъ продольныхъ галлерей въ камеру въ Гатунскихъ шлюзахъ было 630), примѣненіе металлическихъ, разборчатыхъ или сжимныхъ подвижныхъ формъ, легко переставляемыхъ или перевозимыхъ по самой кладкѣ, несмотря на большую первоначальную стоимость по сравненію съ глухими формами и формами изъ дерева, было оправдано низкой стоимостью ихъ на кубъ кладки. Глухія деревянные формы нашли себѣ примѣненіе преимущественно на участкахъ, отличныхъ по мѣстнымъ условіямъ отъ общаго шаблона какой-нибудь галлерей, какъ напримѣръ, на криволинейныхъ участкахъ перехода продольной водопроводной галлерей изъ одного шлюза въ сосѣдній нисшій; деревянные глухія формы примѣнялись мѣстами также изъ-за спѣшности

работъ въ этихъ пунктахъ и недостатка сжимныхъ металлическихъ формъ. Въ послѣдніе годы работъ примѣнялись и оказались очень практичными разборныя формы изъ дерева, построенныя на самихъ работахъ по типу

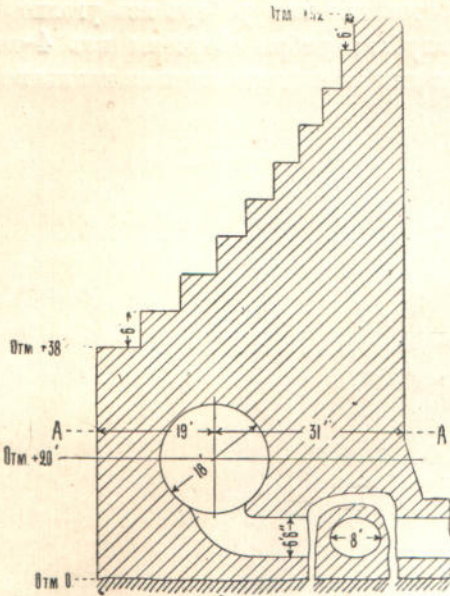


Рис. 100. Поперечный разрѣзъ боковой стѣны шлюзной камеры.

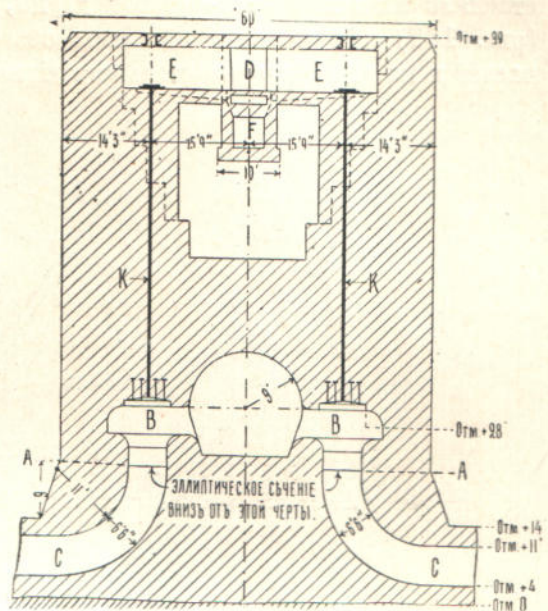


Рис. 101. Поперечный разрѣзъ средней стѣны между двумя параллельными шлюзными камерами.

такихъ же металлическихъ; нѣкоторыя изъ нихъ выдерживали разборку и установку до 60 разъ. Количество Гатунскихъ трехступенчатыхъ шлюзовъ: 12 элементовъ по 12 футовъ каждый для главной водопроводной галереи въ средней стѣнѣ, 21 элементъ по 12 футовъ длиной для главной водопроводной галереи въ боковыхъ стѣнахъ, пять комплектовъ для поперечныхъ отвлѣченій съ соответственными соединительными колѣнами и 30 формъ для выпускныхъ отверстій въ полу шлюзныхъ камеръ; приблизительно такое же количество формъ примѣнено было на постройки Тихоокеанскихъ шлюзовъ.

Не приводя здѣсь описанія всѣхъ разнообразныхъ сжимныхъ формъ, примѣненныхъ на работахъ Канала, ограничимся только тремя наиболее типичными: формой для главной водопроводной галереи боковыхъ стѣнъ (рис. 102), формъ

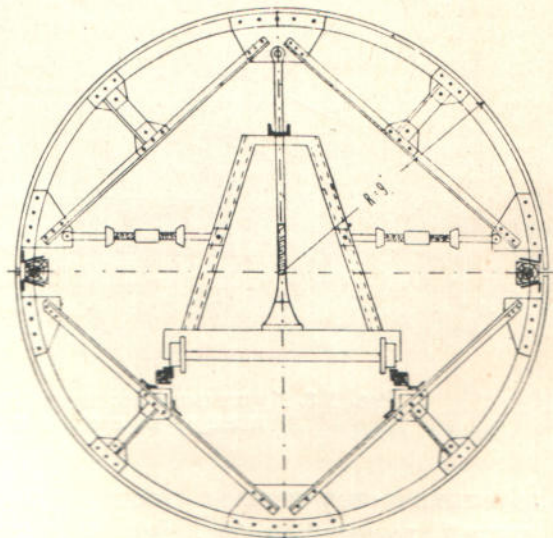


Рис. 102. Круглая форма для водопроводной продольной галереи въ боковой шлюзной стѣнѣ.

мой для такой же галереи средней стѣны (рис. 103) и формой для смотровой галереи, расположенной подъ кордономъ всѣхъ стѣнъ (рис. 104).

Формы галерей въ боковыхъ стѣнахъ, имѣвшихъ круговое очертаніе, представляли элементы 5-ти-футовой длины, состоявшіе изъ реберъ изъ уголковъ (рис. 102) и металлической листовой опалубки; ребра сблечены изъ 4-хъ частей и на высотѣ горизонтальнаго діаметра снабжены деревянными клиньями,

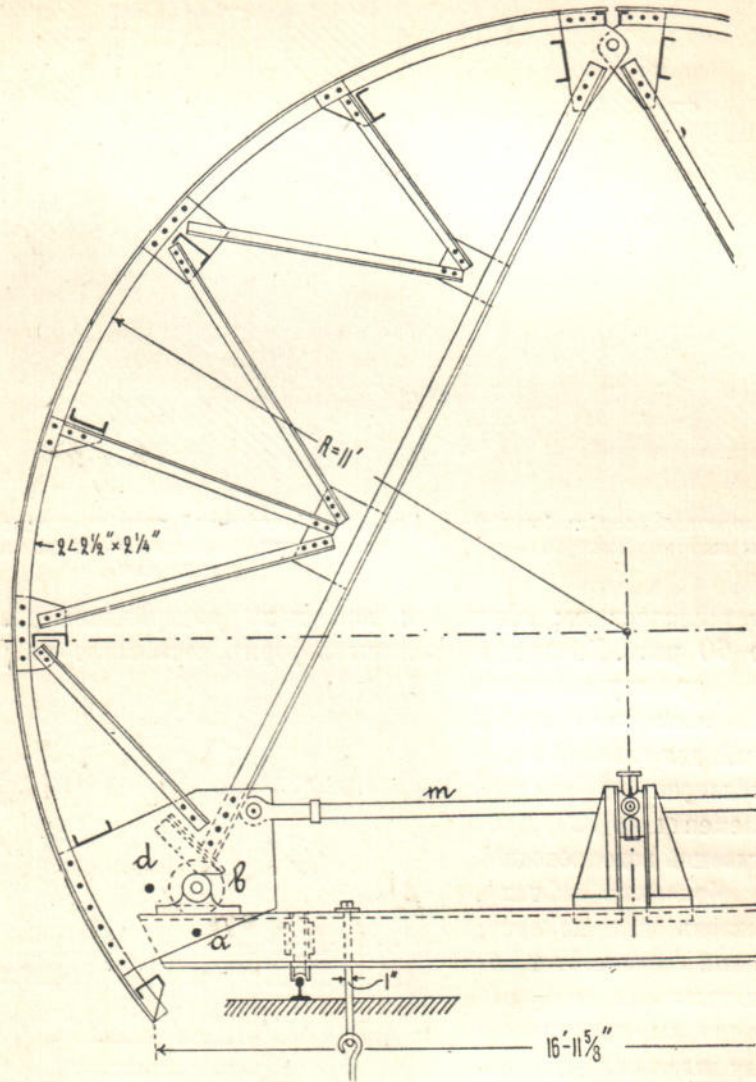


Рис. 103. Круглая форма для продольной водопроводной галереи въ средней стѣнѣ.

зажатыми между полками косыхъ уголковъ, приклепанныхъ къ верхней и нижней половинѣ ребра. Формы распираются этими клиньями и упорной телѣжкой, установленной на рельсы, пришитые къ ребрамъ формы; телѣжка, снабженная упорами съ винтовыми муфтами, можетъ подпирать 15 погонныхъ футовъ формъ и, по мѣрѣ отливки бетона, передвигается внутри установленныхъ формъ. Этотъ типъ формъ былъ впоследствии замѣненъ другимъ

такой же конструкции, какъ и описываемая ниже формы для главныхъ водопроводныхъ галлерей въ средней шлюзной стѣнѣ (рис. 103).

Въ этихъ галлерейхъ, имѣвшихъ не круговое, а срезанное сѣченіе съ прямолинейнымъ основаніемъ, примѣнены были формы, поддерживаемыя упорной тельжкой движущейся не по ребрамъ формъ, какъ только что упомянутая, а по дну самой галлерей (рис. 103) по рельсамъ, уложеннымъ на кладкѣ стѣны.

На поперечныхъ балкахъ тельжки укрѣплены подшипники осей катковъ *b*, на которые опираются плоскости *d* башмаковъ, поддерживающихъ распорный треугольникъ тельжки; въ основаніи *m* этого треугольника имѣется распорная муфта съ двумя обратными нарезками, дѣйствіемъ которой башмаки *d* перекатываются по колесикамъ *b* и такимъ образомъ форма расширяется. Когда форма расширится, она заклинивается въ такомъ положеніи вставкой болтовъ *a* въ совпадающія отверстія балки тельжки и фасоннаго листа нижняго узла формъ. По окончаніи отливки кладки вокругъ формы и выдержки въ теченіе не менѣе 36 часовъ, извлекаются болты *a*, дѣйствіемъ муфты вала *m* осаживаются ребра формъ, послѣ чего формы (обычно комплектъ изъ 3-хъ элементовъ по 12 футовъ каждый), поддерживаемыя тельжками, помощью установленной внѣ галлерей ручной лебедки вытягиваются изъ отлитой галлерей впередъ по заранѣ выровненной поверхности кладки для дальнѣйшей

установки подъ отливку. Такая система, позволяющая перевозить формы на упорныхъ тельжкахъ, оказалась удобнѣе примѣненной первоначально для круглыхъ галлерей боковыхъ стѣнъ, гдѣ тельжку надо было вывозить отдѣльно, и затѣмъ осаживать формы вытаскивать изъ галлерей; впоследствии и для этихъ галлерей стали примѣнять систему формъ, перевозимыхъ на тельжкахъ, для чего предварительно отливался нижній лотокъ галлерей, на которомъ укладывались рельсы тельжки, а въ формахъ вырезанъ былъ нижній сегментъ, отвѣчающій предварительно отлитому лотку.

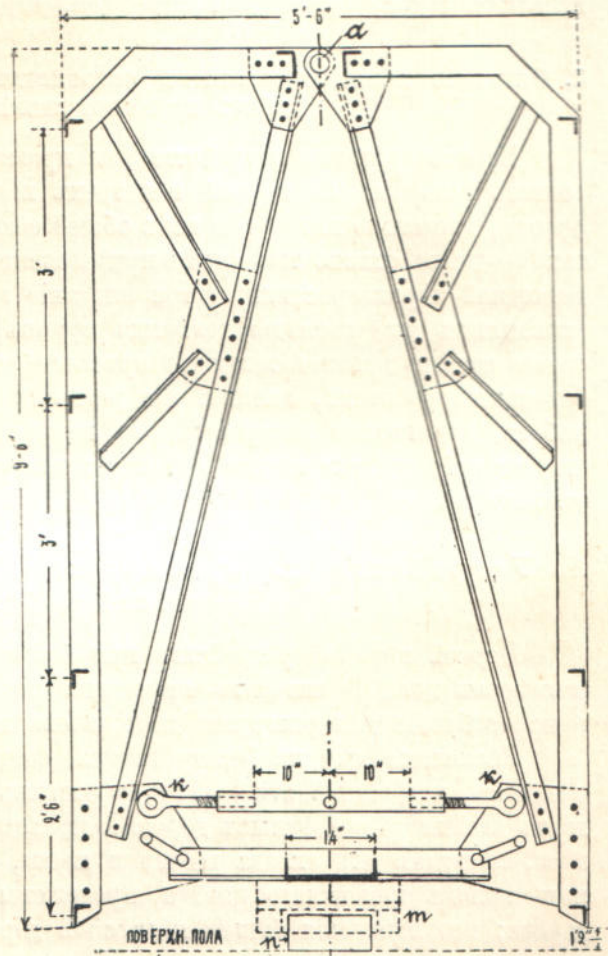


Рис. 104. Кружальная форма для смотровыхъ продольныхъ галлерей въ верхней части шлюзныхъ стѣнъ.

Подобная по идеѣ система формъ, перевозимыхъ и распираемыхъ тельжкой, катящейся по кладкѣ, была примѣнена и для отливки прямоугольнаго сѣченія (рис. 104) смотровыхъ галлерей въ шлюзныхъ стѣнахъ; ребра формъ, состоявшіе изъ 2-хъ половинъ, вращающихся вокругъ общей оси a , распирались муфтой k и поддерживались тельжкой m съ широкимъ каткомъ n .

Особыя деревянныя глухія формы были примѣнены при отливкѣ монолитовъ стѣнъ, заключавшихъ затворы системы Стонея для продольныхъ главныхъ водопроводныхъ галлерей (см. стр. 214).

3. Описаніе вспомогательныхъ устройствъ для производства бетонныхъ работъ при сооруженіи шлюзовъ.

Вспомогательныя устройства для производства бетонныхъ работъ, общій составъ которыхъ въ каждой изъ трехъ шлюзныхъ группъ только что выясненъ, настолько интересны какъ общей согласованностью составныхъ частей, такъ и разработанностью отдѣльныхъ элементовъ, что заслуживаетъ болѣе детальной характеристики; такое описаніе здѣсь ниже приводится для тѣхъ указанныхъ уже послѣдовательныхъ группъ, изъ которыхъ естественно слѣдуетъ составъ вспомогательныхъ приспособленій для различныхъ операцій при бетонныхъ работахъ, именно: для разгрузки и склада матеріаловъ на мѣстѣ работъ, для подачи матеріаловъ къ мѣсту изготовленія бетона и для самого изготовленія его, для подачи бетона въ кладку и, наконецъ, для производства отливки кладки.

А. Устройства для разгрузки и склада матеріаловъ на мѣстѣ работъ.

Первой группой устройствъ при бетонныхъ работахъ, отъ правильныхъ размѣровъ которой зависитъ непрерывность производства кладки, являются приспособленія для разгрузки матеріаловъ и ихъ склада на мѣстѣ работъ.

Расположенныя на берегу затона, соединеннаго воднымъ подходомъ съ океаномъ, устройства эти въ Гатунѣ состояли изъ (рис. 92) одной одиночной и двухъ двойныхъ подвѣсныхъ дорогъ въ пролетомъ въ 800 футовъ, цементнаго навіса, площадей для склада щебня и песка, подъ которыми такъ же, какъ и подъ поломъ цементнаго навіса, проложены туннели электрической желѣзной дороги; металлическія башни подвѣсной дороги (рис. 92) высотой 85 футовъ поддерживали, за исключеніемъ одной пары одиночной, по двѣ независимыхъ другъ отъ друга подвѣсныхъ линій. Извлеченіе щебня и песка изъ баржей и перемѣщеніе ихъ въ складочныя кучи на среднее разстояніе въ 515 футовъ производились храповыми ковшами по 70 куб. футовъ емкостью. Всѣ операціи, включая разгрузку ковша, на каждомъ кабелѣ выполнялись однимъ лицомъ, помѣщавшимся на головной или задней башнѣ въ зависимости отъ того, выгружался ли матеріалъ изъ баржи въ кучи или же переваливался съ одного мѣста кучи на другое для направленія его въ люки нижнихъ туннелей. Всѣ механизмы этихъ подвѣсныхъ дорогъ приводились въ дѣйствіе электрическими моторами по 150 лош. силъ; моторы трамвайнаго типа работали постояннымъ токомъ при 500—550 вольтахъ и рассчитаны на подъемную скорость въ 300—350' въ минуту, конвеерную скорость (горизонтальнаго перемѣщенія) въ 1.600—2.700' въ минуту; всѣ тор-

маза дѣйствовали сжатымъ воздухомъ, доставлявшимся электрическими компрессорами, помѣщенными въ каждой головной башнѣ. Для перемѣщенія самихъ башенъ по направленію, перпендикулярному къ подвѣснымъ линіямъ, каждая изъ нихъ снабжена была моторомъ въ 25 л. с., дѣйствовавшимъ на вертикальный валъ, на который наматывался стальной канатъ, протянутый между путями башенъ и закрѣпленный въ неподвижной точкѣ въ грунтѣ. Подвѣсныя линіи снимали съ судовъ и помѣщали въ складочныя кучи отъ 25 до 30 куб. сажень щебня или песка въ часъ.

При высотѣ кучъ, ограниченныхъ сверху линіей ниспаго пути ковша, въ 40—70 футовъ, емкость склада достигала 154.000 куб. саж. щебня и 7.700 куб. саж. песка.

Два параллельныхъ деревянныхъ брусчатыхъ туннеля (рис. 105) въ разстояніи 70 футовъ ось отъ оси проходили подъ складочной площадью; песокъ и щебень силою тяжести сыпались изъ сползающихъ призмъ d въ проходившіе по туннелямъ вагончики; въ случаѣ прекращенія ежедневнаго снабженія свѣжими матеріалами, помощью ковшей подвѣсныхъ линій можно было питать вагончики щебнемъ изъ кучъ d' въ теченіе 100 дней безъ поступленія новыхъ матеріаловъ въ складъ. Выгрузка щебня и песка въ вагончики производилась открытіемъ заслонокъ отверстій въ потолкѣ туннелей; такихъ отверстій имѣлось 22 съченіемъ $15'' \times 15''$ подъ песчанымъ складомъ и 46 съченіемъ $30'' \times 30''$ подъ щебнемъ.

Цементъ въ первое время доставлялся въ бочкахъ, въ которыхъ, предполагалось, онъ лучше защищенъ отъ сырости, особенно сильной на Атлантической сторонѣ Перешейка; позднѣе перешли къ мѣшкамъ въ виду экономіи, достигаемой сохраненіемъ и возвращеніемъ до 90% мѣшковъ (оболочекъ) обратно на цементную фабрику. Цементъ изъ баржей подхватывался мостовымъ краномъ въ 2 тонны подъемной силой (рис. 106) и переносился внутрь зданія; для защиты этой операціи отъ дождя устроенъ свѣсъ кровли зданія шириной 35 футовъ. Само зданіе, шириной 5 футовъ и длиной 490', рассчитано было на помѣщеніе 75.000—120.000 бочекъ*) цемента, и раздѣлено было по длинѣ на 10 отдѣленій по 49 фут. шириной, въ каждомъ изъ которыхъ работала мостовая кранъ пролетомъ въ 47 футовъ въ свѣту, имѣвшій движеніе не только въ предѣлахъ ширины зданія, но и внѣ его по 35-ти футовымъ свѣсамъ кровельныхъ стропиль; моторы крана постоянного тока работали при 550 вольтахъ и заключены были въ спеціальныя оболочки для защиты отъ цементной пыли. Цементъ размѣщался въ различныя отдѣленія соотвѣтственно его возрасту и въ такомъ же порядкѣ пускался въ расходъ для предупрежденія залеживанія отдѣльныхъ его партій. Въ полу цементнаго склада въ задней части зданія расположены 30 закрывомовъ, вмѣстимостью на двѣ бочки каждый, въ которые цементъ всыпался черезъ сита; двѣ бочки цемента составляли какъ разъ количество, потребное на одну порцію бетона, матеріалы для которой насыпались въ калиброванные для пропорціи 1:3:6, вагончики (рис. 108) автоматической желѣзной дороги, проходившіе въ туннеляхъ подъ закромами, а затѣмъ подъ кучами щебня и песка.

На Тихоокеанской сторонѣ, первую группу устройствъ для бетонныхъ

*) Бочка составляетъ 4 мѣшка и содержитъ 11 пудовъ цемента.

работъ составляли приспособленія на океанскомъ берегу для перегрузки песка изъ баржей въ желѣзнодорожные вагоны и эстакады на мѣстѣ работъ для разгрузки, подвозившихся по желѣзной дорогѣ, матеріаловъ въ складъ.

Перегрузка песка изъ баржей въ вагоны производилась тремя кранами консольнаго типа (рис. 107), перемѣщавшимися по пристани по рельсовымъ путямъ; основной пролетъ крановъ (55 футовъ) покрывалъ деревянные силосы, служившіе для склада песка до прихода за нимъ порожняго желѣзнодорожнаго состава, и полосу пристани предъ ними; консоли крановъ (длиной 33 фута) свѣшивались надъ баржами. Извлеченіе песка выполнялось помощью двухстворчатого ковша вмѣстимостью въ четверть куб. сажени со скоростью 15 куб. сажень въ часъ на ковшъ; при работѣ двухъ крановъ изъ одной баржи,

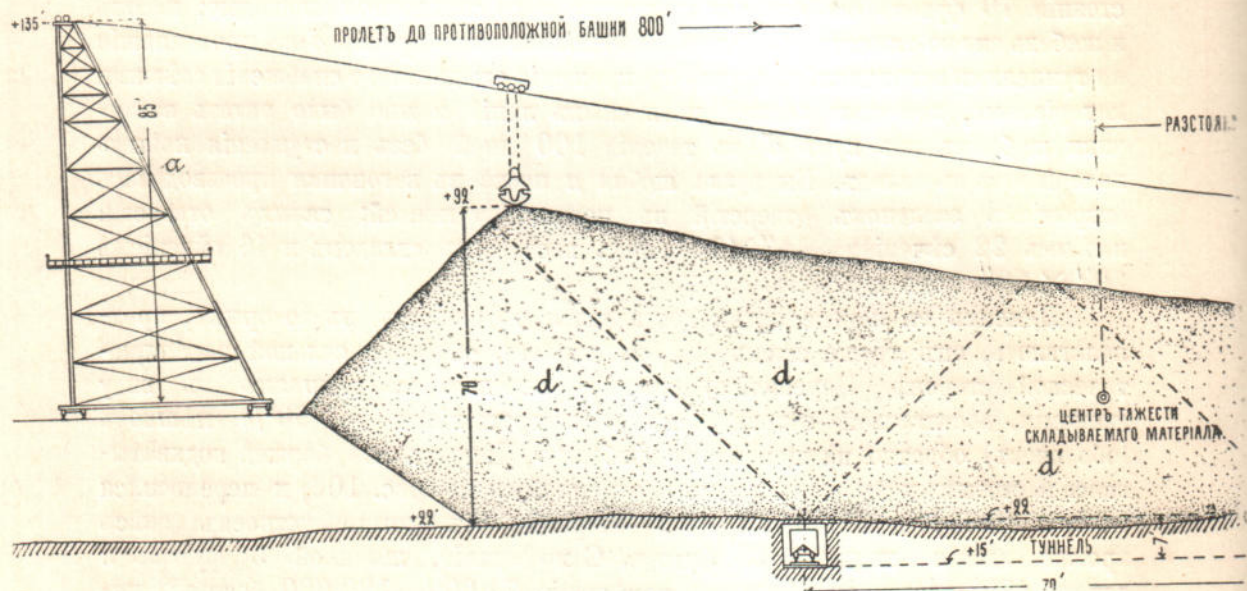


Рис. 105. Склады щебня и песка на работахъ по сооруженію Гатунскихъ шлюзовъ (см. продолженіе рисунка 105 вправо на рисунокъ 106).

вмѣстимостью въ 40 куб. сажень, послѣдняя опорожнялась въ 75 минутъ. Каждый кранъ оборудованъ былъ тремя моторами, работавшими токомъ въ 550 вольтъ. Подъемный моторъ развивалъ при 100 л. с. скорость подъема въ 300 футъ въ минуту; моторъ для движенія тѣлѣжи въ 20 л. с. давалъ скорость въ 550 футъ въ минуту; движеніе самихъ крановъ по пристани производилось моторомъ въ 15 л. с. со скоростью 50 футъ въ минуту.

Пропускная способность разгрузочнаго устройства составляла въ среднемъ 115 куб. саж. песка въ восьмичасовой рабочей день, доходя до максимумъ въ 170 куб. сажень; эта работа производилась двумя кранами, третій же пускался въ ходъ только при ремонтѣ одного изъ первыхъ двухъ; деревянные силосы имѣли емкость трехъ баржей, т. е. около средняго дневнаго количества разгружаемаго песка (115 куб. саж.).

Цементъ, доставлявшійся на судахъ къ Тихоокеанскому устью Канала, выгружался паровыми набережными кранами обыкновенной конструкціи, какіе

встрѣчаются въ коммерческихъ портахъ для выгрузки штучныхъ товаровъ, и помѣщался въ желѣзнодорожные крытые вагоны, подававшіеся на мѣста работъ непосредственно въ пролетъ подвижныхъ бетонныхъ заводовъ (бермовыхъ крановъ), или къ неподвижнымъ заводамъ, зажатымъ въ толщѣ плюзныхъ стѣнъ; нѣкоторый запасъ цемента, на случай задержки въ доставкѣ свѣжаго, помѣщался въ, расположенномъ приблизительно посерединѣ Тихоокеанскаго строительнаго фронта, складѣ вмѣстимостью на 300.000 мѣшковъ; внутри склада, имѣющаго въ планѣ 400×120 кв. футовъ, продолжены два желѣзнодорожныхъ пути, раздѣляющіе его на двѣ продольныя половины; въ каждой изъ нихъ въ поперечномъ направленіи двигались двухтонные электрическіе мостовые краны.

Складочныя мѣста для щебня и песка расположены были на мѣстѣ

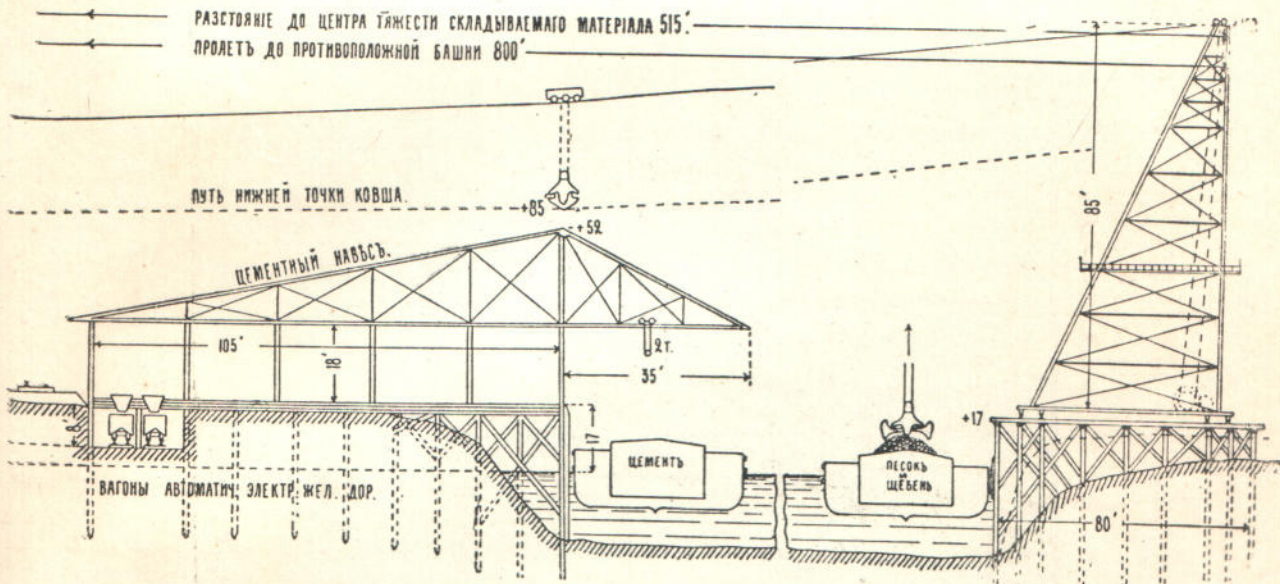


Рис. 106. Складъ цемента и затонъ для разгрузки, подвижныхъ съ океана по водѣ, матеріаловъ на работахъ по сооруженію Гатунскихъ шлюзовъ.

работъ по обѣ стороны разгрузныхъ эстакадъ (рис. 96); послѣднія устроены были въ Мирафлоресъ, гдѣ позволяли прочные высокіе берега котлована, вдоль шлюзныхъ стѣнъ, а въ Педро-Мигуель на площади впереди расположенія шлюза.

Песокъ высыпался въ наружную сторону эстакадъ, а щебень, какъ составляющая, входящая въ составъ бетона въ вдвое большемъ объемѣ, чѣмъ песокъ, съ внутренней стороны эстакады для уменьшенія пути его перемѣщенія. Вдоль эстакадъ, длиною 800 футовъ и высотой 4 сажени, можно было сложить до 3.500 куб. сажень песка и 4.300 куб. сажень щебня, то-есть запасъ на 17 восьмичасовыхъ рабочихъ дней; правыя и лѣвыя эстакады соединялись внѣ предѣловъ шлюзныхъ устройствъ въ одну, выходящую на главную рабочую линію Панамской желѣзной дороги.

Б. Устройства для подачи материаловъ къ мѣсту изготовленія бетона и для изготовленія бетона.

Различное взаимное расположеніе складовъ материаловъ и бетонныхъ заводовъ на Атлантическихъ и Тихоокеанскихъ шлюзахъ привело къ примѣненію различныхъ приспособленій для подачи материаловъ къ мѣсту изготовленія бетона; въ то время какъ на Тихоокеанскихъ работахъ были поставлены подвижные бетонные заводы (бермовые краны), двигавшіеся вдоль складовъ щебня и песка, захватывавшіе ихъ своими ковшами и тутъ же выгружавшіе ихъ въ свои мѣшалки,—на Гатунскихъ работахъ материалы, расположенные вдали отъ неподвижнаго завода, должны были перевозиться по специальной желѣзной дорогѣ длиной $1\frac{1}{3}$ версты съ уклономъ въ 0,044. Для этой цѣли

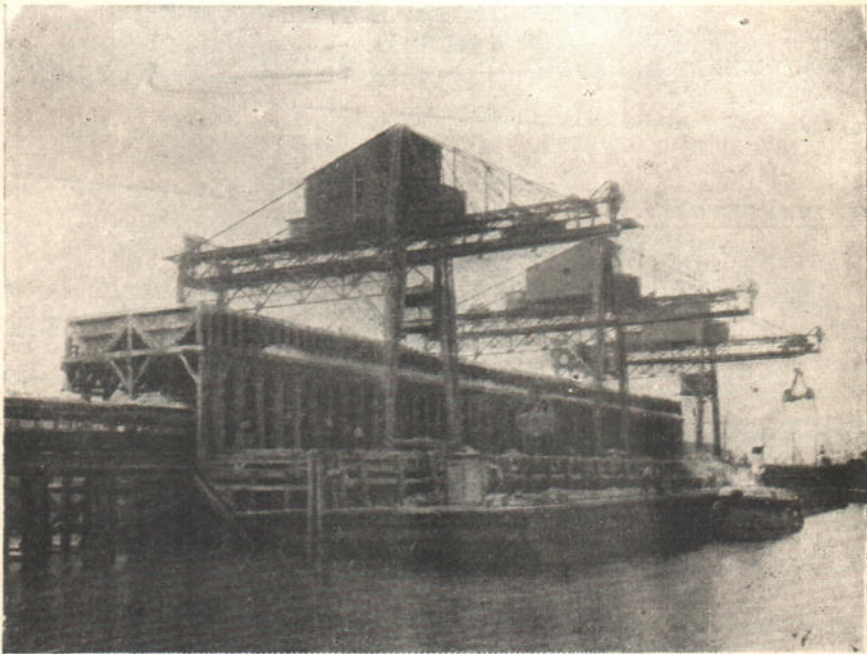


Рис. 107. Пристань, силосы и кранъ для разгрузки песка изъ баржей у Тихоокеанскаго устья.

уложенъ былъ круговой непрерывный путь, по которому двигались электрическія — автоматическія вагонетки (рис. 108) съ раскрывающимися днищами, общій внутренній объемъ которыхъ въ 80 куб. футовъ раздѣленъ былъ стѣнками на три отдѣленія—для цемента, песка и щебня въ пропорціи, отвѣчающей нормальному составу 1 : 3 : 6.

Начиная свой путь у цементнаго навѣса, вагончикъ получалъ изъ закрома порцію цемента, затѣмъ вступалъ въ туннель подъ складами щебня и песка, гдѣ въ него открытиемъ заслонокъ въ потолокъ туннеля высыпался опредѣленный объемъ песка и щебня; нагрузившись ими, вагончикъ поднимался по склону мѣстности, а затѣмъ по эстакадѣ на второй этажъ бетоннаго завода (рис. 49), гдѣ поворотомъ рычага раскрывалось его днище, и содержимое его трехъ отдѣленій высыпалось въ приѣмную воронку одной изъ мѣшалокъ; описавъ на этомъ этажѣ завода поворотъ въ 180° , вагончикъ

возвращался въ цементному складу, завершая свое круговое движеніе; только въ 4-хъ пунктахъ этого пути нарушалась автоматичность ихъ перемѣщенія: въ цементномъ туннелѣ, гдѣ вагончикъ устанавливался подъ закромомъ, въ туннелѣ подъ складомъ песка, подъ складомъ щебня и въ бетонномъ заводѣ.

Вагончики снабжены были моторами, помѣщенными на каждой изъ двухъ осей, и двигались со скоростью 300—325 футовъ въ минуту; при обратномъ спускѣ въ порожнемъ состояніи съ завода къ складамъ моторы ихъ становились генераторами, посылая токъ въ линію. Для пуска вагончика въ ходъ имѣлись у торцовыхъ стѣнокъ ихъ рубильники, легко перекидывавшіеся рабочими, стоящими вдоль рельсового пути; на случай неожиданнаго прекращенія тока они снабжены соленоидными

тормозами, во избѣжаніе же столкновеній при наѣздахъ вагончиковъ другъ на друга, каждый изъ нихъ имѣлъ пружинные буфера какъ спереди, такъ и сзади, при ударѣ выключающихъ токъ, вслѣдствіе чего подъ дѣйствіемъ соленоидныхъ тормозовъ вагончикъ останавливался; за время производства работъ эта дорога перевезла болѣе $4\frac{1}{2}$ милліоновъ тоннъ грузовъ.

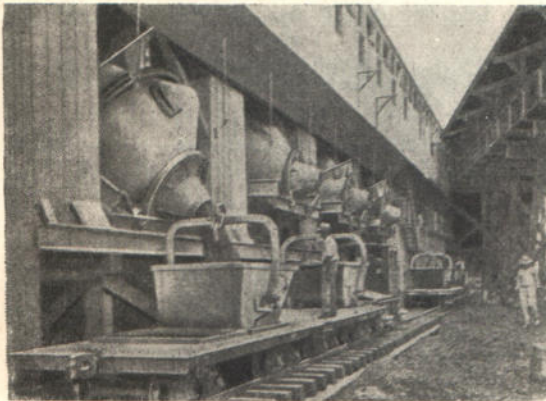


Рис. 109. Нижній этажъ главнаго бетоннаго завода въ Гатунѣ; выгрузка бетона.

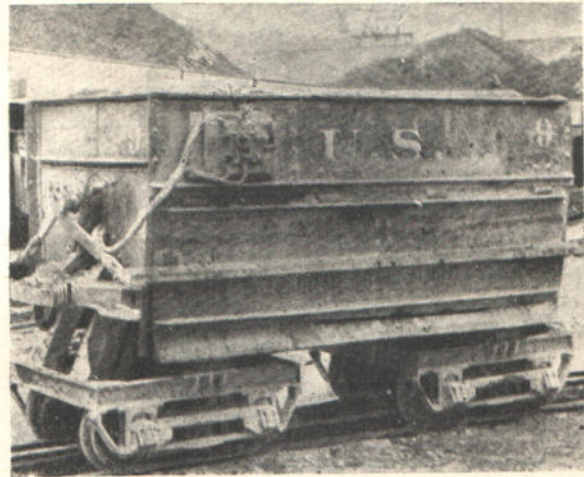


Рис. 108. Вагонъ автоматической электрической желѣзной дороги для подачи матеріаловъ на бетонный заводъ въ Гатунѣ.

Главный бетонный заводъ (рис. 109 и 110), питавшій Гатунскія работы и расположенный у середины длины шлюзовъ, представлялъ двухэтажную деревянную постройку, второй этажъ которой приподнятъ на $6\frac{1}{2}$ футовъ надъ грунтомъ для возможности выгрузки бетона изъ помѣщенныхъ на этомъ этажѣ восьми мѣшалокъ въ ковши, подвозимые на платформахъ узкоколейной электрической желѣзной дороги (рис. 116). Для возможности прокладки двухъ погрузочныхъ путей, мѣшалки расположены 2-мя группами по четыре съ разгрузкой въ противоположныя стороны. На первомъ этажѣ расположены электрической двигатель съ ременной передачей къ мѣшалкамъ, а на третьемъ проложенъ путь для вагончиковъ, подвозившихъ матеріалы въ количествахъ, отвѣчавшихъ требуемой пропорціи смѣси.

мѣшалки расположены 2-мя группами по четыре съ разгрузкой въ противоположныя стороны. На первомъ этажѣ расположены электрической двигатель съ ременной передачей къ мѣшалкамъ, а на третьемъ проложенъ путь для вагончиковъ, подвозившихъ матеріалы въ количествахъ, отвѣчавшихъ требуемой пропорціи смѣси.

При такомъ устройствѣ для приготовления одной порціи бетона рабочему при мѣшалкѣ приходилось только повернуть три рычага: рычагъ, открывающій заслонку на днѣ воронки, принявшей содержимое вагончика, рычагъ для

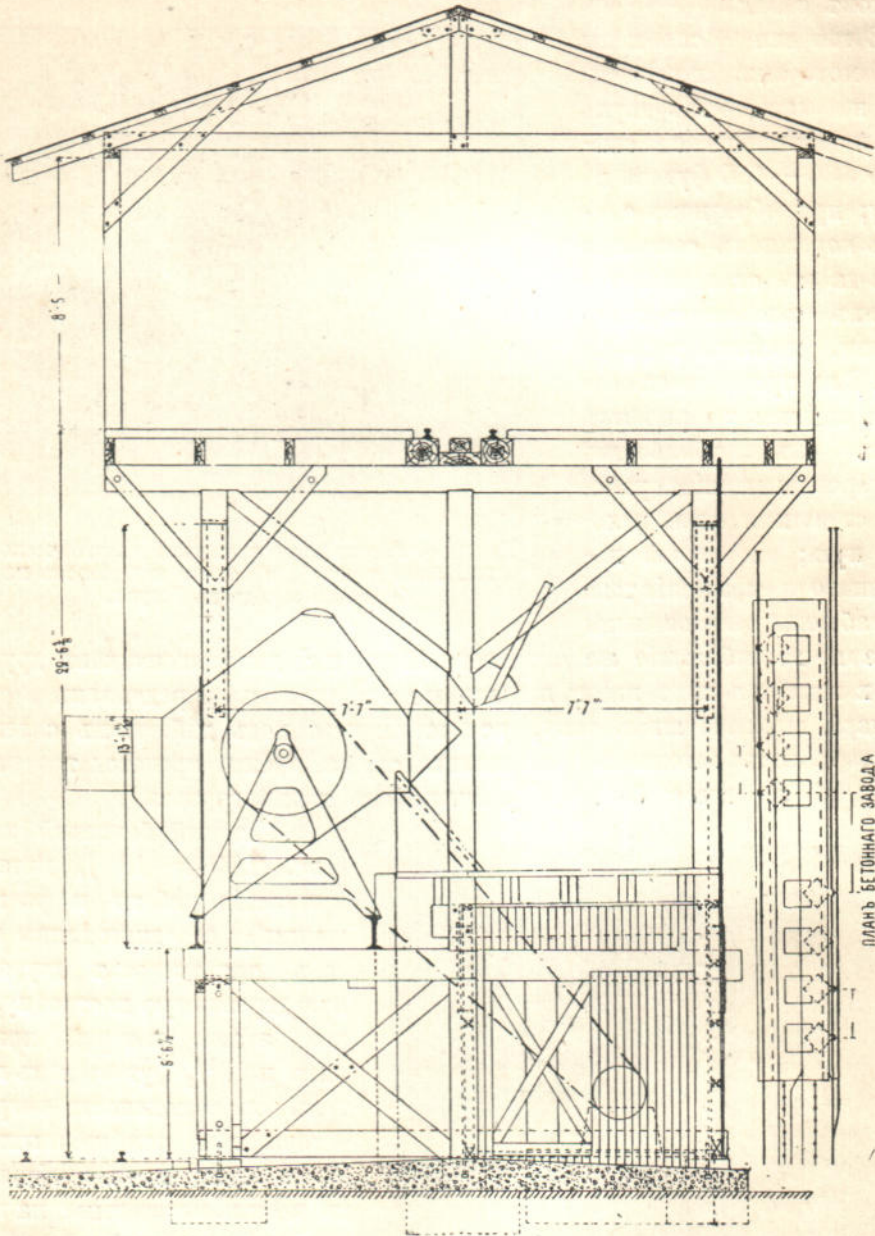


Рис. 110. Поперечный разрѣзъ главнаго бетоннаго завода на Гатунскихъ работахъ. Справа показанъ въ мелкомъ масштабѣ планъ завода.

впуска воды, количество которой также отмѣрялось въ специальномъ сосудѣ, помѣщенномъ на водопроводной линіи, и рычагъ для выгрузки бетона, помощью котораго рама мѣшалки (рис. 111) наклонялась. Мѣшалки, емкостью въ 64 куб. фута, были „кубическаго типа“ (cubic type), почти

исключительно применявшаяся на работах Канала; центръ каждого изъ оснований куба соединенъ съ центромъ каждой изъ четырехъ боксвыхъ граней металлическими стержнями, для лучшей переработки смѣшиваемой массы. Эти мѣшалки изготовляли, въ среднемъ, по 5 куб. сажень въ часъ и достигали maximum'a въ 9 куб. сажень, требуя для вращенія моторъ въ 35 лощ. силъ.

Производительность завода, въ которомъ работало 6 мѣшалокъ (двѣ мѣшалки были запасными), при 12-ти часовомъ рабочемъ днѣ въ горячее время производства кладки, составляла 230—250 куб. сажень въ день.

Каждая изъ 2-хъ шестичасовыхъ смѣнъ состояла изъ 6 рабочихъ у мѣшалокъ (по одному на каждую), 10—15 человекъ на разгрузочномъ этажѣ, десятника и завѣдывающаго движеніемъ бетонныхъ поѣздовъ.

Операциі по подачѣ матеріаловъ къ мѣсту изготовленія бетона и по изготовленію его на Тихоокеанскихъ работахъ выполнялись, какъ указывалось выше, одновременно особыми „бермовыми“ кранами, передвигавшимися вдоль складочныхъ эстакадъ. Эти краны (рис. 113 и 114), снабженные консолями

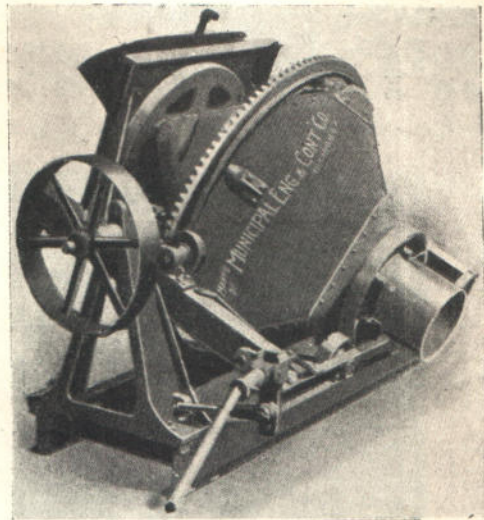


Рис. 111. Мѣшалка для изготовленія бетона; видъ спереди при наклонномъ положеніи рамы для выгрузки.

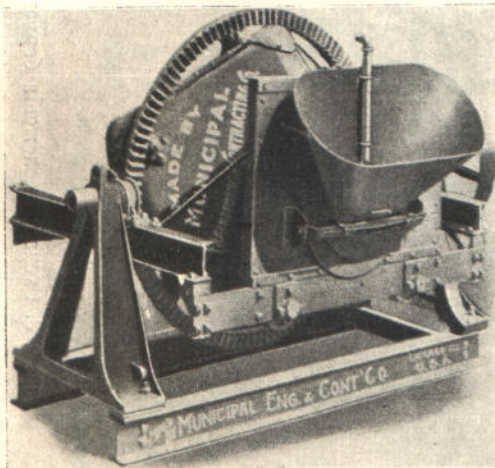


Рис. 112. Мѣшалка кубическаго типа для изготовленія бетона; видъ сзади со стороны подачи матеріаловъ.

150-футовой длины на высотѣ 62 футовъ отъ головки рельса, перемѣщались по двумъ путямъ нормальной колеи, разстоящими ось отъ оси на 50 футовъ. На каждой консоли по, подвѣшенному къ ней снизу, пути двигалась тельжка, поддерживавшая ковшъ емкостью въ 2 куб. метра, помощью котораго въ часъ доставлялось 4 куб. саж. песка и 8 куб. саж. щебня къ средней части крана, гдѣ эти матеріалы высыпались въ закрома, расположенные надъ бетоннымъ заводомъ; послѣдній состоялъ изъ двухъ мѣшалокъ, емкостью 80 куб. футовъ, помѣщенныхъ въ нижней части крана (рис. 114). Цементъ поднимался изъ, установленныхъ подъ

краномъ, желѣзнодорожныхъ вагоновъ помощью норіи со скоростью 800 мѣшковъ въ часъ на цементный этажъ крана, расположенный подъ этажемъ съ закромами щебня и песка; матеріалы изъ этихъ закромовъ

спускались опредѣленными порціями по трубамъ изъ цементнаго этажа въ мѣшалки, откуда бетонъ выливался въ ковши, установленные на платформахъ узкоколейной желѣзной дороги, для доставки къ другимъ „камернымъ“ кранамъ для помѣщения въ кладку; въ Мирафлоресѣ, гдѣ бермовые краны двигались по берегу котлована вдоль возводимыхъ шлюзовыхъ стѣнъ, содержимое ихъ мѣшалокъ выливалось въ ковши, которые поднимались тѣлѣжкой консоли, обращенной къ шлюзу, и выгружались въ ближайшую боковую стѣну.

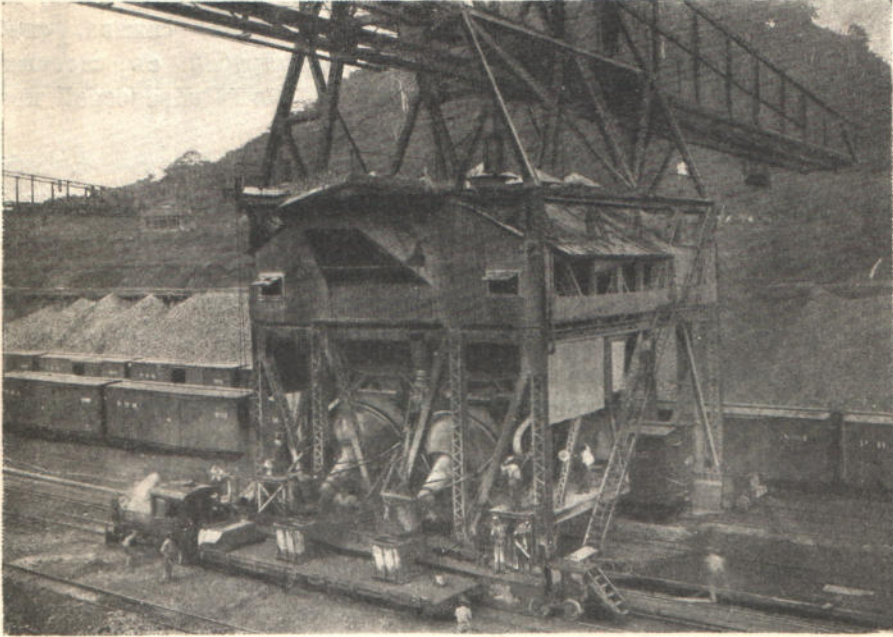


Рис. 114. „Бермовый“ кранъ (подвижной бетонный заводъ) на работахъ Тихоокеанскихъ шлюзовъ.

Для приведенія въ дѣйствіе разныхъ механизмовъ на бермовомъ кранѣ установлено было семь моторовъ, большая часть которыхъ помѣщена въ машинномъ отдѣленіи вверху, въ средней части крана надъ его пролетомъ; каждая мѣшалка приводилась въ дѣйствіе моторомъ въ 40 л. с., перемѣщеніе каждой тѣлѣжки по консоли выполнялось моторомъ въ 20 л. с. съ наибольшею скоростью въ 480 футовъ въ минуту; для подъема ковша служилъ моторъ въ 65 л. с. при скорости подъема въ 200 футовъ и скорости опусканія въ 250 футовъ въ минуту; для ворія установленъ былъ моторъ въ 15 л. с. Перемѣщеніе всего крана вдоль фронта работы производилось тѣмъ 65 сильнымъ моторомъ, который служилъ для подъема ковша и могъ быть, по отдѣленіи отъ подъемнаго механизма, сдѣлать съ движущей кранъ лебедкой.

Производительность бермового крана составляла $11\frac{1}{2}$ куб. сажень бетона въ часъ, что при двухъ кранахъ и при восьмичасовомъ рабочемъ днѣ давало въ среднемъ около 180 и максимумъ 230 куб. сажень въ день; другими словами, въ среднемъ кранъ каждую минуту выгружалъ въ кладку стѣны 1 ковшъ, то-есть около 60 куб. футовъ бетона.

Въ связи съ примѣненіемъ бермовыхъ крановъ для непосредственной отливки кладки боковыхъ шлюзныхъ стѣнъ, въ Мирафлоресѣ употреблялись ящики (рис. 115), первоначальнымъ назначеніемъ которыхъ было передавать бетонъ отъ бермового крана камерному; вслѣдствіе неосуществленія схемы совместной работы этихъ крановъ (стр. 185), ящики служили промежуточнымъ резервуаромъ между заводомъ и стѣной, обеспечившимъ нѣкоторую независимость работы бетоннаго завода-крана отъ расхода бетона на кладку въ каждый данный моментъ; ящикъ, емкостью въ 0,3 куб. сажени, снабженъ былъ выпускной трубой съ задвижкой и установленъ на легко переносной металлической подставкѣ.

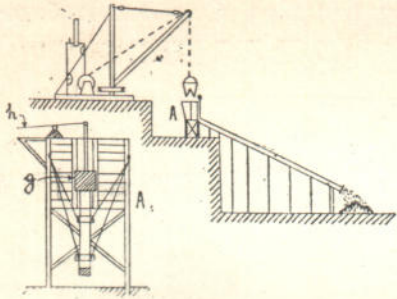


Рис. 115. Ящикъ для бетона емкостью 0,3 куб. саж.

Для перевода поѣздовъ съ ковшами бетона, двигавшихся отъ бермовыхъ крановъ въ створъ камерныхъ, изъ верхней шлюзной камеры въ низовую (въ двухъ ступенчатыхъ шлюзахъ въ Мирафлоресѣ) устроены были эстакадные спуски съ уклономъ въ $\frac{1}{6}$, перемѣщеніе же камерныхъ крановъ изъ верхней камеры въ низовую совершалось установкой ихъ на клѣти, выведенныя со дна низовой камеры до уровня пола верхней, и опусканіемъ на двухъ 35-тонныхъ домкратахъ съ постепенной разборкой клѣтей.

В. Устройства для подачи готоваго бетона въ кладку.

Для возможности примѣненія всего бетона, который изготовлялся заводами, устройства для подачи бетона въ кладку должны были обеспечить пропускную способность, не меньшую общей производительности всѣхъ бетонныхъ заводовъ—основного и вспомогательныхъ; выборъ типовъ этихъ устройствъ составлялъ наиболѣе трудный вопросъ при проектировкѣ оборудованія бетонныхъ работъ и послѣ ряда сравнительныхъ схемъ, былъ разрѣшенъ, какъ уже упоминалось, различно во всѣхъ шлюзныхъ группахъ.

Въ Гатунѣ, гдѣ неподвижные бетонные заводы расположены у шлюзныхъ стѣнъ, для подачи бетона въ кладку служили двѣ взаимно перпендикулярныя системы: продольная узкоколейная (рис. 92) желѣзная дорога, проложенная на одномъ берегу котлована, и подвѣсныя поперечныя линіи, переброшенныя надъ возводимыми шлюзами.

Продольная желѣзная дорога состояла изъ четырехъ параллельныхъ путей, по двумъ изъ которыхъ двигались составы съ бетономъ отъ завода, а по двумъ другимъ возвращались порожніе. Поѣзда этой электрической дороги (рис. 116) состояли изъ двухъ платформъ, на которыя устанавливались ковши для бетона; для возможности одновременной выгрузки изъ двухъ мѣшалокъ завода въ два ковша, установленные на платформахъ, а также для одновременнаго поднятія крюками двухъ нитей башни подвѣсной дороги двухъ ковшей съ подвезенныхъ платформъ, длина послѣднихъ соответствовала разстоянію между осями мѣшалокъ и разстоянію между парными подвѣсными линіями одной башни; на каждой платформѣ имѣлось два гнѣзда для ковшей,

что сделано было для установки на них опорожненных ковшей до снятия наполненных бетономъ. Перевозка бетона совершалась 12-тью составами по путямъ длиной каждый въ 3.900 футовъ, шириной колеи въ 3 фута; электрическіе локомотивы рудничнаго типа рассчитаны были на перемѣщеніе составовъ вѣсомъ до 25 тоннъ со скоростью 15 верстъ въ часъ на предѣльномъ подъемѣ въ 0,02.

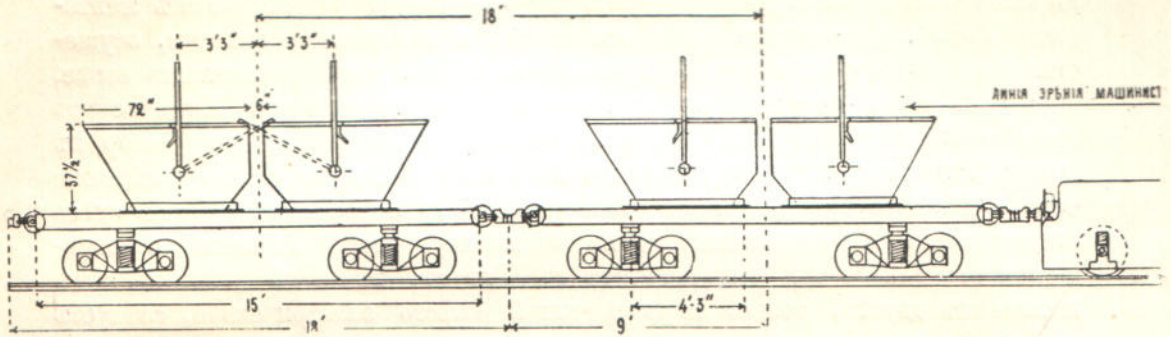


Рис. 116. Состав электрической узкоколейной желѣзной дороги для перевозки ковшей съ бетономъ отъ завода къ мѣсту кладки.

Вторая поперечная система приспособленій для подачи бетона въ кладку—подвѣсныя дороги состояли изъ 8 канатныхъ линій, перекинутыхъ пролетомъ въ 800 футовъ поперекъ шлюза, по двѣ на каждой парѣ башенъ, расположенныхъ въ одномъ поперечномъ сѣченіи на обоихъ берегахъ котлована (рис. 92). Каждая пара этихъ башенъ могла синхронно двигаться вдоль сооружаемыхъ шлюзовъ, для чего на каждомъ берегу на подсыпанной полосѣ уложены были по два пути нормальной колеи въ разстояніи 50 футовъ ось отъ оси; башни стальной сквозной конструкціи, высотой 85 футовъ, вѣсили по 180 тоннъ и снабжены были бетонными противовѣсами въ 200 тоннъ для уравновѣшиванія натяженія отъ подвѣснаго каната; послѣдній, діаметромъ въ $2\frac{1}{4}$ дюйма, былъ рассчитанъ на нагрузку въ 6 тоннъ при стрѣлѣ провѣса подъ такимъ грузомъ въ 44 фута.

Механизмы для самостоятельной работы каждой пары подвѣсныхъ ливій на двухъ поддерживающихъ ихъ башняхъ расположены были на одной изъ нихъ (головной) и состояли изъ подъемной лебедки, лебедки для перемѣщенія подвѣсной тѣлѣжки, мотора для приведенія ихъ въ дѣйствіе въ 150 л. с., и мотора въ 25 л. с. для приспособленія, опрокидывающаго ковшъ; кромѣ того, на обѣихъ башняхъ помѣщены 25 сильные моторы для поступательнаго перемѣщенія самихъ башенъ, совершавшагося со скоростью 50 футовъ въ минуту; подъемная скорость ковша составляла 330 футовъ въ минуту, скорость тѣлѣжки—2.400 футовъ. При такихъ условіяхъ тѣлѣжка совершала отъ 16 до 20 рейсовъ въ часъ, что давало $0,2 \times 16 = 3,2$ куб. сажени выгруженнаго бетона на линію въ часъ, или $3,2 \times 8 = 25,6$ куб. сажени на все устройство.

Всѣ операціи на каждой линіи подвѣсныхъ дорогъ выполнялись однимъ машинистомъ, помѣщавшимся на возвышенной площадкѣ головной башни, помощью шести рукоятокъ, расположенныхъ у него подъ рукой.

Кромѣ подачи бетона въ кладку, подвѣсными дорогами пользовались и

для другихъ работъ—для удаленія грунта изъ шлюзного котлована, перемѣщенія формъ для водопроводныхъ галлерей, для подачи грунта для заполнения внутреннихъ полостей и заднихъ граней возведенныхъ шлюзныхъ стѣнъ и даже для установки металлическихъ отливокъ, задымляемыхъ въ кладку; въ этомъ послѣднемъ случаѣ болѣе тяжелыя части иногда подвѣшивались одновременно къ двумъ подвѣснымъ линіямъ.

Подобно Гатунскимъ, и Тихоокеанскія устройства для подачи бетона въ кладку состояли изъ двухъ элементовъ—продольныхъ узкоколейныхъ желѣзныхъ дорогъ, уложенныхъ вдоль оси шлюза, и поперечной системы, осуществленной въ видѣ камерныхъ крановъ; впрочемъ, какъ указывалось выше, наряду съ такой системой изъ двухъ элементовъ, въ шлюзахъ Мирафлоресъ примѣнена была подача бетона бермовыми кранами, на которыхъ бетонъ изготовлялся, непосредственно въ кладку боковыхъ стѣнъ, вслѣдствіе чего отдѣльныя приспособленія для продольнаго перемѣщенія бетона здѣсь отсутствовали. Не останавливаясь на этомъ послѣднемъ элементѣ, отличающемся отъ такого же примѣннаго въ Гатунѣ, въ видѣ узкоколейныхъ желѣзныхъ дорогъ, только паровой тягой вмѣсто электрической, слѣдуетъ отмѣтить, что для управленія движеніемъ этихъ составовъ, направленныхъ въ Педро-Мигуелъ, (рис. 95) отъ бермовыхъ крановъ въ предшлюзномъ пространствѣ, то въ одну, то въ другую камеру и возвращавшихся по специальнымъ путямъ, установлено было девять постовъ, какъ у стрѣлокъ, такъ и по длинѣ путей.

Примѣненные для подачи въ кладку бетона, подвезеннаго къ данному поперечному сѣченію камеры, „камерные“ краны представляли каждый (рис. 97 и 117) металлическую сквозную башню изъ четырехъ стоекъ, поддерживавшихъ на высотѣ 97 футовъ горизонтальный мостикъ со свѣсами, и опиравшихся каждая на двухъ осныя телѣжки; для послѣднихъ параллельно оси камеръ уложены были, въ разстояніи 56 футовъ ось отъ оси, два пути нормальной колеи. Ковши бетона, емкостью въ 54 куб. фута, подвезенные въ створъ крана, поднимались врюкомъ особой телѣжки, перемѣщавшейся по пути, подвѣшенному къ верхнему мостику и его свѣсамъ. Электрическое оборудованіе крана, дѣйствовавшего 550-вольтнымъ постояннымъ токомъ, устроено такъ же, какъ и на бермовыхъ кранахъ съ той лишь разницей, что для перемѣщенія башенъ имѣлся специальный моторъ въ 15 л. с., управляемый изъ будки машиниста, движущейся по верхнему мостику вмѣстѣ съ ковшемъ; такое устройство будки оказалось весьма удобно и содѣйствовало быстротѣ работы; моторъ для подъема ковша имѣлъ 47 л. с., а моторъ для движенія телѣжки—21 л. с.; всѣ механизмы расположены были въ машинномъ помѣщеніи на верхнемъ мостиѣ. Операціи краномъ совершались со слѣдующими скоростями: для подъема 200 футовъ въ минуту, для поступательнаго движенія телѣжки 400 футовъ и для собственного перемѣщенія крана—25 футовъ въ минуту. При такихъ скоростяхъ производительность камернаго крана составляла 6 куб. сажень бетона, уложеннаго въ кладку, въ часъ, что при 8-ми часовомъ рабочемъ днѣ и четырехъ кранахъ на каждой шлюзной группѣ давало въ среднемъ около 200 куб. сажень въ день и максимумъ въ 230 куб. сажень.

Приспособленіями для подачи въ кладку, подвезеннаго къ мѣсту работъ, бетона въ теченіе начального и послѣдняго періода сооруженія шлюзовъ

(стран. 177), а также и въ теченіе основного періода въ помощь къ основнымъ устройствамъ, служили краны и дерики, обычно съ вантовымъ крѣпленіемъ (рис. 118), необходимые въ такихъ пунктахъ работъ, куда не могли продвинуться болѣе громоздкія основныя приспособленія; дерики размѣщались на верху возводимыхъ стѣнъ въ разстояніи 7—10 сажень другъ отъ друга на ступенькахъ кладки, высотой въ 6 футовъ, и по мѣрѣ отливки стѣны перемѣщались впередъ, подвигаясь по поверхности, только что отлитаго предыдущимъ дерикомъ, слоя.

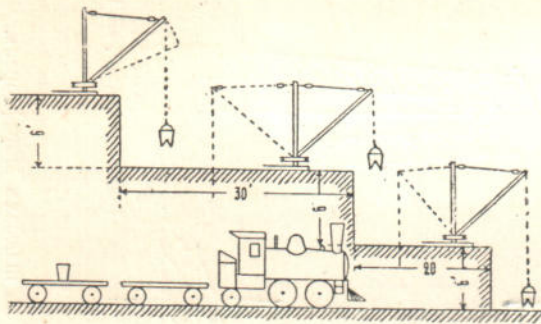


Рис. 118. Краны-дерикъ для подачи бетона въ кладку

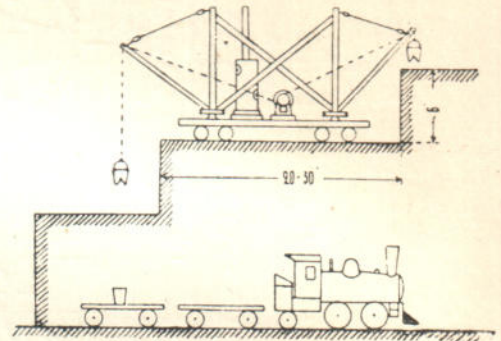


Рис. 119. Парный дерикъ для подачи бетона въ кладку.

На шлюзахъ въ Мирафлоресъ примѣненъ былъ особый парный дерикъ (рис. 119), помощью котораго кладка велась въ двухъ различныхъ уровняхъ спереди и позади его; этотъ дерикъ двигался по пути, уложенному на кладкѣ, помощью собственной лебедки и помѣщалъ въ кладку до 50 куб. сажень бетона въ восьмичасовой рабочей день, тогда какъ простые дерики клали не болѣе 30 кубовъ.

Г. Формы для отливки бетонныхъ сооружений.

Последнюю группу приспособленій для производства бетонныхъ работъ представляли формы для отливки частей шлюзныхъ сооружений. Изъ нихъ заслуживаютъ особаго вниманія формы для шлюзныхъ стѣнъ, которыя, какъ отмѣчено было выше, примѣнены были совершенно различной конструкціи на Атлантическомъ и Тихоокеанскомъ склонахъ; типы формъ, служившихъ для образованія проемовъ въ толщѣ бетонныхъ стѣнъ, приведены выше при описаніи общаго состава приспособленій (стр. 188).

Стѣнные формы, примѣненные въ Гатунѣ, гдѣ кладка велась монолитами длиной въ 36 футовъ, сразу во всю высоту стѣны, состояли (рис. 120 и 121) каждая изъ шести элементовъ: лицевого стального щита, торцовыхъ щитовъ, щитовъ для заднихъ граней, торцевого упора и сквозной металлической башни, поддерживающей лицевой щитъ. Этотъ щитъ, на 8 дюймовъ шире отливаемого монолита, подвѣшенъ былъ къ башнѣ помощью приклепанныхъ къ нему по линіямъ, приходящимся противъ трехъ вертикальныхъ реберъ башни, треугольныхъ выступовъ; послѣдніе опирались на шарниры, продѣтые сквозь трубчатые стойки башни. Для плотнаго примыканія щита къ лицу отливаемой стѣны въ узловыхъ точкахъ башни установлены горизонтально винтовые домкраты, упиравшіеся въ щитъ; весь

распоръ отъ бетона на щитъ, воспринимаемый такимъ образомъ башней, какъ пространственной фермой, въ ея узловыхъ точкахъ передавался двумъ подкосамъ. (рис. 120) нижними концами упиравшимся въ вырубку пола камеры.

Торцовые щиты состояли изъ семи горизонтальных поясовъ, подпертыхъ посерединѣ ихъ длины указанной треугольной фермой; наружные концы торцовыхъ формъ сбалчивались съ лицевымъ щитомъ и со щитами заднихъ обрѣзовъ, благодаря чему и послѣднія удерживались въ надлежащемъ положеніи; въ верхней части монолита передній щитъ связанъ былъ съ задними щитами на обрѣзахъ стѣны болтами, пропущенными сквозь ея тѣло.

Во избѣжаніе, пріснятіи формъ, складыванія торцовыхъ и заднихъ формъ на полъ камеры, на башняхъ устроены были консольные выступы для ихъ установки (рис. 121), переносъ же этихъ частей совершался частью подвижной дорогой, частью укосинами силой въ 3 тонны, прикрѣпленными къ крайнимъ фермамъ башенъ и вращающимися въ вертикальной и горизонтальной плоскости (рис. 121).

Металлическія башни, состоявшія изъ трехъ поперечныхъ фермъ высотой 70 футовъ, расположенныхъ въ разстояніи 12 футовъ ось отъ оси, опирались на четыре двухъосныя тѣлѣжки для перемѣщенія по двумъ путямъ, уложеннымъ на полу камеры, для чего въ концѣ камеры была установлена паровая лебедка съ стальнымъ канатомъ. Элементы башни были рассчитаны на давленіе бетона въ предположеніи, что въ начальный моментъ его отливки уголъ естественнаго откоса его равенъ нулю, а къ концу схватыванія, наступающаго черезъ 8 часовъ послѣ затворенія, этотъ уголъ становится равнымъ 90° , при чемъ скорость отливки монолита предполагалась въ 3 куб. саж. въ часъ; принято также во вниманіе давленіе вѣтра въ 0,5 пуда на кв. футъ площади лицевого щита. Башни, при вѣсѣ металла, включая передній щитъ, въ 150 тоннъ, уравнивались бетонными противовѣсами въ 50 тоннъ, помещенными внизу надъ тѣлѣжками.

Являясь удобнымъ приспособленіемъ для быстрой отливки шлюзныхъ

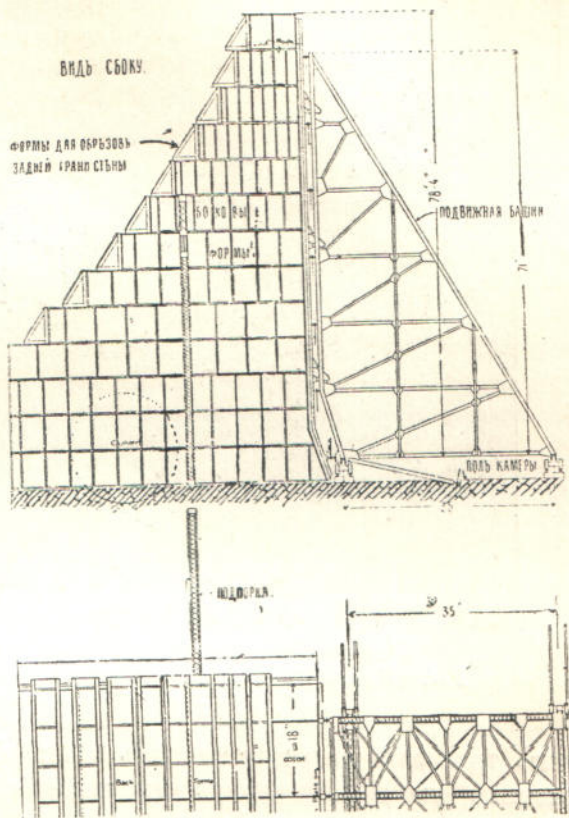


Рис. 120. Видъ сбоку и половина плана башенныхъ формъ для отливки боковой шлюзной стѣны.

стѣнъ, описанныя башни не могли, однако, быть примѣнены по всей длинѣ этихъ стѣнъ, уступая мѣсто другимъ формамъ въ такихъ пунктахъ, какъ, напримѣръ, шкафныя части для воротъ; нѣкоторая громоздкость этихъ

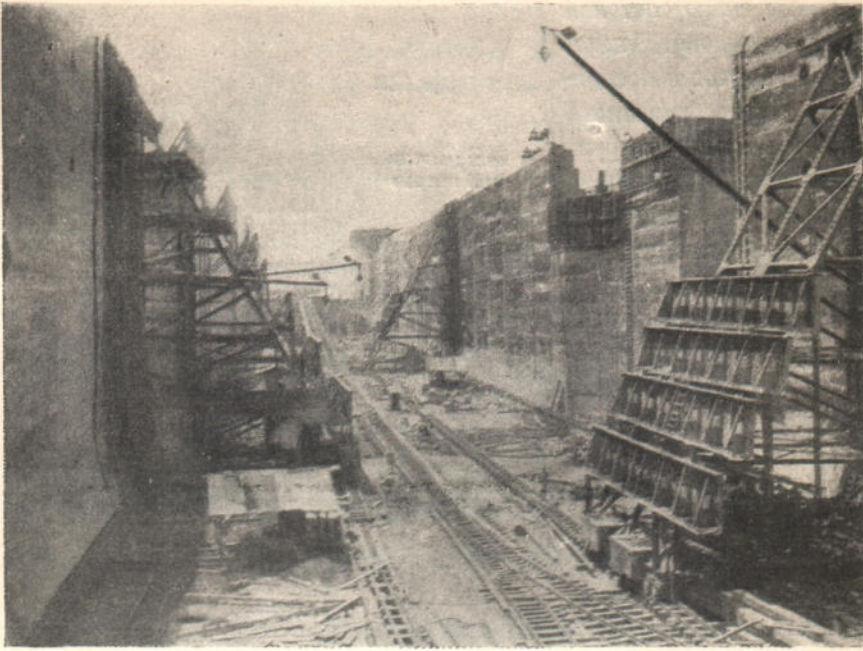


Рис. 121. Металлическія сквозныя башни, поддерживающія формы для отливки шлюзовыхъ стѣнъ.

формъ, трудность перемѣщенія ихъ вдоль фронта отливки и перевода изъ верховыхъ шлюзовыхъ камеръ въ низовыя являлись также недостатками этой системы, при сравненіи ихъ съ болѣе простыми и легкими, какъ по исполненію, такъ и по примѣненію, деревянными формами консольно-поясного типа, помощью которыхъ велись бетонныя работы въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ.

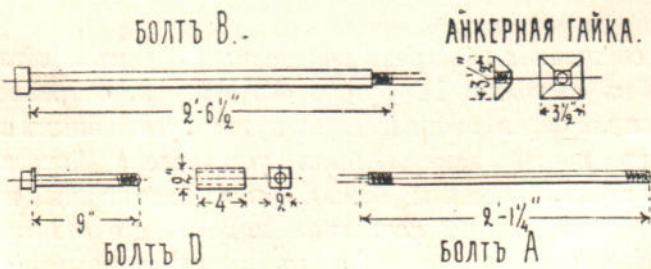


Рис. 122. Болты—анкерный и вспомогательный—для консольно-поясныхъ формъ.

собственно форму, а нижняя часть изъ однихъ реберъ служила анкерной консолью, притягивавшеюся болтами къ тѣлу уже отлитого нижележащаго слоя кладки; рама имѣла по высотѣ три горизонтальныхъ пояса, сквозь которые пропускались болты для прикрѣпленія формы къ кладкѣ. Анкерные болты (рис. 122) однодюймового калибра состояли изъ двухъ частей

Эти послѣднія формы, постепенно поднимаемыя по поверхности возводимой кладки (рис. 98), состояли изъ рамъ 15-тифутовой длины и 14 футовой высоты, верхняя часть которыхъ высотой шесть футовъ забрана досками (рис. 123), и представляетъ

A и *D*, соединенных стяжной муфтой, помощью которой форма притягивалась къ лицу кладки; для пропуска этих болтовъ въ кладку въ послѣдней должны были оставаться отверстія, діаметромъ $1\frac{1}{4}$ дюйма и въ глубинѣ этихъ отверстій втопленныя въ кладку гайки, въ которыя вставляемые болты *A* могли быть ввинчены; подготовка

отверстій и задѣлка въ кладку гаекъ достигались примѣненіемъ особыхъ вспомогательныхъ болтовъ *B*, діаметромъ $1\frac{1}{4}$ дюйма, съ навинченной на концѣ гайкой; болты эти, смазанные нефтью, заливались кладкой, а затѣмъ сейчасъ же по ея затверденіи вывинчивались изъ застрявшихъ въ кладкѣ гаекъ, чѣмъ подготовлялось мѣсто для анкерныхъ болтовъ *A*.

Консольно-поясныя формы описанной конструкціи выдерживали два рабочихъ подъема отъ пола камеры до верха стѣны, что составляетъ при высотѣ отливаемого слоя въ шесть футовъ, отъ 10 до 14 перестановокъ.

Являясь значительно болѣе дешевыми по сравненію съ Гатунскими металлическими, консольно-поясныя формы требовали и меньшихъ эксплуатаціонныхъ расходовъ, что не

Рис. 123. Консольно-поясная форма до отливки слоя и послѣ отливки въ моментъ ея отдѣленія для поднятія.

замедлило отразиться на стоимости куба кладки на обоихъ склонахъ Перешейка.

Кромѣ главныхъ стѣнныхъ формъ, при отливкѣ кладки шлюзовъ примѣненъ рядъ второстепенныхъ деревянныхъ и металлическихъ формъ, помощью которыхъ въ массивѣ кладки оставляютъ проемы для водопроводныхъ и смотровыхъ галлерей, дренажныхъ туннелей, камеръ для затворовъ и задвижекъ и т. п. Описание типовъ этихъ формъ, въ большинствѣ случаевъ одинаковой конструкціи во всѣхъ шлюзныхъ устройствахъ, какъ Атлантическаго, такъ и Тихоокеанскаго склона, помѣщено выше въ параграфѣ объ общемъ составѣ устройствъ для бетонной кладки (стр. 188).

4. Приемы производства бетонной кладки при сооруженіи шлюзовъ.

А. Заложение основаній.

Шлюзные устройства Канала заложены на скалѣ, мощность пластовъ которой и прочность породы оказались вполне достаточны, за исключеніемъ отдѣльныхъ небольшихъ участковъ, какъ для сопротивленія давленію воды снизу, гдѣ таковая могла бы проникнуть черезъ трещины въ пластвѣ, такъ

и для принятія вѣса кладки стѣнъ. При такихъ условіяхъ заложене основаній шлюзныхъ камеръ сводилось къ отливкѣ бетона на выровненной и очищенной поверхности скалы; при толщинѣ пола камеръ, равной одному футу, и при расположеніи поперечныхъ (рис. 100 и 101) водопроводныхъ галлерей высотой $6\frac{1}{2}$ футовъ ниже его поверхности на $3\frac{1}{2}$ фута, для послѣднихъ въ скалѣ вырубались траншеи глубиной въ 13 футовъ и шириной 20 футовъ, въ которыя устанавливались формы для отливки этихъ галлерей; во избѣжаніе ослабленія скалы динамитными работами, эти траншеи вырубались камнерѣзными (стр. 160) машинами или разрабатывались кирками. Отливка пола велась длинными параллельными оси шлюза участками шириной 15 футовъ съ доставкой бетона поѣздами узкоколейной желѣзной дороги, проложенной по уже отлитымъ полосамъ; формы для поперечныхъ галлерей длиной по 20 футовъ, послѣ отливки полосы, передвигались на мѣсто, смежной съ ней, такой же 15-ти-футовой ширины полосы.

По концамъ поперечныхъ галлерей къ формамъ, установленнымъ для ихъ отливки, приставлялись формы для колѣнъ, соединяющихъ ихъ съ продольными галлерейми въ шлюзныхъ стѣнахъ, причемъ подошва боковыхъ стѣнъ при отливкѣ пола отдѣлялась лоткомъ, который впоследствии входилъ въ составъ сѣченія продольной галлерей.

Въ предшлюзной и верховой шлюзной камерахъ Гатунскихъ шлюзовъ, вслѣдствіе слабости скалы (песчаника) пришлось прибѣгнуть къ утолщенію пола до 20 футовъ и прикрѣпленію его рельсовыми анкерами къ скалѣ; съ цѣлью воспрепятствовать прониканію воды подъ полъ этихъ камеръ, съ верховой стороны опущена поперекъ ихъ на глубину двухъ сажень отъ подошвы пола бетонная стѣнка толщиной 3 фута, выведенная наружу за очертаніе шлюза въ планѣ; къ выступающимъ за это очертаніе концамъ ея подведены такія же подпольныя стѣнки, направленные вдоль шлюзныхъ стѣнъ въ низовую сторону до предѣловъ слабой скалы. Отливка пола, толщиной въ 20 футовъ, велась отдѣльными монолитами размѣрами въ планѣ $45' \times 40'$ съ наклонными боковыми гранями съ цѣлью заставить полъ работать, какъ обратный сводъ подъ давленіемъ воды снизу. Монолитамъ, образующимъ король шлюзныхъ камеръ, придано было клинообразное очертаніе въ планѣ.

Въ то время, какъ всѣ шлюзы основаны были на прочной скалѣ, потребовавшей, за исключеніемъ указаннаго мѣста въ Гатунѣ, только покрытія ея бетонной одеждой, подходяныя къ шлюзамъ стѣны, составлявшія выступавшія на 1.000 футовъ продолженія среднихъ стѣнъ, оказались въ менѣе благоприятныхъ условіяхъ; въ двухъ случаяхъ скала оказалась на значительной глубинѣ подъ слоемъ глинистаго грунта, что потребовало заложения искусственныхъ основаній: въ Гатунѣ—на желѣзо-бетонныхъ сваяхъ, а въ Мирафлоресѣ—на опускныхъ колодцахъ; вмѣстѣ съ тѣмъ этимъ стѣнамъ при 60 футовой ширинѣ для уменьшенія ихъ вѣса была придана „ячеистая“ (cellular) конструкція—онѣ состояли изъ тонкихъ желѣзобетонныхъ наружныхъ стѣнокъ, связанныхъ рядомъ внутреннихъ поперечныхъ; внутренняя полость стѣнъ была разбита этими поперечными стѣнками и 2-мя продольными на рядъ квадратовъ въ $15' \times 20'$, оставленныхъ незаполненными.

Здѣсь слѣдуетъ отмѣтить мѣру, примѣненную въ Гатунѣ при обнаружившейся осадкѣ возводимой подходной стѣны и состоявшую въ направленіи

продуктовъ рефулированія на прилегавшія къ стѣнѣ площади; увеличившаяся на нихъ нагрузка остановила дальнѣйшее осѣданіе стѣнъ.

Б. Монолиты бетонной кладки и проемы въ ихъ толщѣ.

При большихъ поперечныхъ размѣрахъ и значительной длинѣ шлюзныхъ стѣнъ отливка ихъ, требовавшая помѣщенія въ кладку громадныхъ массъ бетона, естественно должна была вестись отдѣльными участками—монолитами; размѣры ихъ въ длину (вдоль оси шлюза) опредѣлялись отнюдь не соображеніями о температурныхъ деформацияхъ, которыя отъ этихъ размѣровъ не

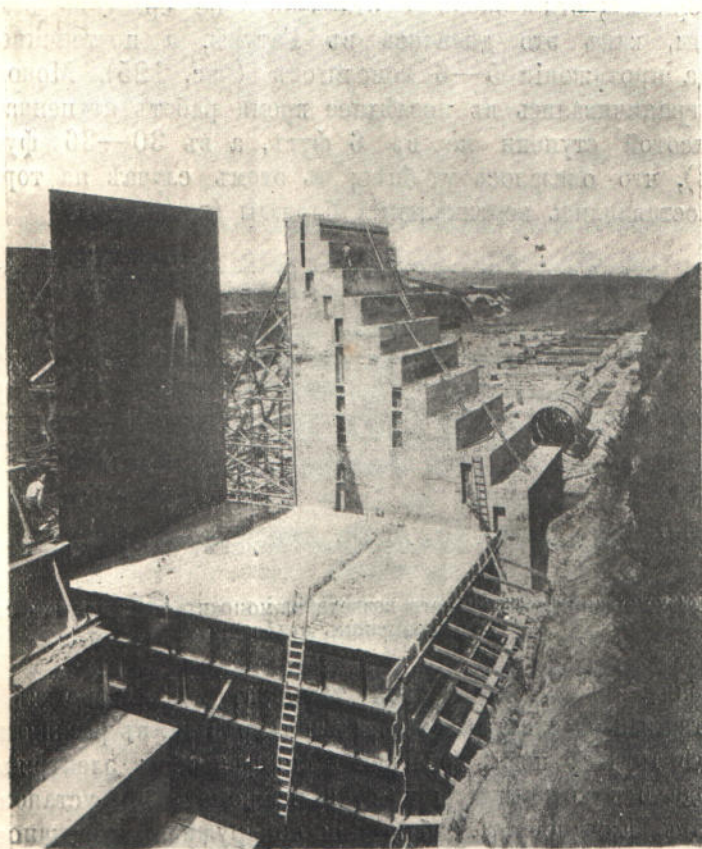


Рис. 124. Монолиты шлюзной стѣны и металлическія башенныя формы для ихъ отливки.

зависятъ, а самими приспособленіями для кладки и приѣмами ея производства, а также стремленіемъ дать возможность отдѣльнымъ частямъ стѣнъ свободно осѣдать въ соотвѣтствіи съ мѣстными, болѣе или менѣе однообразными для небольшихъ участковъ сооруженія, условіями. Въ зависимости отъ различныхъ приѣмовъ производства работъ, различнаго типа были и монолиты въ Атлантическихъ и Тихоокеанскихъ шлюзахъ. Въ первыхъ изъ нихъ монолиты отливались во всю высоту стѣны и ограничены вертикальными плоскостями (рис. 124); для водонепроницаемаго сопряженія двухъ смежныхъ монолитовъ, въ торцовыхъ стѣнахъ ихъ оставлялись вертикальныя борозды (канелюры), заливавшіяся при отливкѣ сосѣдняго монолита бетономъ.

Въ первое время работъ, Гатунскіе монолиты отливались черезъ одинъ для возможности достиженія ими полной осадки до сооруженія смежныхъ между ними заключенныхъ; впоследствии, для упрощенія производства работъ отливка ихъ велась одинъ за другимъ безъ замѣтныхъ послѣдствій въ качествѣ кладки и безъ нарушенія ея цѣлости. Монолиты имѣли длину, равную ширинѣ металлическихъ щитовъ, примѣнявшихся для ихъ отливки (36 футовъ).

Въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ, гдѣ примѣнены были деревянные формы шестифутовой высоты, постепенно переносившіяся по возводимой стѣнѣ, монолиты имѣли длину обычно въ 105 футовъ, отвѣчавшую семи пятнадцатифутовымъ формамъ; эти монолиты отливались не сразу во всю проектную высоту стѣны, какъ это дѣлалось въ Гатунѣ, а постепенно слоями въ 6 футовъ на протяженіи 5—6 монолитовъ (рис. 125). Монолиты, длиной 105 футъ, ограничивались въ послѣднее время работъ ступенчатымъ профилемъ съ высотой ступени не въ 6 футъ, а въ 30—36 футъ (толщина 5—6 слоевъ), что оказалось удобнѣе; въ этомъ случаѣ на торцевой грани монолитовъ оставались вертикальныя борозды (канелюры).

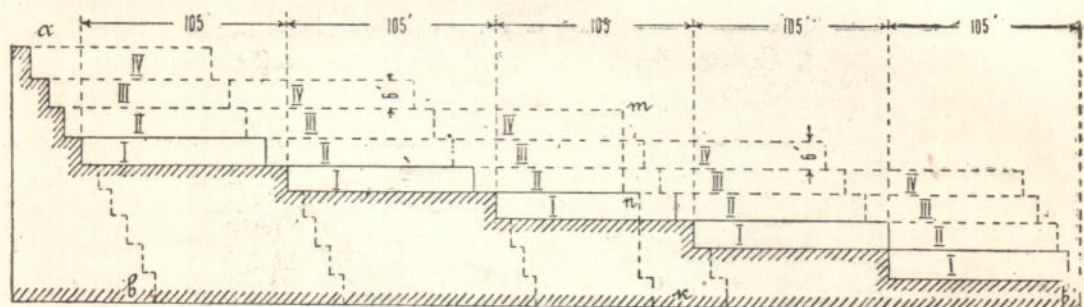


Рис. 125. Схема последовательнаго возведенія монолитовъ шлюзныхъ стѣнъ въ Тихоокеанскомъ отдѣленіи.

Для наблюденія за внутренней температурой бетона въ стѣнахъ въ различныхъ стадіи какъ схватыванія, такъ и тверднѣнія, въ различныхъ точкахъ въ ихъ толщѣ тотчасъ послѣ отливки были заложены электрическіе термометры, провода отъ которыхъ шли къ гальванометрамъ, установленнымъ въ конторѣ работъ. Ежедневныя наблюденія обнаружили энергичное повышеніе температуры бетона въ теченіе первыхъ 10—15 дней до 50° — 55° С, а затѣмъ медленное постепенное паденіе до 30° С въ теченіе 10 мѣсяцевъ, послѣ чего температура устанавливалась на этой высотѣ, отвѣчающей средней наружной температурѣ на Перешейкѣ.

В. Примѣненіе формъ для отливки шлюзныхъ стѣнъ.

Отливка шлюзныхъ стѣнъ парныхъ шлюзовъ, двухъ боковыхъ и одной средней, велась съ параллельнымъ успѣхомъ съ верхового конца къ низовому вслѣдъ за отливкой пола; при этомъ последовательныя ступени группы шлюзовъ возводились въ нисходящемъ порядкѣ отъ верхнихъ къ нижнимъ.

Порядокъ производства работъ по возведенію шлюзныхъ стѣнъ помощью башенныхъ формъ въ Гатунѣ заключался въ слѣдующемъ.

Двѣнадцать башенъ, по шести въ каждой изъ двухъ параллельныхъ камеръ, устанавливались парами у верхового, у низового конца камеры и въ разстояніи одной трети длины камеры отъ ея верхового конца; крайнія пары двигались къ серединѣ камеры, а третья пара—въ низовую сторону; каждая пара участвовала такимъ образомъ, въ отливкѣ одной трети протяженія стѣнъ камеры. По окончаніи отливки стѣнъ верховыхъ камеръ, башни перекатывались по, специально устроеннымъ подъ путями для ихъ телѣжекъ, наклоннымъ эстакадамъ съ уклономъ въ 0,01 со дна верхового шлюза на дно прилегающаго къ нему низового.

Вмѣсто, предполагавшагося для большей безопасности въ смыслѣ полной осадки, порядка отливки монолитовъ длиной въ 36 футовъ черезъ одинъ съ заполненіемъ оставленныхъ 36-ти-футовыхъ проемовъ при обратномъ движеніи башенъ,—монолиты отливались одинъ за другимъ, благодаря чему работа ускорялась, такъ какъ этимъ пріемомъ сберегалась установка торцовыхъ формъ со стороны отлитаго монолита и не требовалось обратнаго перемѣщенія башенныхъ формъ. При отливкѣ каждая двѣ пары этихъ формъ въ двухъ параллельныхъ камерахъ должны были находиться всегда въ одномъ поперечномъ створѣ, надъ которымъ устанавливалась пара вѣтвей одной изъ трехъ группъ подвижныхъ дорогъ. При пропускной способности каждой изъ этихъ вѣтвей въ 3 куб. сажени въ часъ, отливка трехъ монолитовъ въ одномъ поперечномъ ряду (двухъ въ боковыхъ стѣнахъ и одного въ средней) общей кубатурой въ 400—450 куб. сажень продолжалась въ теченіе 7—8 девятичасовыхъ рабочихъ дней. Къ отдѣленію формъ приступали спустя 12 часовъ послѣ выгрузки послѣдняго ковша бетона въ монолитъ; на эту операцію отдѣленія уходило 1—2 часа, на слѣдующія за этимъ операціи по перемѣщенію башенныхъ формъ около 15 часовъ; установка лицевыхъ металлическихъ щитовъ этихъ формъ производилась по инструменту.

Спеціальныя подвижныя сжимныя металлическія формы (стр. 188), примѣнявшіяся для образованія въ толщѣ отливаемыхъ монолитовъ различныхъ водопроводныхъ галлерей, смотровыхъ и другихъ проемовъ, слѣдовали за основными башенными формами, переходя изъ отлитаго монолита на мѣсто сосѣдняго отливаемаго; число ихъ комплектовъ, длиной по 36 футъ (=длинѣ монолитовъ), отвѣчало числу одновременно отливавшихся монолитовъ—шести въ боковыхъ стѣнахъ и тремъ въ средней; комплекты въ сжатомъ, но неразобранномъ видѣ, перемѣщались помощью лебедокъ по рельсовымъ путямъ, уложеннымъ на самой кладкѣ (рис. 102); къ осаживанію этихъ формъ приступали не раньше сутокъ съ момента покрытія ихъ слоемъ бетона 6-ти-футовой толщины. Въ виду образовавшихся въ нѣсколькихъ мѣстахъ трещинъ въ ключѣ сводовъ продольныхъ водопроводныхъ галлерей, при отливкѣ монолитовъ стали дѣлать перерывъ въ работѣ подачи бетона (на 3—6 часовъ) въ моментъ достиженія слоя толщиной 4—5 футъ надъ внутренней направляющей ключа свода.

Тѣ монолиты, которые заключали въ себѣ цилиндрическіе затворы съ отвѣтвленіями къ подпольнымъ поперечнымъ галлереймъ (рис. 101), или же затворы системы Стоinea, въ продольныхъ водопроводныхъ галлерейхъ, требовали при отливкѣ особыхъ формъ болѣе сложной работы и сооружались медленнѣ остальныхъ.

Въ монолитахъ средней стѣны съ цилиндрическими затворами, сначала

на поверхности слоя *АА* (рис. 101, стр. 189) устанавливались воронкообразная нижняя арматура затвора *В*, заливавшаяся на 1—2 фута бетономъ, которому давали окрѣпнуть въ теченіе 6—8 часовъ, послѣ чего приступали къ сборкѣ формъ затворныхъ камеръ *В* и къ установкѣ формъ продольной водопроводной галереи.

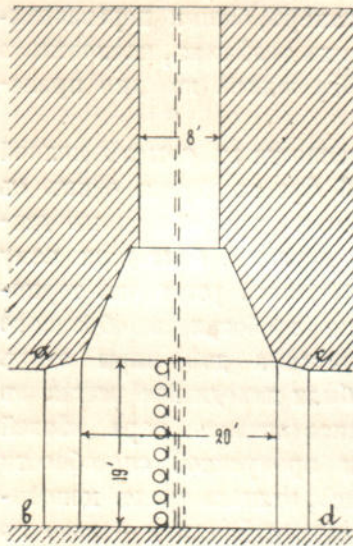


Рис. 126. Форма колодца, оставаемого въ толщѣ бетонной шлюзной стѣны въ водопроводной галереѣ для послѣдующей установки затвора.

При отливкѣ монолитовъ, заключавшихъ затворы Стонея въ продольныхъ галереяхъ боковыхъ и средней стѣнъ, примѣнялись два приема:—съ задѣлкой неподвижной арматуры затвора въ кладку во время отливки монолита и—съ оставленіемъ въ толщѣ послѣдняго колодца для установки этой арматуры впоследствии, въ уже отлитомъ монолитѣ; послѣдній приемъ, менѣе экономичный, примѣнялся въ случаяхъ запозданія металлическихъ частей или при желаніи, по какимъ-нибудь соображеніямъ, ускорить въ томъ или другомъ мѣстѣ возведеніе шлюзныхъ стѣнъ; при этомъ приемѣ, по мѣрѣ отливки монолита устанавливались деревянные формы (рис. 126), имѣвшія двѣ наклонныя грани, суживающіяся къверху, что дѣлалось съ цѣлью уменьшить кубатуру впоследствии дополняемой кладки, какъ болѣе дорогой по сравненію съ кладкой при массовой отливкѣ монолитовъ.

Приемъ установки арматуры затворовъ впоследствии въ уже отлитомъ монолитѣ, при значительныхъ размѣрахъ арматуры и необходимости строгой точности ея положенія, имѣлъ преимущество возможности лучшаго выполненія работы, чѣмъ при торопливой задѣлкѣ металлическихъ частей затвора въ кладку во время отливки самого монолита; этимъ приемомъ въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ выполнены всѣ затворы, несмотря на дополнительные расходы на формы и на болѣе дорогую отливку, оставленного въ монолитѣ, колодца.

При производствѣ отливки монолита (въ Гатунѣ), машинисты башенъ подвѣсной линіи съ возвышенныхъ платформъ головной башни управляли всѣми движеніями ковшей съ бетономъ, получая приказанія о различныхъ операціяхъ путемъ сигналовъ цвѣтными флагами, подаваемыми махальщиками, расположенными вверху башенныхъ формъ.

Головные башни подвѣсныхъ дорогъ въ свою очередь, выбрасывая цвѣтные флаги, передавали главному бетонному заводу требованія того или другого сорта бетона или раствора. На поверхности отливаемого монолита, для разгребанія жидкаго бетона, назначалась артель въ 6—8 человекъ въ резиновыхъ сапогахъ.

Совершенно иной типъ формъ (консольно-поясныхъ), примѣненный при отливкѣ стѣнъ Тихоокеанскихъ шлюзовъ, потребовалъ и иныхъ приемовъ для ея производства. При отливкѣ монолитовъ, имѣвшихъ длину въ 105 футовъ (стр. 212) и отливавшихся постепенно, слоями въ 6 футовъ, бермовые краны, расположенные въ Мирафлоресѣ на берегахъ котлована, двигались вдоль 105-футоваго фронта боковыхъ стѣнъ, по сигналу десятника.

бетонной артели подавая бетонъ въ той или другой точкѣ фронта; средняя стѣна такимъ же порядкомъ питалась камерными кранами. Незначительное число (4—5) рабочихъ на поверхности монолита длиной въ 105 футъ, по сравненію съ вдвое болѣе многочленной артелью на монолитѣ длиной въ 36 футъ въ Гатунѣ, объясняется подвижностью Тихоокеанскихъ рабочихъ крановъ (бермовыхъ и камерныхъ), подававшихъ ковши съ бетономъ въ любую точку монолита, тогда какъ въ Гатунѣ перемѣщеніе подвижной дороги, питавшей монолиты, требовало синхроннаго движенія 2-хъ громоздкихъ башенъ, отстоявшихъ другъ отъ друга на разстояніи 800 футъ, — операціи медленной и потому во время отливки монолита не примѣнявшейся. По окончаніи отливки слоя въ 6 футъ толщиной, отвѣчающей высотѣ деревянныхъ щитовъ-формъ, въ предѣлахъ одного 105-футоваго монолита, на что требовалось около 20 рабочихъ часовъ, краны переходили на одинъ изъ остальныхъ монолитовъ группы и т. д., а тѣмъ временемъ кладка въ отлитыхъ монолитахъ отвердѣвала и формы поднимались для отливки слѣдующаго шестифутоваго слоя.

Поднятіе консольно-поясныхъ формъ (стр. 208) выполнялось слѣдующимъ образомъ. — По отвердѣніи бетона въ отлитомъ шестифутовой высоты слое, не ранѣе сутокъ съ момента окончанія его отливки, развинчивались и извлекались изъ кладки болты В (стр. 208 рис. 122) и на ихъ мѣсто вставлялись и ввинчивались въ оставленную въ кладкѣ гайку, длинные анкерные болты А, помощью которыхъ къ кладкѣ притягивался впоследствии верхній направляющій поясъ для формъ; послѣднія (рис. 123) вслѣдъ за этимъ подвѣшивались на кольцахъ къ подъемному станку, установленному на верху кладки; затѣмъ отвинчивались наружныя части болтовъ D въ среднемъ и нижнемъ поясѣ рамы и подтягивались муфты, которыя могли сдать при отвинчиваніи болтовъ D. Ничѣмъ послѣ этого не связанныя съ отлитымъ слоемъ, формы отталкивались рабочими отъ лица стѣны, на которомъ при этомъ оставалось три направляющихъ пояса; изъ нихъ нижній, болѣе не нужный, отнимался и впоследствии примѣнялся вверху слѣдующаго слоя кладки. Форма, помощью станка, поднималась на шесть футъ и устанавливалась нижнимъ краемъ своей досчатой обшивки на верхній направляющій поясъ, пришитый къ лицу стѣны. Вслѣдствіе испытаннаго на первыхъ порахъ затрудненія въ точной установкѣ формъ такъ, чтобы болтовья отверстія въ средней и нижней схваткахъ рамы пришлись бы противъ муфтъ анкерныхъ болтовъ, примѣнены были парныя схватки на формахъ, въ просвѣтѣ между которыми могли быть пропущены въ любой точкѣ по ихъ длинѣ наружныя части D анкерныхъ болтовъ, послѣ чего форма оказывалась притянута къ кладкѣ. Выпрямленіе формъ для приведенія ихъ въ точное вертикальное положеніе достигалось легкимъ отвинчиваніемъ нижняго ряда болтовъ D и загонкой деревянныхъ клиньевъ между нижними концами стоекъ рамы и лицомъ стѣны, затѣмъ смежныя поднятыя формы связывались болтами, послѣ чего выполнялось послѣднее дѣйствіе — установка вдоль верхняго края формъ направляющаго пояса, который временно пришивался къ стойкамъ рамы гвоздями, затѣмъ вспомогательные болты В вставлялись на свои мѣста съ навинченными на нихъ анкерными гайками. Передъ заливкой бетона въ огражденное 6-футовой высоты формами пространство, всѣ щели между досками формъ смазывались съ внутренней стороны цементнымъ растворомъ, а внутренняя поверхность досокъ покрывалась легкимъ слоемъ нефти.

Поднятіе формъ производилось помощью брусчатого станка съ лебедкой; вывинчиваніе и смѣна болтовъ выполнялась рабочими, стоявшими на поясныхъ схваткахъ формы; для этихъ операцій по поднятію формъ, на каждой изъ трехъ шлюзныхъ стѣнъ (двухъ боковыхъ и одной средней) имѣлась артель изъ 12 человекъ, успѣвавшая за 9-часовой рабочей день помощью одного станка поднимать до 100 погонныхъ футовъ лицевыхъ формъ на прямолинейныхъ участкахъ стѣны; вслѣдъ за такой артелью поверху кладки на каждой шлюзной стѣнѣ двигалась другая артель, также изъ 12 человекъ, для поднятія формъ заднихъ граней стѣны; въ помощь этимъ двумъ артелямъ имѣлась на каждой стѣнѣ по одной артели изъ 4-хъ человекъ, смазывавшихъ болты для формъ и доски ихъ нефтью. Группа трехъ такихъ артелей на каждой стѣнѣ успѣвала подготовить формы для безпрепятственной работы двухъ построечныхъ крановъ.

Для отливки монолитовъ кладки, въ которыхъ должны были быть помещены въ водопроводныхъ галлерейхъ затворы Стоenea, при, легко перемѣщаемыхъ вдоль оси шлюза, построечныхъ кранахъ и легкихъ деревянныхъ формахъ, не требующихъ отливки монолитовъ сразу во всю высоту стѣны, примѣнялся пріемъ установки неподвижныхъ частей арматуры затворовъ одновременно съ возведеніемъ кладки; въ теченіе, происходившей при установкѣ этихъ частей, задержки въ подачѣ бетона въ кладку, основные механизмы (построечные краны) легко переводились на другой монолитъ, благодаря чему общая дневная кубатура отливки бетона отъ этихъ задержекъ не страдала, что было неизбѣжно однако при примѣненіи такого метода въ Гатунскихъ шлюзахъ.

При длинѣ монолитовъ въ 105 футовъ, въ каждой стѣнѣ примѣнялись такой же длины комплекты сжимныхъ металлическихъ формъ для продольныхъ водопроводныхъ галлерей; на случай необходимости ускоренія, по какимъ-нибудь причинамъ, отливки шлюзныхъ стѣнъ въ какомъ-нибудь пунктѣ въ толщѣ уже отлитыхъ участковъ стѣны, имѣлись еще запасныя звенья такихъ формъ; по мѣрѣ отливки стѣнъ въ направленіи съ верхового конца къ низовому и формы галлерей постепенно перемѣщались отъ одного монолита къ другому, при чемъ осаживаніе ихъ производилось не ранѣе сутокъ съ момента образованія шестифутового слоя кладки надъ ихъ ключемъ.

5. Работы по засыпкѣ внутреннихъ полостей и заднихъ граней шлюзныхъ стѣнъ.

По мѣрѣ доведенія шлюзныхъ стѣнъ въ верховыхъ частяхъ шлюзныхъ устройствъ до проектнаго верха и перехода, вспомогательныхъ для ихъ сооруженія, приспособленій на низовые участки, въ верховыхъ открывались работы по засыпкѣ заднихъ граней боковыхъ стѣнъ и по сопряженію ихъ съ плотинами или естественными берегами шлюзныхъ котловановъ, а также по заполненію внутреннихъ полостей въ средней стѣнѣ, которой мѣстами (на подходныхъ участкахъ) была придана полая конструкція съ подраздѣленіемъ внутренняго пространства въ стѣнѣ рядомъ продольныхъ и поперечныхъ тонкихъ желѣзо-бетонныхъ стѣночекъ.

Матеріаломъ для этихъ засыпокъ, общая кубатура которыхъ для всѣхъ шлюзовъ выражалась въ 300 тысячъ кубич. сажень, служила—для засыпки стѣнъ въ Гатунѣ отъ верхового конца шлюзовъ до промежуточныхъ воротъ

верхней камеры — глина, а на всемъ остальномъ протяженіи этихъ стѣнъ — отборная крѣпкая скала, отсыпанная слоемъ въ сажень и сверху прикрывавшаяся обыкновеннымъ грунтомъ, имѣвшимся подъ рукой; для внутренней полости средней стѣны примѣнялся исключительно скалистый грунтъ. Въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ засыпка боковыхъ стѣнъ велась отъ основанія до половины ихъ высоты крупной отборной скалой, а сверху обыкновеннымъ грунтомъ; для средней стѣны въ ея внутреннихъ полостяхъ пользовались щебеночной мелочью, отброшенной на ситѣ съ отверстіямъ въ $1\frac{1}{2}$ дюйма при очисткѣ щебня на камнедробильномъ заводѣ.

Засыпка боковыхъ стѣнъ велась поѣздами длиной по 15—20 опрокидывающихся вагоновъ съ подъемкой разгрузного пути по мѣрѣ возвышенія засыпки; грунтъ доставлялся изъ выемки, изъ специальныхъ вблизи работъ расположенныхъ, карьеровъ и въ нѣкоторыхъ случаяхъ со дна, разрабатываемаго еще въ низовомъ участкѣ, шлюзного котлована. Для засыпки внутреннихъ полостей средней стѣны примѣнены были два метода: — одинъ, состоявшій, подобно описанному для боковыхъ стѣнъ, въ выгрузкѣ опрокидывающихся вагоновъ, которые подавались группами по 4—8 по временной эстакадѣ съ берега котлована на среднюю стѣну, другой — заключавшійся въ подачѣ засыпочногo матеріала въ среднюю стѣну тѣми же основными приспособленіями, которыми подавался въ кладку бетонъ — подвѣсными дорогами или же камерными кранами; грунтъ подавался въ створъ этихъ переносныхъ устройствъ поѣздами изъ платформъ съ установленными на нихъ ящиками (по 4 на платформѣ) емкостью въ $2\frac{1}{2}$ —3 куб. ярда, ящики подхватывались крюками подвѣсной линіи или крана, переносились, высыпались въ среднюю стѣну и затѣмъ обратно устанавливались на желѣзнодорожныя платформы; этотъ методъ, не требуя специальной эстакады, давалъ возможность производить засыпку меньшими порціями, болѣе тщательно и съ меньшими ударами о, только что возведенныя, тонкія внутреннія перегородки средней стѣны.

6. Нѣкоторыя особенности производства работъ по сооруженію Гатунскаго водослива.

Работы по сооруженію водослива въ Гатунской плотинѣ, рассчитаннаго на пропускъ 400 куб. саж. въ секунду и состоящаго изъ глухой бетонной нижней части съ гребнемъ на отмѣткѣ +69' (рис. 127 и 128) и, съ установленными на немъ, подъемными щитами системы Стонея, верхній край которыхъ поднять до отмѣтки +85' (отмѣтки нормального уровня воды въ озерѣ), представили нѣкоторыя особенности въ ихъ производствѣ вслѣдствіе зависимости этихъ работъ отъ другихъ отдѣльныхъ строительныхъ операций на Перешейкѣ и необходимости во время постройки пропускать полный расходъ Гатунскаго бассейна, прегражденнаго Гатунской плотиной. Въ ходѣ работъ по сооруженію водослива можно отмѣтить четыре періода: сооруженіе водосливнаго канала въ 300 футъ ширины и 170 саж. длины, сооруженіе вспомогательныхъ быковъ на мѣстѣ водосливной плотины, возведеніе нижней части водосливной плотины до отмѣтки +50' и возведеніе водосливной плотины до проектной отмѣтки +69' съ закрытіемъ вспомогательныхъ выпусковъ въ тѣлѣ плотины.

Прорытіе въ тѣлѣ скалистаго холма, возвышавшагося въ серединѣ преграждаемой долины (рис. 74, стр. 143), канала шириною въ 300 футъ, предшествовало началу работъ по отсыпкѣ плотины, такъ какъ въ

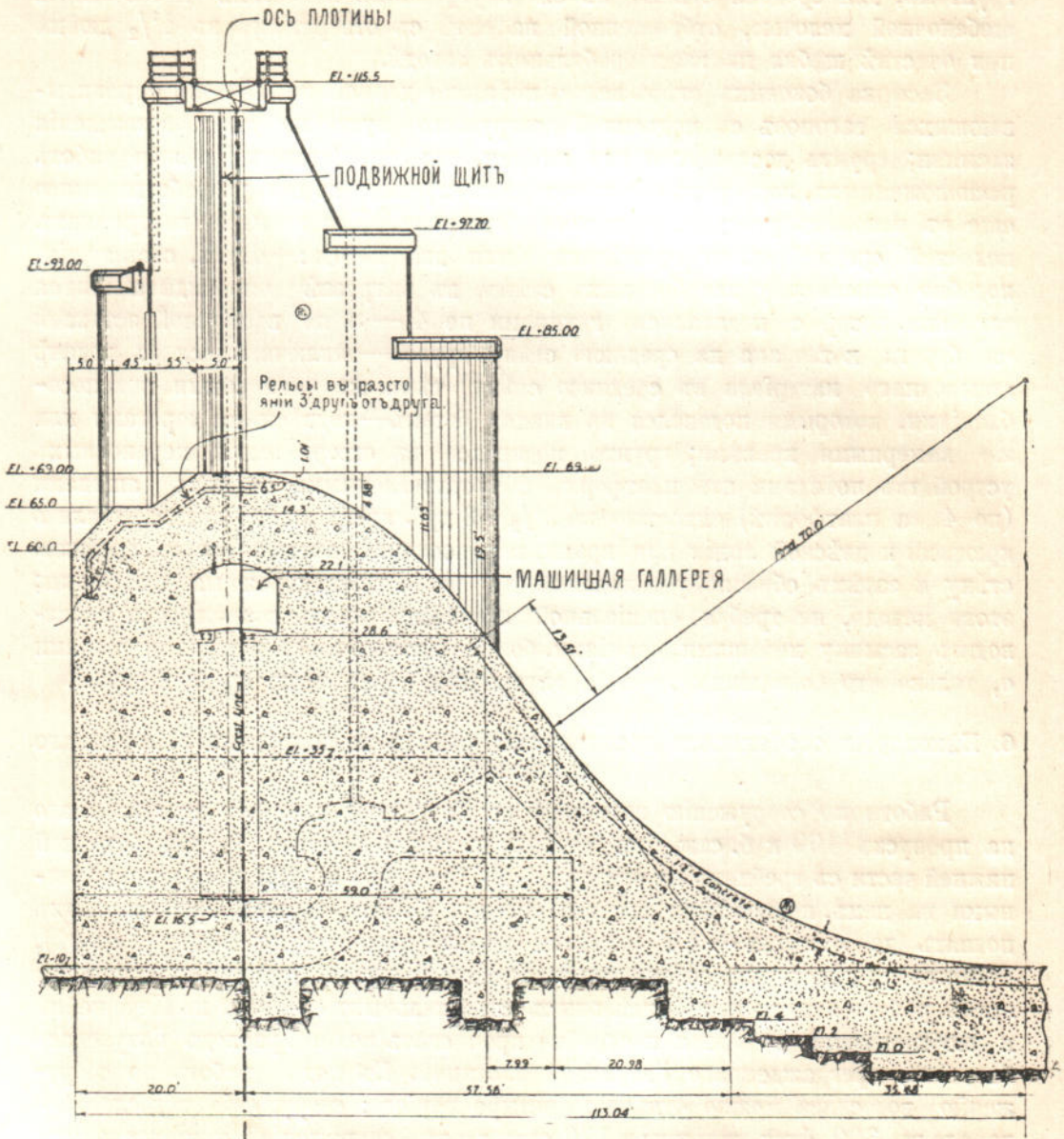


Рис. 127. Поперечное сечение водослива Гатунской плотины.

(Этот рисунок заимствован из труда профессора В. Е. Тимонова „Мировой водный путь через Панамский Перешеек“).

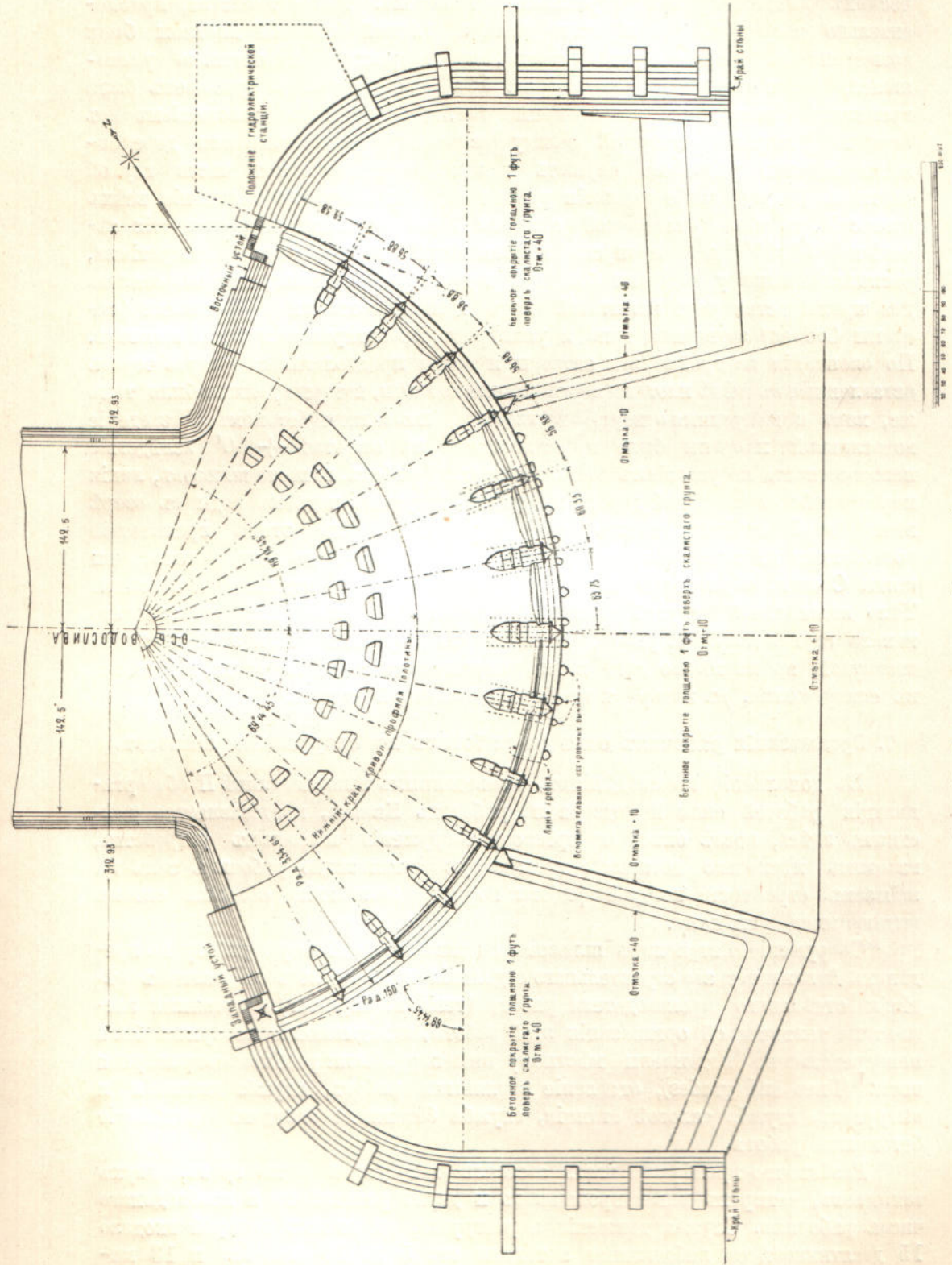


Рис. 128. Планъ водослива Гагунской плотины.

(Этотъ рисунокъ замѣстованъ изъ труда профессора В. Е. Тимонова «Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ».)

каналъ долженъ былъ быть направленъ стокъ всѣхъ водъ преграждаемаго бассейна, составлявшихъ мощный и, въ моменты обильныхъ тропическихъ ливней, бурный, стремительный потокъ. Для устройства, приблизительно посрединѣ длины этого канала, глухой бетонной плотины были возведены въ теченіе сухого сезона, когда расходъ значительно уменьшился, вспомогательные бычки (рис. 128), по которымъ проложенъ былъ временный мостъ; съ этого моста послѣдовательнымъ заложениемъ съ верховой стороны отверстій между вспомогательными бычками деревянными щитами удавалось осушать и закладывать бетономъ части глухой плотины. Во избѣжаніе поднятія уровня воды въ озерѣ по заложении всѣхъ отверстій, въ тѣлѣ отливаемой плотины были оставлены три отверстія сѣченіемъ 6' X 6' для пропуска притекающей воды. Этими отверстиями, расположенными у подошвы бетонной водосливной плотины, воспользовались для производства ряда испытаній надъ цилиндрическими и щитовыми (системы Стонея) затворами типа и размѣровъ, спроектированныхъ для шлюзовъ. По окончаніи постройки, эти затворы и щиты предполагалось вынуть черезъ оставленные въ тѣлѣ плотины вертикальные колодцы, которые должны были такъ же, какъ и выпускныя отверстія въ плотинѣ, быть залиты бетономъ. Возведеніе водосливной плотины было приостановлено на отмѣткѣ + 50' вслѣдствіе невозможности по условіямъ состоянія другихъ работъ, какъ-то шлюзовъ, линіи переустройства желѣзной дороги и другихъ, допустить подъемъ воды въ озерѣ выше этой отмѣтки; только по устраненіи всѣхъ этихъ препятствій водосливная плотина возведена до проектнаго гребня и на немъ установлены щиты Стонея, образующіе верхнюю подвижную часть водосливной плотины. Тѣло водосливной глухой плотины сопряжено со скалой дна водосливнаго канала ступенчатой штрабой, а пяты или корневья части этой плотины, изогнутой въ планѣ по дугѣ круга, упираются въ солидные устои, вдѣланные въ скалу холма, въ которомъ пробить водосливной каналъ.

7. Организациія рабочихъ силъ на работахъ по сооруженію шлюзовъ.

Въ дополненіе къ свѣдѣніямъ, приведеннымъ выше въ главѣ II объ организациіи рабочей силы и надзора на работахъ Канала, представляется умѣстнымъ здѣсь, послѣ описанія приѣмовъ сооруженія шлюзовыхъ устройствъ, изложить нѣсколько детальнѣе ту мѣстную организацию рабочихъ силъ на шлюзахъ, стройности которой работы по ихъ возведенію обязаны своимъ выдающимся успѣхомъ.

Сооруженіе Гатунскихъ шлюзовъ составляло отдѣльную работу въ предѣлахъ Атлантическаго строительнаго отдѣленія и находилось въ полномъ вѣдѣніи отдѣльнаго производителя работъ (resident engineer). Основными элементами технической организациіи этой работы, завѣдывающіе которыми были непосредственно подчинены мѣстному инженеру, были: разбивочно-промѣрная часть (lines and grades), отдѣленіе земляныхъ работъ, служба движенія и выгрузокъ, служба силовой станціи, служба бетонныхъ заводовъ и отдѣленіе бетонныхъ работъ.

Разбивочно-промѣрная часть состояла изъ двухъ инженеровъ, двухъ техниковъ, четырехъ нивелировщиковъ и двухъ речниковъ и необходимаго числа рабочихъ. Служба движенія и разгрузки, въ составъ которой входило 15 десятниковъ съ небольшими артелями отъ 5 до 10 человекъ и 13 ма-

шинистовъ, обнимала работы по перевозкамъ матеріаловъ, приборовъ и строительныхъ снарядовъ въ предѣлахъ работъ шлюзовъ, а также по доставкѣ бетона отъ заводовъ на мѣста производства кладки. Персоналъ силовой станціи составляли 6 машинистовъ, 6 помощниковъ ихъ, 9 младшихъ машинистовъ при водоотводныхъ насосахъ и 5 десятниковъ электрическихъ артелей, состоявшихъ въ общей сложности изъ 40 рабочихъ. Главный бетонный заводъ съ восьмью мѣшалками, въ вѣдѣніи спеціального завѣдывающаго, обслуживался артелью въ 10—20 чел.; служба узкоколейной жел. дороги осуществлялась 19-тью бригадами при 20 машинистахъ и одномъ завѣдывающимъ движеніемъ поѣздовъ у завода.

Наиболѣе многочисленной была организація отдѣленія бетонныхъ работъ, во главѣ которой въ разгаръ работъ было два, а въ остальное время одинъ завѣдывающій; отдѣльными элементами этихъ работъ были: плотничныя работы, служба металлическихъ формъ, служба подвѣсноканатныхъ желѣзныхъ дорогъ, литье бетона, установка и задѣлка въ кладку неподвижныхъ частей, при чемъ каждая изъ этихъ отдѣльныхъ работъ въ зависимости отъ ея размѣра, велась однимъ или нѣсколькими спеціалистами, старшими десятниками (general foreman), руководившими дѣйствіями подчиненныхъ имъ непосредственно десятниковъ артелей; такъ, на плотничныхъ работахъ, состоявшихъ въ изготовленіи и установкѣ деревянныхъ формъ для кладки, было два старшихъ десятника, по одному въ каждой изъ двухъ параллельныхъ камеръ шлюзовъ и у каждаго изъ нихъ по 14 артельныхъ десятника, во главѣ артелей по 8—12 человекъ, разставленныхъ вдоль фронта работъ. Установкой и перемѣщеніемъ металлическихъ башенныхъ формъ вѣдалъ главный десятникъ, у котораго было 4 артели по 18—20 человекъ, изъ нихъ двѣ артели на средней стѣнѣ и по одной на каждой боковой. Одна изъ этихъ артелей временами переводилась на работу по передвижкѣ галлерейныхъ металлическихъ формъ, въ горячее же время бетонныхъ работъ для этой цѣли имѣлось спеціальная пятая артель.

Артели, занятія башенными формами у средней стѣны, работали параллельно, двигаясь вдоль оси шлюзовъ, артели же у боковыхъ стѣнъ были болѣе независимы одна отъ другой въ своей работѣ.

Работой 4-хъ двухлинейныхъ канатныхъ подвѣсныхъ дорогъ руководилъ особый завѣдывающій (старшій машинистъ), а на каждой двухлинейной башнѣ было два машиниста, по одному на каждой линіи и два смазчика; спеціальная артель въ 15 человекъ занята была перемѣщеніемъ башенъ, поддерживающихъ эти дороги вдоль шлюзныхъ камеръ. Подвѣсныя дороги въ интенсивный періодъ работали въ двѣ 6-часовыхъ смѣны непрерывно отъ 6 час. утра до 6 час. вечера.

Для производства самой бетонной кладки, т. е. помѣщенія бетона въ стѣну, при каждой двухлинейной подвѣсной дорогѣ работало три артели, по 8 человекъ каждая, со старшимъ рабочимъ во главѣ. Кромѣ этихъ артелей были еще двѣ по 12 человекъ для додѣлокъ въ бетонной кладкѣ верхнихъ частей стѣнъ, гдѣ находились галлерей и камеры для механизмовъ оборудованія. Установка и задѣлка въ кладку неподвижныхъ частей оборудованія, какъ-то: упорныхъ отливокъ для шлюзныхъ воротъ, упорныхъ рамъ, водоотводныхъ затворовъ, упорныхъ частей для предохранительныхъ плотинъ, и, т. п., выполнялись спеціальными тремя артелями по 15 человекъ, подѣ-

общимъ руководствомъ главнаго десятника этихъ работъ (general foreman of fixed steel).

Для производства второстепенныхъ работъ на шлюзахъ было, кромѣ упомянутыхъ, еще 4 артели, десятники которыхъ получали распоряженія непосредственно отъ завѣдывающаго бетонными работами; одна изъ этихъ артелей въ 20 человекъ работала по установкѣ и перемѣщенію дериковъ (derrick gang), другая въ 25 человекъ занималась очисткой и подготовкой скалы для литья пола камеръ, а затѣмъ укладкой путей рабочей узкоколейной дороги, третья въ 40 чел. — смазкой формъ и, наконецъ, послѣдняя производила мелкія работы, какъ то — очистку камеръ оставленныхъ для разныхъ цѣлей въ толщѣ стѣнъ и подготовку ихъ къ установкѣ механизмовъ, переноску въ которыхъ матеріаловъ, напримѣръ, рельсовъ для заложения въ кладку и другихъ работъ.

Общее количество рабочихъ на постройкѣ группы Гатунскихъ шлюзовъ составляло около 3.000 человекъ, а число десятниковъ, техниковъ и лицъ технического надзора достигало 350; при этихъ силахъ отливалось въ среднемъ въ теченіе рабочаго дня до 230 куб. саженьхъ бетона.

Совершенно иная, по сравненію съ Гатунской, схема вспомогательныхъ устройствъ, примѣненныхъ при сооруженіи Тихоокеанскихъ шлюзовъ, потребовала иного распредѣленія рабочихъ силъ, чѣмъ только что описанная.

Работы на группѣ двухступенчатыхъ шлюзовъ въ Мирафлоресѣ и на одноступенчатомъ шлюзѣ въ Педро-Мигуелѣ велись отдѣльными завѣдывающими, подчиненными начальнику отдѣла шлюзовъ и плотинъ Тихоокеанскаго строительнаго отдѣленія; распредѣленіе рабочихъ силъ въ обоихъ пунктахъ было одинаково. Подъ непосредственнымъ руководствомъ завѣдывающаго работами шлюза, отдѣльными категоріями ихъ вѣдали четыре главныхъ десятника-специалиста: главный десятникъ по бетоннымъ работамъ, главный десятникъ по плотничнымъ работамъ и два десятника металлическихъ работъ — по установкѣ металлическихъ отливокъ и по перемѣщенію металлическихъ формъ для проемовъ въ толщѣ бетонныхъ массивовъ.

У главнаго десятника по бетоннымъ работамъ было въ распоряженіи 4 бермовыхъ крана, изготовлявшихъ бетонъ, два неподвижныхъ бетонныхъ завода, зажатыхъ въ стѣнѣ отливаемаго шлюза, и 4 камерныхъ крана; на каждомъ бермовомъ кранѣ и на заводахъ въ стѣнахъ шлюзовъ было по двѣ артели, каждая для отдѣльной операціи: артель для приготовления бетона (mixing gang) изъ 15—20 человекъ и артель для подачи бетона (placing gang) изъ трехъ-пяти человекъ; каждый камерный кранъ обслуживался артелью изъ 3—5 человекъ подъ руководствомъ особаго десятника (placing foreman). Всѣ эти артели по мѣрѣ движенія крановъ (бермовыхъ и камерныхъ) перемѣщались вмѣстѣ съ ними вдоль фронта бетонныхъ работъ. Завѣдывающему бетонными работами подчинены были также два десятника, руководившіе засыпкою боковыхъ шлюзныхъ стѣнъ, которая велась нѣсколькими артелями, причѣмъ подъ руководствомъ cadaго изъ нихъ работали всѣ артели по одну сторону шлюзного котлована.

При примѣненіи исключительно деревянныхъ формъ для отливки шлюзныхъ стѣнъ, плотничныя работы потребовали значительнаго состава рабочей силы, которая раздѣлялась на три группы: — для западной боковой стѣны, для восточной боковой стороны и для средней стѣны; каждая изъ

этихъ группъ имѣла во главѣ десятника, вѣдавшего всѣми плотничными работами на опредѣленной шлюзной стѣнѣ, и состояла изъ четырехъ или 5-ти артелей плотниковъ по 12—15 человекъ, на обязанности которыхъ было перемѣщеніе и прилаживаніе консольно-поясныхъ формъ для отливки стѣнъ, устройство формъ для затворныхъ колодцевъ и постройка деревянныхъ формъ во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ примѣненіе консольно-поясныхъ формъ не могло быть осуществлено.

Въ одномъ рангѣ съ главными десятниками отдѣльныхъ работъ на шлюзахъ былъ поставленъ главный механикъ, наблюдавшій за правильностью электрическаго и механическаго дѣйствія всѣхъ построечныхъ крановъ и моторовъ въ районѣ работъ по сооруженію шлюзовъ; при каждомъ изъ построечныхъ крановъ, кромѣ прислуги его (машиниста, помощника и смазчика), состояли: механикъ для наблюденія за исправностью механизмовъ, электротехникъ для ухода за электрическими установками и осматрщикъ силовыхъ проводовъ.

Общее число чернорабочихъ на работахъ по сооруженію шлюзовъ Мирафлоресъ, гдѣ ежедневная восьмичасовая отливка бетона составляла 350 куб. сажень, достигало 1.600 человекъ, а въ Педро-Мигуелъ при дневной отливкѣ въ 270 куб. саж.—1.200 человекъ.

Установка механизмовъ и подвижныхъ элементовъ оборудованія шлюзовъ, какъ-то: полотень шлюзныхъ воротъ, водопроводныхъ затворовъ, предохранительныхъ плотинъ,—была изъята изъ вѣдѣнія строительныхъ отдѣленій, производившихъ только бетонныя работы и установку неподвижныхъ частей оборудованія. Общее руководство этими выдѣленными работами во всѣхъ шлюзахъ поручено специалисту инженеру-монтеру подъ контролемъ перваго технического отдѣленія Инженернаго Департамента, гдѣ всѣ эти части сооруженій проектировались. Всѣ механизмы и подвижныя части оборудованія, кромѣ полотень воротъ и предохранительныхъ плотинъ, устанавливались послѣ предварительныхъ испытаній въ Соединенныхъ Штатахъ на заводахъ инспекторами, состоящими на службѣ управленія работъ, силами указанного перваго отдѣленія, т. е. хозяйственнымъ способомъ, какъ и остальныя работы на Перешейкѣ; монтажныя же работы по установкѣ шлюзныхъ воротъ и предохранительныхъ плотинъ велись съ подряда мостовыми заводами, при контролѣ технического надзора изъ служащихъ упомянутаго перваго технического отдѣленія.

При значительныхъ размѣрахъ площади работъ по сооруженію шлюзовъ, длина которой, напримѣръ, въ Гатунѣ превышала версту, въ различныхъ пунктахъ этой площади устроены въ небольшихъ переносныхъ деревянныхъ будкахъ полевыя конторы, въ которыхъ хранились необходимыя на работахъ чертежи; всѣ эти конторы соединены между собой и съ главной конторой строительнаго отдѣленія, а также съ нѣкоторыми мастерскими и силовыми станціями телефоннымъ сообщеніемъ; онѣ же служили для десятниковъ рабочихъ артелей въ полдень и по окончаніи работъ мѣстомъ окончательнаго приготовленія дневныхъ вѣдомостей и рапортовъ.

ГЛАВА IX.

Производство работ по установкѣ и сборкѣ частей оборудования шлюзовъ.

Содержаніе. 1. Установка и сборка шлюзныхъ воротъ: вспомогательныя приспособленія, методъ сборки, организація рабочей силы. 2.—Задѣлка въ кладку анкерныхъ и упорныхъ отливокъ, составныя отливки.

1. Установка и сборка шлюзныхъ воротъ.

Работы по установкѣ и сборкѣ частей оборудования шлюзовъ обнимали постройку металлическихъ шлюзныхъ воротъ, металлическихъ предохранительныхъ плотинъ-затворовъ, задѣлку въ кладку металлическихъ анкерныхъ частей пороговъ, упоровъ и опорныхъ отливокъ для водопроводныхъ затворовъ, установку и сборку этихъ послѣднихъ, наконецъ, установку всѣхъ движущихъ механизмовъ. Наиболее обширной изъ этихъ работъ, потребовавшей наибольшаго числа приспособленій, была постройка шлюзныхъ воротъ, въ которыхъ высота (82') и вѣсъ (870 тоннъ) въ одномъ полотнѣ превысили до сего времени гдѣ-либо достигнутые. Эти работы, въ связи съ успѣхомъ бетонной кладки шлюзовъ, открылись въ Гатунѣ, гдѣ расположено 20 воротъ, затѣмъ начаты были въ Педро-Мигуелѣ (12 воротъ) и еще позже въ Мирафлоресѣ (14 воротъ).

Работы велись одновременно двумя комплектами вспомогательныхъ приспособленій: однимъ — въ Гатунѣ и другимъ — въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ; на послѣднихъ сборка ворота сначала велась въ Педро-Мигуелѣ, а затѣмъ, по мѣрѣ ихъ выполнения въ этихъ шлюзахъ, приспособленія переносились въ Мирафлоресъ.

Работы по установкѣ и сборкѣ воротъ открывались по окончаніи засыпки на достаточномъ протяженіи одной изъ шлюзныхъ боковыхъ стѣнъ, вдоль которой на засыпкѣ укладывались пути и устраивался складъ желѣзнаго матеріала; послѣдній доставлялся на Перешеекъ изъ промышленныхъ восточныхъ штатовъ на судахъ партіями по 2.000—3.000 тоннъ и, затѣмъ, по желѣзной дорогѣ перевозился отъ пристаней до склада у шлюза. При укладкѣ въ складѣ, желѣзо сортировалось и размѣщалось въ порядкѣ, удобномъ для погрузки на рабочія платформы для доставки на мѣсто сборки по путямъ, уложеннымъ въ разстояніи 150 футовъ отъ шлюзныхъ стѣнъ (рис. 129) съ отвѣт- надъ шлюзными камерами, по временнымъ рабо-

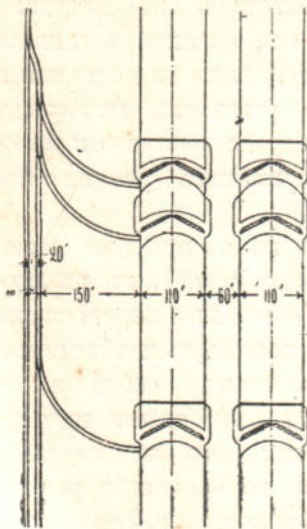


Рис. 129. Расположеніе рабочихъ путей для подачи желѣза къ мѣстамъ сборки шлюзныхъ воротъ.

вленіями, проходившими

чимъ мостамъ; эти послѣдніе (на рисун. 130 изображена половина пролета) сквозной раскосной системы, пролетомъ $115\frac{1}{2}$ фут., при разстояніи между фермами въ 11 футъ, перекидывались черезъ камеру въ разстояніи 7 футъ отъ поперечной вертикальной плоскости, проходящей черезъ оси веревяльных столбовъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ камера имѣла нормальную ширину въ 110 футъ (рис. 131), и по окончаніи сборки однихъ воротъ перемѣщались на мѣсто расположенія другихъ; при этомъ, для проводки моста надъ участками со шкафными впадинами, къ обоимъ концамъ моста прибалчивались консоли, длиной по $9\frac{1}{2}$ футъ (рис. 130), наружными концами которыхъ мостъ скользилъ по, уложеннымъ по кордону стѣнъ, рельсамъ. На подвѣску моста къ этимъ консолямъ требовалось около рабочаго дня, а на самое передвижку съ однихъ воротъ на другія— $\frac{1}{2}$ часа. Мостъ былъ рассчитанъ на подвижную нагрузку изъ двухъ 30-тонныхъ желѣзнодорожныхъ платформъ со 110-тоннымъ четырехъ-оснымъ краномъ между ними. Подвижныхъ крановъ, обладавшихъ подъемной силой въ 22 тонны при 12-ти футовомъ вылетѣ и силой въ 6 тоннъ при 38 футовомъ вылетѣ, было пять при двухъ двухпролетныхъ (черезъ обѣ параллельныя шлюзовые камеры) мостахъ въ Гатунѣ и столько же при 2-хъ двухпролетныхъ мостахъ въ Тихоокеанскихъ шлюзахъ.

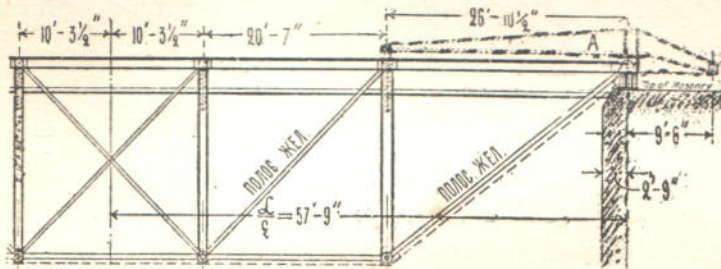


Рис. 130. Половина пролета временнаго металлическаго моста поперекъ шлюзовой камеры для работъ по сборкѣ шлюзныхъ воротъ.

Къ приспособленіямъ при сооруженіи воротъ относятся также вспомогательныя фермы, поддерживавшія ворота во время ихъ сборки, и механизмы для перемѣщенія собранныхъ воротъ изъ того положенія, въ которомъ они собираются, на ихъ окончательныя мѣста въ шлюзовой камерѣ. Сборка полотна воротъ въ положеніи, выдвинутомъ на 4 фута (рис. 131) по направленію оси этого полотна по отношенію къ окончательному ихъ положенію при закрытыхъ воротахъ, вызвано необходимостью дать мѣсто для работъ у веревяльнаго столба и для свободнаго сообщенія между частями камеры по обѣ стороны воротъ; такъ какъ при такомъ положеніи полотно оказывается надъ частями шлюзного пола и порога съ различными отмѣтками, то, для временнаго поддержанія полотна надъ нимъ, сложены бетонныя бычки К, на которые опираются пяты А и В вспомогательныхъ фермъ С и Д.

Полотно собирается въ положеніи, приподнятомъ по высотѣ надъ окончательнымъ своимъ положеніемъ на столько ($7\frac{1}{4}$ дюйма), чтобы между нижней гранью нижняго ригеля и верхомъ подпятника былъ зазоръ въ $\frac{1}{4}$ дюйма, что необходимо для возможности надвигки собраннаго полотна на установленный въ веревяльномъ углу подпятникъ; въ этомъ положеніи полотно, во время сборки и задвигки на мѣсто, подвѣшено къ, установленнымъ съ 2-хъ

сторонъ его, вспомогательнымъ фермамъ *C* и *D* (рис. 131), связаннымъ между собой горизонтальными жесткими распорками и болтовыми диагоналями, съ каждой стороны полотна, въ одну общую пространственную систему которая является также упоромъ, принимающимъ давленіе вѣтра на всю площадь возводимого полотна. Подвѣска послѣдняго къ этимъ фермамъ осуществлена болтами $\frac{7}{8}$ " калибра, пропущенными черезъ уголки вертикальныхъ стоекъ фермъ и черезъ ребра полотна; при вѣсѣ полотна въ 350 тоннъ потребовалось 120 болтовъ, по 60 на каждую пару стоекъ вспомогательныхъ фермъ.

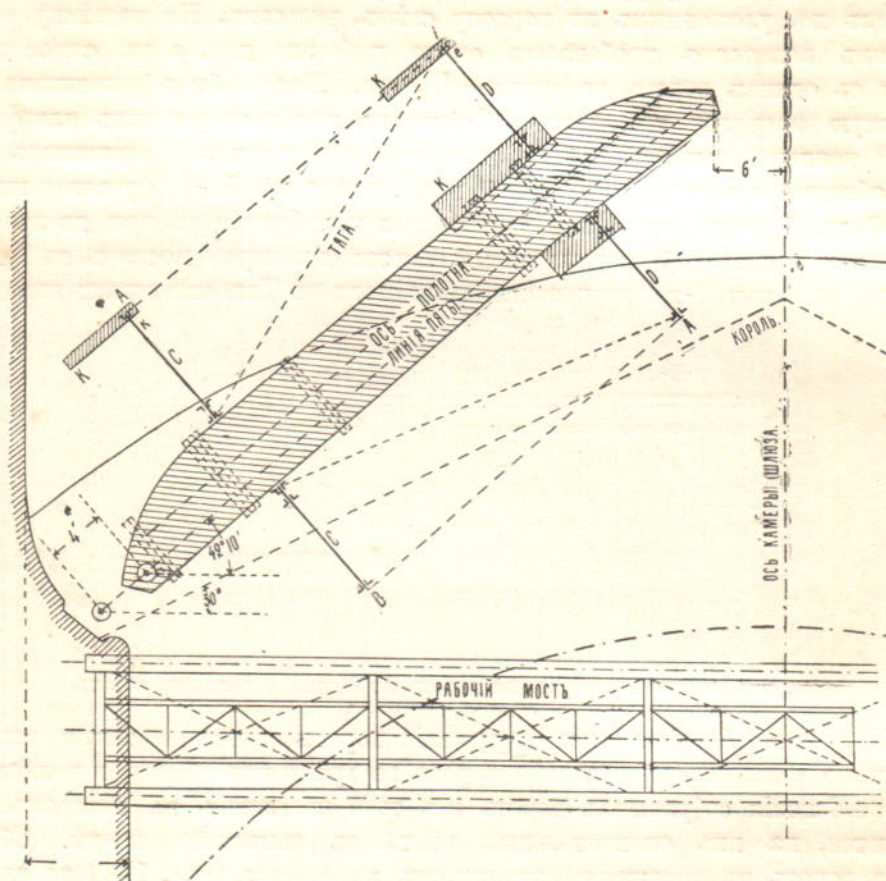


Рис. 131. Общее расположеніе полотна и вспомогательныхъ приспособленій при сборкѣ шлюзныхъ воротъ.

Наружныя стойки ихъ опирались на стальные катки, уложенные на рельсы, а внутреннія на клиновые домкраты (рис. 132), помѣщенные между ихъ пятами и катками, и состоящіе изъ 2-хъ стальныхъ отливокъ *c*, обращенныхъ другъ другу вершинами и связанныхъ вертикальнымъ листомъ *d*; раздвиганіемъ чугунныхъ клиньевъ *e*, послѣ установки полотна на мѣсто, достигается опусканіе стоекъ вспомогательныхъ фермъ, прикрѣпленныхъ къ полотну, а вмѣстѣ съ ними и полотна на подпятникъ; средняя изъ балокъ *a*, составляющихъ основаніе домкратовъ, протянута отъ одной фермы *C* до другой фермы *D*, связывая такимъ образомъ стойки фермъ по низу. Подвѣской полотна обезпечена возможность поперечной регулировки его положенія при установкѣ на мѣсто, продольная регулировка достигается перемѣщеніемъ всей системы на каткахъ по направленію оси полотна.

Въ числѣ вспомогательныхъ приспособленій при сооруженіи воротъ слѣдуетъ отмѣтить, примѣнявшіяся для раздѣлки заклепочныхъ отверстій въ уже собранныхъ и пригнанныхъ элементахъ полотна, сверлильныя машины, въсомъ по 6 тоннъ, которыя устанавливались съ каждой стороны полотна на подвижныхъ платформахъ, и могли перемѣщаться по нимъ вдоль полотна. Сверлами этихъ машинъ заклепочныя отверстія раздѣлывались въ обшивкѣ толщиной въ одинъ дюймъ до діаметра въ $1\frac{1}{16}$ дюйма.

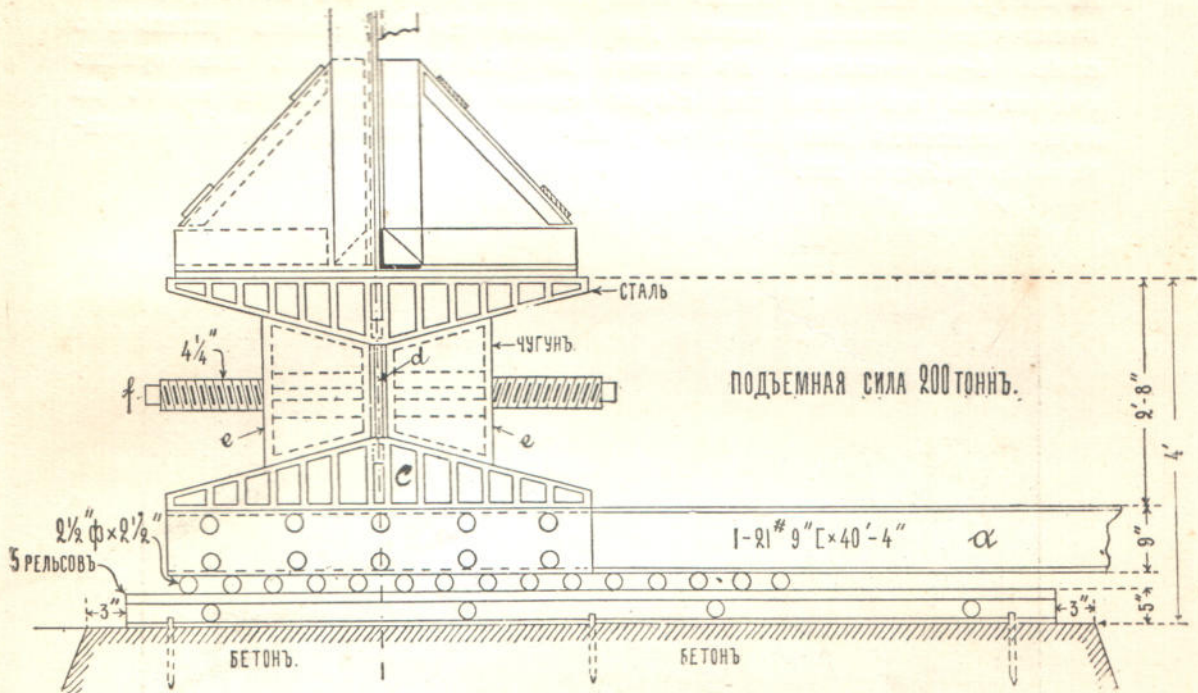


Рис. 132. Клиновой домкратъ подъемной силой въ 200 тоннъ для установки собранныхъ полотенъ шлюзныхъ воротъ на мѣстѣ.

Для снабженія электрической энергіей моторовъ сверлильныхъ машинъ, лебедокъ и крановъ, а также сжатымъ воздухомъ для пневматической клепки, на работахъ каждой шлюзной группы устроена была силовая станція, получавшая съ одной изъ главныхъ центральныхъ станцій токъ высокаго напряжения (2.200 в.) и трансформировавшая его въ прямой 220-вольтный токъ; на станціи установлено по 2 компрессора, подававшихъ воздухъ (до 530 куб. футовъ въ минуту) при давленіи въ 100 фунтовъ на кв. дюймъ.

Шлюзные ворота устанавливались парами, то-есть работы по ихъ возведенію велись съ параллельнымъ успѣхомъ одновременно въ двухъ смежныхъ камерахъ. Такая пара воротъ обслуживалась тремя подвижными кранами, изъ которыхъ два крана работало на складѣ матеріаловъ, груза на платформы металлическія части, а третій кранъ—на построечномъ мосту, перекинутомъ черезъ камеру, куда онъ подвозилъ груженныя платформы и откуда онъ подавалъ отдѣльные элементы прямо на верхъ собираемыхъ воротъ. При сборкѣ соблюдался слѣдующій порядокъ, обеспечивавшій скорость работы:

первая платформа нагружалась двумя ригелями (наиб. вѣсъ одного ригеля = 18 тоннамъ) по одному для двухъ полотень однихъ воротъ; во время ихъ разгрузки и укладки на мѣсто краномъ на мосту, краны на складѣ нагружали на вторую платформу два ригеля для двухъ полотень сосѣдней камеры; во время ея разгрузки на мосту краны на складѣ нагружали третью платформу междуригельными вертикальными элементами для соотвѣтствующаго слоя всѣхъ четырехъ собираемыхъ полотень; во время ея разгрузки краномъ на мосту, на складѣ грузилась четвертая платформа четырьмя ящиками съ комплектами мелкихъ частей для только что собранныхъ ригельныхъ слоевъ 4-хъ полотень. Въ такомъ порядкѣ на четырехъ платформахъ подвозились всѣ части для сборки одного ригельнаго яруса воротъ въ двухъ смежныхъ камерахъ, что успѣвали выполнить въ теченіе девяти-часового рабочаго дня.



Рис. 133. Шлюзные ворота въ сборкѣ и поддерживающія ихъ вспомогательныя фермы.

По окончаніи сборки и склепки остова, установки обшивки и пригонки къ полотну упорныхъ отливокъ веревяльнаго и створнаго столбовъ, построечный мостъ перемѣщался на мѣсто слѣдующихъ воротъ, а на, подвѣшенныхъ съ собраннаго полотна, платформахъ приступали къ развѣркѣ заклепочныхъ дыръ и къ склепкѣ; послѣ окончательной задѣлки въ массивѣ шлюзныхъ стѣнъ составныхъ упорныхъ отливокъ для веревяльныхъ столбовъ, полотно въ подвѣшенномъ состояніи, съ поддерживающими его и установленными на ваткахъ, фермами помощью горизонтально дѣйствующихъ домкратовъ перемѣщалось на разстояніе 4-хъ футовъ въ положеніе, при которомъ ось пяты устанавливалась надъ осью подпятника; положеніе послѣдняго передъ задвижкой полотна тщательно вывѣрялось. Дѣйствіемъ вышеописанныхъ вертикальныхъ

клиновыхъ домкратовъ, полотно опускалось на $7\frac{1}{4}$ дюйма, т. е. на величину зазора между верхомъ подпятника и низомъ пяты.

Непосредственное веденіе работъ по сооруженію шлюзныхъ воротъ подряднымъ способомъ металлическимъ заводомъ, при техническомъ надзорѣ начальниковъ соответственныхъ строительныхъ отдѣленій, принадлежало инженеру завода, у котораго было по инженеру помощнику на каждомъ шлюзномъ устройствѣ; въ каждомъ изъ нихъ работы велись въ двухъ смежныхъ камерахъ съ параллельнымъ успѣхомъ, такъ что одновременно въ одномъ поперечномъ сѣченіи шлюзовъ собирались 4 полотна. Для этого въ каждой камерѣ, подъ руководствомъ главнаго сборочнаго десятника (general foreman) работало двѣ сборочныхъ артели, по одной (въ 15—20 человекъ) на полотно, съ десятникомъ во главѣ (leaf foreman); при послѣднемъ была и одна склепочная команда.

По окончаніи сборки полотенъ въ одномъ поперечномъ сѣченіи шлюзовъ, эти силы уходили на слѣдующую группу полотенъ, а ихъ мѣсто заступали сверлильныя артели, въ каждой камерѣ состоявшія изъ четырехъ командъ со ставками подъ руководствомъ сверлильнаго десятника (reaming foreman); ихъ мѣсто заступали заклепочныя команды по 4 на каждое полотно подъ руководствомъ одного десятника въ каждой камерѣ.

Окончательныя работы по задвижкѣ воротъ на мѣсто производились въ каждой камерѣ специальной артелью (15 человекъ) подъ руководствомъ особаго десятника (finishing foreman). Кромѣ этихъ силъ, на мѣстѣ сборки работало еще пять артелей на складочныхъ мѣстахъ въ каждомъ шлюзномъ устройствѣ: изъ нихъ по артели работало на каждомъ изъ двухъ крановъ, двѣ артели были для сборки комплектовъ мелкихъ частей и одна для разгрузки металла, прибывающаго по желѣзной дорогѣ съ пристани, гдѣ другая артель занималась перегрузкой его съ судовъ на желѣзнодорожныя платформы.

Сооруженіе предохранительныхъ плотинъ-затворовъ, представляющихъ поворотные несимметричныя двухрукавные мосты, общимъ вѣсомъ во всѣхъ шлюзахъ до 10.000 тоннъ, являлось второй по размѣрамъ послѣ шлюзныхъ воротъ монтажной работой, но во время пребыванія автора на Перешейкѣ, къ нимъ еще не приступали—устраивались только опоры, возводившіяся въ тѣлѣ еще свѣжей засыпки шлюзныхъ стѣнъ, куда онѣ погружались на глубину 15 футовъ безъ свайнаго основанія, но на рельсовомъ ростверкѣ.

2. Задѣлка въ кладку анкерныхъ и упорныхъ отливокъ. Составныя отливки.

Въ массивѣ бетонной кладки шлюзныхъ стѣнъ во время ея возведенія задѣлывалось большое число желѣзныхъ отливокъ и частей, предназначенныхъ служить анкерами для гальсбандтовъ предохранительныхъ цѣпей, предохранительныхъ затворовъ-плотинъ, упорами для веревальныхъ столбовъ и королей, упорами для стоекъ предохранительныхъ плотинъ и, наконецъ, опорными отливками для водопроводныхъ затворовъ. Число этихъ частей больше обычно примѣняемаго въ каменныхъ шлюзахъ вслѣдствіе особенности конструкціи бетонныхъ Панамскихъ шлюзовъ,—полнаго отсутствія тесаннаго камня, обыкновенно входящаго въ составъ королей, упорныхъ частей стѣнъ, парапетовъ и вообще реберъ кладки. Примѣромъ такихъ, вдѣланныхъ въ кладку, частей могутъ служить элементы короля, состоящіе изъ упорной

стальной отливки (рис. 134), связанной со стальными сквозными треугольниками из уголков. Отливка и треугольные консоли, вромѣ заѣлки въ кладку, притягиваются къ кладкѣ двумя рядами вертикальныхъ и наклонныхъ болтовъ, запущенныхъ на 11 футъ въ тѣло кладки.

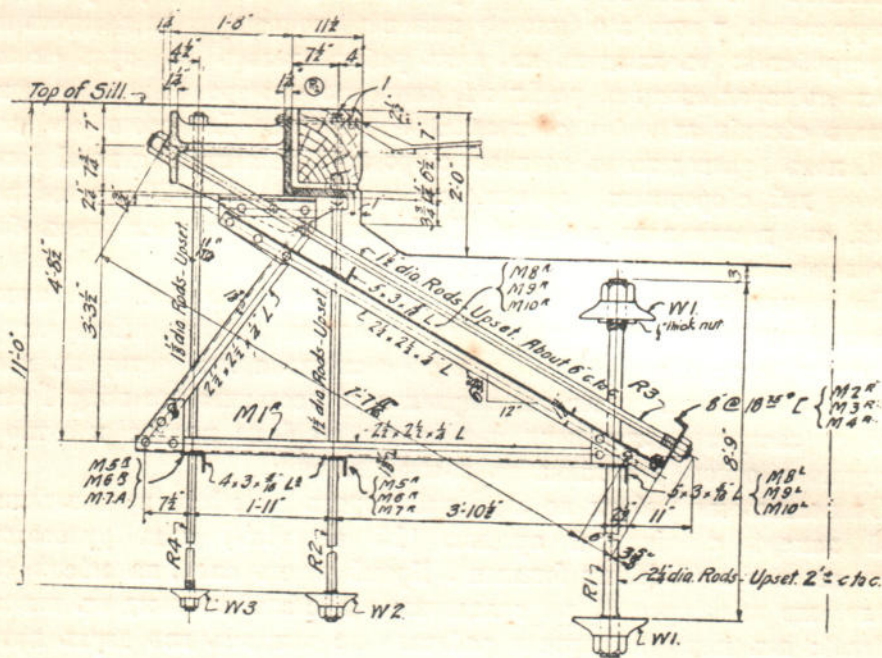


Рис. 134. Металлическая арматура короля въ шлюзныхъ камерахъ.

Особую группу металлическихъ частей, заѣдываемыхъ въ кладку, образуютъ „составныя“ отливки, примѣняемыя въ тѣхъ мѣстахъ сооруженія, гдѣ требуется особенная точность установки металлическихъ частей, какъ, на примѣръ, въ упорѣ веревяльнаго столба шлюзныхъ воротъ въ шлюзную стѣну (рис. 135), въ плоскости катанія колесъ тѣлжекъ затворовъ Стоней, въ водопроводныхъ затворахъ, на упорной линіи короля, въ упорѣ двухъ полотень шлюзныхъ воротъ (рис. 136) у створнаго столба и въ другихъ мѣстахъ.

Составная отливка образована изъ части съ анкернымъ хвостомъ, которая втапливается къ кладку во время ея возведенія, и другой части, прикрѣпляемой къ первой уже послѣ окончанія кладки, когда послѣдняя отвердѣетъ, осядетъ и приметъ окончательный объемъ. Прикрѣпленіе производится помощью однодвоймовыхъ болтовъ, причемъ между обѣими частями составной отливки вливается расплавленный бабитъ, что позволяетъ достичь плотнаго заполнения между частями. Такія же составныя отливки примѣнены и у створнаго столба (рис. 136) шлюзныхъ воротъ въ каждомъ изъ полотнищъ. На рисункахъ 135 и 136 показана также конструкція створнаго и веревяльнаго столба, которые одѣты охватывающими ихъ стальными отливками. Такая система отливокъ сильно облегчила достиженіе, правильно и точно расположенныхъ, линій поверхностей соприсасанія различныхъ подвижныхъ и неподвижныхъ частей оборудованія шлюзовъ.

Работа по установкѣ составныхъ отливокъ распадается естественно на

двѣ: задѣлку анкерныхъ частей ихъ въ кладку и прикрѣпленіе къ нимъ вторыхъ частей съ выправленіемъ ихъ окончательнаго положенія и выравниваніемъ. Производство первой изъ нихъ, какъ и всѣхъ работъ по установкѣ простыхъ, вдѣлываемыхъ въ кладку, металлическихъ отливокъ, не представляли какихъ-нибудь особенностей; для этого пользовались тѣми же вспомогательными приспособленіями (подвѣсными дорогами, кранами), которыя служили для сооруженія бетонныхъ стѣнъ; при установкѣ каждой отливки производилась тщательная инструментальная повѣрка ея положенія, выправлявшася подтягиваніемъ соответственныхъ вантъ, которыми раскошена бывала отливка; во избѣжаніе

вывода вывѣренной части изъ даннаго положенія, при заливкѣ ея бетономъ, послѣдній выгружался изъ ковшей въ нѣкоторомъ разстояніи отъ отливки и затѣмъ пригребался къ ней лопатами или же высыпался въ наклонные пологіе деревянные лотки, по которымъ сползалъ къ отливкѣ. Нѣкоторую особенность, заслуживающую быть отмѣченной, представляло производство второй части работъ по установкѣ составныхъ отливокъ. Къ отливкамъ, задѣланнымъ въ веревяльныхъ углахъ передъ задвижкой воротъ, прикрѣплялись наружныя ихъ составныя части (упорные листы), при чемъ положеніе ихъ вывѣрялось помощью вертикальной проволоки, натанутой точно въ положеніи оси цилиндрической поверхности прикрѣпляемыхъ упорныхъ листовъ, и помощью круговаго шаблона, котораго отливки должны были касаться; при этомъ обнаруживались зазоры между задѣланными въ кладку отливками и точно установленными упорными листами до $\frac{3}{8}$

дюйма; эти послѣдніе удавалось прикрѣпить болтами въ надлежащемъ положеніи съ точностью до 0,005 дюйма, послѣ чего производилась черезъ нѣкоторыя, оставленныя открытыми, болтовыя отверстія заливка расплавленнымъ бабитомъ промежутка между задѣланными въ бетонъ отливками и приболченными къ нимъ наружными упорными листами. Оказалось необходимымъ, при этомъ, до заливки продувать заливаемое пространство горячимъ сжатымъ воздухомъ для его высушиванія во избѣжаніе взрывовъ водяныхъ паровъ; послѣдніе образовывались вслѣдствіе сырости при заливкѣ пространства позади отливокъ.

Передъ вдвиганіемъ полотна воротъ на мѣсто, къ отливкамъ, охватывавшимъ его торецъ (рис. 135), привѣшивались на болтахъ наружныя стальныя части этихъ составныхъ отливокъ или „упорные листы“; полотно,

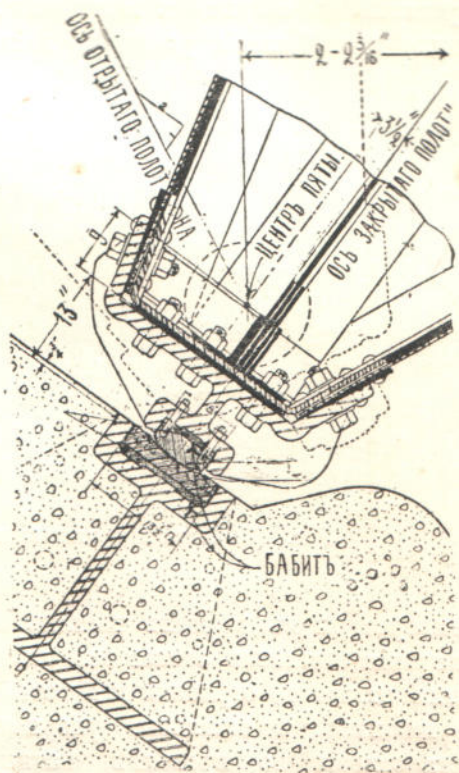


Рис. 135. Составная отливка въ веревяльномъ упорѣ.

затѣмъ, устанавливалось въ правильномъ закрытомъ положеніи съ упоромъ въ король помощью временныхъ болтовъ α (рис. 136), упирающихся въ болты или въ тѣло уже закрѣпленныхъ стѣнныхъ отливокъ; привѣшенные въ веревальному столбу, упорные листы прижимаются къ отливкамъ его торца, послѣ чего такъ же, какъ описано выше, производится заливка расплавленнымъ бабитомъ промежутка между торцовыми отливками полотна и прикрѣпленными упорными листами. Эти работы производились раннимъ утромъ до начала дѣйствія лучей солнца, когда всѣ части воротъ имѣли однообразную температуру. Такой же методъ съ установкой обоихъ полотнъ въ правильномъ закрытомъ положеніи и упоромъ въ король пробовали примѣнить и для прикрѣпленія упорныхъ листовъ къ створнымъ столбамъ, но измѣненія

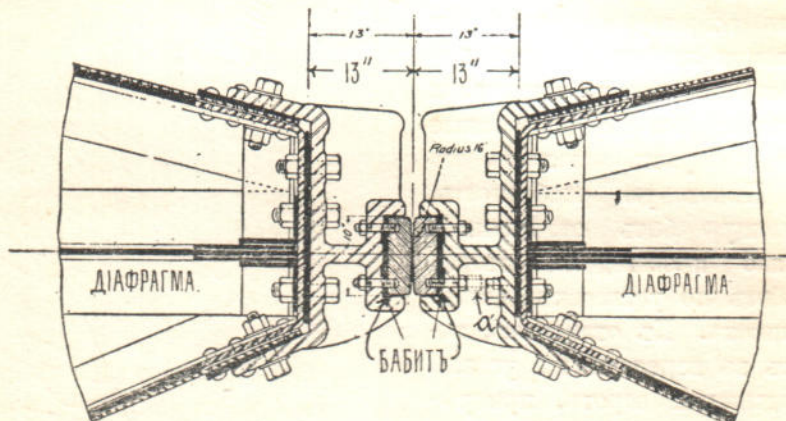


Рис. 136. Составныя отливки въ мѣстѣ упора створныхъ столбовъ.

температуры въ разныхъ частяхъ полотна при этой болѣе продолжительной операціи заставили отказаться отъ установки этимъ способомъ всѣхъ упорныхъ отливокъ, ограничились точной установкой только крайнихъ верхнихъ и нижнихъ, а остальные упорные листы на каждомъ створномъ столбѣ установлены по проволкѣ, натянутой между правильно закрѣпленными крайними отливками.

Послѣ установки полотнъ производилась провѣрка водонепроницаемости ихъ воздушныхъ камеръ, для чего послѣднія наполнялись водой цѣликомъ, а затѣмъ по одиночнымъ отдѣленіямъ для провѣрки переборокъ.

ГЛАВА X.

Вспомогательныя устройства, расположенныя въ сторонѣ отъ мѣста работъ.

Содержаніе:—1. Силовыя станціи.—2. Станціи пневматической энергіи.—3. Мастерскія для ремонта рабочихъ машинъ и подвижного состава, депо для рабочихъ паровозовъ.—4. Каменоломни и камнедробильныя заводы.

Кромѣ, рассмотрѣнныхъ въ предыдущихъ главахъ, различныхъ вспомогательныхъ приспособленій, расположенныхъ непосредственно на мѣстахъ производства работъ, слѣдуетъ отмѣтить еще одну группу устройствъ, которыя, обслуживая тѣ или другія строительныя операціи, а иногда и различныя одновременно, не были связаны съ опредѣленнымъ пунктомъ рабочаго фронта и не находились на самомъ мѣстѣ производства этихъ операцій.

Къ такимъ устройствамъ должны быть отнесены силовыя электрическія станціи, станціи пневматической энергіи, мастерскія для ремонта рабочихъ машинъ и подвижного состава, депо для рабочихъ паровозовъ, каменоломни, камнедробильныя заводы.

1. Силовыя станціи.

Для приведенія въ дѣйствіе всѣхъ механизмовъ, примѣненныхъ на работахъ Канала за исключеніемъ землеотрывныхъ снарядовъ и тѣхъ, которые питались пневматической энергіей компрессорныхъ станцій, а также для освѣщенія, какъ мѣста работъ, такъ и рабочихъ поселковъ, въ нѣсколькихъ пунктахъ Перешейка устроены силовыя станціи, изъ которыхъ электрическая энергія кавализована по всему фронту работъ; изъ этихъ станцій, доставлявшихъ въ годъ до 26 милліоновъ килоуаттъ-часовъ, двѣ основныя были расположены—одна въ Гатунѣ (16 милліоновъ к.-у.-ч.), другая въ Мирафлоресѣ (9 милліоновъ к.-у.-ч.); четыре второстепенныхъ самостоятельныхъ, для обслуживанія меньшихъ районовъ, были открыты въ Колонѣ у Атлантическаго устья, въ Горгонѣ у главныхъ механическихъ и паровозно-вагонныхъ мастерскихъ, въ Эмпайрѣ у мастерскихъ для паровыхъ лопатъ и въ Бальбоа у Тихоокеанскаго устья.

Основныя силовыя станціи, изъ которыхъ расположенная въ Мирафлоресѣ представляетъ постоянное сооруженіе и приметъ участіе въ работѣ эксплуатаціи Канала, почти идентичны по своему составу; каждая изъ нихъ мощностью въ 4.500 килоуаттъ (6.000 Н Р) вырабатываетъ переменный трехфазный электрическій токъ въ 25 цикловъ въ 2.200 volt, который канализованъ по площади работъ трехпроводной воздушной линіею и въ различныхъ подстанціяхъ трансформируется въ различные вольтажи; кромѣ того, на самихъ станціяхъ часть тока конвертируется въ постоянный токъ

въ 600 вольтъ. Въ качествѣ двигателей генераторныхъ станцій установлены были паровыя турбины Куртиса съ часовымъ потребленіемъ пара въ $17\frac{1}{2}$ фунтовъ на килоуаттъ при давленіи въ 10 атмосферъ. Отъ силовой станціи въ поселкѣ Эмпайръ, лежащемъ у водораздѣльной точки перевальной выемки, т. е. у середины ея протяженія, протянута линія вдоль верхней бровки этой выемки, отъ нея отвѣтвленія подходили къ трансформаторамъ и рубильникамъ взрывныхъ подстанцій, разставленныхъ на разстояніи 1.000 футовъ другъ отъ друга по всей длинѣ выемки.

Всѣ силовыя станціи, разбросанныя вдоль фронта работъ отъ океана до океана, находились, въ вѣдѣніи электрическаго отдѣла механической части Инженерно-Строительнаго Департамента; средняя стоимость килоуаттъ-часа составляла $4\frac{1}{3}$ копейки.

2. Станціи пневматической энергіи.

Пневматическая энергія получила широкое примѣненіе на работахъ Канала, ею приводились въ дѣйствіе всѣ перфораторы буровыхъ работъ, механическіе станки въ полевыхъ мастерскихъ и нѣкоторыя установки въ главныхъ мастерскихъ, ею же пользовались при монтажныхъ металлическихъ работахъ.

Въ предѣлахъ 15-тиверстнаго фронта перевальной выемки сжатымъ воздухомъ приводились въ дѣйствіе 175 поршневыхъ перфораторовъ, 130 колесныхъ буровыхъ снарядовъ, 8 насосовъ, 2 сверлильныя машины, имъ же обслуживались 50 кузнечныхъ горна, двѣ машины для испытанія пневматическихъ тормазовъ и паровозныя депо; сжатымъ же воздухомъ пользовались при продувкѣ буровыхъ скважинъ.

Для сжатія необходимаго для всѣхъ этихъ цѣлей количества воздуха вдоль фронта работъ былъ устроенъ рядъ компрессорныхъ станцій, три болѣе крупныя изъ которыхъ обслуживали (стр. 96) 15-верстное протяженіе перевальной выемки.

Каждая изъ этихъ трехъ станцій была оборудована четырьмя компрессорами (заводовъ Rand и Laidlaw-Dunn-Gordon), какъ простого, такъ и двукратнаго сжатія, питавшимися паромъ и дававшими воздухъ при давленіи въ 105—110 фунтовъ на кв. дюймъ; производительность каждаго изъ компрессоровъ достигала 2.500 куб. футъ свободнаго воздуха въ минуту.

Въ теченіе 8-ми часового рабочаго дня три станціи сжимали до 20 милліоновъ куб. футовъ свободнаго воздуха, обходившагося по 3,1 цента за 1.000 куб. футовъ. Одна изъ станцій работала непрерывно день и ночь въ виду необходимости вести непрерывно буровыя работы для возможности своевременной подготовки грунта для работы землетривныхъ снарядовъ.

Кромѣ указанныхъ трехъ компрессорныхъ станцій, обслуживавшихъ большіе районы, имѣлись на работахъ при различныхъ мастерскихъ отдѣльныя небольшія установки для изготовленія сжатого воздуха для мѣстныхъ потребностей, какъ то для приведенія въ дѣйствіе сверль, пневматическихъ ударныхъ инструментовъ и подъемниковъ.

Для пневматическихъ работъ при монтажѣ воротъ и другихъ элементовъ оборудованія шлюзовъ, требовалось высокое давленіе у рабочихъ механизмовъ (90 фунт. на кв. дюймъ); сжатымъ воздухомъ общей системы

канализаціи нельзя было пользоваться въ виду недостаточности поддержавшагося въ ней давленія, въ особенности, въ наиболѣе удаленныхъ отъ станцій, участкахъ, гдѣ давленіе падало ниже 50 фунтовъ на кв. дюймъ; поэтому для монтажныхъ работъ устроены были въ непосредственной близости къ шлюзнымъ стѣнамъ мѣстныя небольшія компрессорныя станціи, питаемыя электричествомъ съ главной силовой станціи.

При совершенствѣ, какъ рабочихъ снарядовъ для дѣйствія сжатымъ воздухомъ, достигнутыхъ американскими заводами, (Ingersoll Rand Co, Star Drilling Machine Co, Mc. Kiernan-Terry Drill Co), такъ и самихъ компрессоровъ, а также при бдительномъ наблюденіи за канализаціонными линіями, примѣненіе пневматической энергіи оказалось экономичнымъ и удобнымъ, въ особенности для буровыхъ работъ, а также для склепки и зачеканки при монтажѣ металлическихъ конструкцій.

3. Мастерскія для ремонта рабочихъ машинъ и подвижного состава, депо для рабочихъ паровозовъ.

Для ремонта элементовъ оборудованія работъ Канала, подвижного состава и рабочихъ машинъ и для изготовленія такихъ частей, которыя могли быть выполнены дешевле и скорѣе на Перешейкѣ, чѣмъ на заводахъ въ Соединенныхъ Штатахъ, въ Зонѣ Канала были устроены мастерскія, — главные и полевые.

Находясь въ разстояніи болѣе 3.000 верстъ отъ района снабженія ихъ матеріалами и машинами и служа для производства самыхъ разнообразныхъ исправленій, начиная съ нѣжныхъ хронометровъ и кончая паровозами и отрывными снарядами, мастерскія на Перешейкѣ представляли нѣкоторыя интересныя особенности, отмѣченныя выше при описаніи установившейся системы ремонта въ § 8-мъ III-ей главы (стр. 85) и § 2-мъ IV-ой главы (стр. 130). При, положенныхъ въ основаніе этой системы, тщательной инспекціи состоянія рабочихъ машинъ и состава, своевременнаго выполненія необходимыхъ исправленій и производства капитальнаго ремонта машинъ путемъ послѣдовательной замѣны отдѣльныхъ элементовъ по мѣрѣ надобности, и при специализаціи ремонтныхъ работъ — служба мастерскихъ получила слѣдующую организацію и составъ.

Главные механическія работы исполнялись въ отдѣльныхъ специальныхъ мастерскихъ: для подвижного состава и паровозовъ, для землеотрывныхъ сухопутныхъ снарядовъ, для дноуглубительныхъ машинъ и плавучихъ средствъ.

Кромѣ этихъ главныхъ мастерскихъ, вдоль фронта работъ устроены были, для подвижного состава и для паровозовъ, а также для паровыхъ лопать — полевые мастерскія, выполнявшія не малую часть общей работы ремонта.

Полевые мастерскія для подвижного состава были расположены на полпути слѣдованія порожнихъ составовъ со свалокъ въ выемку, гдѣ устроены были парки для больныхъ вагоновъ, выбрасываемыхъ изъ проходящихъ составовъ; въ этихъ мастерскихъ, гдѣ находилось, при 100 проходящихъ въ теченіе рабочаго дня, составахъ, отъ 50 до 70 человекъ рабочихъ при двухъ, трехъ мастерахъ, производились всѣ исправленія вплоть до смѣны главныхъ балокъ рамы или пола вагона; эта операція, какъ и другія болѣе сложныя, требовали отправки вагоновъ въ главную мастерскую.

Въ полевыхъ мастерскихъ для ремонта паровыхъ лопать имѣлись

Склады запасныхъ наиболѣе часто смѣняемыхъ частей и рабочіе станки, необходимые для ихъ пригонки и для мелкихъ подѣлокъ; станки эти установлены въ вагонахъ и приводились въ дѣйствіе пневматической энергіей, канализованной вдоль всего фронта перевальной выемки, а въ другихъ районахъ работъ—электрической энергіей изъ ближайшаго источника. Въ предѣлахъ 15-верстной перевальной выемки, гдѣ работало болѣе 50 паровыхъ лопатъ, полевыхъ мастерскихъ было двѣ—по одной для каждаго самостоятельнаго района работъ каждаго склона—Атлантического и Тихоокеанскаго; въ районѣ Гатунской плотины, на отдѣльно расположенныхъ работахъ по устройству западнаго мола у Атлантического устья и на работахъ щебеночнаго карьера въ 30 верстахъ отъ этого устья имѣлись также полевые мастерскія, для работающихъ въ этихъ районахъ, лопатъ.

Судоремонтныя устройства не имѣли отдѣленій второстепеннаго вспомогательнаго характера, они были сосредоточены въ двухъ пунктахъ у каждаго изъ устьевъ Канала для обслуживанія разъединенныхъ, пока еще не прорытымъ Перешейкомъ, двухъ рабочихъ флотилій. Машинныя части плавучихъ средствъ этихъ флотилій ремонтировались часто въ мастерскихъ судоремонтныхъ устройствъ, частью поступали на главныя общія мастерскія въ Горгонѣ, главная работа которыхъ впрочемъ заключалась въ ремонтѣ подвижнаго состава и паровозовъ.

Эти мастерскія, бывшія самыми обширными на всемъ Перешейкѣ, состояли изъ вагоннаго и паровознаго отдѣла, въ которыхъ выполнялись также работы по ремонту всѣхъ рабочихъ машинъ; кромѣ паровыхъ лопатъ и плавучихъ средствъ, сюда доставлялись частями или цѣликомъ неисправныя разгрузныя лебедки, разравнители, плуги, путеперекладыватели, буровыя станки, камерѣзныя машины.

Въ теченіе 10 мѣсяцевъ одного изъ наиболѣе дѣятельныхъ годовъ работы въ этихъ мастерскихъ былъ произведенъ капитальный ремонтъ 54 паровозовъ, легкій ремонтъ 2601 паровоза и 12670 вагоновъ, были отремонтированы 761 разгрузная лебедка, 447 разравнителей и 140 путеперекладывателей; въ литейной мастерской отлито около 10.000 пудовъ сѣраго чугуна и около 5.000 пудовъ бронзовыхъ частей. Какъ иллюстрація скорости производства работъ въ этихъ мастерскихъ, можетъ служить фактъ изготовленія въ 40 часовъ шести станковъ для колодезныхъ буровъ, включая всѣ работы по приготовленію моделей и по погрузкѣ на желѣзнодорожныя платформы; въ теченіе 8 дней были собраны, склепаны и отправлены на мѣсто работъ шесть балокъ со сплошной стѣжкой пролетомъ 20 метровъ для желѣзнодорожнаго моста.

Число рабочихъ достигало 1.300, изъ нихъ 800 было въ вагонномъ, а остальные въ паровозномъ отдѣлѣ. Мастерскія эти находились въ вѣдѣніи Механической части Инженернаго Департамента, тогда какъ другія главныя мастерскія, спеціально назначенныя для ремонта паровыхъ лопатъ, были переданы въ вѣдѣніе средняго строительнаго отдѣленія.

При принятой системѣ ремонта паровыхъ лопатъ (стр. 85) главныя мастерскія для нихъ имѣли текущей работой исправленіе и усиленіе доставляемыхъ съ работъ элементовъ машинъ, сами же машины поступали въ нихъ только въ случаѣ особенно сильныхъ поврежденій, происходившихъ **большой частью** при несчастныхъ случаяхъ на работахъ, какъ то обвалахъ, **сходахъ** составовъ или преждевременныхъ взрывахъ.

Такая система установилась на основаніи опыта первыхъ лѣтъ работы, при устройствѣ же мастерскихъ было предположено поступленіе въ нихъ каждой паровой лапаты два раза въ годъ и придана вмѣстимость на 20 лопатъ при общемъ числѣ ихъ, достигающемъ на работахъ Канала 100; 20 стойлъ были размѣщены подъ общимъ навѣсомъ, параллельно другъ другу и примыкали къ расположеннымъ къ нимъ перпендикулярно, пониженнымъ путямъ поперечной телѣжки; послѣдняя могла быть установлена какъ противъ cadaго изъ стойлъ, такъ и противъ cadaго изъ шести путей желѣзнодорожнаго парка, въ который прибывали составы съ частями машинъ, подлежащими ремонту. Къ боковымъ сторонамъ навѣса съ двадцатью стойлами и къ торцовой задней сторонѣ примыкали различныя спеціальныя мастерскія; надъ путями cadaго стойла двигался мостовой электрической кранъ, прилежавшіе же мастерскія оборудованы подвижными компактными подъемниками силой до трехъ тоннъ, дѣйствующими сжатымъ воздухомъ. При мастерскихъ находились склады для запасныхъ частей (стр. 88) и паркъ путей для сортировки платформъ, прибывающихъ съ частями машинъ; для этой работы и для погрузки и разгрузки желѣзнодорожныхъ платформъ въ паркѣ былъ маневровый паровозъ и два подвижныхъ поворотныхъ крана силой въ 30 тоннъ.

Судоремонтныя устройства, отмѣченныя выше (стр. 130) въ общихъ чертахъ, не представляли какихъ нибудь особенностей, заслуживающихъ болѣе подробнаго описанія, здѣсь остается упомянуть, что на каждомъ устьѣ силы для ремонта строительной флотиліи указаннаго (стр. 108) состава достигали 800 человекъ, изъ нихъ до 150 квалифицированныхъ мастеровыхъ, занятыхъ въ судоподъемныхъ устройствахъ, въ мастерскихъ и на вспомогательныхъ плавучихъ средствахъ.

Для 300 паровозовъ, участвовавшихъ въ работахъ Канала въ различныхъ пунктахъ вдоль фронта постройки были устроены паровозныя депо, изъ нихъ наиболѣе крупныя — въ Педро-Мигуелѣ (100 стойлъ), въ Ласъ-Каскадасъ и въ Гатунѣ (по 60 стойлъ), затѣмъ, меньшія депо находились въ Горгонѣ въ Бальбоа и въ Парейсо (по 20 стойлъ).

При ровномъ и тепломъ климатѣ на Перешейкѣ эти депо такъ же, какъ и многія постройки для описанныхъ выше мастерскихъ, состояли изъ навѣсовъ легкой конструкціи; депо имѣли въ планѣ прямоугольную форму длиной на 5 паровозовъ и шириной на 5 — 20 рядовъ, вмѣщая соотвѣтственно 25—100 паровозовъ; при депо имѣлись небольшія мастерскія для легкаго ночного ремонта. Зола удалялась вагончиками, подававшимися по пониженнымъ путямъ съ уклономъ на дно кочегарныхъ ямъ; для запасовъ угля и для снабженія имъ тендеровъ устроены были силосныя деревянныя зданія, на верхъ которыхъ помощью паровыхъ лебедокъ поднимались желѣзнодорожныя вагоны съ углемъ для выгрузки ихъ въ силосы.

Операціи по уходу и снаряженію рабочихъ паровозовъ въ депо описаны выше (стр. 91), здѣсь остается указать, что рабочія силы, занятыя этими операціями, производившимися ночью, составляли въ Педро-Мигуелѣ при 100 паровозахъ — 50 человекъ, въ Ласъ-Каскадасъ, при 60 паровозахъ — 30 человекъ, въ Горгонѣ — 20 человекъ, въ Бальбоа — 5 человекъ. Всѣ депо находились въ вѣдѣніи Механической части Инженерно-Строительнаго Департамента.

4. Каменоломни и камнедробильные заводы.

Отсутствие подходящих каменных пород по всему фронту постройки заставило, какъ указано было выше, расположить карьеры для добычи каменнаго матеріала въ значительномъ удаленіи отъ мѣста работъ. Изъ двухъ устройствъ для добычи камня и приготоуленія щебня, Атлантическаго и Тихоокеанскаго, послѣднее оказалось въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ не только въ смыслѣ близости къ работамъ, но и по характеру самой разрабатываемой породы, для раздробленія которой требовался меньшій расходъ взрывныхъ веществъ и рабочей силы; эти обстоятельства, на ряду съ другими ниже приводимыми причинами, не замедлили отразиться на стоимости заготовки кубической единицы щебня, оказавшейся вдвое меньше на Тихоокеанскомъ склонѣ, чѣмъ на Атлантическомъ.



Рис. 137. Общій видъ каменнаго карьера и камнедробильнаго завода въ Анконѣ.

Изъ этихъ двухъ устройствъ, имѣвшихъ одинаковый общій составъ и различавшихся только нѣкоторыми деталями, ниже приведено описаніе только одного Тихоокеанскаго, какъ болѣе совершеннаго, отчасти вслѣдствіе болѣе поздняго открытія, и лучшаго по результатамъ работы.

Это устройство, извѣстное на работахъ подъ именемъ Анконскаго карьера, расположено было (рис. 137) на склонѣ высокаго холма; карьеръ разрабатывался террасами въ трехъ уровняхъ, а камнедробильный заводъ расположенъ на 40 футъ ниже нижней изъ террасъ и состоялъ (рис. 138) изъ камнедробильнаго зданія *A*, конвеерной галлерей *B* и силоснаго зданія *C*; площадка завода *A*, на которой разбитъ небольшой вагонный паркъ, сообщалась съ первой террасой такъ же, какъ и террасы между собой, высѣченными въ откосахъ скалы, наклонными (до 0,02 уклономъ) спусками; по нимъ

производилось движение составов нормальной колеи от работающих на террасах паровых лопатъ въ зданію А; для этого, пути, уложенные на этихъ спускахъ, имѣли вытяжные тупики длиной на 16 вагоновъ и притомъ двойной колеи, что давало возможность помѣщать на вытяжномъ горизонтальномъ пути спускающійся составъ для пропуска порожняго поднимающагося.

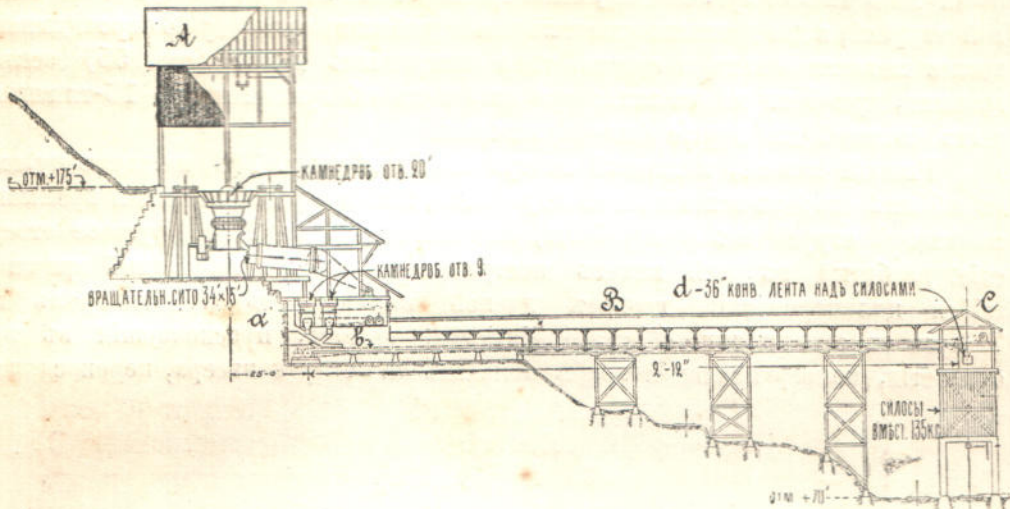


Рис. 138. Общее расположеніе камнедробильнаго завода, конвейера и силоснаго зданія по склону Анконскаго холма; длина конвейера В равна 212 футамъ.

Составы, нагруженные паровыми лопатами, спускались въ террасу на площадку А, гдѣ разгружались въ воронку завода. Площадка зданія А расположена надъ уровнемъ главныхъ отвозныхъ путей, проходившихъ подъ силоснымъ зданіемъ, на 100 футовъ; въ предѣлахъ этой высоты расположены послѣдовательно всѣ элементы камнедробильнаго завода отъ приѣмной воронки до выпусковъ изъ силосныхъ ящиковъ. При такомъ общемъ расположеніи карьера и элементовъ камнедробильнаго завода камень отъ момента нагрузки паровыми лопатами на вагоны рабочихъ составовъ на террасахъ и до вышки его въ видѣ щебня изъ ящиковъ силоснаго зданія въ вагоны нижняго, уровня для отвозки на мѣста бетонныхъ работъ, движется только внизъ.

Это отсутствіе подъема добываемаго матеріала, разработка карьера одновременно на нѣсколькихъ уровняхъ, дающая, кромѣ развитія фронта работъ, и возможность, не прекращать ихъ въ случаѣ завалки одной изъ террасъ, были факторами, обеспечившими успѣхъ работы карьера и завода, чему такъ же не мало способствовало правильное назначеніе, въ соотвѣтствіи съ предстоявшей работой, типовъ и мощности рабочихъ механизмовъ; невыполненіемъ въ этой же мѣрѣ приведенныхъ условій при устройствѣ карьера и камнедробильнаго завода на Атлантической сторонѣ Перешейка на ряду съ менѣе благоприятнымъ для разработки, трещиноватымъ характеромъ скалы объясняется сравнительный неуспѣхъ этихъ устройствъ и относительно высокая стоимость кубической единицы добывавшагося тамъ щебня.

При разработкѣ скалы Анконскаго карьера, представлявшей мощные

слой порфира съ легкимъ содержаніемъ извести (вѣсомъ $4\frac{1}{2}$ пуда въ куб. футѣ), для оголенія скалы пришлось до ея разработки удалить значительное количество поверхностнаго грунта; буреніе производилось какъ наклонными скважинами у подошвы откоса на каждой террасѣ, такъ и вертикальными шпурами, закладывавшимися въ верхнихъ частяхъ откоса холма. Для добычи взорванной скалы въ карьерѣ, при средней кубатурѣ въ 10 часовой рабочей день въ 300 куб. сажень, было три паровыхъ лопаты, по одной на каждой террасѣ, а для доставки скалы къ камнедробильному заводу 48 опрокидывающихся металлическихъ вагоновъ, типа описанныхъ выше (стр. 55) землевозныхъ, при 5-ти паровозахъ; три изъ нихъ обслуживали три 16-ти вагонныхъ состава, два другіе были толкачами.

Рваный камень, поданный внутрь зданія *A* (рис. 138) по двумъ путямъ съ обѣихъ сторонъ основной камнедробилки, послѣ предварительной промывки на вагонѣ струей изъ брандсбойта, высыпался въ ея 20-ти футовое отверстие; разбитый въ ней камень поступалъ затѣмъ въ наклонный вращающийся цилиндрической грохотъ длиной въ 15 футъ и діаметромъ въ 7 футъ съ отверстиями 4"-оваго діаметра; щебень, проскочившій въ эти отверстия, по вертикальной трубѣ попадалъ на ленту конвеера, переносящаго

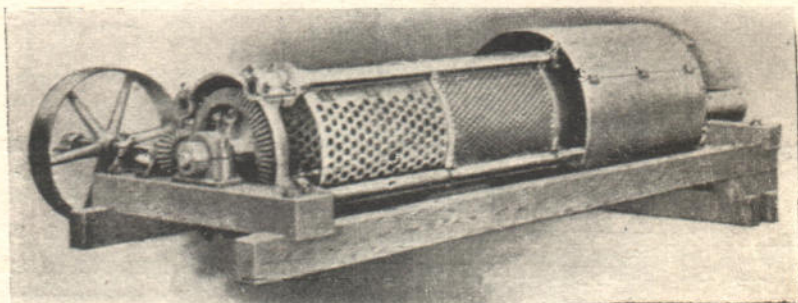


Рис. 139. Грохотъ съ двойной сѣткой для сортировки двухъ калибровъ щебня и для отдѣленія мелочи и пыли.

его къ силосному зданію; щебень крупнѣе 4" задерживался въ ситѣ и изъ него сползалъ въ лотки, отводившіе его къ одной изъ четырехъ дробилокъ меньшаго калибра, чѣмъ основныя, съ приѣмными отверстиями 9 футоваго діаметра; эти дробилки установлены всѣ въ одномъ уровнѣ на 35 футъ ниже пола приѣмнаго этажа зданія *A*. Щебень, выходящій изъ этихъ дробилокъ и не превышающій 4 дюймоваго калибра, попадаетъ на ту же конвеерную ленту, по которой направляется къ отстоящему на 200 футъ силосному зданію; передъ самымъ попаданіемъ на продольный конвееръ силоснаго зданія, направленнаго подъ прямымъ угломъ къ первому конвееру *B*, щебень проходилъ черезъ второй грохотъ, служившей для сортировки двухъ калибровъ камней—крупнаго щебня, не превышающаго 4" но не менѣе $1\frac{1}{2}$ " и мелкаго щебня, не превышающаго $1\frac{1}{2}$ "—первый калибръ примѣнялся для бетонной кладки стѣнныхъ монолитовъ шлюзовъ, второй—служилъ для болѣе тонкихъ стѣнокъ различныхъ камеръ и галлерей въ массивѣ кладки и для желѣзо-бетона. Для такой сортировки и отдѣленія мелочи грохотъ былъ (рис. 139) снабженъ двойными стѣнками: наружная изъ нихъ на протяженіи $\frac{3}{4}$ его длины пропускала только пыль и осколки не болѣе $\frac{1}{2}$ дюйма,

отдѣлявшіеся такимъ образомъ въ ближайшей спеціальной силосъ; внутренняя стѣнка пропускала только $1\frac{1}{2}$ "-овыя щебенки, которыя направлялись во второй силосъ, остальной же щебень, калибра болѣе $1\frac{1}{2}$ ", поступалъ на продольную ленту силоснаго зданія, съ которой ссыпался помощью сбрасывателя въ одинъ изъ четырехъ остальныхъ силосовъ. Послѣдніе высотой въ 22 фута площадью въ $14' \times 12'$ были желѣзобетонной конструкціи, имѣли днища $20''$ -вой толщины, усиленные рельсами, и опирались на два параллельныхъ ряда желѣзобетонныхъ стоекъ, между которыми проложенъ путь для нагрузки щебня въ составы. Выпускъ щебня совершался открытіемъ дверей въ днищахъ силосовъ помощью рычаговъ, легко поворачивавшихся рабочими. Вместимость шести силосовъ составляла 140 кубическихъ сажень; обычно въ нихъ поступало съ завода отъ 3% до 6% мелочи и пыли, отъ 10% до 15% мелкаго щебня $1\frac{1}{2}$ "-оваго калибра, а остальное количество составлялъ $4''$ -овый крупный щебень.

Оборудованіе камнедробильнаго завода состояло изъ дробилокъ, грохотовъ, конвееровъ и электромоторовъ для приведенія ихъ въ дѣйствіе.

Дробилки двухъ калибровъ для послѣдовательнаго дробленія рванаго камня, привозимаго въ видѣ крупныхъ осколковъ, примѣнены были центрального вращающагося типа; онѣ состояли (рис. 140) изъ воронкообразно расширяющагося кверху стального сосуда, внутри котораго вращается, нѣсколько эксцентрично (см. 25 на рис. 140) относительно оси сосуда установленная, голова или пестикъ; какъ внутренняя поверхность сосуда, (щеки) такъ и голова пестика, между которыми при вращеніи послѣдняго зажимается и раскалывается камень, были изъ марганцевой стали и, несмотря на форсированную работу завода, не подвергались износу; изнашивался только нижній край щекъ (см. 8 на рис. 140), вслѣдствіе чего по временамъ приходилось помощью особой гайки (47 на рис. 140) приподнимать главный валъ (31) для возобновленія увеличившагося по низу разстоянія между головой пестика (7) и щеками (8); эта гайка (47)

служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ средствомъ регулированія калибра щебня, выходящаго изъ дробилки; помощью ея валъ можетъ быть поднятъ на четыре дюйма. Для извлеченія изъ основной дробилки вала, вѣсомъ 30 тоннъ, что необходимо было для оправки его въ мастерскихъ два раза въ годъ, служили два 18-ти-тонные крана, подвѣшенные надъ осью основной дробилки въ зданіи А (рис. 138); валы дробилокъ меньшаго калибра также два раза

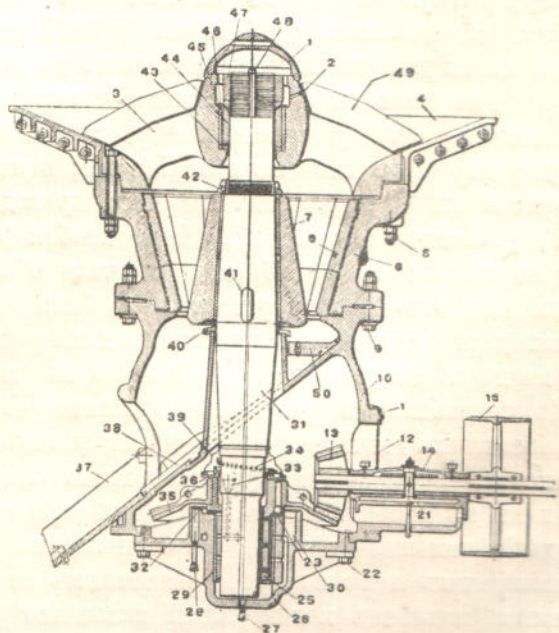


Рис. 140. Камнедробилка центрального вращающагося типа съ приемной воронкой диаметромъ въ 20 футовъ и производительностью въ 30 куб. саж. щебня въ часъ.

въ годъ, т. е. послѣ пропуска около 30.000 куб. сажень щебня каждой изъ нихъ, отправлялись для оправки въ мастерскія. Другой изнашиваемой частью дробилки является эксцентрикъ (см. 25 на рис. 140), особенно страдающій при неисправномъ состояніи предохраняющаго отъ пыли воротника (40).

Несмотря на внушительный калибръ дробилки, имѣвшей приѣмное отверстие діаметромъ въ 20 футъ и принимавшей куски скалы съ гранями площадью до 3 кв. фут., приходилось примѣнять дополнительное разбиваніе отдѣльныхъ болѣе крупныхъ осколковъ привезеннаго камня; такое раскалываніе, производившееся динамитными патронами, прикладывавшимися къ осколку скалы послѣ выгрузки его въ воронку дробилки, тормазило работу завода; этотъ опытъ показалъ, что при нежеланіи увеличивать расходъ взрывчатыхъ веществъ въ самомъ карьерѣ—необходимо примѣнять возможно болѣе крупный калибръ дробилокъ; дробилки малаго калибра принимали куски скалы съ гранями площадью до 1 кв. фута.

Перемѣщеніе щебня между заводомъ и силоснымъ зданіемъ производилось помощью лентъ изъ прорезиненной матеріи шириной въ 36'', поддерживавшихся четырьмя рядами роликовъ, края ея были приподняты наклонными роликами. Несмотря на острые ребра щебня, ленты выдерживали непрерывную службу въ теченіе года (стоимость ихъ была 7 руб. съ пог. фута) и оказались удобнѣе въ работѣ, чѣмъ черпаковыя норіи, примѣнявшіяся въ другомъ камнедробильномъ устройствѣ—на Атлантической сторонѣ.

Для приведенія въ движеніе описанныхъ механизмовъ завода служили электромоторы, установленные у каждого изъ нихъ и обезпечивавшіе каждому изъ нихъ независимое дѣйствіе; основная дробилка съ производительностью въ 30 куб. саж. въ часъ приводилась въ движеніе моторомъ въ 250 л. силъ, каждая изъ 4-хъ дробилокъ меньшаго калибра съ производительностью въ 8 куб. саж. въ часъ обслуживалась моторомъ въ 50 л. с., для каждого грохота установлены были 30-силльные моторы, а для каждого изъ двухъ конвееровъ, имѣвшихъ длину около 200' каждый и переносившихъ камень со скоростью въ 450 футъ въ минуту—были моторы по 25 л. с. Камнедробильныя устройства Атлантическаго берега отличались отъ выше описанныхъ менѣе удобными, по мѣстнымъ условіямъ, расположеніемъ по высотѣ, вызывавшимъ необходимость поднятія щебня отъ большой дробилки къ дробилкамъ малаго калибра, и затѣмъ отъ послѣднихъ въ силосное зданіе помощью норій, болѣе сложнымъ устройствомъ передачи энергіи къ движущимъ механизмамъ, связаннымъ съ общимъ валомъ отъ паровой машины, наконецъ конструкціей силоснаго зданія, изъ котораго щебень подавался по спускнымъ трубамъ въ баржи для доставки моремъ въ Гатунъ.

Производительность описаннаго Анконскаго завода составляла въ среднемъ 30 куб. саж. щебня въ часъ дѣйствительной работы; при неизбѣжныхъ потеряхъ времени на исправленія (9% всего времени), на ожиданіе подачи скалы (3%), на остановки изъ-за переполненія силосовъ (4%) и другія задержки (9%)—производительность составляла около 22 куб. саж. въ часъ; въ 9 часовою рабочей день заводъ давалъ до 200 куб. саж. щебня, обходившагося, считая всѣ операціи до разгрузки на мѣстѣ бетонныхъ работъ, около 22 рублей за куб. саж.

ГЛАВА XI.

Стоимость различных строительных операций по производству работ Канала.

Содержаніе:—1. Успѣхи механическаго оборудованія работъ Канала и вліяніе ихъ на стоимость производства этихъ работъ.—2. Стоимость рабочей силы, администраціи, рабочихъ машинъ, вспомогательныхъ приспособленій и строительныхъ матеріаловъ.—3. Учетъ стоимости производства различныхъ видовъ работъ.—4. Стоимость различныхъ операций по производству строительныхъ работъ:—А. Земляныя работы на сухихъ мѣстахъ;—Б. Земляныя работы на мѣстности, покрытой водой;—В. Работы по гидравлической отрывкѣ грунта;—Г. Работы по изготовленію щебня;—Д. Бетонныя работы по сооруженію шлюзовъ;—Е. Работы по ремонту подвижнаго состава и машинъ.

1. Успѣхи механическаго оборудованія работъ Канала и вліяніе ихъ на стоимость производства этихъ работъ.

Изъ, приведеннаго въ предыдущихъ 10 главахъ, описанія разныхъ видовъ строительной дѣятельности американцевъ на Перешейкѣ легко усматриваются наиболѣе характерныя особенности этихъ работъ—громадный масштабъ, стройная, прекрасно разработанная до деталей, организація дѣла и почти исключительное механическое исполненіе всѣхъ видовъ строительныхъ операций, изъ коихъ многія до сихъ поръ не только у насъ, но и въ Западной Европѣ производятся еще безъ примѣненія машинъ.

„Панамскій Каналь прорытъ дѣйствіемъ однихъ машинныхъ рукоятокъ (throttle work)“ съ гордостью говорятъ американцы, для которыхъ, казалось бы, замѣна ручнаго труда механическимъ не представляетъ чего-нибудь необычнаго; такое заявленіе объясняется тѣмъ, что результаты, достигнутыя на Панамскомъ Перешейкѣ, превзошли ихъ ожиданія, произведя революцію въ области механическаго оборудованія строительныхъ работъ; рядомъ усовершенствованій и путемъ использованія большого, накопившагося на самихъ работахъ Канала, опыта настолько поднята производительность рабочихъ машинъ и отдѣльныхъ операций, что даже въ условіяхъ Новаго Свѣта всѣ прежнія расчетныя данныя времени и стоимости производства разныхъ видовъ работъ должны быть измѣнены. Панамскіе предѣлы производительности для разныхъ видовъ машинъ, Панамскіе приемы работъ—стали обычными ссылками при составленіи расчетовъ производства большихъ строительныхъ работъ на Американскомъ материкѣ. И дѣйствительно, при ближайшемъ знакомствѣ съ достигнутыми на Перешейкѣ успѣхами приходится согласиться со строителями Канала, въ томъ, что второй Панамскій Каналь въ тѣхъ же условіяхъ, какъ и первый, могъ бы быть ими построенъ если не вдвое, то значительно скорѣе и дешевле только что осуществленнаго.

Въ главѣ о земляныхъ работахъ была приведена діаграмма (рис. 16), характеризующая вліяніе на производительность работы отрывныхъ снарядовъ и на стоимость куба отрывки—ряда факторовъ, въ томъ числѣ улучшенія

організацій окремих елементів, із яких складається робота отримки і переміщення земляних мас, удосконалень, внесених в конструкцію машин, нарешті, — опыта, придбаного особистим складом. Такі ж діаграми могли б бути начертані для всіх без виключення видів робіт на Каналі, в чому легко убідитися, прослідивши данні продуктивності і єдиничних цін по послідовальним роковим звітам Управління робіт (Annual Reports of the Isthmian Canal Commission); по деяким роботам продуктивність одних і тих же снарядів удвоилася, а ціна понизилася на 30—40%.

Такі успіхи досягнуті були завдяки уважливому і старанному вивченню будівельниками вироблених ними операцій, завдяки негайному усунуванню, виявлених на самій роботі, недочетів і приміненню на ділі нових думок і ідей, з'явлених в більшості випадків у найближчих виконавців роботи, іноді у простих робітників; удачливі, корисні для діла вказання і пропозиції зі сторони навіть нижчих виконавців поощрялися нагородами, підвищеннями і опублікуванням в офіційних бюлетенях, завдяки чому вся робоча армія Перешейки була привалена до діла удосконалення того громадського робочого механізму, „рукоютками“ якого вона діяла для створення Канала.

В попередніх главах були, попутно з описанням різних елементів обладнання робіт, відзначені найбільш суттєві удосконалення, внесені, як в конструкцію снарядів, так і в прийоми робіт; дослідження впливу кожного такого окремого удосконалення на єдиничну ціну відповідної роботи, виходить із рамок нинішнього праці, нижче приведені тільки данні про ціну різних будівельних операцій на Перешейці в останні роки робіт, коли весь механізм їх досяг найбільш інтенсивної роботи і досконалості; ці данні цікаві, як характеризуючі вплив примінення послідовних удосконалень в снарядах і прийомах при виробстві масових робіт після ряду літ їх виконання в громадському масштабі.

Перед тим перейти до них, слід, однак, вказати, що приведені цифри стосуються до умов американського життя і при тому до певних спеціальних умов, які визначалися географічним положенням місця робіт, віддаленостю від промислової бази, кліматическою обстановкою Перешейки і прагненням можливо швидше, хоча б політичеськими причинами, досягнути з'єднання двох океанів. Для злегшення порівняння приведені нижче данні про ціну робіт з такими ж в російських умовах, представляється умістним передіслати їм свідчення про ціну робочої сили і матеріалів на Перешейці, як об'єктах, функцією яких є ціна будівельних операцій.

2. Ціна робочої сили і технічеської адміністрації, елементів обладнання і матеріалів на роботах Канала.

Висока заробітна плата на материкі Нового Світа, впливаюча на потужний розвиток механічеського обладнання, вироблених на ньому будівельних робіт, повинна була природно виявитися ще вищою на Панамському Перешейці, хоча і оздоровленному в значительній ступені

трудами американцевъ, но все же продолжавшаго внушать недобѣріе въ силу своей еще столь недавней репутаціи самаго нездороваго по климату мѣста на земномъ шарѣ.

Оздоровительныя работы американцевъ, почти уничтоживъ смертоносныя лихорадки, свирѣпствовавшія на Перешейкѣ, не могли, однако, измѣнить тропическихъ особенностей его климата—сырости, жары, монотонности всѣхъ временъ года—въ условіяхъ которыхъ оказывалась тяжелѣе работа для жителей умѣренныхъ странъ, а къ таковымъ принадлежали почти всѣ квалифицированные работники и значительная часть рабочихъ на Каналѣ.

Отдаленность Перешейка отъ цивилизованныхъ странъ континента являлась условіемъ, также неблагоприятнымъ для комплектованія, если не всей рабочей арміи, то во всякомъ случаѣ квалифицированныхъ ея силъ, для удержанія которыхъ во временномъ изгнаніи въ дикой тропической странѣ потребовалось поднять нормы оплаты труда, на 20%—50% противъ среднихъ нормъ Соединенныхъ Штатовъ. При этихъ условіяхъ, не должны возбуждать удивленія нижеприводимыя цифры оплаты труда на Перешейкѣ, въ особенности повышенныя для рабочихъ, мастеровыхъ и для непосредственныхъ руководителей работы и менѣе приподнятыя для общихъ руководителей районами работы, служащихъ различныхъ конторъ, складовъ и управленій нетехническихъ службъ и, наконецъ, чиновъ администраціи работъ.

Часовая плата бѣлыхъ рабочихъ составляла 32—40 копѣекъ, что, при 8 часовомъ рабочемъ днѣ, давало дневной заработокъ въ $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{3}$ рубля; нормальная часовая плата цвѣтныхъ рабочихъ (вестъ-индскихъ негровъ, а также туземцевъ Панама и сосѣднихъ латинскихъ республикъ) была 20 копѣекъ, или около $1\frac{1}{2}$ рублей въ день и доходила въ исключительныхъ случаяхъ специальныхъ работъ до 30—40 копѣекъ въ часъ. Мастеровые изъ бѣлыхъ получали за часъ работы 1 руб.—1 руб. 30 коп. или 8—10 руб. въ день, часовая работа цвѣтныхъ мастеровыхъ оплачивалась 30—50 копѣйками, т. е. втрое меньше.

Мѣсячное жалованье машинистовъ паровыхъ лопатъ и паровозовъ рабочихъ землеотвозныхъ поѣздовъ составляло 350—400 рублей, помощники машинистовъ и кондукторы этихъ составовъ получали въ мѣсяць 250 рублей, агенты движенія, вѣдавшіе распорядительными постами нисшихъ классовъ—200—250 рублей, а высшихъ классовъ—до 400 рублей въ мѣсяць.

Годовое жалованье завѣдывающихъ небольшими отдѣльными районами работъ, какъ, напримѣръ, дистанціями (стр. 23) въ среднемъ строительномъ отдѣленіи, составляло отъ 5.000 до 7.000 рублей, начальники техническихъ конторъ строительныхъ отдѣленій и мѣстные районные инженеры (resident engineer), какъ, напримѣръ, завѣдывающіе работами по сооруженію отдѣльной группы шлюзовъ, по устройству плотины, по работамъ дноуглубленія въ каждомъ изъ устьевъ, начальники мастерскихъ—имѣли годовой окладъ въ 10.000—15.000 рублей, наконецъ члены Истмійской Комиссіи, завѣдывавшіе или отдѣльными частями и департаментами Управленія Зоной и Работами Канала, или отдѣльными частями Инженерно-Строительнаго Департамента и тремя строительными отдѣленіями, на который разбитъ фронтъ работъ на Перешейкѣ, получали 24.000—28.000 руб. въ годъ; годовой окладъ начальника работъ составлялъ 28.000 руб. въ годъ.

Какъ отмѣчено было выше, неполевныя силы, т. е. служащіе въ канце-

ляріяхъ, складахъ и конторахъ, какъ техническихъ, такъ и хозяйственныхъ, оплачивались ниже техническихъ „наружныхъ“ (outside forces) силъ; мѣсячное жалованье клерковъ, чертежниковъ, конторскихъ техниковъ было не болѣе 175—200 рублей и только старшіе чины этихъ конторъ получали до 400—500 руб. въ мѣсяцъ; такое различіе въ вознагражденіи за трудъ конторскій и за „наружный“, полевой—находитъ себѣ объясненіе въ болѣе тяжелыхъ условіяхъ перваго въ обстановкѣ тропической погоды—знойнаго солнца, частыхъ и обильныхъ ливней и по сосѣдству съ лихорадочными джунглями.

Общая годовая сумма оплаты труда рабочей арміи трехъ строительныхъ отдѣленій, численностью въ 20.000 человекъ, составляла около 26¹/₂ миллионъ рублей, изъ нихъ 3.200 квалифицированныхъ работниковъ и чиновниковъ получали 4,8 миллионъ рублей, остальное распредѣлялось на 16.800 человекъ рабочихъ.

Слѣдующимъ за рабочей силой элементомъ, вліяющимъ на единичную стоимость работъ, должно быть приведено оборудованіе ихъ, понимая подъ этимъ рабочія машины, подвижной составъ и вспомогательныя приспособленія, служившія для сбереженія рабочей силы; эти элементы, созданные въ американскихъ же условіяхъ, несмотря на высокій уровень развитія заводскаго производства, по той же причинѣ высокой заработной платы и общей дороговизны американской жизни, стоили во многихъ случаяхъ недешево, какъ въ этомъ можно убѣдиться по свѣдѣніямъ о стоимости различныхъ элементовъ этого оборудованія, приводимымъ ниже на основаніи данныхъ годовыхъ отчетовъ работъ (Annual Report of the Isthmian Canal Commission, Washington) и оффиціального каталога предметовъ оборудованія, изданнаго Управленіемъ работъ Канала.

Землеотрывные снаряды.

Стоимость паровыхъ лопатъ, примѣненныхъ въ сильно преобладающемъ надъ другими типами землеотрывныхъ снарядовъ числѣ (стр. 45), варьировала въ зависимости отъ ихъ калибра и мощности между 14.000 и 26.000 руб. за машину (безъ доставки); 45-тонная лопата завода Bucyrus стоила 14.000 руб., 70-тонная—19.000 руб., 95-тонная—25.000 руб.; 20-тонная лопата завода Marion обходилась въ 11.500 руб., 60-тонная того же завода—въ 20.000 рублей и 91-тонная—въ 26.000 рублей; производительность этихъ типовъ указана въ главѣ III (стр. 47).

Примѣнявшіеся при отрывкѣ на сушѣ для подчистокъ и удаленія большихъ кубатуръ, подвижные паровые краны желѣзнодорожнаго типа, съ дополнительной лебедкой для храпового ковша, стоили—при 15-тонной мощности 12.000 рублей, при 20-тонной мощности—14.000 рублей, при 25—30 тоннахъ—отъ 14 до 18 тысячъ рублей и при 40 тоннахъ—19.000 р.

Подвижные подъемные краны желѣзнодорожнаго типа (wrecking locomotive crane), примѣнявшіеся для работъ по перегрузкѣ тяжелыхъ предметовъ и машинныхъ частей на дворахъ мастерскихъ и въ различныхъ пунктахъ работъ, стоили приблизительно столько же, сколько и землеотрывные; нѣсколько дороже были 30-тонные краны съ двумя подъемными крюками, стоившіе около 20.000 рублей и мощный 100-тонный ремонтный крапъ (стр. 87 рис. 45), обошедшійся въ 30.000 рублей.

Подвижной составъ.

Изъ, описанныхъ въ § 4 III главы, землевозныхъ вагоновъ—деревянные однобортныя платформы для разгрузки плугомъ стоили по 2.200 рублей, опрокидывающіеся металлическіе вагоны малаго калибра безъ пневматическихъ опрокидывателей,—около 2.000 рублей, такіе же вагоны большаго калибра (около 1½ куб. саж.) отъ 3.000 до 4.500 рублей, въ зависимости отъ совершенства пневматическаго оборудованія; рабочія платформы узкой колеи (3') для перевозки матеріаловъ и бетона стоили отъ 600 до 800 руб., вагончики автоматической электрической желѣзной дороги въ Гатунѣ (стр. 197)—2.000 рублей. Стоимость рабочихъ паровозовъ (въ 60—70 тоннъ*) составляла около 23.000 рублей, паровозовъ узкоколейныхъ дорогъ (3')—около 6.000 рублей.

Землеразгрузные снаряды.

Къ землеразгрузнымъ снарядамъ, описаннымъ въ § 7 III-ей главы, отнесены: разгрузныя лебедки, плуги, разравниватели и путеперекладыватели. Разгрузная лебедка слабаго типа (съ тяговымъ усиленіемъ въ 25 тоннъ) стоила, безъ желѣзнодорожной платформы, на которой она установлена—8.000 рублей, цѣна же машинъ сильнаго типа (съ усиленіемъ до 60 тоннъ) составляла отъ 10.000 до 14.000 рублей; разгрузные плуги обошлись по 2.000 рублей; разравниватель, включая стоимость желѣзнодорожной платформы, на которой онъ установленъ, стоилъ — 8.000 рублей при легкой конструкціи, применявшейся для землистыхъ грунтовъ и балласта, и — 13.000 рублей при болѣе крѣпкой конструкціи для работъ со скалой. Путеперекладыватель, не включая желѣзнодорожной платформы, на которой онъ установленъ, стоилъ 7.000 рублей**).

Общая стоимость всего оборудованія землеотрывныхъ работъ въ среднемъ строительномъ отдѣленіи гдѣ извлечено около 8.200.000 кубическихъ сажень, изъ нихъ 75% скалы, составила 20.600.000 рублей, что даетъ средній единичный расходъ въ 2½ рубля на кубъ грунта.

Дноуглубительные снаряды и плавучія средства.

Изъ элементовъ рабочихъ устьевыхъ флотилій (глава IV)—самоходные землесосы (стр. 111) стоили по 720.000 рублей, одночерпаковые экскаваторы (стр. 121) по 200.000 рублей, стационарные землесосы-рефулеры (стр. 118) по 180.000 рублей, наконецъ, новая мощная многочерпаковая машина, шотландской постройки (стр. 124) 800.000 рублей, бурильная баржа съ оборудованіемъ (стр. 165)—94.000 рублей, камнеломъ Лобница (шотландской постройки) обошелся, не включая стоимости сборки на мѣстѣ, въ 70.000 рублей, металлическія баржи американской постройки, включая паровыя рулевыя машины и буксирныя лебедки, 50.000 — 60.000 рублей, баржи меньшихъ калибровъ обошлись по 12.000—15.000 рублей.

Снаряды для буренія и дробленія скалы.

Изъ двухъ типовъ снарядовъ, примѣненныхъ (стр. 158) для буренія на работахъ Канала—треножные буры стоили 350—400 рублей, колодезные

*) Тоннажъ этихъ паровозовъ на страницѣ 50-ой показанъ со включеніемъ вѣса тендера.

***) На страницѣ 85-ой въ стоимости путеперекладывателя вмѣсто словъ: 3.500 рублей слѣдуетъ читать: „3.500 долларовъ“.

же—въ зависимости отъ глубины буренія, доходившей въ нѣкоторыхъ изъ нихъ до 100', обходились по 1.000—1.800 рублей; стоимость камерѣзныхъ машинъ (стр. 160) составляла 5.000 рублей, стоимость снарядовъ для подводнаго буренія и дробленія скалы приведена выше.

Устройства для гидравлической отрывки.

Устройства для гидравлической отрывки (стр. 133), которой предполагалось отрыть 600 тысячъ куб. саженъ грунта, потребовали общаго расхода въ 720.000 рублей; изъ этой суммы 144.000 рублей стоили 4 паровыхъ насоса Вортингтона для напорной станціи, 290.000 рублей остальное оборудование и работы по устройству этой станціи, 70.000 рублей—разводящія напорныя трубы длиной около 5 верстъ калибромъ отъ 40'' до 16'', 6.000 руб.—10 рабочихъ брандсбойта, 50.000 руб.—работы по прокладкѣ этихъ линій, по установкѣ брандсбойтовъ и по перекладкѣ трубопроводныхъ линій, 140.000 руб.—три землесосныя линіи съ рефулерными трубопроводами, 20.000 руб.—огражденія и перемычки (стр. 138).

Основные вспомогательныя устройства для бетонныхъ работъ.

Общая стоимость, съ возведеніемъ на мѣстѣ работъ, устройствъ для сооруженія Гатунскихъ шлюзовъ (стр. 177), гдѣ отлито 160.000 куб. саженъ бетона составила около 3 милліоновъ рублей, что даетъ единичный расходъ на кубъ кладки въ 18 руб. 80 коп. Изъ этой общей суммы 200.000 рублей стоили разгрузныя подвижноканатныя дороги на складахъ матеріаловъ, 82.000 руб. узкоколейная желѣзная дорога для подвоза бетона отъ завода къ мѣсту кладки въ створъ канатныхъ дорогъ, 346.000 рублей—подвижноканатныя дороги для подачи готоваго бетона въ кладку, 410.000 руб.—металлическія башенныя формы для отливки шлюзныхъ стѣнъ, 35.000 рублей стоили восемь мѣшалокъ основного бетоннаго завода; остальную часть вышеуказанной общей суммы составили расходы по сооруженію основного и вспомогательнаго бетонныхъ заводовъ, по оборудованію послѣдняго, по оборудованію работъ подвижнымъ узкоколейнымъ составомъ, кранами, дериками, формами для проемовъ въ шлюзныхъ стѣнахъ, расходы по устройству перемычекъ и по отводу воды, наконецъ, по канализаціи электрической и пневматической энергіи въ мѣстномъ районѣ работъ.

Устройства для сооруженія шлюзовъ въ Педро-Мигуелѣ (стр. 181), гдѣ отлито 64.000 кубическихъ саженъ бетона, обошлись въ 1.100.000 рублей, что составляетъ расходъ въ 17 рублей на кубъ кладки. Изъ этой суммы 340.000 рублей стоили, съ монтажемъ на мѣстѣ и съ оборудованіемъ, два бермовыхъ крана и 145.000 рублей—три камерныхъ крана, 60.000 рублей—пути для этихъ крановъ и для желѣзнодорожныхъ составовъ, 50.000 руб.—пути узкоколейной желѣзной дороги для перевозки готоваго бетона, 100.000 руб.—подвижной узкоколейный составъ для этой цѣли, 115.000 руб.—эстакады на складахъ щебня и песка, 82.000 руб.—вспомогательный неподвижный бетонный заводъ, наконецъ, 8.000 рублей—канализація электрической энергіи въ районѣ работъ, остальную часть составили расходы на болѣе мелкіе элементы оборудованія.

Приблизительно такими же цифрами характеризуется стоимость различных элементов вспомогательных устройств в другом пункте Тихоокеанского склона, в Мирафлоресъ (стр. 185); здесь, при общей кубатурѣ бетона в 150.000 куб. саженъ, стоимость всѣхъ устройств составила 1.755.000 рублей (около 12 руб. на кубъ кладки), распределяющихся по отдѣльнымъ главнымъ элементамъ приспособлений такъ: 4 бермовыхъ крана (изъ нихъ два перенесено изъ Педро-Мигуеля) обошлись в 515.000 рублей съ монтажемъ и оборудованіемъ, 4 камерныхъ крана (изъ нихъ три перенесено изъ Педро-Мигуеля) стоили 143.000 руб., пути для крановъ и для желѣзнодорожныхъ составовъ — 160.000 руб.; вспомогательный бетонный заводъ 65.000 руб.; эстакады на складахъ щебня и песка—225.000 рублей; металлическія формы для проемовъ в толщѣ стѣнъ—10.000 рублей.

Стоимость устройства камнедробильнаго завода и открытія каменнаго карьера, описанныхъ в главѣ X (стр. 283), и доставившихъ за четыре года работы до 170.000 кубическихъ саженъ щебня, составляла 1.300.000 рублей; изъ нихъ собственно заводъ стоилъ 286.300 рублей, при чемъ 48.000 рублей стоила камнедробилка большого калибра (стр. 241), 4.800 рублей—каждая изъ 4-хъ дробилокъ меньшаго калибра, 8.000 рублей—электромоторы, общей мощностью в 350 л. с., 6.800 рублей — конвейеръ, общей длиной в 65 саженъ, и остальную часть суммы потребовали остальные элементы оборудования (грохота, канализація энергіи, само зданіе и его сооруженіе). Силосное зданіе обошлось в 49.000 рублей, прокладка путей в карьерѣ и у завода—133.000 рублей, земляныя работы для открытія и развитія карьера и обнаженія скалы—302.000 рублей; если считать и эти послѣднія операціи, устройство завода и карьера обошлось около 1.300.000 рублей, что составляетъ 8 рублей на кубъ добытаго щебня (стр. 255, п.п. 7 и 12).

Стоимость матеріаловъ.

Изъ матеріаловъ, примѣнявшихся на работахъ по сооруженію Канала, кромѣ добывавшихся на самомъ мѣстѣ работъ (щебень и песокъ), стоимость которыхъ устанавливалась самимъ ихъ производствомъ, слѣдуетъ упомянуть здѣсь о цементѣ, доставлявшемся на Перешеекъ по цѣнѣ около 2 руб. за бочку в 11 пудовъ, объ углѣ, стоившемъ на Каналѣ, считая съ доставкой в тендеръ или в машинный угольный ящикъ—12 руб. за тонну, о нефти, обходившейся в 2 руб. 20 коп. за бочку в 42 галлона, о смазочныхъ машинныхъ маслахъ, цѣной в 1 руб. 10 коп. за ведро, о лѣсномъ матеріалѣ, привозившемся изъ штатовъ Сѣв. Америки по цѣнѣ в 5 копеекъ за футъ board measure *). Средняя стоимость фунта динамита составляла 23 коп.

3. Система учета стоимости производства различныхъ работъ на Перешейкѣ.

Не останавливаясь передъ затратой крупныхъ средствъ на производство работъ на Перешейкѣ и на примѣненіе наиболѣе совершенныхъ приспособлений и методовъ для ихъ ускоренія, строители Канала, тѣмъ не менѣе, стремились къ достиженію наибольшей возможной экономіи в исполненіи каждой

*) Футъ board measure есть единица строевого лѣса в Америкѣ, представляющая погонный футъ доски в 1" толщины и 1' ширины.

строительной операции; внимательно изучая техническую сторону этих операций для внесения возможных усовершенствований в снаряды и приемы работ, американцы вместе с тем зорко следили и за экономической их успешностью. Массовое производство однотипных работ по всему фронту давало возможность сравнения их как по производительности, так и по стоимости. Последнее осуществлялось системой местного и центрального учета работ.

Местный учет производился в конторах каждой отдельной работы, где составлялись подробные месячные и дневные ведомости успеха и единичной стоимости соответствующих строительных операций; дневные ведомости немедленно по их изготовлении поступали к начальнику строительного отделения и давали ему возможность следить как за технической, так и за экономической успешностью подведомственных ему работ.

Центральный учет был осуществлен учреждением при конторе начальника работ особого счетного бюро (office of the chief accountant to the Chief Engineer, стр. 21), назначением которого, кроме общего наблюдения за счетоводством местных контор строительных отделений и установления единообразия учета материалов, рабочей силы и расходов, было составление сравнительных ведомостей производительности и стоимости каждой отдельной строительной операции, производившейся в большинстве случаев в нескольких пунктах общего фронта работ, а также ведомостей сравнения производительности и стоимости каждой операции за данный месяц с результатами ее за предыдущие месяцы.

В этой конторе собирался со всего фронта работ материал для подведения общего итога не только технического но и экономического успеха всех видов работ и давалась оценка тем или иным нововведениям в рабочих машинах, в методах исполнения и в местной организации каждой строительной операции.

Если, на основании этих ведомостей, оказывалось, что стоимость какого-нибудь вида работ в известном пункте их фронта повысилась по сравнению с такими же работами на остальном протяжении Канала или же по сравнению с данными за предыдущие месяцы, от завывающего этими операциями требовались объяснения таких повышений и приняты меры к их устранению. Такая система учета стоимости, поддерживая дух соревнования отдельных участков и дистанций работ и выдвигая вопрос об экономичном их производстве, заставляла ближайших их исполнителей внимательнее следить за стоимостью, производящихся под их руководством, операций и заботиться о возможном, без ущерба для их успешности, удешевлении.

В соответствии с четырьмя статьями расхода при производстве строительных работ—на рабочую силу, на рабочие орудия, понимая под ними рабочие машины, подвижной состав и вспомогательные устройства, на материалы и, наконец, на технический надзор и администрацию,—цифры единичной стоимости разных видов работ на Канале представлялись обычно в виде суммы четырех слагаемых.

Первое из этих слагаемых, выражавшее стоимость рабочей силы (labor), составлялось на основании сведений о количестве произведенных работ по обычным табелям и по специальным табельным книжкам, о которых подробно изложено в XIII главе, посвященной системѣ учета рабочей силы.

Второе слагаемое, представляло въ общей цифрѣ единичной стоимости данной работы, отнесенную къ ней, долю общаго расхода на машины, подвижной составъ и вспомогательныя приспособленія, служившія для этой работы; величина этого слагаемаго (plant arbitary) опредѣлялась для каждой работы, какъ частное отъ дѣленія общей стоимости оборудования и вспомогательныхъ устройствъ, поставленныхъ для ея производства, на число единицъ этой работы; вслѣдствіе отсутствія полной точности въ опредѣленіи этого послѣдняго числа, какъ, напримѣръ, въ случаѣ земляныхъ работъ, кубатура которыхъ, по разнымъ причинамъ, увеличивалась во время самой постройки Канала, приходилось для равномерности такого погашенія стоимости оборудования, два раза въ годъ исправлять рассматриваемое слагаемое въ соотвѣтствіи съ измѣнившимся количествомъ оставшихся работъ.

Третье слагаемое,—стоимость матеріаловъ (material and supply) и предметовъ снабженія рабочихъ машинъ, опредѣлялось на основаніи требовательныхъ вѣдомостей, составлявшихся десятниками на мѣстахъ въ трехъ экземплярахъ, изъ которыхъ одинъ представлялся ближайшему завѣдывающему работой, другой въ контору соотвѣтствующаго строительнаго отдѣленія и третій въ складъ квартирмейстерской части (матеріальной службы), выдававшей требуемые предметы. Ежедневно по этимъ вѣдомостямъ, расходы на матеріалы и предметы снабженія распределялись счетоводствомъ конторы строительнаго отдѣленія по всѣмъ категориямъ работъ, для которыхъ они выписывались; мѣсячныя вѣдомости этихъ конторъ сличались съ такими же вѣдомостями складовъ матеріальной службы. Къ расходамъ по предметамъ снабженія относились также расходы по снабженію работъ различными видами энергіи, вырабатывавшимися въ общихъ центральныхъ станціяхъ, обслуживавшихъ болѣе или менѣе значительные районы работъ; доля этихъ расходовъ, приходившаяся на каждую отдѣльную операцію въ такомъ районѣ, опредѣлялась по дѣйствительному расходу энергіи, доставленной для этой операціи. Первые три слагаемыя раздѣлялись каждое на двѣ части—одну отвѣчавшую дѣйствительной работѣ, другую—ремонтнымъ операціямъ въ связи съ данной работой.

Четвертое слагаемое, представлявшее *местные* общіе расходы (general division expenses) опредѣлялись отнесеніемъ къ единицѣ данной работы, во-первыхъ, расходовъ по содержанію технического персонала и личнаго состава конторъ, непосредственно занятыхъ данной работой и, во-вторыхъ,—части расходовъ по содержанію общей технической администраціи и личнаго состава конторы соотвѣтствующаго строительнаго отдѣленія, при чемъ эта часть полагалась пропорціональной общей суммѣ, израсходованной по другимъ статьямъ на данную работу.

Сумма этихъ четырехъ разсмотрѣнныхъ слагаемыхъ составляла „строительную“ единичную стоимость данной работы (division unit cost—стоимость въ строительномъ отдѣленіи), принимавшуюся во вниманіе при оцѣнкѣ ея технической и экономической успѣшности. Къ этой суммѣ въ общихъ отчетахъ о работахъ прибавлялось еще пятое слагаемое—общіе *центральные* расходы (general expenses), составлявшіеся изъ расходовъ по содержанію управленія Инженерно-Строительнаго Департамента, въ томъ числѣ конторы начальника работъ, затѣмъ расходы по Квартирмейстерской, Интендантской, Счетоводной и Казначейской части; бюджеты Санитарнаго Департамента и Департамента Гражданскаго Управленія были выдѣлены и не относились къ расходамъ на строительныя работы.

Общі центральные расходы, составлявшие отъ 7⁰/₀ до 9⁰/₀ строительных расходовъ, распредѣлялись сперва по строительнымъ отдѣленіямъ пропорціонально ихъ бюджетамъ, а затѣмъ въ бюджетъ каждаго изъ нихъ разносились по отдѣльнымъ работамъ на различныхъ основаніяхъ: пропорціонально общимъ расходамъ на отдѣльныя работы, пропорціонально расходамъ по содержанию рабочей силы и служащихъ или только однихъ квалифицированныхъ служащихъ, наконецъ, по дѣйствительно оказанному содѣйствію данной работѣ, когда таковое могло быть учтено.

Сумма пяти приведенныхъ слагаемыхъ представляла единичную стоимость данной работы, заключающую всю, приходящуюся на эту работу, долю расходовъ Панамскаго предприятия за вычетомъ стоимости санитарныхъ и врачебныхъ работъ, расходовъ по Гражданскому Управленію Зоны Канала, а также расходовъ по приобретению правъ аренды Перешейка (20 милл. рублей) и по покупкѣ желѣзной дороги, оборудованія и работъ у французской компаніи (80 милл. рублей).

Въ слѣдующемъ параграфѣ приведены единичныя стоимости главныхъ строительныхъ операций на Перешейкѣ и нѣкоторыя сравнительныя данныя, характеризующія успѣхъ производства въ разныхъ пунктахъ рабочаго фронта; интересующіеся этимъ вопросомъ могутъ найти богатый матеріалъ въ, прекрасно изданныхъ Управленіемъ работъ, годовыхъ отчетахъ (Annual Report of the Isthmian Canal Commission, Washington) за 1908—1912 годы.

4. Стоимость различныхъ операций по производству строительныхъ работъ.

А. Земляныя работы на сухихъ мѣстахъ.

Единичная стоимость (1 куб. саж.) работъ по отрывкѣ скалистаго грунта на сушѣ и по перемѣщенію его на мѣста свалки составлялась изъ стоимостей отдѣльныхъ операций, каковы:

1. Буреніе	1 р. 29 к., что составляетъ	7 ⁰ / ₀	общей стоимости.
2. Взрывныя работы	1 „ 60 „ „ „ „	9 ⁰ / ₀	„ „
3. Работа паровыхъ лопатъ	1 „ 90 „ „ „ „	11 ⁰ / ₀	„ „
4. Путевыя работы	2 „ 14 „ „ „ „	12 ¹ / ₂ ⁰ / ₀	„ „
5. Перевозка на среднее разстояніе въ 18 верстѣ	3 „ 70 „ „ „ „	23 ¹ / ₂ ⁰ / ₀	„ „
6. Разгрузка грунта на свалкахъ и ихъ содержаніе	1 „ 25 „ „ „ „	7 ¹ / ₂ ⁰ / ₀	„ „
7. Отводъ воды	— 11 „ „ „ „	3 ⁰ / ₄ ⁰ / ₀	„ „
8. Стоимость оборудованія	2 „ 49 „ „ „ „	14 ³ / ₄ ⁰ / ₀	„ „

9. Ремонтъ оборудо- ванія	2 р. 10 к.	что составляетъ	$12\frac{1}{4}\%$	общей стоимости.
10. Общiе мѣстные расходы	— 28 „ „ „		$1\frac{3}{4}\%$	„ „

Строительная				
единичная стои- мость	= 16 р. 86 к.	„ „		100%
11. Общiе „централь- ные“ расходы	— 88 „			

Полная единичная
стоимость = 17 р. 74 к.

Каждая изъ цифръ первыхъ 7-ми приведенныхъ строкъ представляетъ сумму двухъ слагаемыхъ—стоимости рабочей силы и стоимости матеріаловъ, третье же и четвертое слагаемое, о которыхъ говорилось въ предыдущемъ параграфѣ и которыя выражаютъ стоимость оборудованія и мѣстные общiе расходы, не введены въ цифру каждой отдѣльной составляющей операціи, а прибавлены (строки 8 и 10) къ ихъ суммѣ, представлявшей опредѣленную цѣльную работу—въ данномъ случаѣ работу по отрывкѣ и по перемѣщенію земляныхъ массъ на сушѣ; въ строкѣ 11-ой содержится 5-ое слагаемое — общiе „центральные“ расходы. Какъ упомянуто выше, каждое изъ первыхъ двухъ слагаемыхъ составлялось, въ свою очередь, изъ двухъ частей: стоимости полезной работы и стоимости ремонта; такъ, напримѣръ, цифра единичной стоимости работъ паровыхъ лопатъ 1 руб. 90 коп., (строка 3-ья) составила изъ двухъ слагаемыхъ: полезной работы (1 руб. 32 коп.) и ремонта (58 коп.), изъ которыхъ въ каждомъ учтена рабочая сила и матеріалы; такимъ образомъ, стоимость работы паровой лопаты 1 руб. 90 коп. = 1 руб. 32 коп. + 58 коп. = (78 коп. + 54 коп.) + (27 коп. + 31 коп.), гдѣ первые члены въ скобкахъ относятся къ рабочей силѣ, а вторые—къ матеріаламъ.

Строительная единичная стоимость земляныхъ работъ на сушѣ понижалась въ годы наиболѣе интенсивныхъ работъ до $14\frac{1}{2}$ рублей.

Б. Земляныя работы на мѣстности, покрытой водой.

Стоимость извлеченія кубической сажени грунта дноуглубительными снарядами, не включая дробленія скалы и отвозки грунта, составляла, считая полезную работу + ремонтъ машинъ:

для самоходныхъ землесосовъ	1 р. 06 к. + — р. 39 к. = 1 р. 45 к.
для стационарныхъ землесосовъ— рефулеровъ	1 „ 82 „ + — „ 26 „ = 2 „ 08 „
для многочерпаковыхъ машинъ	1 „ 56 „ + — „ 91 „ = 2 „ 47 „
для одночерпаковыхъ машинъ	1 „ 82 „ + 1 „ 74 „ = 3 „ 56 „

Подводное дробленіе скалы обходилось съ 1 куб. саж., въ послѣдствіи извлекаемой скалы:

при подводномъ буреніи и примѣненіи взрывчатыхъ веществъ	6	руб.,
при буреніи съ суши (стр. 171) и примѣненіи взрывчатыхъ веществъ	4 ¹ / ₂	"
при механическомъ дробленіи камнеломомъ	2	"

Работа буксировъ и землеотрывныхъ баржей обходилась съ куба грунта, отвезеннаго на среднее разстояніе въ 3 версты на морскія свалки—1 руб. 56 к. + 80 коп. = 2 руб. 36 коп., гдѣ второе слагаемое относится къ расходамъ по ремонту.

Общая средняя стоимость дробленія извлеченія и удаленія 1 куб. сажени подводнаго грунта (скалы и не скалы), включая всѣ необходимыя операціи, а также долю стоимости полнаго оборудованія дноуглубительныхъ работъ машинами и плавучими средствами, равную 2 рублямъ на кубъ, и долю мѣстныхъ общихъ расходовъ въ 20 коп. на кубъ,—составляла около 7 рублей.

В. Работы по гидравлической отрывкѣ грунта.

Отдѣльныя операціи, входившія въ составъ гидравлической отрывки грунта, выражались слѣдующими цифрами единичной стоимости (1 куб. саж.).

1. Работа напорной станціи	3	руб. 50 коп. = 23 ⁰ / ₀	общей стоимости работъ.
2. Работы по обслуживанію трубопроводовъ и брандсбойтныхъ наконечниковъ	1	" 82 " = 12 ⁰ / ₀	
3. Работа землесосныхъ рефулерныхъ станцій	1	" 98 " = 13 ⁰ / ₀	
4. Загражденіе рефулируемыхъ площадей и перемычки	—	" 30 " = 2 ⁰ / ₀	
5. Электрическая энергія	3	" 65 " = 24 ⁰ / ₀	
6. Стоимость оборудованія	1	" 82 " = 12 ⁰ / ₀	
7. Ремонтъ оборудованія	1	" 82 " = 12 ⁰ / ₀	
8. Общія мѣстные расходы	—	" 30 " = 2 ⁰ / ₀	

Строительная единичная стоимость = 15 руб. 19 коп. = 100⁰/₀

Г. Работы по изготовленію щебня.

Указанная въ § 4-мъ X-ой главы, стоимость одной кубической сажени щебня на мѣстѣ производства бетонныхъ работъ распредѣлялась между отдѣльными операціями по добычѣ щебня слѣдующимъ образомъ.

Работы въ карьерѣ:

1. Удаленіе землястаго покрова	1	руб. 24 коп.
2. Буреніе	1	" 17 "
3. Взрывныя работы	1	" 09 "
4. Погрузка скалы на вагоны	1	" 18 "

5. Перевозка въ камнедробильный заводъ	1 руб. 87 коп.
6. Путевыя работы	— „ 62 „
7. Стоимость оборудованія	6 „ 24 „
8. Ремонтъ оборудованія	— „ 86 „

Единичная стоимость работы въ карьерѣ . . = 14 руб. 27 коп.

Работы на камнедробильномъ заводѣ:

9. Работа дробилокъ	— руб. 44 коп.
10. Работа грохотовъ и конвееровъ	— „ 12 „
11. Электрическая энергія	— „ 47 „
12. Стоимость оборудованія	1 „ 97 „
13. Ремонтъ оборудованія	— „ 45 „

Единичная стоимость работъ на заводѣ . . . = 3 руб. 45 коп.

Доставка отъ завода до мѣстъ бетонныхъ работъ: (на среднее разстояніе въ 3 версты).

14. Движеніе поѣздовъ	1 руб. 15 коп.
15. Ремонтъ пути	— „ 20 „
16. Разгрузка на мѣстахъ работъ	— „ 25 „
17. Стоимость оборудованія	1 „ 43 „
18. Ремонтъ оборудованія	— „ 40 „

Единичная стоимость доставки = 3 руб. 43 коп.

19. Мѣстные общіе расходы	— „ 60 „
-------------------------------------	----------

Полная единичная стоимость щебня на мѣстѣ

бетонныхъ работъ 21 руб. 75 коп.

Приведенныя цифры относятся къ операціямъ по добыванію щебня въ Тихоокеанскомъ отдѣленіи, въ Атлантическомъ же отдѣленіи, по указаннымъ выше (стр. 176) причинамъ, стоимость кубической сажени щебня на мѣстѣ бетонныхъ работъ достигала 52 рублей.

Д. Бетонныя работы по сооруженію шлюзовъ.

Разница въ стоимости щебня и песка (стр. 177) на Атлантической и Тихоокеанской сторонѣ Перешейка оказала вліяніе на стоимость куба, производившейся въ двухъ отдѣленіяхъ работъ, бетонной кладки; различіе, описанныхъ въ главѣ VIII-ой, устройствъ и методовъ производства кладки не осталось также безъ вліянія на единичную стоимость отдѣльныхъ операцій, входившихъ въ составъ работъ по отливкѣ кладки, какъ объ этомъ свидѣтельствуютъ слѣдующія данныя единичной стоимости отдѣльныхъ операцій по производству бетонныхъ работъ въ двухъ отдѣленіяхъ.

	Въ Атланти- ческомъ отдѣленіи.	Въ Тихооке- анскомъ отдѣленіи.
Стоимость цемента на 1 куб. саж. бетон- ной кладки	44 р. 28 к. —	41 р. 04 к.
Стоимость щебня	51 " 60 " —	20 " 80 "
" песка	20 " 36 " —	9 " 88 "
Работа изготовленія на бетонномъ заводѣ, (включая подачу къ нему матеріаловъ).	4 " 68 " —	3 " 90 "
<hr/>		
Стоимость одной куб. саж. бетона .	120 р. 92 к. —	75 р. 62 к.

Единичная стоимость производства кладки
слагалась изъ слѣдующихъ статей:

Стоимость формъ	12 р. 92 к. —	9 р. 88 к.
Работы по подачѣ бетона и по отливкѣ кладки	8 " 53 " —	7 " 15 "
Задѣлка металлическихъ частей	1 " 04 " —	— " 78 "
Электрическая энергія	1 " 71 " —	1 " 17 "
Стоимость оборудованія бетонныхъ работъ.	18 " 20 " —	17 " 42 "
Ремонтъ оборудованія	5 " 98 " —	4 " 42 "
Общія мѣстные расходы	2 " 34 " —	1 " 89 "

Стоимость одной куб. саж. бетон. кладки . 171 р. 64 к. — 118 р. 33 к.

Е. Работы по ремонту подвижного состава и машинъ.

Стоимость ремонта элементовъ подвижного состава и рабочихъ машинъ,
отнесенная къ одному рабочему дню ихъ службы, выражалась слѣдующими
цифрами:

для паровозовъ	отъ 14 руб.	до 16 руб.
" паровыхъ лопатъ	44 " "	50 "
" разгрузныхъ лебедокъ	25 " "	40 "
" разравнивателей	30 " "	50 "
" путеперекладывателей	5 " "	12 "
" подвижн. рабоч. крановъ	7 " "	15 "
" разгрузочныхъ плуговъ	6 " "	8 "

Стоимость ремонта элементовъ дноуглубительныхъ флотилій, отнесенная
къ мѣсяцу ихъ работы, составляла для мореходныхъ землесосовъ по 7.000—
9.000 рублей, что даетъ расходъ въ 35—50 коп. на куб. саж. отрытаго
грунта; для многочерпаковыхъ машинъ—3.500—4.500 или по 40—70 коп.
на кубъ отрывки, для одночерпаковыхъ машинъ—5.000—7.000 руб., или
по 1 руб. 50 коп. на кубъ отрывки, для землеотвозныхъ баржей —
1.800—2.400 руб.

ГЛАВА XII.

Служащіе и рабочіе на работахъ Канала.

Содержаніе. 1. Составъ, число и раздѣленіе служащихъ и рабочихъ на работахъ Канала, наборъ рабочей силы. — 2. Условія, регулировавшія наемъ служащихъ и рабочихъ, ихъ службу, вознагражденіе за трудъ и производство уплаты. — 3. Условія жизни служащихъ и рабочихъ на Перешейкѣ и заботы о нихъ администраціи Канала. — 4. Санитарныя работы на Перешейкѣ: А. организація рабочей силы и надзора, — Б. производство санитарныхъ работъ. — 5. Расквартированіе служащихъ и рабочихъ: построечные поселки, зданія для служащихъ, рабочіе бараки и спеціальныя постройки.

1. Составъ, число и раздѣленіе служащихъ на работахъ Канала, наборъ рабочей силы.

Оборудованія въ высокой, даже для американцевъ необычной, мѣрѣ механическими приспособленіями и машинами, работы Панамскаго Канала, при значительномъ своемъ масштабѣ, потребовали все же многотысячной арміи служащихъ и рабочихъ для приведенія въ движеніе отдѣльныхъ механизмовъ и для согласованія этихъ отдѣльныхъ дѣйствій въ общую плано-мѣрную работу всего гигантскаго предпріятія на Перешейкѣ; доведенное до минимума благодаря мощнымъ машинамъ и разумной организаціи, число служащихъ и рабочихъ достигало цифры 40.000 человекъ; комплектованіе ихъ, поселеніе въ одномъ изъ самыхъ вредныхъ пунктовъ земного шара въ дикой тропической непроходимой болотной чащѣ, содержаніе, снабженіе всѣмъ необходимымъ и удержаніе ихъ въ теченіе возможно болѣе продолжительнаго времени на Перешейкѣ—все это составляло рядъ серьезныхъ задачъ, надъ рѣшеніемъ которыхъ организаторамъ Панамскаго предпріятія пришлось потрудиться, быть можетъ не менѣе, чѣмъ инженерамъ надъ преодоленіемъ техническихъ трудностей сооруженія Канала. Какъ въ борьбѣ съ техническими препятствіями, такъ и при исполненіи вспомогательныхъ и хозяйственныхъ операцій, имѣвшихъ объектомъ рабочую армію на Перешейкѣ, постепенно, путемъ исправленія обнаруживавшихся, по ходу дѣла, недостатковъ и ошибокъ, въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ достигнуты были результаты, которымъ, на ряду съ чисто техническими усовершенствованіями, работы Канала обязаны своимъ успѣхомъ.

Въ виду этого, а также въ виду той важности, которую представляетъ при подобныхъ массовыхъ работахъ, правильное разрѣшеніе вопросовъ о рабочей арміи и служащихъ, въ особенности въ подобныхъ трудныхъ климатическихъ и географическихъ условіяхъ, интересно привести, хотя бы краткую характеристику и этой стороны дѣятельности американцевъ на Перешейкѣ, въ дополненіе къ описанію инженерно-техническихъ успѣховъ, которымъ посвящено все предыдущее изложеніе.

Являвшаяся объектомъ этой дѣятельности сорока-тысячная армія служащихъ и рабочихъ Канала состояла изъ двухъ обособленныхъ группъ—служащихъ золотого списка, къ которому могли принадлежать только граждане Соединенныхъ Штатовъ, и служащихъ и рабочихъ серебряннаго списка, къ которымъ принадлежали всѣ прочіе не-граждане Соединенныхъ Штатовъ.

Это раздѣленіе на золотыхъ и серебряныхъ или, другими словами, на американскихъ гражданъ и не-гражданъ имѣло основаніемъ различную расцѣнку (золотую и серебрянную) вознагражденія за трудъ: первые получали болѣе высокое вознагражденіе, исчислявшееся въ американской валютѣ, (въ американскихъ долларахъ = 2 рублямъ), получившей названіе золотой въ отличіе отъ Панамійской, вдвое меньшей (панамійскій долларъ = $\frac{1}{2}$ американскаго = 1 рублю), названной серебрянной. Граждане Соединенныхъ Штатовъ на работахъ Канала принадлежали, хотя на это и не существовало определенныхъ законоположеній, исключительно къ (skilled labor) квалифицированному элементу рабочей арміи; такимъ образомъ, золотой списокъ, или списокъ лицъ съ болѣе высокимъ вознагражденіемъ за трудъ, обнималъ интеллигентную часть работниковъ на Каналѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ выдѣлялъ американскій элементъ на правительственныхъ работахъ Соединенныхъ Штатовъ отъ чужестранныхъ, въ составъ которыхъ входили какъ европейскіе рабочіе (испанцы, итальянцы и греки), такъ и негры изъ англійскихъ и французскихъ колоній востъ-индскаго архипелага. Лѣвивыхъ и инертныхъ туземцевъ Панамы и сосѣднихъ республикъ было самое ничтожное количество въ рядахъ рабочей арміи, режимъ которой оказался для нихъ слишкомъ тяжелъ. Другимъ основаніемъ дѣленія работниковъ на Каналѣ была форма оплаты ихъ труда—мѣсячно или по часамъ; первая изъ этихъ формъ примѣнялась почти для всѣхъ служащихъ золотого списка, вторая—главнымъ образомъ—для „серебрянныхъ“ людей; представленіе о составѣ рабочей арміи, подвергавшемся, конечно, измѣненіямъ въ разные фазы работъ, можетъ дать слѣдующая группировка ихъ отнесенная къ февралю 1912 года.

Наименованіе департаментовъ и частей управленія.	Служащіе золотого списка (исключительно американцы).	Служащіе серебрянаго списка.										Всего по обонмъ спискамъ.	
		Мастеровые.		Рабочіе изъ европейскихцевъ.		Рабочіе изъ востъ-индскихъ негровъ.							Всего.
		Мѣсяч. ные.	По часамъ.	По 40 к. въ часъ.	По 32 к. въ часъ.	По 40 к. въ часъ.	По 32 к. въ часъ.	По 26 к. въ часъ.	По 20 к. въ часъ.	По 14 к. въ часъ.			
Инженерно - Строительный Д-тъ . . .	3.340	4.407	4.068	4.070	754	137	617	5.093	2.778	262	22.186	25.526	
Д-тъ Гражданскаго Управленія. . .	409	186	29	—	—	—	—	—	16	—	231	640	
Санитарный Д-тъ	362	684	11	—	—	1	1	4	298	5	1.004	1.366	
Квартирмейстерская часть	204	876	477	89	11	31	—	26	704	17	2.231	2.435	
Интенданская часть.	58	678	3	—	—	—	—	—	—	—	681	739	
Казначейская часть.	26	7	—	—	—	—	—	—	—	—	7	33	
Счетная часть . . .	101	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	106	
Всего . . .	4.500	6.843	4.588	4.159	765	169	618	5.123	3.796	284	26.345	30.845	

Число служащихъ и рабочихъ на строительныхъ работахъ, такимъ, образомъ, составляло 25526 человекъ. Кроме того, на работахъ по переустройству Панамской желѣзной дороги было въ этотъ мѣсяць 568 человекъ служащихъ и рабочихъ, а по эксплуатаціи старой линіи этой дороги—6.228 человекъ, а всего на Перешейкѣ работало 37.641 человекъ. Число занимавшихъ казенныя помѣщенія на Перешейкѣ въ февралѣ 1912 года составляло 24.962; изъ этого числа 9.423 бѣлыхъ американскихъ гражданъ (5.455 мужчинъ, 2.059 женщинъ и 1.909 дѣтей), затѣмъ 6.262 европейскихъ рабочихъ (5.605 мужчинъ, 267 женщинъ и 390 дѣтей) и 9.277 вестъ-индскихъ негровъ (6.897 мужчинъ, 1.050 женщинъ и 1.330 дѣтей).

Такая значительная армія создана была на Перешейкѣ въ теченіе трехъ первыхъ лѣтъ съ начала строительныхъ работъ, то есть въ періодъ 1906—1909 годовъ. Въ то время какъ созданіе необходимаго контингента квалифицированныхъ силъ было сравнительно легко и скоро достигнуто посредствомъ, открытыхъ въ разныхъ пунктахъ территоріи Соединенныхъ Штатовъ, наемныхъ конторъ, благодаря установленію повышенныхъ нормъ вознагражденія за трудъ и ряда льготъ для служащихъ американцевъ на Каналѣ, — вербованіе простой рабочей силы, которой сразу потребовалось нѣсколько десятковъ тысячъ, оказалось дѣломъ нелегкимъ. Строителямъ Канала прежде всего пришлось добиться въ законодательномъ порядкѣ освобожденія работъ Канала отъ требованій федеральныхъ законоположеній Соединенныхъ Штатовъ, установленныхъ для защиты труда — какъ то закона о восьмичасовомъ рабочемъ днѣ, (законъ о восьмичасовомъ рабочемъ днѣ былъ оставленъ, однако, въ силѣ для служащихъ американцевъ, т. е. служащихъ золотого списка), о недопущеніи къ работѣ нѣкоторыхъ чужестранныхъ элементовъ и другихъ.

Примѣненное въ первые годы, вербованіе рабочей силы исключительно на сосѣднихъ островахъ и въ тропическихъ странахъ, жители которыхъ, предполагалось, лучше всякихъ другихъ могутъ переносить особенности Панамскаго климата, не оправдало ожиданій строителей; крѣпкіе и стойкіе на видъ негры этихъ странъ оказывались не только мало способными и мало прилежными, но также и слабыми физически и легко подвергались вліянію вредныхъ особенностей климата. Изъ нихъ оказалось трудно образовать постоянные кадры рабочихъ такъ какъ большинство ихъ работало только для возможности удовлетворенія своихъ ближайшихъ физическихъ потребностей: если отъ заработка оставалось что-нибудь на слѣдующій день, они его обращали въ отдыхъ и начинали работать только по израсходованіи всего заработаннаго. При такихъ условіяхъ управленію работъ приходилось ютить и заботиться о 25.000 арміи людей, изъ которыхъ число дѣйствительно работающихъ ежедневно оказывалось на нѣсколько тысячъ меньше; испытывались также затрудненія и въ надзорѣ за такимъ непостоянными элементами, часто уходившими на дни и недѣли въ тропическія джунгли, гдѣ они беззаботно жили подъ сѣнью шалашей, пока голодъ не выгонялъ ихъ снова на работу. Такое положеніе вещей на Перешейкѣ, грозившее затормозить, все развивавшіяся и требовавшія лучшихъ рабочихъ, операціи, заставило администраторовъ постройки искать другихъ людей; попытка привлечь къ работамъ европейскихъ рабочихъ (изъ сѣверной Испаніи) увѣнчалась успѣхомъ: продуктивность ихъ работы оказалась

почти вдвое выше негритянской и тропической климат выставляли они гораздо лучше, чѣмъ чернокожіе, которые, хотя и считались иммунными ко всему, но на самомъ дѣлѣ оказались всему легко подвержены. Благоприятные результаты примѣненія европейскихъ рабочихъ вызвали дальнѣйшее ихъ вербованіе, для чего въ Парижѣ открыла дѣйствіе Панамская вербовочная контора для снабженія Перешейка бѣлой рабочей силой; кромѣ испанцевъ, отправлявшихся изъ Виго и Барселоны, на Перешеекъ цѣлыми пароходами переправлены были изъ Бордо и Сепъ-Назера французы, итальянцы и греки; всего за одинъ 1906 годъ было доставлено на Перешеекъ до 7.000 европейцевъ, перевозка которыхъ обошлась управленію работъ около 550.000 рублей. Вербованіе негровъ, однако, для пополненія необходимаго комплекта рабочихъ еще продолжалось; за указанный годъ ихъ доставлено было до 10.000 причѣмъ перевозка ихъ обошлась въ 150.000 рублей.

Выгодныя условія работы и обстановка, созданная для рабочихъ на Перешейкѣ стараніями администраціи Канала, не пожалѣвшей средствъ для оздоровленія мѣстности и для организаціи содержанія и снабженія рабочей массы всѣмъ необходимымъ, вызвали, спустя три года послѣ приступа къ работамъ, самостоятельный притокъ рабочихъ на Перешеекъ изъ различныхъ странъ, какъ ближайшихъ тропическихъ, такъ и южно-европейскихъ. Такимъ образомъ, вопросъ о комплектованіи рабочей арміи къ этому времени пересталъ уже занимать строителей Канала, приходилось только заботиться объ ихъ содержаніи и даже установить порядокъ преимущественнаго зачисленія на новыя работы, при прекращеніи другихъ работъ, рабочихъ, завербованныхъ въ прежніе годы Управленіемъ работъ, передъ явившимися на Перешеекъ добровольцами. Такое преимущество вызвано было условіями найма рабочихъ, въ которыхъ указывалось, что работать они будутъ имѣть возможность на Перешейкѣ въ теченіе 6—7 лѣтъ; въ этихъ же условіяхъ Управленіе работъ признавало за каждымъ отдѣльнымъ рабочимъ право въ любой моментъ отказаться отъ мѣста и получить расчетъ.

2. Условія, регулировавшія наемъ служащихъ и рабочихъ, ихъ службу, вознагражденіе за трудъ, и производство уплаты.

Первымъ условіемъ, соблюденіе котораго было обязательнымъ для всѣхъ безъ исключенія лицъ, принимаемыхъ на службу Панамскихъ работъ, было удовлетворительное состояніе здоровья, необходимаго для здоровой работы на, все же не совсѣмъ здоровомъ, Перешейкѣ. Тщательный медицинскій осмотръ передъ посадкой на судно въ портъ отправленія врачомъ службы Панамскихъ работъ былъ поэтому обязательенъ для всѣхъ нанимавшихся; лицамъ, оказавшимся неудовлетворяющими медицинскимъ требованіямъ, безусловно не разрѣшалась посадка.

Такіе дефекты, какъ всякаго вида искривленія и переломы на конечностяхъ, болѣзни легкихъ и сердца, варикозное расширеніе венъ, венерическія болѣзни, эпилепсія, хроническій алкоголизмъ, неудовлетворительное зрѣніе и слухъ (въ особенности для желѣзнодорожныхъ работъ) и другіе серьезныя тѣлесныя недостатки, были основаніемъ для браковки.

Для возраста нанимающихся на службу и на работы была установлена общая норма отъ 20 до 45 лѣтъ; въ частности, для речниковъ и гидрографовъ 20—30 лѣтъ, для паровозныхъ машинистовъ, паровозной прислуги, нивелли-

ровщиковъ и телеграфистовъ, врачей, агентовъ полиціи и пожарныхъ 20—40 лѣтъ.

Въ то время, какъ этими двумя требованіями по отношенію къ здоровью и возрасту исчерпывались ограничительныя условія найма для простыхъ рабочихъ, для квалифицированныхъ служащихъ, кромѣ званія американскаго гражданства, установлено было еще одно: отъ каждаго изъ нихъ требовалась опытность въ опредѣленномъ специальномъ дѣлѣ. Такъ, напримѣръ, мастера должны были обладать опытностью въ опредѣленномъ мастерствѣ, машинисты и поѣздная прислуга должны были быть изъ служившихъ достаточное время на желѣзныхъ дорогахъ, десятники путевыхъ работъ—знакомы съ службой ремонта на желѣзныхъ дорогахъ, десятники динамитныхъ работъ—набирались изъ занимавшихся этимъ дѣломъ при строительныхъ, карьерныхъ или рудничныхъ операціяхъ и т. д. Чтобы обезопасить себя отъ услугъ лицъ, не имѣющихъ опредѣленнаго практическаго ценса и желавшихъ на самихъ работахъ Канала изучить какое-нибудь дѣло, Управленіе работъ, при наймѣ квалифицированныхъ служащихъ, требовало представленія удостовѣреній о прежней службѣ отъ нанимающихся лицъ и заполнения специальной формы бланковъ съ отвѣтами для характеристики ихъ *curriculum vitae* съ момента окончанія ими высшаго или средняго учебнаго заведенія.

Комплектованіе, какъ естественной убыли кадра служащихъ, такъ и вакансій на вновь открывавшихся работахъ, производилось путемъ повышенія состоящихъ уже на службѣ лицъ и пополненіемъ новыми силами, освобождающихся при этомъ, высшихъ должностей.

При поступленіи на службу работъ Канала какъ по серебряному, такъ и по золотому списку, каждому выдавался опредѣленный номерной знакъ, въ видѣ мѣдной небольшой бляхи, которую служащіе должны были имѣть при себѣ и которая играла роль удостовѣренія личности при уплатѣ, полученіи льготныхъ закупочныхъ книжекъ казенныхъ магазиновъ, при покупкѣ билетовъ на обѣдъ, при повѣркѣ табельщиками и въ другихъ случаяхъ.

По закону Соединенныхъ Штатовъ для служащихъ-американцевъ, то есть служащихъ золотого списка, былъ установленъ восьмичасовой рабочий день; это, не совсѣмъ удобное для строителей Канала, условіе труда было обойдено по отношенію къ рабочимъ, набраннымъ исключительно изъ чужеземцевъ,—рабочій день ихъ составлялъ отъ 9 до 10 и 11 часовъ; при необходимости непрерывной работы въ отдѣльныхъ пунктахъ были введены двойныя и тройныя смѣны. Работы въ полѣ и занятія во всѣхъ мастерскихъ, станціяхъ и конторахъ, вплоть до конторы Главнаго инженера, начинались по гудку въ 7 часовъ утра и продолжались до 5 часовъ вечера съ перерывомъ на два часа для обѣда—отъ 11 час. до 1 часа дня. Доставка служащихъ и рабочихъ, размѣщенныхъ въ поселкахъ по фронту Канала, изъ этихъ поселковъ на мѣста работъ и обратно, а также подвозка ихъ въ обѣденное время къ столовымъ производилась специальными рабочими поѣздами, совершавшими опредѣленные маршруты по отдѣльнымъ районамъ работъ съ расписаніями движенія, приуроченными къ сигналамъ начала, перерыва и возобновленія работъ; въ одинъ конецъ при этомъ на дорогу тратилось не болѣе 15 минутъ, такъ что на обѣдъ и на отдыхъ въ полдень оставалось не менѣе 1½ часовъ.

При ровномъ, съ средней температурой въ 28° С въ теченіе всѣхъ

время года, климатъ Перешейка, однообразіе котораго нарушалось только смѣной мокрой и сухой поры, работы велись круглый годъ съ перерывами по воскресеньямъ и въ національные праздничные дни Соединенныхъ Штатовъ (5 дней въ году); въ дождливую пору (5—6 мѣсяцевъ) интенсивность работъ нѣсколько падала. Въ заботахъ о поддержаніи здоровья и бодрости служащихъ, непривычныхъ къ тропическому климату, подвергавшихся вліянію монотонной погоды, въ смыслѣ пониженія энергіи и работоспособности, администрація Канала разрѣшала имъ ежегодные отпуска съ сохраненіемъ содержанія и предоставленіемъ удешевленнаго проѣзда въ Штаты; въ виду лѣчебнаго значенія такихъ отпусковъ, служащимъ не разрѣшалось пользоваться ими, оставаясь на Перешейкѣ, или для посѣщенія тропическихъ странъ; продолжительность такихъ лѣчебныхъ отпусковъ для постоянныхъ служащихъ назначена была въ 6 недѣль, для часовыхъ—4 недѣли съ уплатой послѣднимъ въ мѣсяць платы за 28 восьмичасовыхъ дней.

Для большей части служащихъ золотого списка установлены были годовые оклады безъ дополнительнаго вознагражденія за сверхурочные часы работы, тогда какъ мастеровые золотого списка и почти всѣ рабочіе серебрянаго списка получали часовое вознагражденіе съ прибавкой 50⁰/₀ за сверхурочныя или праздничныя работы. Нормы вознагражденія служащихъ, установленныя Управленіемъ работъ, приведены были выше (стр. 245), здѣсь же слѣдуетъ еще упомянуть о прибавкахъ за безупречную службу, имѣвшихъ характеръ доведенія до нормальной оплаты меньшаго начальнаго вознагражденія, дававшегося при поступленіи на службу; такія прибавки существовали не только для квалифицированныхъ служащихъ золотого списка, но и для простыхъ рабочихъ; такъ, напримѣръ, заработная часовая плата европейскихъ рабочихъ повышалась съ 32 до 40 копеекъ послѣ шестимѣсячной безупречной службы. За отличія въ работѣ простые рабочіе назначались старшими въ артеляхъ и десятниками, или кандидатами въ нихъ, а имена служащихъ золотого списка попадали на страницы еженедѣльнаго бюллетеня работъ, чѣмъ поддерживался духъ соревнованія въ ихъ средѣ; новыя идеи по поводу методовъ производства работъ и усовершенствованія рабочихъ механизмовъ, достойныя вниманія, находили, вмѣстѣ съ именами ихъ авторовъ, себѣ мѣсто на страницахъ этого бюллетеня. За три года непрерывной безупречной службы на работахъ Канала всѣ служащіе золотого списка, отъ высшихъ чиновъ администраціи до простыхъ мастеровыхъ, получали специально учрежденную медаль Панамскаго Канала, а за каждый годъ сверхъ трехлѣтняго срока по одному звену, прикрѣпляемой къ этой медали, цѣпочки.

Уплата жалованья и заработной платы всѣмъ работникамъ на Каналѣ, какъ золотого, такъ и серебрянаго списка, производилась разъ въ мѣсяць между 12 и 16 числами за работу предыдущаго мѣсяца по предъявленіи каждымъ изъ служащихъ и рабочихъ платежнаго удостовѣренія (pay certificate) и своего мѣднаго номернаго знака. Платежныя удостовѣренія за предыдущій мѣсяць составлялись въ началѣ мѣсяца для каждаго работника табельщиками конторы соотвѣтственнаго строительнаго отдѣленія, отмѣчавшими въ нихъ имя и фамилію лица, размѣръ подлежащей уплатѣ суммы и номеръ работника; эти удостовѣренія сейчасъ же по составленіи поступали вмѣстѣ съ общими табелями за подписью ближайшаго завѣдывающаго работами въ контору строительнаго отдѣленія, затѣмъ въ Счетно-Контрольную часть, изъ которой пе-

реходили въ Казначейскую часть. Отсюда эти удостовѣренія, провѣренныя и скрѣпленныя штемпелемъ этой части, возвращались къ мѣстнымъ табельщикамъ строительныхъ отдѣленій, которые раздавали ихъ своимъ рабочимъ по предъявленіи ими своихъ номеровъ (бляхъ); къ 11 числу мѣсяца платежныя удостовѣренія должны были быть уже въ рукахъ у рабочихъ, а въ слѣдующіе три дня (12, 13 и 14) специальный поѣздъ (paying train), въ составѣ двухъ вагоновъ съ полицейской охраной, объѣзжалъ весь фронтъ работъ. Остановки дѣлались въ различныхъ частыхъ пунктахъ работъ, чѣмъ давалась возможность рабочимъ получить деньги, отрываясь отъ дѣла только на нѣсколько минутъ, безъ потери времени на хожденіе въ какую-нибудь контору и ожиданіе въ длинной очереди. Для быстроты производства уплаты вагоны были специально къ этому приспособлены: въ одномъ выдавались платежныя удостовѣренія, почему-либо задержанныя въ Казначействѣ или не взятая у табельщиковъ на мѣстахъ рабочими, въ другомъ, по предъявленіи платежнаго удостовѣренія и номера бляхи, выдавались деньги. Въ этомъ послѣднемъ вагонѣ были устроены 4 наглухо закрытыхъ съ небольшими окошечками платежныя кассы для серебряныхъ рабочихъ и одна для золотыхъ; кассы, входы и выходы въ вагонѣ расположены были такъ, чтобы облегчить по возможности прохожденіе черезъ вагонъ (въ нормальномъ къ продольной оси его направленіи) получавшимъ деньги рабочимъ. Всѣ входы и выходы и кассы охранялись вооруженными полицейскими. Личный составъ этой подвижной платежной конторы состоялъ изъ завѣдывающаго Казначейской частью и его помощника, 5 кассировъ, 10 клерковъ, 15 полицейскихъ во главѣ съ начальникомъ охраны, являвшимся также комендантомъ поѣзда. Благодаря такой организаціи, уплата 40 тысячной арміи, раскинутой по 75-верстному фронту, производилась быстро и съ наименьшимъ отвлеченіемъ рабочихъ отъ ихъ дѣла.

3. Условія жизни служащихъ и рабочихъ на Перешейкѣ и заботы о нихъ администраціи Канала.

Для успѣшнаго интенсивнаго производста крупныхъ работъ въ опредѣленный срокъ на тропическомъ Перешейкѣ, славившемся еще такъ недавно репутаціей самаго гнилого и губительнаго климата и удаленномъ на тысячи верстъ отъ цивилизованныхъ странъ, — недостаточно было повышенной заработной платой и льготами привлечь рабочія массы въ Зону Канала. Для здороваго производительнаго труда надо было установить здоровыя условія жизни, а для удержанія втянувшихся въ работу ея исполнителей — создать наиболѣе привлекательную обстановку, которая могла бы скрасить всѣ неудобства для жителей умѣренныхъ странъ, хотя и оздоровленнаго, но все же тропическаго, климата и удаленія отъ цивилизованнаго міра.

Энергичной упорной дѣятельностью, на какую способны американцы, въ два года произведенъ былъ переворотъ въ санитарныхъ условіяхъ Перешейка; полное искорененіе желтой лихорадки, этого бича бѣлыхъ людей въ тропикахъ, громадное (съ 80% до 20%) пониженіе годового % заболѣваемости маляріей и общее ослабленіе ея злокачественности, уменьшеніе заболѣваемости тифомъ и дизинтеріей и другими болѣзнями — совершенно измѣнили прежнія мрачныя цифры санитарной статистики Панамы, чистыя хорошо вымощенныя городскія улицы, опрятные рабочіе поселки, выросшіе на

далеко за ихъ предѣлы расчищенныхъ площадяхъ, хорошія дороги, прекрасныя системы водоснабженія и канализаціи — совершенно преобразили Зону Канала, сдѣлавъ ее излюбленнымъ мѣстомъ посѣщенія сотенъ тысячъ туристовъ и давъ возможность пришлымъ людямъ жить и работать въ относительно здоровой обстановкѣ. Пишущій эти строки имѣлъ возможность убѣдиться лично въ теченіе полугодоваго пребыванія въ Зонѣ въ непреувеличеніи всего того, что печатается про чудеса американской санитаріи въ борьбѣ съ климатомъ тропиковъ.

Побѣдивъ тропическія лихорадки и въ значительной степени оздоровивъ мѣстность, санитарныя усилія людей не могли однако измѣнить всѣхъ особенностей тропическаго климата; монотонность временъ года, постоянная въ теченіе всего года температура и значительная влажность оказываютъ нѣкоторое вліяніе на вполне здоровыхъ жителей умѣренныхъ странъ, теряющихъ по истеченіи нѣкотораго времени свою энергію и бодрость и вотъ, для восстановления ихъ, всѣмъ квалифицированнымъ служащимъ разрѣшены были ежегодныя шестинедѣльные отпуска (необычныя въ американскихъ условіяхъ работъ) съ сохраненіемъ содержанія и съ удешевленнымъ проѣздомъ въ Соединенные Штаты.

Для размѣщенія служащихъ на безлюдномъ Перешейкѣ были выстроены, хорошо оборудованы и обставлены прекрасныя жилища въ полномъ соответствіи съ современными санитарными требованіями, въ которыхъ американцы находили для себя и своей семьи все, въ чему они привыкли у себя на родинѣ; не забыты были и простые рабочіе, получившіе всѣ пріютъ подъ казенной крышей.

Въ построечныхъ поселкахъ администрація Канала постаралась устроить все то, чѣмъ опредѣляется культурная жизнь малыхъ городковъ Соединенныхъ Штатовъ—въ нихъ открыты были: почтово-телеграфныя конторы, отдѣленія банковъ, начальныя школы и въ двухъ поселкахъ гимназіи, спеціальныя школы для негровъ, построены были церкви главныхъ исповѣданій, общественныя собранія, залы и площадки для спорта, въ нихъ открыли дѣйствія правительственныя магазины, изъ которыхъ служащіе и рабочіе снабжались провизіей, принадлежностями хозяйства и прочими товарами по цѣнамъ, иногда даже ниже среднихъ цѣнъ въ Соединенныхъ Штатахъ, устроены были прекрасныя рестораны для золотыхъ служащихъ, гдѣ за 1 руб. 80 коп. они получали неограниченное количество здоровой пищи три раза въ день, столовыя для рабочихъ, гдѣ изготовлялись кушанія соответственно ихъ національнымъ вкусамъ, при чемъ дневное питаніе ихъ обходилось въ 90 копеекъ, наконецъ раздаточныя кухни для негровъ гдѣ повара негры фабриковали негритянскія кушанія.

Медицинская помощь, поставленная образцово въ мѣстныхъ амбулаторіяхъ, лазаретахъ и центральныхъ госпиталяхъ, предоставлялась всѣмъ служащимъ и ихъ семьямъ бесплатно; послѣ болѣзни золотые служащіе на двѣ—три недѣли отправлялись для восстановления силъ въ спеціальную санаторію, устроенную на островѣ въ Тихомъ Океанѣ, или же могли воспользоваться шестинедѣльнымъ отпускомъ съ сохраненіемъ содержанія.

Устроивъ въ поселкахъ просторныя помѣщенія для общественныхъ собраній служащихъ, администрація Канала позаботилась о снабженіи ихъ бібліотеками, періодическими изданіями со всѣхъ концовъ Соединенныхъ

Штатовъ, устраивала вечера, содержала спеціальный оркестръ, концертноровавшій въ различныхъ поселкахъ, выписывала изъ Штатовъ на гастроли театральныя труппы, и сочувственно относилась къ развитію всѣхъ видовъ спорта. При развитіи среди американцевъ корпоративномъ духѣ на Зонѣ Канала, при сочувствіи администраціи, образовывались общественныя группы, возникавшія обычно какъ филиалы многочисленныхъ основныхъ группъ въ американской метрополіи; для нихъ устраивались, при содѣйствіи Правительства, общественныя зданія и давались субсидіи.

Всѣ эти заботы администраціи Канала о своихъ рабочихъ привели къ желательнымъ результатамъ: контингентъ служащихъ сталъ менѣ подвижнымъ, на Перешейкѣ были удержаны тысячи цѣнныхъ, приобрѣтшихъ опытъ работниковъ, что въ значительной мѣрѣ содѣйствовало успѣшности Панамскаго предпріятія и, такимъ образомъ, съ избыткомъ были возмѣщены, затраченные на описанныя мѣры, привлеченія и удержанія служащихъ, средства казны. Изъ этой краткой характеристики условій жизни рабочей арміи на Перешейкѣ видно, какія работы должны были быть произведены американцами въ Зонѣ Канала, помимо непосредственнаго сооруженія послѣдняго.

Описанію главныхъ изъ этихъ работъ, приѣмамъ ихъ исполненія и организаціи рабочихъ силъ на нихъ посвящены слѣдующіе два параграфа.

4. Санитарныя работы на Перешейкѣ.

А. Организація рабочей силы и надзора.

Успѣхи санитарныхъ работъ американцевъ, превратившихъ славившійся репутаціей самаго вреднаго климата на земномъ шарѣ Перешеекъ въ относительно здоровую страну, приспособленную для жизни и работы бѣлыхъ людей, настолько знаменательны, что было бы упущеніемъ не охарактеризовать здѣсь вкратцѣ исполненіе этихъ работъ, потребовавшихъ нѣкоторыхъ строительныхъ операцій и, въ значительной степени содѣйствовавшихъ успѣху сооруженія Канала. Санитарныя приемы и опытъ, достигнутые на Перешейкѣ, могутъ дать полезныя указанія для организаціи подобной санитарной борьбы не только въ тропическихъ условіяхъ, но и въ мѣстностяхъ съ умѣреннымъ климатомъ, требующихъ общаго оздоровленія и въ частности страдающихъ отъ злокачественныхъ лихорадокъ.

Не останавливаясь на природѣ этихъ лихорадокъ, противъ которыхъ велась особенно ожесточенная борьба на Перешейкѣ, на способахъ ихъ пропаганды, на исторіи ихъ изученія и выработки мѣръ борьбы, ограничимся здѣсь описаніемъ организаціи рабочей силы и надзора на этихъ работахъ и приѣмовъ ихъ исполненія.

Для производства санитарныхъ работъ и для санитарнаго надзора за всѣмъ райономъ строительныхъ операцій общей площадью въ 225 квадратныхъ верстѣ, на которомъ разбросано 17 рабочихъ поселковъ, нѣсколько туземныхъ деревушекъ и два города, Панама и Колонъ, расположенные у устья Канала, было учреждено 17 санитарныхъ участковъ, каждый въ непосредственномъ вѣдѣніи участковаго санитарнаго инспектора и его нѣсколькихъ помощниковъ; каждая половина всего оздоровляемаго района работъ въ 75 верстѣ длиной отъ Океана до Океана, образовала санитарное отдѣленіе (изъ 7 и 8 участковъ) въ вѣдѣніи санитарнаго инспектора отдѣленія. Силы

санитарной службы, во главѣ которой, объединяя ее съ врачебной, стоялъ начальникъ Санитарнаго Департамента, состояли изъ непосредственно ему подчиненнаго начальника Санитарной службы, его помощника, двухъ начальниковъ упомянутыхъ только что отдѣлений, 26 санитарныхъ инспекторовъ (въ томъ числѣ 17—участковыхъ), одного энтомолога, 18 десятниковъ и 230 рабочихъ, при общей численности населенія оздоровляемой мѣстности въ 80.000 человекъ, не считая населенія г. Колона въ 18 тысячъ и г. Панамы въ 37¹/₂ тысячъ жителей.

Предѣлы работъ санитарной службы и ея взаимоотношенія съ другими службами могутъ быть характеризованы статьей законовъ Зоны Канала, гласившей: „начальникъ санитарной службы имѣетъ непосредственное завѣдываніе всеми работами въ предѣлахъ Зоны Канала, производимыми для предупрежденія или для пресѣченія заболѣваній; на немъ лежитъ изданіе санитарныхъ обязательныхъ постановленій, надзоръ за ихъ исполненіемъ, а также за проведеніемъ всѣхъ санитарныхъ мѣропріятій, необходимость которыхъ заявлена Начальникомъ Санитарнаго Департамента, Губернаторомъ Зоны или Истмійской Комиссіею Канала“.

Должности Начальника Санитарной Службы, его помощника и инспекторовъ отдѣлений занимали врачи; инспектора отдѣлений были подчинены непосредственно Начальнику Службы, а имъ въ свою очередь подчинены участковые инспектора. Санитарными участковыми инспекторами въ первое время работъ были лица безъ спеціальной санитарной или технической подготовки, но въ послѣдніе годы мѣста ихъ охотно замѣщались молодыми гражданскими инженерами, оказавшимися удачными дѣятелями въ этой области, гдѣ приходилось производить съемки мѣстности для составленія проектовъ дренажированія, засыпки и подъеми мѣстности и другихъ инженерно-санитарныхъ работъ. Опытъ Панамскихъ работъ показалъ, однако, что для завѣдыванія санитарными участками и для производства мелкихъ повседневныхъ работъ необходимы скорѣе не инженеры, а спеціально подготовленные десятники или техники; въ соотвѣтствіи съ этими указаніями и практикой другихъ подобныхъ работъ недавно въ Новомъ-Орлеанѣ открыта школа для подготовки санитарныхъ техниковъ, которые нужны американцамъ въ ихъ разрастающихся тропическихъ территорияхъ. За отсутствіемъ же пока таковыхъ, наряду съ инженерами мѣста инспекторовъ занимали смышленные простые десятники, научившіеся на самой работѣ санитарному дѣлу; для нихъ составлена была спеціальная инструкція санитарнаго надзора, въ которой изложены основныя правила ихъ дѣятельности, приемы исполненія санитарнаго надзора, изготовленія срочныхъ вѣдомостей, свѣдѣнія о санитарныхъ требованіяхъ, предъявляемыхъ къ жилищамъ, и касающихся удаленія нечистотъ, окуриванія и дезинфекціи, краткія свѣдѣнія о химическихъ веществахъ при этомъ примѣняемыхъ, а также о характерныхъ признакахъ лихорадочныхъ и другихъ заболѣваній. Отъ участковыхъ инспекторовъ требовалось знакомство съ различными видами болѣзнетворныхъ насѣкомыхъ, развитіемъ и особенностями ихъ жизни, умѣніе распознавать эти виды въ ихъ личиночномъ и взросломъ возрастѣ, знаніе мѣстъ рожденія комаровъ на своемъ участкѣ и быстрое разысканіе возникающихъ такихъ новыхъ мѣстъ. При повышеніи % малярійныхъ заболѣваній на единицу въ ежеведѣльномъ рапортѣ участковаго санитарнаго инспектора,

требовались от него объясненія и отправлялся специальный инспектор во главѣ съ запасными артелями для разслѣдованія причинъ и въ помощь мѣстнымъ силамъ противъ усилившагося врага. Для поднятія профессиональной энергіи и интереса къ дѣлу въ средѣ санитарныхъ мѣстныхъ дѣятелей установлены были мѣсячныя собранія всѣхъ участковыхъ инспекторовъ и ихъ помощниковъ подъ предсѣдательствомъ Начальника службы, на которыхъ обсуждались различные вопросы по теоріи и практикѣ санитарнаго дѣла и рассматривались, предлагаемыя членами этихъ собраній, измѣненія и усовершенствованія въ производствѣ санитарныхъ работъ.

Мѣстныя силы въ каждомъ изъ 17 санитарныхъ участковъ первоначально состояли изъ нѣсколькихъ рабочихъ артелей въ вѣдѣніи санитарнаго инспектора для исполненія всѣхъ санитарныхъ работъ и, главнымъ образомъ, работъ по прокладкѣ дренажей и вообще осушительныхъ операцій, по очисткѣ, срѣзкѣ и сжиганію травы, и по поливкѣ всѣхъ водныхъ скопленій, какъ мѣсть рожденія комаровъ, нефтью или ядовитыми жидкостями; только болѣе крупныя работы, какъ, напримѣръ, — засыпка болотъ грунтомъ, — выполнялась силами соответствующаго строительнаго отдѣленія. При новой, введенной въ 1909 г., организаціи, роль санитарныхъ агентовъ на мѣстахъ была сведена исключительно къ наблюденію за санитарнымъ состояніемъ и къ контролю результатовъ санитарныхъ работъ, которыя по ихъ указаніямъ выполнялись рабочими артелями соответственныхъ строительныхъ отдѣленій. Санитарный инспекторъ былъ лишень своихъ артелей, у него остались въ непосредственномъ распоряженіи только рабочіе для разноски и поливки нефти и ядовитыхъ жидкостей, для исполненія же какихъ-нибудь, признаваемыхъ инспекторомъ необходимыми, работъ, онъ долженъ былъ заявлять объ этомъ начальнику строительнаго отдѣленія или же мѣстному квартирмейстеру и слѣдить за исполненіемъ этихъ требованій и правильностью производства работъ.

Эта система, имѣвшая цѣлью передать инженерную часть работы строительному отдѣленію, болѣе опытному въ ихъ производствѣ и, такимъ образомъ, освободить санитарныя участки отъ содержанія постоянной, значительной рабочей силы для не всегда одинаково интенсивной работы, оказалась однако не вполне удачной ни въ отношеніи качествъ самой работы, ни въ смыслѣ экономическомъ, не внеся упрощенія и ускоренія самого дѣла: вмѣсто привычныхъ къ спеціальнымъ санитарнымъ работамъ артелей въ непосредственномъ вѣдѣніи санитарнаго инспектора, оказались случайно поставленныя на эти работы артели, которыя, по мѣрѣ минованія надобности, переводились на другія работы строительнаго отдѣла; выполненіе артелью принадлежащей одной службѣ, работы для другой службы также врядъ ли способствовало упрощенію, ускоренію и качеству работы. По мнѣнію чиновъ санитарной службы, было бы лучше не передавать выполненія санитарныхъ работъ строительнымъ отдѣленіямъ, но имѣть въ вѣдѣніи Санитарнаго Департамента нѣсколько летучихъ артелей, хорошо знакомыхъ съ дѣломъ, которыя могли бы по мѣрѣ надобности быть направляемы въ одинъ изъ необходимыхъ пунктовъ, по требованію участковаго санитарнаго инспектора.

Б. Производство санитарныхъ работъ.

Санитарныя работы, производившіяся на Перешейкѣ по степени ихъ относительной важности для его оздоровленія могутъ быть поименованы въ

слѣдующемъ порядкѣ: борьба съ маляріей, борьба съ желтой лихорадкой, борьба съ чумой, мѣры противъ тифа и дезинтеріи и поддержаніе общей удовлетворительной санитарной обстановки; первая изъ этихъ работъ требовала наибольшихъ усилій и приблизительно двухъ третей всего рабочаго времени санитарныхъ силъ.

Борьба съ маляріей слагалась изъ трехъ дѣйствій: уничтоженія удобной для рожденія и развитія комаровъ (anopheles) обстановки, истребленія личинокъ комаровъ тамъ, гдѣ онѣ все же появлялись на свѣтъ и истребленіе взрослыхъ комаровъ тамъ, гдѣ, несмотря на вторую мѣру, имъ удавалось развиваться.

Уничтоженіе обстановки, удобной для развитія комаровъ, требовавшихъ, хорошо защищенной отъ вѣтра и волненія, стоячей мелкой прѣсной воды, достигалось засыпкой такихъ мѣстъ грунтомъ, устройствомъ поверхностнаго и подземнаго дренажа, введеніемъ, гдѣ возможно, морской соленой воды въ прѣсныя воды, очисткой и выправкой береговъ стоячихъ и текучихъ водъ, удаленіемъ кустарника и сръзкой травы. Для истребленія личинокъ комаровъ примѣнялись: поливка нефтью и спеціальными противокмарными жидкостями и введеніе въ воды, не позволяющія, почему либо, примѣненія нефти и жидкостей, особой породы, пожирающихъ личинки комаровъ, рыбъ. Истребленіе же взрослыхъ комаровъ велось путемъ ловли ихъ въ сѣтки, ловли и отравленія помощью трубки, заполненной пропитанной хлороформомъ ватой, а также окуриваніемъ.

Относительно перечисленныхъ приемовъ борьбы съ маляріей, не вдаваясь въ детали ихъ исполненія, въ большинствѣ случаевъ общеизвѣстныхъ, слѣдуетъ отмѣтить нѣкоторыя ихъ особенности, а также тѣ указанія, которыя массовый семилѣтній опытъ ихъ производства на Перешейкѣ позволяетъ вывести.

За семь лѣтъ работъ строители убѣдились въ непригодности къ тропической обстановкѣ открытыхъ дренажныхъ канавъ безъ одежды откосовъ, устройство и содержаніе которыхъ стоило большихъ средствъ и усилій; такія канавы въ послѣдніе годы работъ допускались только въ видѣ временной или предварительной мѣры передъ устройствомъ „одѣтыхъ“ канавъ (lined ditches) или подземнаго дренажа.

„Одѣтыя“ канавы имѣли бетонную одежду разной мощности, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій ихъ работы; сильный типъ одежды имѣлъ форму прямоугольнаго лотка съ толщиной стѣнокъ въ 4—5 дюймовъ, менѣе сильный типъ состоялъ изъ плоской черепицы, уложенной по дну и по откосамъ канавы и покрытой слоемъ бетона въ $2\frac{1}{2}$ —3 дюйма и, наконецъ, наиболѣе слабый типъ представлялъ просто бетонный слой толщиной въ 2" покрывавшій, поверхность канавы; для укрѣпленія этого слоя было испробовано и оказалось полезнымъ введеніе въ него тонкой проволочной сѣтки. Стоимость перваго изъ этихъ трехъ типовъ составляла около $1\frac{1}{4}$ рубля за погонный футъ безъ отрывки канавы, стоимость каждаго изъ остальныхъ типовъ — 40—50 копеекъ, проволочныя сѣтки стоили 70 копеекъ за 100 квадратныхъ футовъ; содержаніе (чистка и ремонтъ) одѣтыхъ бетономъ канавъ обходилось по 50 копеекъ съ погоннаго фута въ годъ.

Подземный дренажъ въ первое время работъ, устраивавшійся изъ короткихъ отрезковъ штейнгутовыхъ трубъ, примѣнялся въ большомъ коли-

чествѣ, но такая система оказалась неудачной—отчасти вслѣдствіе того, что промежутки между кусками трубы засорились, дренажная линія переставала улавливать воду по своей длинѣ и работала скверно, но главнымъ образомъ, вслѣдствіе недостаточно тщательнаго опредѣленія наиболѣе выгоднаго положенія этой линіи; выяснилось, что для такой подземной дренажной линіи, улавливающей по своей длинѣ, необходимо, послѣ продолжительнаго (въ теченіе 5 — 6 мѣсяцевъ) испытанія открытой канавой путей и мѣстъ просачиванія воды въ почвенной корѣ, направить такую линію въ планѣ въ соотвѣтствіи съ расположеніемъ этихъ путей просачиванія.

Кромѣ продольнаго дренажа, при залеганіи водопроницаемаго пласта на глубинѣ не болѣе 20 футовъ, удачнымъ обзавался вертикальный дренажъ, состоявшій въ заложеніи, въ извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга, вертикальныхъ отростковъ штейнгутовыхъ трубъ до водопроницаемаго пласта; верхъ этихъ трубъ располагался на днѣ, отрытаго въ мѣстѣ ихъ установки, шурфа и прикрывался бутвымъ камнемъ.

„Слѣпые“ дренажи, примѣнявшіеся во французскія времена и въ началѣ американскихъ работъ, состоявшіе изъ плоскихъ камней, уложенныхъ для образованія канала прямоугольнаго сѣченія и сверху засыпанные мелкимъ камнемъ, совсѣмъ не примѣнялись вслѣдствіе неудовлетворительной работы, уступивъ мѣсто дренажу изъ штейнгутовыхъ, а затѣмъ изъ бетонныхъ пористыхъ трубъ, оказавшихся удобнѣе непроницаемыхъ штейнгутовыхъ. При всѣхъ системахъ дренажа выяснено было важное значеніе несѣдающаго основанія, на что въ послѣдніе годы обращено было серьезное вниманіе.

Очистка и выправка береговъ, какъ стоячихъ, такъ и текучихъ водъ, имѣла цѣлью уничтоженіе, образующихся у урѣза воды, удобныхъ для рожденія и развитія комаровъ защищенныхъ отъ волненія и теченія, неровностей и зазубринъ; работы эти состояли въ удаленіи съ береговъ, въ предѣлахъ отъ самаго низкаго уровня до уровня высокихъ водъ, всякой растительности помощью граблей и выжиганія, затѣмъ, въ выправленіи урѣзной линіи путемъ срѣзки выступовъ и заполнения камнемъ впадинъ; водяныя растенія истреблялись посредствомъ мѣднаго купороса. За нѣкоторыми урѣзными линіями, наиболѣе быстро загрязняемыми, устанавливался даже ежедневный уходъ.

Введеніе въ воду рыбъ особой породы, истреблявшихъ личинокъ, уступающая по своей продуктивности дѣйствию нефти или специальныхъ противокмарныхъ жидкостей, примѣнялось съ успѣхомъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ, по какимъ-нибудь причинамъ, послѣднія употреблены быть не могли.

Примѣненіе нефти для истребленія личинокъ комаровъ имѣло цѣлью покрыть поверхность воды, содержащей ихъ, тончайшимъ слоемъ этой жидкости, достаточнымъ, чтобы воспрепятствовать дыханію личинокъ. Методъ подливки нефтью зависѣлъ отъ характера водной массы, ею снабжаемой. Въ потокахъ съ медленнымъ теченіемъ нефть вводилась посредствомъ капельныхъ, автоматически дѣйствующихъ, приборовъ въ видѣ вертикальныхъ цилиндровъ, емкостью въ 30 галлоновъ, помѣщаемыхъ на высотѣ трехъ футъ надъ поверхностью воды; въ отверстіе 2-дюймаго діаметра въ днѣ сосуда вставлялась трубка съ длиннымъ фитилемъ. Капельные приборы осматривались два раза въ недѣлю рабочими, поправлявшими фитиль и подливавшими нефть.

Массы стоячей воды подвергались периодическому питанию нефтью простым выливаниемъ, при чемъ такія поливки производились черезъ разные интервалы времени въ зависимости отъ, разстраивающихъ тонкую поверхностную пленку, дождей, вѣтровъ и волненія; для удержанія нефти у береговъ, при значительныхъ водныхъ площадяхъ, на которыхъ подъ дѣйствіемъ вѣтра она легко угонялась, на нѣкоторомъ отъ нихъ разстояніи устраивались бревенчатые запони, тормазившія движеніе слоя нефти. Открытыя канавы, небольшіе водоемы и лужи покрывались нефтью посредствомъ леекъ или разбрызгивающихъ приборовъ съ насосомъ, легко переносимыхъ на спинѣ однимъ рабочимъ, производящимъ поливку, или же поставленныхъ на тележку для конной возки.

Опытъ показалъ, что повторное покрытіе толстымъ слоемъ нефти дна и откосовъ открытыхъ канавъ укрѣпляетъ сѣченіе ихъ и задерживаетъ ихъ зарастаніе, въ особенности, если этому предшествовало выжиганіе растительности; для одновременнаго производства этихъ двухъ операцій — выжиганія и поливки нефтью, трава поджигалась въ одной точкѣ, съ подвѣтренной стороны, куда направлялась брандсбойтомъ струя нефти изъ небольшого сосуда помощью небольшого насоса, къ которому примыкалъ 50-футовой длины шлангъ. Три человѣка съ такимъ аппаратомъ выжигали до 600 погонныхъ футъ обыкновенной дренажной канавы въ 8-часовой день, что обходилось по 4 копѣйки за погонный футъ.

Хотя описаннымъ примѣненіемъ нефти, расходъ которой для санитарныхъ работъ доходилъ до 65.000 галлоновъ въ мѣсяцъ, достигались вполнѣ удовлетворительные результаты, тѣмъ не менѣе, сравнительно высокая стоимость нефти въ 2 р. 20 коп. за бочку (въ 42 галлона) и необходимость разносить ее по району работъ въ значительныхъ количествахъ привелъ американцевъ къ употребленію иныхъ средствъ — такъ называемыхъ „ларвацидныхъ“ (убивающихъ личинки) жидкостей, составившихся изъ карболовой кислоты, фенола, тщательно измельченной смолы и углекислой соды, при нагреваніи до 100°C и тщательномъ перемѣшиваніи.

Такая жидкость для истребленія личинокъ не требуетъ распространенія по поверхности какъ нефть, а дѣйствуетъ, какъ ядъ въ очень незначительныхъ количествахъ въ растворѣ (личинки погибаютъ въ 1—5 минутъ въ растворѣ въ 1:10.000 и въ полчаса при 1:5.000) и потому переноска ея незатруднительна. Къ недостаткамъ такихъ жидкостей слѣдуетъ отнести отравленіе воды, опасное для рыбъ и животныхъ, потерю необходимой для отравленія личинокъ силы при стояніи болѣе часа на воздухѣ и слабое дѣйствіе въ грязной водѣ.

На работахъ ларвацидныхъ жидкости примѣнялись въ количествѣ 13.000 галлоновъ въ мѣсяцъ для поливки небольшихъ количествъ застойныхъ водъ, какъ, напримѣръ, въ лужахъ, во впадинахъ машинныхъ установокъ, въ отливкахъ и всюду, гдѣ была необходимость быстрого дѣйствія; этими же жидкостями пользовались въ 10% растворѣ для истребленія личинокъ мухъ. Для поливки ларвацидною жидкостью примѣнялись такіе же разбрызгивающіе аппараты, какъ для нефти; обычно ларвацидные поливки повторялись въ интервалахъ черезъ недѣлю.

Для истребленія взрослыхъ комаровъ примѣнены были два метода, давшіе, несмотря на всю ихъ элементарность, прекрасные результаты: ловля

помощью трубки и ловля сѣтками. Стеклянная трубка діаметромъ въ одинъ дюймъ и длиной въ 5 дюймовъ заполнялась, пропитанной хлороформомъ, ватой и устанавливалась надъ атакуемымъ комаромъ, который мгновенно падалъ внутрь трубки.

Сѣтки для ловли комаровъ устанавливались въ каждомъ домѣ на подвѣтренной сторонѣ. Приѣмъ ловли взрослыхъ комаровъ оказался весьма успѣшнымъ, какъ объ этомъ свидѣтельствовало пониженіе % маляріи въ болѣе отдаленныхъ районахъ работъ, гдѣ другіе способы борьбы не примѣнялись.

Въ числѣ средствъ борьбы съ маляріей, хотя и не санитарныхъ, слѣдуетъ упомянуть профилактическое примѣненіе хинина, въ большихъ количествахъ раздававшагося рабочимъ въ видѣ порошковъ или въ растворѣ.

Несмотря на отсутствіе въ зонѣ Канала съ мая 1906 года заболѣваній *желтой лихорадкой*, благодаря энергичнымъ мѣрамъ, принятымъ американцами съ момента оккупации ими Перешейка въ маѣ 1904 года, ни одна изъ этихъ мѣръ до настоящаго времени не отмѣнялась. Борьба эта ведется противъ комаровъ (*stegomyia*), носителей желтой лихорадки, требующихъ для своего развитія болѣе спокойной обстановки, чѣмъ маляріинные, и потому почти исключительно гнѣздящихся въ водѣ въ непосредственной близости человѣческаго жилья и внутри его. При такихъ условіяхъ, мѣры борьбы съ желтой лихорадкой состояли въ недопущеніи водоемовъ или резервуаровъ воды въ домахъ или около нихъ при наличности въ разстояніи не болѣе 300 футъ общественныхъ распредѣлителей воды, въ обязательномъ подѣ угрозой штрафа покрытіи сѣтками всякихъ резервуаровъ и водоемовъ внутри зданій и внѣ ихъ въ тѣхъ районахъ, гдѣ, въ предѣлахъ радіуса въ 300 футъ, не было общаго источника воды, наконецъ, въ недопущеніи кровельныхъ сточныхъ трубъ. Мѣры эти были настолько успѣшны, что комаръ желтой лихорадки (*stegomyia*) сталъ большою рѣдкостью тамъ, гдѣ онъ всего нѣсколько лѣтъ тому назадъ былъ бичемъ пришлыхъ людей.

Въ борьбѣ съ распространеніемъ *чумы*, свившей себѣ эндемическое гнѣздо въ сосѣднемъ съ Зоной Канала колумбійскомъ городѣ Гуаяквилѣ (*Guayaquil*) основной мѣрой было истребленіе крысъ помощью капкановъ и отравленія; опытъ показалъ, что для успѣшности такой мѣры необходимо послѣ каждой поимки тщательно очищать капканы, такъ какъ крысы чутко узнаютъ объ опасности, и, кромѣ того, время отъ времени мѣнять систему капкановъ и видъ отравы, которыхъ крысы скоро научаются избѣгать.

Мѣры для предохраненія населенія отъ заболѣваній *тифомъ и дезинтерією* заключались въ охранѣ источниковъ водоснабженія и питающихъ ихъ бассейновъ, въ періодическихъ, химическихъ и бактериологическихъ изслѣдованіяхъ воды, въ удаленіи и сжиганіи отбросовъ и мусора, въ тщательной чисткѣ мусорныхъ ящиковъ, въ истребленіи личинокъ мухъ въ навозныхъ кучахъ путемъ разбрасыванія этихъ кучъ на расклеванныхъ рѣшеткахъ, наконецъ, въ прегражденіи доступа мухамъ въ клозеты и отхожія мѣста помощью плотно закрывающихся дверей и проволочныхъ сѣтокъ.

Къ санитарнымъ работамъ *общаго характера*, хотя и производившихся главнымъ образомъ для борьбы съ лихорадками, относились срѣзка травы, содержаніе сѣточныхъ защитъ и окуриваніе.

Срѣзка травы, имѣвшая цѣлью уничтоженіе мѣстъ удобныхъ для развитія

комаровъ на Перешейкѣ, гдѣ ростъ ея достигалъ мѣстами одного дюйма въ сутки, производилась въ большомъ масштабѣ—въ годъ срѣзалось до 1.300 десятинъ; при этомъ въ сравнительно рѣдкихъ случаяхъ примѣнялись конныя траворѣзные машины; изъ опасенія скопленія воды въ углубленіяхъ отъ колесъ и отъ копытъ и образованія удобныхъ гнѣздъ для комаровъ, срѣзка производилась обыкновенными ручными косами.

Тщательный надзоръ не только за состояніемъ сѣточныхъ зашитъ, которыми прикрывались отъ комаровъ всѣ отверстія въ стѣнахъ жилищъ (стр. 277) и упомянутые выше водоемы, но и за общимъ состояніемъ и чистотой построекъ какъ внутри, такъ и снаружи, составлялъ важный элементъ работы санитарной службы, въ лицѣ своихъ агентовъ еженедѣльно инспектировавшей всѣ зданія въ Зонѣ Канала.

Окуриваніе помѣщеній производилось только въ случаяхъ болѣзней, передаваемыхъ насѣкомыми, въ случаяхъ же болѣзней, передаваемыхъ бактеріями, ограничивались дезинфекціей бѣлья, ковровъ, столовыхъ и кухонныхъ приборовъ.

Описанныя санитарныя работы, дававшія возможность работникамъ Канала существовать и работать въ тропическомъ климатѣ Перешейка, требовали ежегоднаго расхода около 500.000 долларовъ, что, при населеніи оздоровляемой части Зоны около 100.000 человекъ, составляло 5 долларовъ въ годъ на человека или около 3 копеекъ въ день; если принять во вниманіе достигнутое, по сравненію съ цифрами 1905 и 1906 годовъ, уменьшеніе числа мѣсячныхъ заболѣваній маляріей служащихъ на 2.500 случаевъ, положить среднюю продолжительность болѣзни въ 5 дней и стоимость каждаго больного, считая его потерянную, но оплачиваемую работу, а также расходы на лѣченіе и содержаніе въ 3 доллара въ день, то сбереженіе для казны отъ указаннаго уменьшенія заболѣваемости маляріей составитъ $2.500 \times 5 \times 3 = 37.500$ долларовъ въ мѣсяць или 450.000 долларовъ въ годъ, что покрываетъ 0,9 всѣхъ расходовъ санитарной службы.

5. Расквартированіе рабочей силы на Перешейкѣ. Построечные поселки, зданія для служащихъ, рабочіе бараки и спеціальныя постройки.

При вступленіи на Перешеекъ американцы нашли на немъ около 1.600 домовъ, вошедшихъ въ, приобрѣтенное ими, полное оборудованіе французской компаніи, но бывшихъ въ запущенномъ, а мѣстами въ полуразрушенномъ состояніи; эти дома во французскія времена вмѣщали служебныя ихъ учрежденія и были помѣщеніями для квалифицированныхъ элементовъ личнаго состава работъ, многотысячной же ихъ арміи рабочихъ было предоставлено устраивать себѣ жилье самими; рабочіе жили въ наскоро устроенныхъ шалашахъ, плохо укрывавшихъ ихъ отъ лихорадочныхъ комаровъ, отъ сырости и даже дождя.

Вооруженные новыми открытіями медицинской науки и печальнымъ опытомъ своихъ предшественниковъ въ Панамѣ, американцы, съ первыхъ же дней оккупации Перешейка, приступили къ реставраціи и къ передѣлкѣ, въ соотвѣтствіи съ новыми требованіями санитаріи и гигиены, оставшихся отъ французовъ зданій, и къ строительству многочисленныхъ (около 1900) новыхъ домовъ и барачковъ, какъ для служащихъ, такъ и для простыхъ рабочихъ Канала, изъ которыхъ каждый долженъ былъ быть обезпеченъ койкой подъ казенной крышей.

Въ соответствии съ распредѣленіемъ работъ, по всему фронту были избраны мѣста построечныхъ поселковъ по линіи Панамской желѣзной дороги, въ достаточномъ отдаленіи отъ туземныхъ деревень и въ пунктахъ, по возможности возвышающихся надъ окружающими низинами; избѣгались при этомъ такія возвышенныя мѣста, у подошвы которыхъ скоплялись воды, стекавшія съ окружающей мѣстности, или расположены были глубокіе овраги съ гніющей растительностью, низкіе затопляемые берега рѣкъ и болотныя пространства. За два года предварительныхъ работъ было создано 17 поселковъ, часть ихъ на мѣстахъ прежнихъ французскихъ. Дома располагались по возможности такъ, чтобы меньшая площадь ихъ стѣнъ была подвержена дѣйствію прямыхъ лучей солнца, при этомъ, соотвѣтственно направленію господствующаго вѣтра; разстоянія между ними не допускались менѣе 20—30 футовъ.

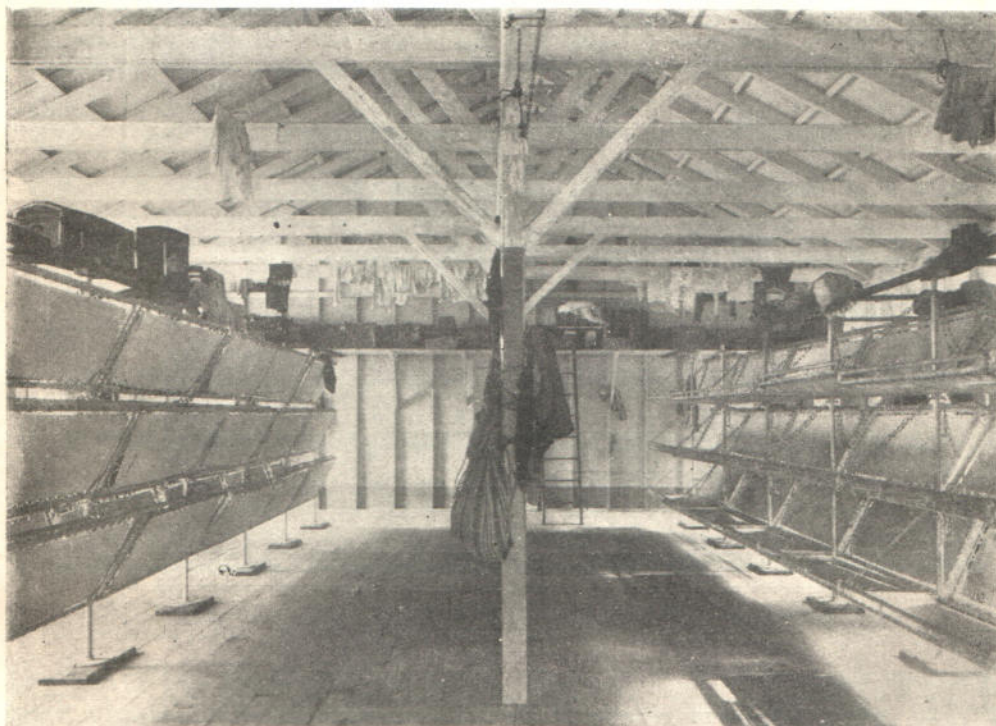


Рис. 141. Внутренній видъ рабочаго барака.

(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда проф. В. Е. Тимкова „Мировой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

Все зданія, реставрированныя и возведенныя американцами въ Зонѣ Канала, могутъ быть отнесены къ пяти группамъ: зданія служебныя—для управленій, конторъ, станцій и мастерскихъ, зданія общественныя (рестораны столовыя, кухни, магазины, клубы, лазареты, больницы), зданія для высшихъ чиновъ администраціи, дома для семейныхъ и холостыхъ служащихъ золотого списка и бараки для рабочихъ. Зданія для высшихъ чиновъ администраціи представляли двухъэтажныя особняки, отличавшіеся отъ другихъ домовъ для служащихъ только болѣею площадью половъ, составлявшей отъ 8.000 до 9.000 кв. футовъ, и, красиво разбитыми вокругъ домовъ, газонами; внутри они имѣли простую отдѣлку и обстановку.

Размѣры помѣщеній для служащихъ золотого списка назначались въ зависимости отъ получаемого ими содержанія, по расчету одного квадратнаго фута на каждый долларъ мѣсячнаго жалованья, при чемъ для лицъ, оплачиваемыхъ по часамъ, мѣсячное жалованье условно принималось за 208 часовъ; въ этотъ счетъ площади не входила площадь верандъ, корридоровъ, клозетовъ и ваннъ; для семейныхъ—прибавка площади квартиры рассчитывалась въ $0/0$ -ахъ указанной нормы такъ: для жены—100 $0/0$, для каждого ребенка 5 $0/0$, для взрослыхъ родственниковъ 75 $0/0$, для бѣлой прислуги—50 $0/0$, для цвѣтной прислуги спеціальнаго мѣста не назначалось. Для рабочихъ въ баракахъ сначала предполагалось на человѣка по 60 кв. футъ при общемъ числѣ въ 25 человѣкъ въ баракѣ обычныхъ размѣровъ; обиліе потребовавшейся рабочей силы заставила, однако, отказаться отъ этого плана размѣщать рабочихъ въ баракахъ на койкахъ въ одинъ рядъ по высотѣ, число этихъ рядовъ было доведено до трехъ (рис. 141) съ примѣненіемъ откидныхъ коекъ.

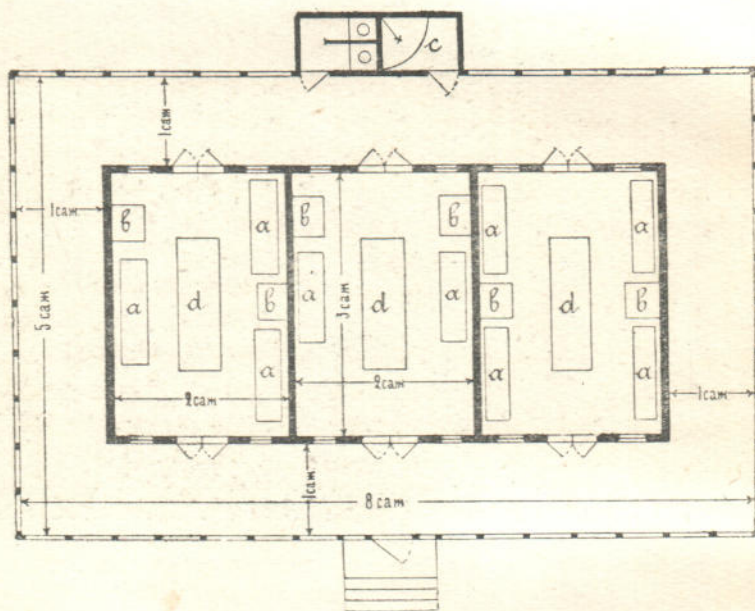


Рис. 142. Планъ дома для холостыхъ служащихъ золотого списка.

Дома для холостыхъ служащихъ, обычно въ два этажа (рис. 143 и 144), состояли изъ комнатъ площадью (2 × 3) кв. сажень, въ которыхъ, согласно приведеннымъ нормамъ, помѣщалось отъ одного до четырехъ человѣкъ; хорошія кровати съ пружинными сѣтками, большой столъ, два комода и нѣсколько стульевъ и качающихся кресель составляли казенную обстановку комнаты; защищенная противокмарной сѣткой, саженной ширины веранда проходила вокругъ комнатъ, къ ней примыкала спеціальная пристройка для ванной (душа) и клозета. Такихъ же размѣровъ и типа двухъэтажныя зданія были приспособлены для четырехъ небольшихъ семейныхъ квартиръ, по двѣ въ каждомъ этажѣ, съ раздѣленіемъ внутренней площади на гостинную, столовую и спальню; для большихъ семействъ отводились квартиры, занимавшія цѣлый этажъ подобнаго зданія. Кухни въ такихъ домахъ устраивались въ пристройкахъ подобно показанной на рисункѣ;—въ нѣкоторыхъ же се-

мейныхъ квартирахъ кухонъ не было (not housekeeping quarters) и живущимъ въ нихъ предоставлялось столоваться въ казенныхъ ресторанахъ, что было вызвано увеличеніемъ числа семейныхъ служащихъ свыше числа заготовленныхъ семейныхъ квартиръ и превращеніемъ въ таковыя прежнихъ домовъ для холостыхъ. Кромѣ такихъ двухъ-этажныхъ домовъ американской постройки съ наружными лѣстницами для попаданія на второй этажъ, цѣлый рядъ одноэтажныхъ французскихъ домовъ-особняковъ было отведено для отдѣльныхъ семейныхъ служащихъ.

Баракы для рабочихъ (рис. 143), размѣрами въ планѣ 30' \times 50', имѣли широкія веранды, защищенныя противопожарными сѣтками только по короткимъ сторонамъ зданія; по продольной оси зданія устанавливался имѣвшій около

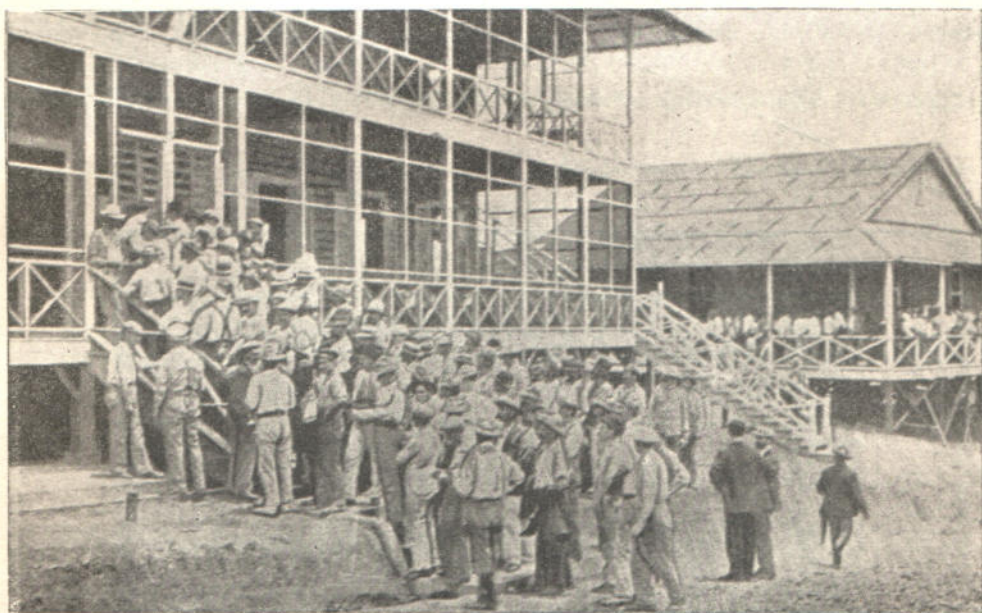


Рис. 143. Баракъ для рабочихъ и (вправо отъ него) столовая.

30 футовъ длинны общій столъ, а параллельно ему укрѣплялись двѣ продольныя линіи стоекъ, поддерживавшія откидывавшіеся въ обѣ стороны (рис. 141) три яруса коекъ; послѣднія состояли изъ металлическихъ рамъ съ натянутой въ нихъ сѣткой. Къ продольнымъ стѣнамъ барака, выше оконныхъ перемычекъ, придѣланы непрерывныя во всю длину барака прочныя широкія полки для вещей рабочихъ; въ нѣкоторыхъ болѣе широкихъ (40') баракахъ, вмѣсто двухъ продольныхъ рядовъ стоекъ съ койками послѣднія были размѣщены поперечными рядами по 5 коекъ по ширинѣ (рис. 141) и съ 10' проходомъ вдоль одной изъ продольныхъ стѣнъ, такіе бараки вмѣщали 75—85 рабочихъ. Для семействъ европейскихъ рабочихъ и вестъ-индскихъ негровъ отведены были старыя французскіе дома.

При каждомъ изъ жилыхъ зданій въ Зонѣ Канала находились сторожа, на обязанности которыхъ, въ холостыхъ квартирахъ, было убирать постели и комнаты и слѣдить какъ за чистотой и соблюденіемъ живущими санитарныхъ требованій, такъ и за исправнымъ состояніемъ зданія и въ особенности противопожарныхъ сѣтокъ и за непроницаемостью стѣнъ постройки.

Къ зданіямъ спеціального назначенія должны быть отнесены: рестораны, столовыя, кухни, прачечныя, правительственныя лавки, амбулаторіи, лазареты, госпитали, общественныя собранія и церкви.

Рестораны, предназначенные только для „золотыхъ“ служащихъ, представляли (рис. 145) двухъэтажныя зданія, въ нижнемъ этажѣ которыхъ расположены кухни и хозяйственныя помѣщенія, а въ верхнемъ, обнесенномъ верандой,—просторная общая столовая. Для европейскихъ рабочихъ устроены были одноэтажныя отдѣльныя столовыя, во многихъ мѣстахъ, состоявшія просто изъ навѣсовъ, примыкавшихъ къ зданію кухни, для негровъ же оказались достаточны раздаточныя кухни, имѣвшія, кромѣ плиты, широкой прилавокъ; вдоль него вереницей проходили негры рабочіе, получавшіе почти

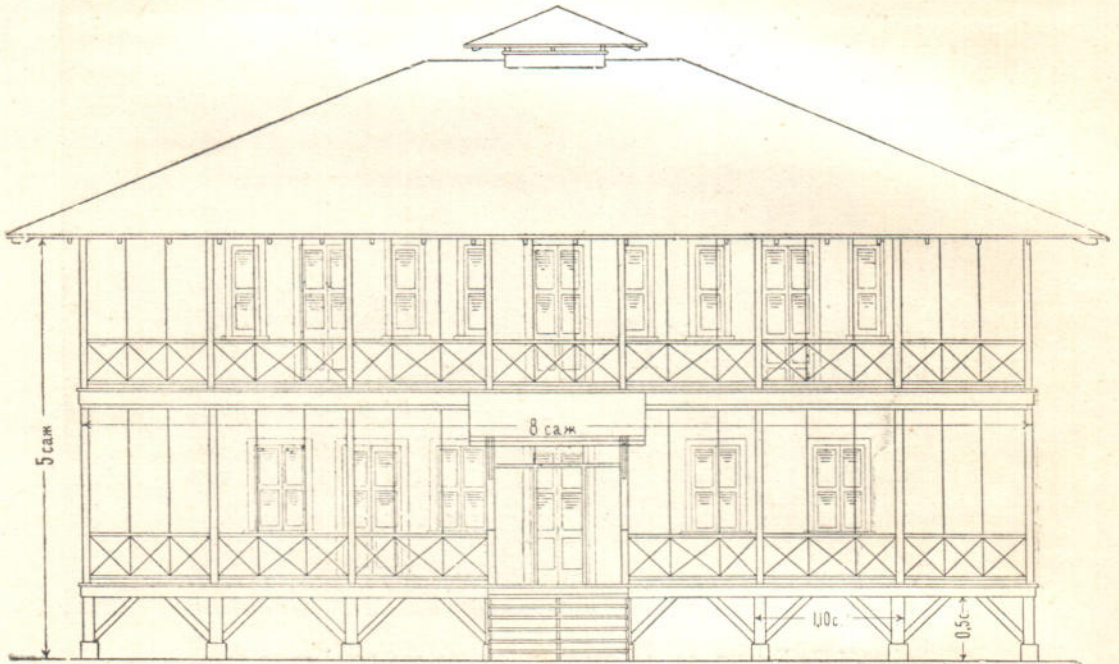


Рис. 144. Фасадъ дома для холостыхъ служащихъ золотого списка. Типъ конструкціи, принятой американцами для тропическихъ мѣстностей.

на ходу отъ негровъ же поваровъ въ протянутыя миски и кружки установленныя порціи своихъ спеціальныхъ незатѣливыхъ кушаній; содержимое ихъ онѣ съѣдали неподалеку, расположившись на ближайшей лужайкѣ.

Прачечныя, предназначенныя для простой ручной стирки бѣлья рабочихъ негровъ въ поселкахъ, состояли изъ навѣсовъ съ установленными подъ ними котломъ и продолговатымъ металлическимъ корытомъ, бѣлье же служащихъ золотого списка и европейскихъ рабочихъ отправлялось для стирки въ устроенную центральную паровую прачечную, изъ которой возвращалось на мѣсто въ недѣльный срокъ.

Амбулаторіи, соединенныя съ лазаретами на 15—40 кроватей, было открыто 13 по фронту работъ, нижній этажъ этихъ построекъ занятъ былъ пріемной, перевязочной, комнатою врача и аптекой, въ верхнемъ этажѣ находились палаты для больныхъ. Два прекрасно устроенные и оборудованные

госпиталя, на 700 и на 1.200 кроватей были барачной системы и расположены одинъ на высокомъ холмѣ у Тихоокеанскаго берега, другой на открытомъ Атлантическомъ берегу недалеко отъ урѣза воды.

Правительственные магазины, открытые въ главныхъ поселкахъ, представляли одноэтажныя зданія площадью въ $(10 \times 4\frac{1}{2})$ кв. сажень, въ которыхъ служащіе снабжались провизіей, предметами хозяйства и различными общежитейскими товарами по цѣнамъ Соединенныхъ Штатовъ. Въ зданіяхъ общественныхъ собраній, открытыхъ Управленіемъ работъ для созданія мѣстъ отдыха и развлеченія для золотыхъ служащихъ, имѣлись просторныя читальни, билліардныя, залы гимнастики, купальныя бассейны, залы для концертовъ и театральныя представленія.

Не останавливаясь на планахъ и детальномъ устройствѣ всѣхъ этихъ специальныхъ построекъ, представляется интереснымъ отмѣтить особенности, повторяющагося во всѣхъ нихъ, избраннаго типа зданій, выработаннаго американцами въ соответствии съ новыми требованіями санитаріи и



Рис. 145. Ресторанъ для служащихъ золотого списка въ поселкѣ Empire.

(Этотъ рисунокъ заимствованъ изъ труда проф. В. Е. Тимонова „Міровой водный путь черезъ Панамскій Перешеекъ“).

указаніями опыта, прибрѣтеннаго ими въ Кубинскую кампанію. Какъ усматривается изъ предыдущаго изложенія и рисунковъ (142—145), отличительная особенность ихъ состояла въ закрытіи всѣхъ отверстій въ стѣнахъ тонкой проволочной сѣткой, предохраняющей отъ попаданія внутрь зданія комаровъ и въ устройствѣ просторныхъ, защищенныхъ такими же сѣтками, верандъ вокругъ наружныхъ стѣнъ дома, который оказывался такимъ образомъ (рис. 142 — 144) какъ бы помѣщеннымъ внутри сѣточной оболочки большихъ, чѣмъ онъ самъ, въ планѣ размѣровъ.

Эти веранды шириной въ одну сажень давали обитателямъ дома, оставаясь защищенными отъ дождя и комаровъ, уходить отъ духоты и неизбежной, несмотря на всѣ мѣры для естественной вентиляціи, затхлости и сырости внутри дома; всѣ окна и двери такого дома, закрывавшіяся одними только деревянными шторными жалюзи, выходили на эти веранды.

Другая особенность зданій заключалась въ устройствѣ сквозного фундамента (рис. 144), состоявшаго изъ деревянныхъ или каменныхъ стоекъ, высотой не менѣе 3-хъ футовъ, поддерживавшихъ балки первого этажа; такая конструкція, при отсутствіи морозовъ не представлявшая неудобствъ, облегчала высушиваніе и провѣтриваніе подпольнаго пространства, а также надзоръ за поверхностью земли подъ домомъ, гдѣ не должны были застаиваться вода и находить пріютъ крысы; съ этой цѣлью, поверхность грунта подъ домомъ обдѣлывалась уклономъ наружу, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ (подъ кухнями, общественными столовыми, уборными) покрывалась тонкой бетонной одеждой.

Къ другимъ особенностямъ рассматриваемаго типа слѣдуетъ отнести обязательное отсутствіе водосточныхъ лотковъ по карнизу крыши, за исключеніемъ короткихъ участковъ надъ наружными дверьми верандъ; вода, стекавшая съ двускатной крыши, покрывавшейся обычно волнистымъ желѣзомъ, попадала въ проложенный вокругъ дома, бетонный лотокъ, изъ котораго отводилась въ водосточную сѣть.

Деревянные стѣны домовъ, высота помѣщеній которыхъ была 12 футовъ, состояли изъ припазованныхъ въ полдерева, вертикально расположенныхъ дюймовыхъ досокъ, составлявшихъ наружную обшивку стѣнныхъ стоекъ, внутренней обшивки обычно не дѣлалось. Въ одноэтажныхъ зданіяхъ потолка не дѣлалось, а стѣнная наружная обшивка мѣстами не доводилась до кровли на нѣсколько футовъ для обезпеченія вентиляціи; послѣдняя осуществлялась также подобными отверстиями въ стѣнной обшивкѣ у пола и расположеніемъ (рис. 142) дверей съ веранды внутрь дома въ двухъ противоположныхъ стѣнахъ дома; всѣ вентиляціонныя отверстия, не выходяшія на веранду, снабжались металлической сѣткой. Вентиляція мѣстъ общественныхъ собраній (ресторановъ, столовыхъ, клубовъ и церквей) производилась электрическими вѣерными аппаратами.

Стоимость устройствъ описаннаго типа домовъ составляла на Перешейкѣ отъ 70 до 100 рублей съ кубической сажени содержанія съ обстановкой и ремонтомъ въ теченіе періода работъ на Каналѣ; стоимость жилыхъ помѣщеній выразилась для холостыхъ служащихъ золотого списка въ суммѣ отъ 500 до 1.000 рублей на человѣка, а для семейныхъ вдвое больше.

Сооруженіе рабочихъ поселковъ было исполнено службой общественныхъ работъ, функционировавшей, какъ отдѣльная часть, только въ первые годы, а затѣмъ передавшей работы по незначительному достраиванію и ремонту силамъ Квартирмейстерской части, въ вѣдѣніи которой находились всѣ казенныя служебныя и жилыя постройки въ Зонѣ Канала.

Г Л А В А XIII.

Учетъ работъ и рабочей силы.

Содержаніе: 1. Учетъ произведенныхъ работъ и регистрація ихъ успѣха.—2. Учетъ и контроль рабочей силы.

1. Учетъ работъ и регистрація ихъ успѣха.

Упорными усиліями строителей Канала и путемъ использованія опыта производства массовыхъ работъ въ теченіе первыхъ лѣтъ постройки, строительныя работы сложнаго огромнаго Панамскаго предпріятія приведены были къ тому плавному почти автоматическому ходу, который былъ охарактеризованъ выше при ихъ детальномъ описаніи. При всемъ, однако, совершенствѣ, созданнаго на Перешейкѣ для его прорытъя, механизма и при всей разработанности и тщательности взаимной пригонки его отдѣльныхъ элементовъ, при дѣйствіи неизбежно проявлялось треніе, то тутъ то тамъ усиливавшееся, начинавшее при этомъ оказывать сперва мѣстное тормозящее вліяніе, а въ случаѣ не устраненія причинъ его, грозившее внести разстройство въ общую работу. Такимъ усилившимся вреднымъ сопротивленіемъ оказывались тѣ непредвидѣнныя, возникавшія во время исполненія строительныхъ работъ, обстоятельства, которыя препятствовали правильности предполагаемаго хода отдѣльныхъ и иногда и цѣлой совокупности операцій; слѣдствіемъ ихъ было пониженіе производительности той или иной операціи въ томъ или иномъ пунктѣ работъ, иногда не такъ скоро замѣчаемое самими работающими на этомъ пунктѣ, не имѣющими возможности сравнить свою работу съ подобными же дѣйствіями на остальномъ фронтѣ.

Къ непредвидѣннымъ обстоятельствамъ, нарушавшимъ общій ходъ работъ цѣлыхъ районовъ, слѣдуетъ отнести не только крупныя происшествія, какъ напримѣръ неожиданный оползень, выпучиваніе дна выемки и другія обнаруживавшіяся препятствія, на устраненіе которыхъ сейчасъ же направлялись спеціальныя рабочія силы и вспомогательныя средства,—къ нимъ принадлежали также и другія—менѣе замѣтныя явленія, обнаруживаемыя только по результатамъ, подверженныхъ ихъ вліянію, операцій и по сличенію этихъ результатовъ, какъ съ предшествовавшими результатами этихъ операцій, такъ и съ другими подобными же работами, въ аналогичныхъ условіяхъ находящихся, пунктовъ рабочаго фронта; неудачный, напримѣръ, маршрутъ движенія рабочихъ поѣздовъ, незамѣченный при осмотрѣ землеотрыжныхъ или другихъ машинъ отклоненія отъ исправнаго состоянія, наконецъ всякій неуловимый непосредственно диссонансъ въ согласованности связанныхъ различныхъ элементовъ какой-нибудь операціи—все это сейчасъ же отзывалось на общей успѣшности даннаго рода работъ.

Въ интересѣ общаго успѣха работъ, въ особенности при значительномъ ихъ масштабѣ, когда такія отступленія могли ежедневно возникать въ раз-

И
вечныхъ пунктахъ, оказалось необходимымъ устранять причины, которыми они вызывались, для чего прежде всего надо было возможно быстро раскрывать наличность такихъ отступлений, а затѣмъ и причину ихъ происхожденія. Предоставлять такое разслѣдованіе производителямъ работъ на мѣстахъ принесло бы мало пользы, такъ какъ имъ трудно было бы дѣлать указанныя сравненія результатовъ работы; даже зная причину своего отклоненія отъ нормы, они должны были бы для устраненія препятствій подчасъ вторгаться въ чужія работы и чужія операціи. Возможно быстрое возстановленіе нормального хода большихъ работъ тамъ, гдѣ обнаруживались отклоненія, можетъ быть достигнуто въ томъ случаѣ, если этимъ будетъ заниматься центральное управленіе, куда для этого должны быть возможно скорѣе доставляемы свѣдѣнія о произведенныхъ работахъ и гдѣ должна вестись регистрація ихъ успѣха. Таковы были соображенія, положенныя строителями Канала въ основаніе своей системы учета и регистраціи работъ.

На Перешейкѣ весь сырой цифровой матеріалъ, поступавшій немедленно по окончаніи рабочаго дня съ мѣстъ работъ, въ видѣ дневныхъ вѣдомостей десятниковъ различныхъ артелей, машинистовъ различныхъ снарядовъ и вспомогательныхъ приспособленій, прислуги рабочихъ составовъ, завѣдывающихъ районами движенія, завѣдывающихъ свалками и другихъ отдѣльныхъ руководителей мѣстныхъ операцій — обрабатывался немедленно; сейчасъ же составлялись сводныя вѣдомости, дававшія возможность сравнивать успѣхъ дневной работы всѣхъ однотипныхъ снарядовъ, всѣхъ тождественныхъ по всему фронту работъ операцій, какъ между собой, такъ и съ тѣми средними цифрами, которыя установились для этихъ отдѣльныхъ снарядовъ и операцій благодаря подобной регистраціи за предшествовавшее время. Всякое отклоненіе отъ нормы въ работѣ какого-нибудь снаряда или въ результатахъ какой-нибудь операціи сразу выдѣлялось въ сводныхъ вѣдомостяхъ, и въ тотъ же день могли быть приняты мѣры къ выясненію причинъ неуспѣшности и, если возможно, къ устраненію ихъ до начала слѣдующаго рабочаго дня.

Къ шести часамъ вечера, къ моменту окончанія рабочаго дня на Перешейкѣ бывали уже изготовлены вѣдомости отдѣльныхъ работъ на мѣстахъ, которыя доставлялись въ контору начальника соответственнаго строительнаго отдѣленія верховыми посыльными, облѣзжавшими опредѣленные районы. Этотъ сырой матеріалъ поступалъ въ обработку къ, специально ожидавшимъ его въ этотъ моментъ, клеркамъ; послѣ часовой ихъ работы, сопровождавшейся ожесточеннымъ шумомъ счетныхъ и пишущихъ машинокъ, сводныя вѣдомости бывали готовы и къ 7¹/₂ часамъ вечера того же дня начальникъ работъ Канала, начальники строительныхъ отдѣленій, начальники отдѣльныхъ частей главнаго инженернаго управленія и работъ имѣли оттискъ этихъ вѣдомостей, дававшихъ имъ картину результатовъ только что закончившагося рабочаго дня со всѣми отступленіями отъ правильнаго хода. Оставалось выяснить происхожденіе этихъ послѣднихъ, для обсужденія чего иногда вызывались ближайшіе завѣдывающіе работами на мѣстахъ, а затѣмъ отдать распоряженія о принятіи мѣръ къ устраненію, если возможно къ началу слѣдующаго дня, выяснившихся причинъ неуспѣшности.

Осуществленіе такой системы ежедневнаго учета работъ и регистраціи ихъ успѣха не вызывало какихъ либо затрудненій и не было обременительно ни для служащихъ на мѣстахъ работъ, ни для состава конторы строительныхъ

отдѣлений. Отъ первыхъ требовалось только занести въ, имѣвшіеся для каждой специальной работы, печатные бланки нѣсколько цифръ въ опредѣленные графы, въ конторѣ же нѣсколько дежурныхъ клерковъ въ часъ справлялись съ составленіемъ сводныхъ вѣдомостей. Плата за эту часовую сверхурочную работу, содержаніе нѣсколькихъ десятковъ ѣздовыхъ для собиранія свѣдѣній съ мѣстъ и развозки изготовленныхъ въ конторѣ вѣдомостей—составляли единственные ничтожныя статьи расхода, вызванныя принятой системой регистраціи работъ.

Какъ примѣръ осуществленія описанной системы учета работъ и составленія вѣдомостей, ниже приведены четыре формы вѣдомостей, относящихся къ работѣ паровыхъ лопатъ и иллюстрирующихъ тотъ порядокъ и ту тщательность, съ которой для немедленнаго контроля успѣшности работъ, производилось наблюденіе за ними и ихъ регистрація.

Первая изъ вѣдомостей, посвященныхъ операціямъ паровыхъ лопатъ, представляла подробную записку машинистомъ лопаты во время ея работы, всѣхъ обстоятельствъ этой послѣдней (стр. 282). Въ столбцѣ „время различныхъ операцій“ машинистъ записывалъ моменты начала и конца каждой изъ нихъ и одновременно съ этимъ, на одной съ этой записью горизонтальной линіи, въ графѣ соответствующей операціи дѣлалъ помѣтку крестикомъ, выражавшую отнесеніе записаннаго интервала времени именно къ этой операціи. При суммированіи интерваловъ времени, отнесенныхъ къ одной и той же операціи, то-есть отмѣченныхъ крестиками въ одномъ и томъ же столбцѣ машинистъ получалъ цифры, которыя вписывались имъ по окончаніи дневныхъ работъ въ свой дневной рапортъ или вѣдомость, имѣвшую слѣдующую форму.

Дневной рапортъ машиниста паровой лопаты.

Паровая лопата №..... Число..... мѣсяца..... 191..... г.

Нагрузка грунта въ вагоны..... минутъ.

Перемѣщеніе паровой лопаты.....

Ожиданіе составовъ.....

Расчистка и подготовка пути для лопаты.....

Очистка ковша.....

Исправленіе поврежденій паровой лопаты.....

Исправленіе путей.....

Установка на рельсы лопаты и вагоновъ при сходахъ.....

Погрузка угля.....

Смазка машины.....

Остановки въ работѣ изъ-за дождя.....

Остановки по прочимъ причинамъ.....

Продолжительность стоянія лопаты подъ парами.....

Вносимыя во всѣ упомянутыя вѣдомости, кубатуры отрытого грунта опредѣлялись по числу землеотвозныхъ вагоновъ различныхъ типовъ, для которыхъ путемъ опыта были установлены опредѣленные среднія нормы помѣщавшагося въ нихъ объема грунта, болѣе точныя же, но требовавшія болѣе продолжительной работы, исчисления извлеченной кубатуры производились на основаніи мѣсячныхъ обмѣровъ поперечныхъ сѣченій разрабатываемой выемки; по этимъ даннымъ составлялись поперечные профили въ видѣ изображеннаго на рисункѣ 8 (стр. 30). Расходимость между мѣсячнымъ итогомъ дневныхъ кубатуръ, опредѣленныхъ по обмѣру (сag measurement) въ вагонныхъ кубовахъ, и мѣсячныхъ итоговъ, исчисленныхъ точно по обмѣреннымъ поперечнымъ профилямъ, отмѣчалась въ мѣсячной вѣдомости съ тѣмъ или другимъ знакомъ, въ годовую же вѣдомость вносились только точные мѣсячные итоги.

Такой же порядокъ поправокъ примѣнялся и для другихъ видовъ работъ, когда, для ускоренія полученія дневныхъ вѣдомостей, количество произведенныхъ за день работъ исчислялось не точнымъ обмѣромъ, а упрощеннымъ способомъ.

Въ дополненіе къ сказанному объ учетѣ работы паровыхъ лопатъ слѣдуетъ упомянуть еще объ одной формѣ вѣдомости, установленной для осуществленія описанной въ главѣ III-ей (стр. 85) системы ремонта лопатъ. Эта вѣдомость, представлявшаяся ежедневно машинистомъ каждой паровой лопаты въ контору соответствующаго строительнаго отдѣленія и въ контору главныхъ мастерскихъ, давала свѣдѣнія о машинѣ къ концу рабочаго дня и имѣла слѣдующую форму.

ДНЕВНАЯ ВѢДОМОСТЬ

машиниста паровой лопаты № о состояніи снаряда.

Отдѣленіе
 Дистанція
 Околодокъ число, мѣсяца 191

Нагрузка предохранительныхъ клапановъ фунтовъ.
 Состояніе предохранительныхъ клапановъ
 Состояніе водомѣрныхъ стеколъ
 Состояніе котла
 Состояніе инжекторовъ и насосовъ
 Состояніе машины на угосинѣ
 Состояніе подъемной лебедки
 Состояніе поворотной лебедки
 Состояніе ковшевой рейки
 Состояніе рабочихъ цѣпей или канатовъ
 Состояніе телѣжки
 Состояніе направляющихъ блоковъ и зубчатыхъ зацепленій
 Состояніе рамы машины
 Состояніе болтовъ (калибръ и длина сломанныхъ или ослабѣвшихъ болтовъ)

Въ особой графѣ машинистъ долженъ былъ отмѣчать тѣ изъ упомянутыхъ выше частей, состояніе которыхъ по мнѣнію болѣе всего угрожало пониженіемъ производительности или даже прекращеніемъ работы его лопаты.

Приведенныя записи и вѣдомости, касающіяся только одного вида работъ на Перешейкѣ (работы паровыхъ лопатъ), даютъ достаточное представленіе о механизмѣ ежедневнаго учета работъ и ихъ регистраціи, принятой на Каналѣ для всѣхъ отдѣльныхъ строительныхъ операцій; не приводя здѣсь вѣдомостей по остальнымъ работамъ, слѣдуетъ указать, что онѣ имѣютъ тотъ же характеръ тщательнаго наблюденія за работой изо дня въ день, такой же послѣдовательный ходъ составленія и ту же цѣль облегчить ежедневное сравненіе результатовъ работы во времени и въ пространствѣ.

Кромѣ ежедневныхъ, составлявшихся для этой цѣли, вѣдомостей, велись въ конторахъ строительныхъ отдѣленій, въ техническихъ отдѣленіяхъ Инженернаго Департамента и въ конторѣ Механической части—мѣсячныя вѣдомости и графическія таблицы для всѣхъ категорій производимыхъ работъ съ подробнымъ указаніемъ различныхъ элементовъ и обстоятельствъ работы и сдѣланныхъ расходовъ; на основаніи этихъ данныхъ представлялись мѣсячные отчеты главному инженеру, который опубликовывалъ въ официальномъ бюллетенѣ, составленный по этимъ отчетамъ, свой мѣсячный докладъ о состояніи, вверенныхъ ему, работъ военному министру; въ этомъ докладѣ, кромѣ свѣдѣній о строительныхъ работахъ, сообщалось также и о дѣятельности всѣхъ другихъ техническихъ службъ, функционировавшихъ на Перешейкѣ. Къ концу финансоваго года (30 іюня) строительными отдѣленіями, техническими отдѣленіями Инженернаго Департамента, Механической частью и всѣми прочими отдѣльными службами представлялись главному инженеру годовые отчеты, къ которымъ прилагался обильный и специально изготовленный графическій пояснительный матеріалъ въ видѣ діаграммъ, графиковъ, плановъ, схематическихъ, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ и детальныхъ, чертежей спроектированныхъ сооружений и фотографій, наглядно изображающихъ послѣдовательныя фазы развитія различныхъ работъ и ихъ состояніе къ концу отчетнаго года. Всѣ эти частные отчеты со всѣмъ графическимъ матеріаломъ присоединялись въ видѣ приложенийъ къ общему годовому отчету главному инженеру военному министру. Экземпляры этого отчета, представлявшего солидный томъ въ нѣсколько сотъ печатныхъ страницъ съ 150—200 графическими изображеніями, раздавались всѣмъ служащимъ золотого списка, къ которому принадлежали всѣ квалифицированные работники на Каналѣ до простыхъ мастеровыхъ включительно.

2. Учетъ и контроль рабочей силы.

Для оплаты многотысячной рабочей арміи на работахъ Панамскаго Канала была принята, признававшаяся болѣе удобной и точнѣе вознаграждающей за дѣйствительно исполненную работу, часовая норма. Учетъ числа проработанныхъ часовъ и контроль рабочей силы осуществлялся специальной организаціей „учета рабочаго времени“ (timekeeping organisation) въ составъ которой входили въ послѣдовательномъ порядкѣ подчиненности—десятники рабочихъ артелей на мѣстахъ, специальные контролеры или инспектора учета времени (timekeeper, inspector of timekeeping), обходившіе мѣста работъ,

мѣстные табельныя конторы въ отдѣльныхъ районахъ работъ, главныя табельныя конторы подъ управленіемъ строительныхъ отдѣленій и отдѣльныхъ службъ работъ Канала и, наконецъ, Счетоводная часть всей Панамской организаціи. Составлявшіеся десятниками рабочихъ артелей, табеля провѣрялись по нѣсколько разъ въ день обходившими фронтъ работъ инспекторами, а къ вечеру, по окончаніи работъ, поступали въ мѣстные табельныя конторы, или иногда прямо въ главныя конторы; тамъ дневныя данныя вносились въ общіе мѣсячныя табеля, по которымъ производилась разъ въ мѣсяцъ уплата рабочимъ. Мѣстные табельныя конторы, служившія для ускоренія учетной работы и облегченія главныхъ конторъ, представляли свои табеля къ концу мѣсяца въ эти послѣднія, которыя сводили ихъ въ общую табельную вѣдомость, направляющуюся далѣе въ Счетоводную часть.

Табеля десятниковъ рабочихъ артелей состояли изъ книжекъ для записей въ теченіе цѣлаго мѣсяца; для возможности просмотра и переноса записей изъ этихъ книжекъ въ мѣсячныя табельныя вѣдомости конторъ, была примѣнена система табелей четныхъ и нечетныхъ дней, при которой, каждая артель снабжалась двумя книжками: одной — для четныхъ другой, — для нечетныхъ дней. Каждая изъ первой группы книжекъ черезъ день, въ нечетные дни, находилась въ рукахъ десятника на работахъ, и черезъ день то-есть въ четные дни — въ табельныхъ конторахъ, книжки второй группы — посѣщали работы и конторы также черезъ день, чередуясь съ книжками первой группы.

Десятнику каждой рабочей артели вмѣнялось въ обязанность имѣть на работахъ табельную книжку всегда при себѣ и дѣлать въ ней отмѣтки о составѣ рабочей силы четыре раза въ день: передъ началомъ работъ утромъ онъ долженъ былъ провѣрить присутствіе всѣхъ рабочихъ по табели, спустя 2 или $2\frac{1}{2}$ часа дѣлалась имъ первая отмѣтка ихъ работы, передъ полуденнымъ перерывомъ — вторая отмѣтка, затѣмъ, передъ приступомъ къ работѣ послѣ обѣда снова производилась повѣрка ихъ присутствія, спустя 2 или $2\frac{1}{2}$ часа вносилась въ табель третья помѣтка и передъ окончаніемъ дневныхъ работъ — четвертая помѣтка. Эти четыре помѣтки, каждая изъ которыхъ отвѣчала 2 или $2\frac{1}{2}$ часамъ работы (въ зависимости отъ 8-ми или 10 часового рабочаго дня) заносились десятниками въ четыре квадрата (см. табл. ниже), на которые раздѣленъ каждый квадратъ, отвѣчающій нормальной работѣ опредѣленнаго рабочаго и опредѣленному числу мѣсяца; при этомъ отработанные часы отмѣчались точками, а пропущенные — крестиками, сумма же часовъ, отработанная за рабочій день, выписывалась крупной цифрой въ центрѣ квадрата. Часы дополнительной работа выписывались противъ соответственныхъ рабочихъ въ 2-хъ специальныхъ кѣлкахъ, въ верхней — для дневной сверхурочной работы, а въ нижней — для ночной. Въ случаѣ присутствія рабочаго на работахъ менѣе четверти рабочаго дня въ соответственной кѣлочкѣ, вмѣсто точки, вписывалась цифра продолжительности его работы.

Въ приведенной для образца страницѣ табельной книжки для нечетныхъ дней, рабочій № 13827 проработалъ въ 1-ое число мѣсяца только 2 первые часа рабочаго дня, въ 3-е число мѣсяца работалъ нормально весь восьмичасовой рабочій день, 5-го числа не работалъ послѣднихъ двухъ часовъ рабочаго дня, но зато до 12 часовъ ночи того же дня былъ 4 часа

на сверхурочной работѣ, рабочій № 13822 былъ на работѣ въ теченіе второй четверти рабочаго дня 1-го числа мѣсяца, всю вторую половину рабочаго дня 3-го числа, весь рабочій день 5-го числа, а 7-го числа только послѣднюю четверть рабочаго дня и 5 часовъ сверхурочно ночью.

Отдѣленіе или часть.....

Околодокъ.....

Мѣсяць.....

Мѣсто работъ.....

Годъ.....

Рабочая артель №.....

№№ по порядку.	№ ра- бочей бляхи.	Имя и фа- милія рабо- чаго.	Родъ за- нятій ра- бочаго.	Раз- мѣръ часо- вой платы въ коп.	1-ое число мѣсяца.		3-ье число мѣсяца.		5-ое число мѣсяца.		7-ое число мѣсяца.	
					Норм. дневн. ра- бота.	Сверхурочн. раб.	Норм. дневн. ра- бота.	Сверхурочн. раб.	Норм. дневн. ра- бота.	Сверхурочн. раб.	Норм. дневн. ра- бота.	Сверхурочн. раб.
1	13827		Чернораб.	32 к.	■ 2 × ×	× ×	■ 8 ■ ×	× ×	■ 6 ■ ×	4 ×	■ 8 ■ ×	× ×
2	13822		Чернораб.	32 к.	× × ■ ×	× ×	× × ■ ×	× ×	■ 10 ■ ×	× ×	× × × ×	× × ■ 5
3	13823		Чернораб.	32 к.	■ 10 ■ ×	× ×	■ 10 ■ ×	2 1/2 ×	■ 10 ■ ×	× ×	■ 10 ■ ×	× ×
4	8796		Плотникъ.	40 к.	■ 8 ■ ×	× ×	■ 8 ■ ×	× ×	■ 8 ■ ×	× ×	■ 8 ■ ×	× ×

При случавшихся переводахъ рабочихъ изъ одной артели въ другую въ теченіе рабочаго дня, въ табельныхъ книжкахъ обѣихъ артелей дѣлались помѣтки противъ его фамилии съ указаніемъ, въ какую артель и изъ какой артели сдѣланъ переводъ.

Для провѣрки правильности веденія табелей десятниками на мѣстахъ, въ районѣ каждаго табельнаго участка имѣлись спеціальныя табельныя инспектора, обходившіе по нѣсколько разъ въ день свои районы, провѣрявшіе наличность на той или другой работѣ всѣхъ поименованныхъ въ.

табельной книжкѣ десятника рабочихъ, и расписывавшіеся въ табели на особой страницѣ съ указаніемъ часа и числа мѣсяца инспекціи. Всѣ рабочіе, какъ указано было выше, снабжались мѣдными бляхами, съ номерами, подъ которыми они записывались во всѣхъ табеляхъ требовательныхъ вѣдомостяхъ и денежныхъ отчетахъ; бляхи представляли рабочей паспортъ, который рабочіе должны были имѣть всегда при себѣ и безъ предъявленія котораго имъ не выдавалось ни заработной платы, ни купонныхъ книжекъ въ казенныхъ магазинахъ интендантской службы, ни билетовъ на обѣды. Въ табельныхъ конторахъ, куда табельныя книжки поступали черезъ день, данныя ихъ заносились въ мѣсячныя табельныя конторскія книги, а по истеченіи мѣсяца табельныя книжки за подписью соответствующаго артельного десятника, поступали въ контору, гдѣ, по окончательной провѣркѣ, оставались на храненіе до окончательной ликвидаціи отчетнаго года.

Учетъ работъ паровозныхъ прислугъ, и поѣздныхъ бригадъ, при спеціальному контролѣ (см. стр. 65) ихъ работы службой движенія, производился безъ табельныхъ книжекъ описанной только что формы, ихъ замѣняли ежедневныя донесенія о работѣ личнаго состава службы тяги и движенія, представлявшіяся въ главныя табельныя конторы соответственныхъ строительныхъ отдѣленій завѣдывающими движеніемъ отдѣльныхъ районовъ этихъ отдѣленій.

Кромѣ приведеннаго непосредственнаго учета и контроля рабочей силы, нѣкоторый контроль дѣятельности личнаго состава на работахъ достигался описанной выше системой дневного учета и регистраціи усѣха работъ, предпринятой, главнымъ образомъ, для своевременнаго обнаруженія причинъ отклоненія ихъ отъ нормальнаго хода.

При этой системѣ каждый отвѣтственный непосредственный исполнитель той или другой работы: каждый десятникъ, каждый машинистъ, каждый кондукторъ и т. д. знаютъ, что время, упущенное въ данный день, имъ уже не нагнать и не компенсировать работой другого дня, такъ какъ количество работы, выполненное въ каждый данный день становится, черезъ полтора часа по окончаніи дневныхъ работъ, извѣстнымъ ихъ ближайшему и высшему начальству и легко можетъ быть сравнимо съ количествами подобныхъ же работъ, произведенныхъ въ тотъ же день ихъ товарищами и сосѣдами по работѣ.

Въ заключеніе главы объ учетѣ рабочей силы на работахъ Канала слѣдуетъ упомянуть о системѣ учета таковой въ главныхъ мастерскихъ. Примѣнявшійся въ нихъ въ первые годы работъ, методъ учета, помощью, описанныхъ и оказавшихся удобными для полевыхъ операцій, табельныхъ книжекъ, уступилъ мѣсто, болѣе приспособленной къ характеру работъ въ мастерскихъ, системѣ учета посредствомъ "урочныхъ ярлыковъ", состоявшей въ слѣдующемъ. При распредѣленіи отдѣльныхъ работъ или уроковъ цеховой мастеръ выдавалъ каждому рабочему урочный ярлыкъ или карточку, на которой отмѣчался номеръ урока, номеръ общаго заказа, въ составъ котораго входила эта отдѣльная работа или урокъ, наименованіе самой работы (напримѣръ, — изготовленіе винта опредѣленнаго калибра, изготовленіе гайки, и т. п.), номеръ рабочаго, которому передавался урокъ; на карточкѣ помощью часового штампа проставлялся моментъ (часы и минуты) выдачи урока. По исполненіи этого наряда работа представлялась выполненнымъ

ее рабочимъ мастеру и на карточкѣ часовымъ штампомъ отбивался моментъ окончанія этой работы. Къ концу мѣсяца всѣ урочныя карточки поступали отъ мастеровъ въ контору мастерскихъ, гдѣ они разсортировывались по заказамъ различныхъ службъ. Такая система учета рабочаго времени давала возможность слѣдить за успѣшностью отдѣльныхъ рабочихъ, выработать нормы времени для исполненія отдѣльныхъ работъ въ мастерскихъ (какъ-то изготовленія винта опредѣленнаго калибра, отстружку опредѣленной части или отливки и т. д.), повторяющихся изо дня въ день, и вмѣстѣ съ тѣмъ облегчала производство оцѣнки той или другой работы, исполненной для данной службы, а слѣдовательно и составленіе счетовъ и расчеты съ разными службами. Упомянутыя урочныя карточки представляли неполную форму инструкціонныхъ карточекъ, вводимой въ послѣднее время въ американской заводской практикѣ, Тайлоровской системы учета работы.

ГЛАВА XIV.

Положенія относительно различныхъ видовъ работъ, основанныя на опытѣ шестилѣтняго ихъ производства на Панамскомъ Перешейкѣ.

Содержаніе: А. Земляныя работы на сухихъ мѣстахъ.—Б. Земляныя работы на мѣстности, покрытой водой.—В. Гидравлическая отрывка грунта.—Г. Работы по раздробленію скалистаго грунта.—Д. Бетонныя работы.—Е. Установка элементовъ оборудованія шлюзовъ.—Ж. Учетъ и регистрація успѣха работъ.

Въ изложеніи предыдущихъ главъ, посвященныхъ описанію формъ технической организаціи на работахъ по сооруженію Панамскаго Канала, приведены были указанія опыта шестилѣтняго, непрерывно совершенствовшагося производства массовыхъ работъ и намѣчены тѣ выводы, которые вытекаютъ при ближайшемъ знакомствѣ съ разными видами строительной дѣятельности американцевъ на Перешейкѣ.

Здѣсь, въ заключеніе настоящаго описанія этой дѣятельности, разрозненные и разбросанные по всему изложенію, выводы приведены въ группировкѣ по отдѣльнымъ видамъ работъ, въ послѣдовательной и болѣе опредѣленной формѣ.

А. Земляныя работы на сухихъ мѣстахъ.

1. Успѣхъ земляныхъ работъ, въ особенности, при большомъ ихъ масштабѣ, обуславливается правильнымъ выборомъ землеотрывнаго снаряда въ соотвѣтствіи съ мѣстными условіями и *равносилностью*, то-есть согласованностью и развитіемъ въ равной мѣрѣ всѣхъ элементовъ, изъ которыхъ слѣгается операція по отрывкѣ и удаленію земляныхъ массъ, а именно: оборудованія работъ землеотрывными машинами и подвижнымъ составомъ, организаціи перевозки грунта, организаціи свалочныхъ операцій, снабженія рабочихъ механизмовъ всѣмъ необходимымъ для работы, наконецъ, системы ремонта машинъ и подвижнаго состава.

2. Паровая лопата (одночерпаковый экскаваторъ), принятая какъ единственный типъ при прорытіи перевальной выемки Канала, представляетъ землеотрывной снарядъ успѣшно работающій у подошвы высокаго откоса, при отрывкѣ какъ грунтовъ, требующихъ предварительнаго раздробленія (твердая скала), такъ и слабой скалы, при которой благодаря значительному отрывному усилію черпачной рейки, дѣйствующей какъ рычагъ, можно иногда обходиться безъ предварительнаго дробленія скалы; снарядъ хорошо

справляется съ землистыми и вязкими грунтами, легко выгружаемыми изъ ковша. Наибольше выгодная глубина отрывки составляет 3—4 сажени.

3. Число землеотвозныхъ поѣздовъ, приходящихся на снарядъ, должно быть не менше числа, опредѣляемаго по формулѣ

$$n = 1,15 \left(\frac{D}{K_1} + \frac{D}{K_2} + b \right) : a, \text{ гдѣ}$$

D —среднее разстояніе отвозки грунта,

K_1 ,—скорость хода груженыхъ составовъ,

K_2 —скорость хода порожнихъ составовъ,

a — продолжительность нагрузки состава, характеризующая производительность снаряда,

b — продолжительность пребыванія состава на свалочномъ пунктѣ, 1,15—выведенный на основаніи опыта коэффициентъ запаса.

4. Для правильнаго обслуживанія землеотрывныхъ снарядовъ поѣздами, при большихъ районахъ работъ, необходимы: централизація управленія движеніемъ рабочихъ составовъ, контроль движенія въ районѣ работъ, на свалкахъ и на линіяхъ, ихъ соединяющихъ, и установленіе системы маршрутовъ въ районѣ работъ.

5. Для ускоренія оборота подвижнаго состава, продолжительность пребыванія его на свалочныхъ пунктахъ должна быть по возможности сокращена, для чего, при значительной кубатурѣ вывозимаго изъ выемки грунта, эти пункты должны быть снабжены разгрузочными приспособленіями (лебедками, плугами, разравнивателями и путеперекладывателями), обеспечивающими быструю разгрузку и быстрое развитіе самой свалки. При примѣненіи подобныхъ приспособленій, устройство свалокъ большой емкости въ одномъ пунктѣ предпочтительно передъ открытіемъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ свалокъ малой емкости, такъ какъ при этомъ уменьшается число подготовительныхъ къ выгрузкѣ устройствъ и разгрузныхъ приспособленій.

6. Простой землеотрывныхъ снарядовъ изъ-за исправленій сокращается въ значительной степени при установленіи специальной инспекціи, входящей въ составъ отдѣльной службы ремонта этихъ снарядовъ. Агенты такой инспекціи, на обязанности которыхъ лежитъ бдительный надзоръ за работающими снарядами, отвѣтственны за своевременное указаніе на необходимость какъ мелкихъ исправленій, такъ и замѣны изношенныхъ частей новыми.

7. Своевременный ремонтъ подвижнаго состава облегчается устройствомъ на пути слѣдованія поѣздовъ со свалокъ полевыхъ мастерскихъ для выбрасыванія больныхъ вагоновъ по указанію специальной инспекціи, осматривающей составъ на мѣстѣ работъ.

8. При большомъ числѣ работающихъ однотипныхъ землеотрывныхъ снарядовъ представляется выгоднымъ производить не только текуція мелкія исправленія, но и капитальныя передѣлки, на мѣстахъ ихъ работъ, безъ отвозки въ мастерскія, замѣняя изношенные элементы по мѣрѣ надобности и въ предѣлахъ свободнаго, отъ работы этихъ машинъ, времени.

9. Для предупрежденія появленія на откосахъ очень глубокихъ выемокъ большихъ оползней, которые могутъ представить массы грунта въ нѣсколько сотъ тысячъ кубическихъ сажень, единственными мѣрами являются приданіе откосамъ пологихъ уклоновъ и облегченіе угрожающихъ сползаніемъ массъ

срѣзкой ихъ частей у верхней бровки откоса; эти же мѣры могутъ примѣняться и для задержанія начавшагося уже движенія оползня.

Б. Земляныя работы на мѣстности, покрытой водой.

1. Одночерпаковыя машины, при меньшей производительности по сравненію съ черпаковыми машинами непрерывнаго дѣйствія равной имъ мощности, являются удобными дноуглубительными снарядами при работѣ по извлеченію крупныхъ валуновъ и отдѣльных большихъ кусковъ скалы, для чего ковшу придаются большіе размѣры, дающіе до 1 куб. сажени вмѣстимости.

2. Землесосы (стаціонарные) съ разрыхлителями надлежащей конструкціи могутъ успѣшно и экономично производить работу по отрывкѣ даже плотныхъ песчано-глинистыхъ грунтовъ.

3. Землесосы американскаго типа, работающіе на ходу, даютъ по сравненію съ обыкновенными землесосными машинами стаціонарнаго типа болѣе успѣшную работу въ грунтахъ, не требующихъ разрыхленія:

а) на мѣстности, открытой и подверженной волненію, (работа возможна при волпеніи, достигающемъ 5 футъ),

б) на мѣстности, гдѣ папильонажъ стѣсняетъ движеніе судовъ и плавающихъ рабочихъ средствъ,

в) въ случаяхъ, когда желательно постепенное углубленіе по всей обрабатываемой площади или по участку значительнаго протяженія.

В. Гидравлическая отрывка грунта.

1. Гидравлическій методъ отрывки, состоящій изъ двухъ основныхъ дѣйствій, — изъ разрыхленія или собственно отрывки грунта струей воды подъ напоромъ, и затѣмъ изъ удаленія смѣси воды и грунта на свалочное мѣсто, можетъ быть примѣненъ, какъ къ мягкимъ, такъ и къ плотнымъ землистымъ грунтамъ, на мѣстности, не покрытой водой.

2. Гидравлическій методъ отрывки является болѣе экономичнымъ, по сравненію съ приемами отрывки одночерпаковыми и многочерпаковыми экскаваторами, при наличности естественнаго стока размытаго матеріала, когда вся работа сводится только къ разрыхленію грунта и къ направленію его стока.

3. Гидравлическій методъ отрывки является самымъ экономичнымъ и простымъ, по сравненію со всѣми иными приемами отрывки грунта, когда существуетъ не только естественный стокъ размытаго матеріала, но и естественный, достаточный для разрыхленія грунта, напоръ воды, при каковыхъ условіяхъ операція отрывки и удаленія грунта сводится только къ направленію напорной воды на грунтъ и размытаго грунта на мѣсто свалки.

4. При необходимости созданія искусственнаго напора и рефулированія размытаго грунта, устройство и эксплуатація необходимыхъ для этого вспомогательныхъ приспособленій поднимаетъ стоимость гидравлической отрывки до нормъ стоимости производства земляныхъ работъ другими приемами, и въ такихъ случаяхъ методъ гидравлической отрывки долженъ избираться съ осторожностью.

Г. Работы по раздробленію скалистаго грунта.

1. При разработкѣ взрывнымъ способомъ глубокой скалистой выемки необходимо имѣть въ виду, при назначеніи числа одновременно взрываемыхъ шпуровъ и размѣровъ ихъ зарядовъ—вліяніе сильныхъ взрывовъ на прочность откосовъ будущей выемки; въ мѣстахъ предполагаемыхъ искусственныхъ сооружений откосы могутъ быть защищены отъ эффектовъ взрывовъ предварительной прорѣзкой камерѣзными машинами щели между массой откоса и взрываеваемой массой внутри призмы выемки.

2. Для достиженія возможно большей степени безопасности при электрическомъ паленіи шпуровъ, параллельное ихъ соединеніе должно быть предпочтено послѣдовательному, для чего долженъ быть примѣненъ токъ достаточной силы.

3. При подготовкѣ для дноуглубительныхъ работъ глубоко залегающей скалы тамъ, гдѣ въ началѣ работъ поверхность скалы или же прикрывающаго ее верхняго землястаго покрова, возвышается надъ уровнемъ воды или періодически обнажается (приливы), представляется выгоднымъ производить съ суши буреніе и взрываніе сразу на всю проектную глубину выемки.

4. Механическое подводное дробленіе скалы для дноуглубленія помощью камнелома представляетъ медленную, но дешевую работу по сравненію съ взрывнымъ способомъ и является успѣшнымъ методомъ при достаточно твердой однородной скалѣ слоистой структуры.

Д. Бетонныя работы.

1. Основными условіями успѣшнаго и правильнаго производства бетонныхъ работъ, соблюденіе которыхъ особенно важно при крупномъ ихъ масштабѣ, являются: правильный выборъ общей схемы вспомогательныхъ устройствъ въ соответствии съ мѣстными условіями, а также согласованность и развитіе въ равной мѣрѣ всѣхъ отдѣльныхъ группъ этихъ приспособленій, каковы: устройства для добычи и приготвленія матеріаловъ для бетона, устройства для доставки, разгрузки и склада этихъ матеріаловъ на мѣстѣ работъ, устройства для подачи этихъ матеріаловъ на бетонные заводы и приготвленія бетона, устройства для подачи бетона въ кладку, и, наконецъ, устройства для самой отливки кладки (формы).

2. При возвышеніи береговъ шлюзного котлована до проектнаго верха сооружаемыхъ стѣнъ и возможности расположить склады матеріаловъ для бетона на этихъ берегахъ вдоль фронта работъ,—система подвижныхъ бетонныхъ заводовъ, помѣщенныхъ на построечныхъ кранахъ (бермовыхъ), движущихся вдоль этого фронта и непосредственно питающихъ шлюзные стѣны, изготовляемымъ на нихъ бетономъ, является вполне отвѣчающей такимъ условіямъ, схемой вспомогательныхъ устройствъ.

3. При возвышеніи береговъ шлюзного котлована до проектнаго верха сооружаемыхъ стѣнъ и при отсутствіи достаточныхъ площадей для расположенія складовъ матеріаловъ на этихъ берегахъ вдоль фронта работъ—система подвижныхъ дорогъ, нормальныхъ къ оси шлюза и поддерживаемыхъ башнями, перемѣщающимися по берегамъ вдоль фронта работъ съ подачей

къ нимъ по берегу готового бетона, является схемой вспомогательныхъ устройствъ, отвѣчающихъ указаннымъ мѣстнымъ условіямъ въ равной мѣрѣ съ системой построечныхъ крановъ, перемѣщающихся по полу камеры съ доставкой къ нимъ бетона на уровнѣ этого пола.

4. При значительномъ возвышеніи проектнаго верха шлюзныхъ стѣнъ надъ естественной поверхностью окружающей мѣстности—примѣненіе, для подачи бетона въ кладку, подвижныхъ построечныхъ крановъ, перемѣщающихся вдоль фронта работъ по полу шлюзной камеры, съ доставкой къ нимъ бетона на уровнѣ этого пола, имѣетъ преимущество передъ системой подвижныхъ дорогъ или бермовыхъ крановъ, требующихъ предварительнаго поднятія, прилегающихъ къ котловану, полосъ мѣстности и установки на свѣжую насыпь тяжелыхъ башенъ.

5. При одновременномъ примѣненіи, для отливки стѣнъ парныхъ шлюзовъ, построечныхъ подвижныхъ крановъ двухъ типовъ: *бермовыхъ*, движущихся по берегамъ шлюзного котлована и несущихъ на себѣ бетонные заводы, и *камерныхъ* крановъ, движущихся по полу камеры и служащихъ для подачи бетона въ кладку, работа тѣхъ и другихъ идетъ успѣшнѣе, если операциіи ихъ не связаны, то-есть если бермовые краны питаютъ однѣ боковыя стѣны, а камерные—только среднюю стѣну.

6. При отливкѣ бетонныхъ стѣнъ, даже значительной длины и значительной кубатуры, *формы* въ видѣ легкихъ деревянныхъ щитовъ, постепенно поднимаемыхъ по мѣрѣ роста кладки, являются простымъ, удобнымъ и дешевымъ приспособленіемъ, представляя несомнѣнное преимущество передъ громоздкими и тяжелыми металлическими щитами во всю высоту шлюзныхъ стѣнъ съ поддерживающими ихъ подвижными металлическими башнями.

Е. Установка элементовъ оборудованія шлюзовъ.

1. Сборка шлюзныхъ створныхъ металлическихъ воротъ большихъ размѣровъ и вѣса удобно производится въ самой шлюзной камерѣ въ положеніи, близкомъ къ нормальному створенному, при чемъ матеріалы могутъ подаваться съ временнаго моста, перекинутаго поперекъ камеры, а установка воротъ по окончаніи сборки требуетъ минимальной работы.

2. Достиженіе точной установки задѣлываемыхъ въ кладку металлическихъ опорныхъ отливокъ, при значительной длинѣ линіи упора или соприкасанія съ ними элементовъ подвижныхъ частей оборудованія бетонныхъ шлюзовъ, какъ, на примѣръ, веревальныхъ и створныхъ столбовъ шлюзныхъ воротъ,—облегчается примѣненіемъ *составныхъ отливокъ*, въ которыхъ одна часть задѣлывается въ кладку при ея возведеніи, а другая—прикрѣпляется къ первой послѣ окончательной осадки бетоннаго массива и затѣмъ, послѣ вывѣрки ея положенія, закрѣпляется въ немъ заливкой расплавленнымъ металломъ промежутковъ между обѣими составными частями отливки.

Ж. Учетъ и регистрація успѣха работъ.

1. При производствѣ крупныхъ строительныхъ работъ ускореніе принятія мѣръ къ устраненію неизбежно возникающихъ причинъ отклоненій отъ нормальнаго хода достигается установленіемъ ежедневнаго учета и регистраціи успѣха работъ.

2. Ежедневный учет и регистрація работъ достигаетъ указанной въ пунктѣ 1-мъ цѣли въ томъ случаѣ, если, составленныя немедленно по окончаніи дневныхъ работъ, вѣдомости ихъ успѣха немедленно же представляются всѣмъ, отъ кого зависитъ принятіе мѣръ къ устраненію причинъ отступленія работъ отъ нормального хода.

3. Ежедневный учетъ и регистрація работъ имѣютъ значеніе непрерывнаго контроля дѣятельности личнаго состава работъ, заставляя служащихъ дорожить каждымъ часомъ своей работы, результаты которой становятся извѣстными немедленно по окончаніи рабочаго дня и не могутъ быть скрыты въ общей массѣ итоговъ болѣе продолжительныхъ недѣльныхъ или мѣсячныхъ періодовъ.





