

626

K-85

7712  
9078  
76.10

11  
0





K-82  
054

Сборникъ LXXVII Казанскаго Округа Путей Сообщенія.

У 626  
К-89

# МАТЕРІАЛЫ

по работамъ Отдѣла гидротехническихъ  
исслѣдовній.

Подъ редакціей инженера п. с. Н. Н. СОКОЛОВА.

Выпускъ 6.

проверено  
1966 г.

Инженеръ А. И. Крыловъ.

## Тарировочная станція

Казанскаго Округа Путей Сообщенія.

- Приложенія:
- 1) проектъ инструкціи для тарировочной станціи;
  - 2) Проектъ тарировочной станціи съ искусственнымъ тарировочнымъ бассейномъ.

М. П. С.  
ПРАВЛЕНІЕ  
КІЕВСКАГО ОКРУГА  
ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

КАЗАНЬ.

Типо-литографія „Т-го Д-ма В. Еремѣвъ и А. Шаабринъ“  
1915 г.

Инв. кн. 334-1915

ст. 34

П

159

1889  
Гидротехническая  
станція в Казни

И

О

Печатано по распоряженію г. Начальника Казанскаго Округа п. с.  
Инженера Н. А. Антонова.

## Зглавленіе.

	Стр.
1) Предисловіе . . . . .	1
2) Тарировочная станція . . . . .	4
3) Оборудованіе станціи приборами . . . . .	8
4) Тарировка вертушекъ . . . . .	11
5) Обработка тарировочныхъ коэффициентовъ . . . . .	13
6) Тарировочныя формулы, примѣняемыя на стан- ціи при обработкѣ коэффициентовъ . . . . .	16
7) Образецъ тарировочнаго графика и вѣдомости	27
8) Проектъ инструкціи для тарировочной станціи	30
9) Проектъ тарировочной станціи въ г. Казани .	39
10) Смѣта къ проекту . . . . .	49
11) Чертежи . . . . .	57

---

CHAPTER I

The first part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the world. It is divided into three main sections: the first section deals with the prehistoric period, the second with the ancient world, and the third with the medieval period. The author discusses the various theories of the origin of man and the development of civilization, and the role of religion and philosophy in the history of the world.

The second part of the book is devoted to a detailed study of the ancient world. It is divided into two main sections: the first section deals with the history of the ancient Near East, and the second with the history of the ancient Greece and Rome. The author discusses the political, social, and cultural developments of these civilizations, and the role of religion and philosophy in their history.

The third part of the book is devoted to a detailed study of the medieval period. It is divided into two main sections: the first section deals with the history of the medieval Europe, and the second with the history of the medieval Islam. The author discusses the political, social, and cultural developments of these civilizations, and the role of religion and philosophy in their history.



## Предисловіе.

До 1912-го года тарировка вертушекъ волжскихъ гидрометрическихъ станцій производилась или домашнимъ примитивнымъ способомъ \*) (Ярославская, Вязовская) или же вертушки отсылались для тарировки на заграничныя станціи. (Тетюшская ст.).

Первый способъ, помимо копотности, не отличался большой точностью, второй же, вызывая также значительныя проволочки времени, при которыхъ часто станція лишилась прибора на нѣсколько мѣсяцевъ, обходился для станціи весьма дорого.

Такая постановка тарировки вертушекъ на станціяхъ создавала большія затрудненія для правильной постановки гидрометрическихъ работъ. Поэтому тотчасъ же по приѣмѣ въ свое вѣдѣніе Вязовской и Тетюшской станцій, я ходатайствовалъ передъ Правленіемъ Округа объ отпускѣ средствъ для учрежденія хотя бы временной тарировочной станціи для обслуживанія гидрометрическихъ станцій Округа. Ходатайство это было удовлетворено и къ устройству станціи было приступлено осенью 1911 года.

Первоначально тарировочную станцію предполагалось устроить въ г. Казани, но, въ виду возникшихъ затрудненій съ арендой подходящихъ участковъ земли, отъ этого пришлось отказаться.

Весьма удобнымъ было по мѣстнымъ условіямъ устроить станцію въ с. Кабачицахъ у Вязовской гидрометрической станціи, но опять таки непомерно высокія требованія за аренду земли заставили отказаться и отъ этого варианта.

---

\*) На озерѣ передвигали съ различной скоростью вручную, при помощи натянутыхъ канатовъ, лодку съ прикрѣпленной къ ней вертушкой. Разстояніе отсчитывалось по створамъ, время по секундомѣру.

Поэтому въ концѣ концовъ пришлось учредить станцію въ г. Тетюшахъ на городскомъ пруду. Работы по устройству станціи состояли въ планировкѣ прибрежной полосы, въ укрѣпленіи и сръзкѣ береговыхъ откосовъ, въ очисткѣ дна прибрежной части озера, въ укладкѣ путей, устройствѣ тележки, установкѣ лебедки и постройкѣ небольшого сарая для хранения тележки.

Всѣ работы были закончены въ 1912 году, когда станція и начала функционировать.

Всѣ затраты по устройству станціи выразились въ суммѣ 1256 рублей.

Тарировочная станція сыграла существенную роль въ упорядоченіи Волжскихъ гидрометрическихъ наблюдений. Въ настоящее время ею пользуются не только всѣ гидрометрическія станціи и техническіе участки Казанскаго Округа, но къ услугамъ ея прибѣгаютъ часто и ж. д. строители, а иногда и нѣкоторые изъ гидрометрическихъ районовъ Управленія вн. в. п.

Первоначально для обслуживанія станціи пришлось откомандировать персоналъ служащихъ Отдѣленія Гидротехническихъ Изслѣдованій, но затѣмъ въ 1913 году Управленіемъ былъ утвержденъ слѣдующій штатъ и смѣта станціи, дѣйствующіе и по настоящее время.

Наименованіе должностей	Число	Въ мѣсяць	Въ годъ
		Р у б л и	
Старшій техникъ . . . . .	1	150	1.800
Техникъ . . . . .	1	85	1.020
Чертежникъ . . . . .	1	50	600
Десятникъ, онъ же слесарь .	1	40	480
И т о г о . . . . .		—	3.900

## СОДЕРЖАНІЕ И ДѢЙСТВІЕ.

Рабочіе . . . . .	620
Помѣщеніе конторы, ея отопленіе и освѣщеніе	180
Развѣзды и перевозка инструментовъ, чертежные, канцелярскіе, почтовые расходы, ремонтъ приборо́въ, мелкая заготовка и леченіе служащихъ . . . . .	300

---

Всего . . 5.000

Для руководства старшему технику станціей былъ выработанъ проектъ инструкціи\*) (напечатанной въ приложеніи къ описанію станціи), разсмотрѣнный и исправленный совѣщаніемъ всѣхъ завѣдующихъ гидрометрическими и тарировочной станціями, утвержденъ мною, какъ временная инструкція для работъ станціи. На утвержденіе дальнѣйшихъ инстанцій онъ не направлялся, такъ какъ сначала являлось желательнымъ выяснить удобопримѣнимость его на практикѣ.

Самый размѣръ затратъ на устройство Тегюшской тарировочной станціи указываетъ, что она далеко не является совершенной. Прежде всего особенно чувствительно на срочности работъ станціи сказывается отсутствіе при ней ремонтной мастерской. Гидрометрическіе приборы, поступающіе на станцію, въ большинствѣ случаевъ требуютъ чистки того или другого ремонта и исправленій. Послѣ предварительной тарировки ихъ приходится отправлять въ Казань, гдѣ имѣется лишь одна подходящая для такихъ работъ университетская мастерская. Мастерской этой пользуются помимо Университета почти всѣ изыскательныя партіи и многіе участки Округа, а кромѣ того и другія учрежденія, которымъ приходится имѣть дѣло съ инструментами. Поэтому она всегда завалена работой и вслѣдствіе этого ремонтъ вертушекъ страшно затягивается. А такъ какъ, при весьма ограниченномъ числѣ вертушекъ, потреб-

---

\*) Проектъ этотъ выработанъ инженеромъ А. И. Крыловымъ, который принималъ ближайшее участіе какъ въ устройствѣ, такъ и въ первоначальныхъ работахъ тарировочной станціи.

ность въ нихъ на станціяхъ, особенно весной, въ половодье.—громадная, то часто приходится пускать въ дѣло и не отремонтированныя вертушки.

Затѣмъ, мѣстоположеніе станціи въ г. Тетюшахъ,—оторванномъ въ распутицу отъ Казани почти совершенно, является тоже весьма неудобномъ, тѣмъ болѣе, что какъ разъ въ самое нужное время, передъ весеннимъ ледоходомъ и наиболѣе затруднительнымъ является сообщеніе съ Тетюшами.

Наконецъ, совершенно открытые пути заставляютъ прерывать работы станціи почти на полгода, а въ остальное время приходится считаться все время съ погодой, что значительно сокращаетъ, какъ производительность станціи, такъ и нарушаетъ планомѣрность ея работъ.

Все это уже въ 1913 году заставило насъ возбудить ходатайство передъ Управленіемъ объ ассигнованіи средствъ для устройства болѣе совершенной тарировочной станціи на озерѣ Кабанѣ въ Казани.

Постановленіемъ отъ 13 мая 1914 г. Комитетъ Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ разрѣшилъ Правленію Округа пріобрѣсти землю для постоянной тарировочной станціи и выразилъ принципиальное согласіе на отпускъ кредита изъ § 4 кат. 11 см. 1914 г. на устройство станціи, причемъ стоимость станціи была предположительно указана Отдѣломъ вод. шос. сообщ. до 25.000 руб. при деревянномъ и 25.000 руб. при каменномъ строеніи.

Въ виду этого Отдѣлъ Вод. и Шосс. сообщ. просилъ Правленія Округа составить проектъ тарировочной станціи въ двухъ вариантахъ, деревяннаго и каменнаго строенія, въ предположеніи, что устроенная и оборудованная тарировочная станція должна будетъ удовлетворять нуждамъ возможно большаго числа станцій постоянной гидрометрической организациі Управленія вн. водн. пут. и шосс. дор. и Казанскаго Путей сообщенія.

Отдѣлъ в. и ш. с. намѣчалъ слѣдующее оборудованіе станціи: 1) корпусъ для тарировочной станціи изъ четырехъ комнатъ: зала съ лоткомъ, конторы, кла-

довой для вертушекъ и небольшой слесарной мастерской, 2) жилымъ домомъ въ 2 комнаты для сторожа и 3) кладовой или сараемъ для матеріаловъ

Устройство станціи должно заключать бетонный лотокъ съ электрическимъ оборудованіемъ и счетчиками для одновременной тарировки двухъ или трехъ вертушекъ.

Эскизный проектъ, согласно вышеизложеннымъ требованіямъ, былъ составленъ (онъ приложенъ къ описанію Тетюшской тарировочной станціи), земля необходимая для постройки тоже уже приобрѣтена Округомъ и можно ожидать, что въ болѣе или менѣе ближайшемъ будущемъ Тетюшская тарировочная станція будетъ перенесена въ Казань и приобрѣтетъ болѣе совершенныя устройства.

Іюль 1915 г.

Инженеръ *Н. Соколовъ.*



Въ текущемъ году истекъ третій рабочій періодъ функціонованія тарировочной станціи въ Казанскомъ Округѣ.

Дать краткое описаніе ея устройства, выработанныхъ нѣкоторыхъ практическихъ приѣмовъ, и методовъ является цѣлью настоящаго отчета.

Но ранѣе чѣмъ перейти къ описанію, скажемъ нѣсколько словъ о томъ, что такое собственно—тарированіе вертушекъ.

При измѣреніи скоростей въ потокахъ посредствомъ —гидрометрическихъ приборовъ— вертушекъ, намъ удастся, непосредственно въ полѣ, получить лишь опредѣленное количество оборотовъ ея лопастей въ извѣстный промежутокъ времени. Значеніе же самой скорости получается лишь послѣ умноженія полученнаго числа оборотовъ на соответствующіе коэффиціенты. Опредѣленіе этихъ коэффиціентовъ при помощи особыхъ приспособленій называется тарированіемъ вертушекъ \*), а выведенные на основаніи полученныхъ при тарировкѣ данныхъ коэффиціенты называются—тарировочными.

Необходимость устройства тарировочныхъ приспособленій чувствовалась уже съ первыхъ шаговъ дѣятельности Волжскихъ гидрометрическихъ станцій.

Пользованіе адмиралтейскимъ бассейномъ въ Петроградѣ, или отсылка вертушекъ для тарировки за-границу, были всегда сопряжены съ большими затрудненіями и потерей рабочаго времени т. к. приборъ вы-

---

\*) Разница въ работѣ вертушки при тарированіи и измѣреніи скоростей въ потокахъ заключается въ томъ, что въ первомъ случаѣ вертушка двигается съ опредѣленной скоростью въ стоячей водѣ и узнается соответствующее этой скорости число оборотовъ.—во второмъ—приборъ стоитъ неподвижно, движется самая жидкость. Зная по первому число оборотовъ, которое дѣлаетъ вертушка въ извѣстный промежутокъ времени, узнаемъ и самую скорость.

бывалъ изъ работъ на два-три мѣсяца. Эти неудобства и привели къ попыткамъ отысканія способовъ тарирования непосредственно вблизи гидрометрическихъ станцій.

Но результаты первыхъ приметивно устроенныхъ тарировочныхъ приспособленій не увѣнчались успѣхомъ. Вертушки оставались не протарированными по два, по три года затрудняя производство наблюдений, а кромѣ того такая постановка повѣрки инструментовъ приводила къ большимъ затрудненіямъ въ дальнѣйшемъ при обработкѣ гидрометрическихъ данныхъ и значительно понижала ихъ точность.

Весь прежній опытъ работъ гидрометрическихъ станцій указалъ, что главное условіе успѣшной ихъ дѣятельности заключается въ устройствѣ поблизости постоянной тарировочной станціи.

При малѣйшемъ замѣченномъ поврежденіи, или послѣ продолжительныхъ наблюдений, приборъ необходимо тотчасъ же провѣрить.

\* \* \*

Тарированіе  
вертушекъ  
въ Каз. Ок-  
ругѣ до уст-  
ройства по-  
стоян. тарир-  
ст.

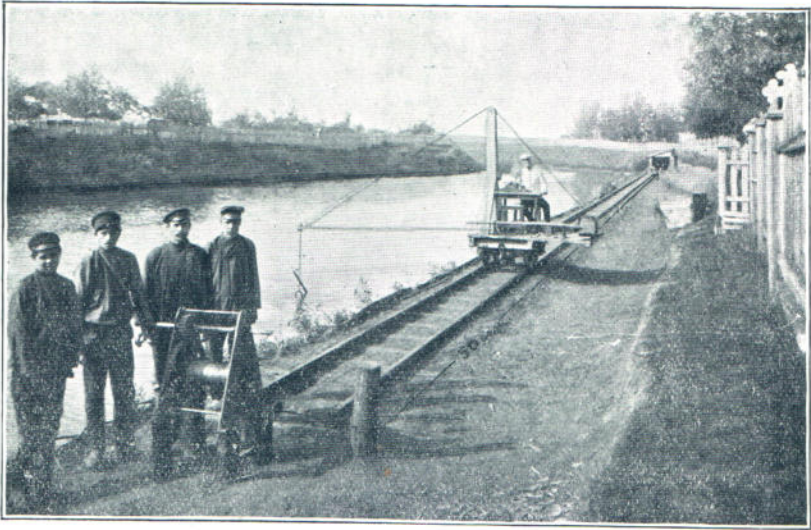
До открытія постоянной тарировочной станціи одинъ изъ болѣе или менѣе сложныхъ способовъ тарирования былъ примѣненъ на Вязовской гидрометрической станціи.

Тарировочнымъ бассейномъ служилъ, находившійся вблизи станціи, Кабачищенскій затонъ.

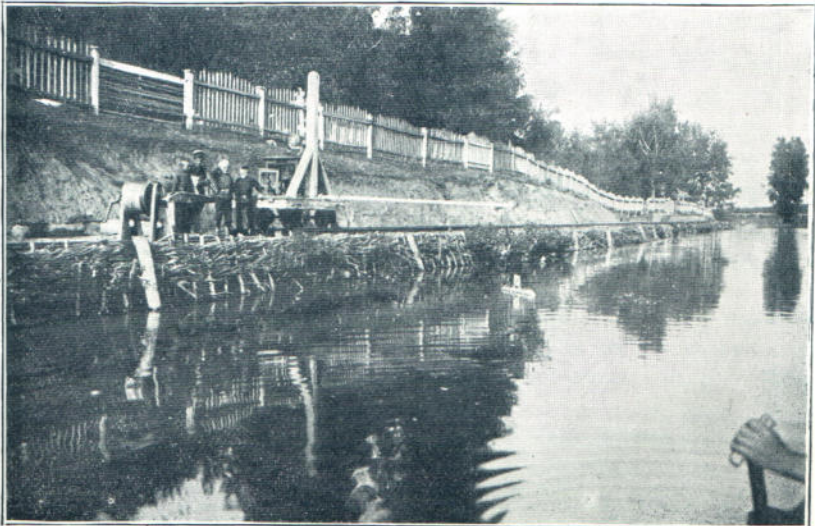
Для передвиженія вертушки въ водѣ были сконструированы особыя тарировочныя лыжи. Они состояли изъ двухъ пустотѣлыхъ деревянныхъ поплавковъ, имѣющихъ форму сигаръ. Между собою лыжи были соединены возвышающейся платформой. Эта же платформа служила для установки необходимыхъ при тарировкѣ приборовъ: хронографа, контактнаго аппарата, батарей и пружиннаго двигателя (системы Морзе). Для наблюденія за работой приборовъ и пуска ихъ въ ходъ на платформѣ помѣщался наблюдатель.

Движеніе самыхъ лыжъ достигалось при помощи вращенія лебедки. На одномъ изъ береговъ была врыта свая съ укрѣпленнымъ на ней роликомъ, въ пятидесяти саженьяхъ отъ нея устанавливали на якоряхъ понтонъ съ лебедкой. Между роликомъ и лебедкой, об-





Общій видъ тарировочной станціи. 1



Видъ берега тарировочнаго пруда укрѣпленнаго плетнемъ. 2



разуя бесконечный ремень, натягивалась проволока, къ которой были прикрѣплены лыжи. Для сохраненія на всемъ пути прямолинейнаго движенія лыжъ была натянута еще одна направляющаяся проволока.

Участокъ для тарирования былъ отмѣченъ створами въ сто сажень, съ такимъ расчетомъ, чтобы на разгонъ и остановку лыжъ оставалось съ каждой стороны по двадцати пяти сажень.

Самое тарированіе состояло въ передвиженіи съ различной скоростью по водѣ лыжъ со спущенной съ нихъ на троссѣ вертушкой.

При помощи такихъ приспособленій было протарировано нѣсколько вертушекъ, но воспользоваться полученными тарировочными результатами не удалось.

Какъ объясняетъ самъ производитель работъ — въ началѣ же тарировки былъ замѣченъ рядъ крупныхъ неудобствъ. Напримѣръ, невозможно было достигнуть плавнаго движенія лыжъ. При одномъ обхватѣ шкива ходовой проволокой получалось скольженіе, вслѣдствіи чего вызывалась остановка лыжъ, при двухъ же обхватахъ шкива — проволока не могла сбѣгать не набѣгая одна на другую.

Затѣмъ длина пройденнаго пути не соотвѣтствовала длинѣ участка, а была почти всегда болѣе. Происходило это вслѣдствіе криволинейнаго движенія лыжъ, такъ какъ прималѣйшемъ боковомъ вѣтрѣ они относились въ сторону. Кромѣ всего этого при проектированіи лыжъ была допущена ошибка — ихъ грузоподъемность не соотвѣтствовала ихъ нагрузкѣ. Лыжи выступали надъ водою всего лишь на полтора — два дюйма и даже при среднихъ скоростяхъ врѣзывались въ воду.

Всѣ эти обстоятельства и привели къ невѣрнымъ результатамъ тарировки.

Болѣе простой способъ тарирования примѣнялся на Ярославской гидрометрической станціи. Тарировочнымъ бассейномъ служилъ городской прудъ.

При помощи натянутыхъ надъ водою двухъ веревокъ, рабочіе передвигали съ различной скоростью плашкоутъ, съ укрѣпленной на штангѣ вертушкой. Длина проходящаго участка, на которомъ производились наблюденія,

бралась въ 30 саж. Съ помощью имѣвшихся на помостѣ приборовъ, счетчика и секундомѣра, считывались необходимыя данныя время и число оборотовъ лопастей вертушки, дѣлаемое при прохожденіи ея между створами участка.

Путемъ дѣленія общаго числа оборотовъ и длины пути на время, получали соотвѣтствующее значеніе числа оборотовъ въ секунду и соотвѣтствующую этому скорость.

Данныя откладывали по координатнымъ осямъ и затѣмъ графически строили линію зависимости между оборотами и скоростями.

На Тетюшской гидрометрической станціи были попытки тарирования зимой.

Существенное отличіе отъ вышеописанныхъ методовъ заключалось въ способѣ передвиженія испытуемаго прибора. Въмѣсто плашкоута или тарировочныхъ лыжъ вертушка укрѣплялась при помощи штанги къ санямъ. Сани двигались надъ каналомъ, прорубленнымъ во льду.

Благоприятныхъ результатовъ такая тарировка не дала.

Тарировоч-  
ный бас-  
сейнъ.

Настоящая тарировочная станціа выстроена въ городѣ Тетюшахъ, вблизи постоянной Тетюшской гидрометрической станціи.

Тарировочнымъ бассейномъ станціи служитъ городской прудъ приблизительно въ 1350 кв. саж. 90 саж. длиною и 15 ширины.

Характеръ воды въ немъ—родниковый, съ мало мѣняющимся уровнемъ, благодаря устроенной заграждающей трубѣ и постоянному притоку грунтовыхъ водъ. Глубина посрединѣ пруда достигаетъ двухъ съ лишнимъ сажень.

Устройство  
рельсовыхъ  
путей для  
движенія та-  
рировочной  
телѣжки.

Для устройства полотна лѣвый берегъ пруда былъ выровненъ по прямой линіи, укрѣпленъ плетнемъ и забитыми на разстояніи сажени одна отъ другой легкими свайками. Вдоль всего укрѣпленнаго берега приблизительно на 2,5 саж. была спланирована площадка, на которой, былъ насыпанъ въ 0,10 саж. слой песку.

На размѣщенныхъ на площадкѣ шпалахъ были положены рельсы легкаго полевого типа. Общее протяженіе ихъ равнялось сначала 72,66 саженьямъ.



Тарировочная вагонетка. 3



Вырубка майны во льду для тарировки. 7



Для удешевленія постройки рельсы были взяты изъ имѣющихся въ Паратскомъ заводѣ Казанскаго Округа Путей Сообщенія. Но использовать ихъ не удалось: первыя же наблюденія за движеніемъ тарировочной вагонетки показали ихъ непригодность. Вслѣдствіе ихъ малаго сопротивленія подъ тяжестью колесъ вагонетки получался прогибъ, вызывающій постоянное сотрясеніе испытываемаго прибора. Впослѣдствіи рельсы пришлось пріобрѣсти обыкновеннаго тяжелаго желѣзнодорожнаго типа и этимъ самымъ было удовлетворено одно изъ главныхъ условій—устройства солиднаго и устойчиваго пути для движенія тарировочной вагонетки.

При вторичной укладкѣ тарировочный путь былъ Длина пути сокращенъ до 50 саж., такая длина пути оказалась вполне достаточной, такъ какъ при ручномъ способѣ передвиженія вагонетки рабочіе въ количествѣ четырехъ человекъ физически не въ состояніи прокатить вагонетку быстро съ однообразной скоростью, болѣе 25 сажень.

Поэтому заѣздъ въ 50 саж. обыкновенно проходитъ съ двумя различными скоростями \*).

Дальнѣйшій опытъ тарировочной станціи показалъ, что если бы ограничиться во время каждаго заѣзда полученіемъ одной скорости, то путь возможно сократить до 35 саж.

Тарировочная телѣжка была устроена изъ старой вагонетки, употребляемой для подвозки балласта. Для приспособленія ея для тарированія на раму была положена особая платформа 1,5 длины и 1,5 саж., ширины, съ боку изъ фигурнаго желѣза была устроена выносная штанга. Длина выноса по желанію могла измѣняться отъ 1 до 1,7 саж, въ зависимости отъ горизонта воды въ прудѣ. Для спуска троса съ приборомъ на концѣ штанги устроенъ блокъ. На платформѣ телѣжки на укрѣпленномъ столѣ, устанавливаются необходимые при тарировкѣ приборы—хронографъ, урверкъ и проч. Электрическій контактъ, указывающій каждый оборотъ ходового колеса телѣжки, былъ устроенъ въ видѣ валика, по которому скользили двѣ мѣдныя пружины. Валикъ дере-

Тарировочная телѣжка.

---

\*) Берлинекая тарировочная станція при самыхъ большихъ скоростяхъ тарировать на протяженіи не болѣе 24 саж.

вянный, обить на три четверти диаметра мѣдью и насаженъ на ось между передними колесами.

Способъ дви-  
женія тари-  
ровочной ва-  
гонетки.

Движеніе тарировочной вагонетки производится двумя способами: ручнымъ и при помощи наворачиванія на барабаны лебедокъ, установленныхъ по концамъ рельсоваго пути, троса.

Къ вагонеткѣ тросъ прикрѣпляется такимъ образомъ, чтобы на всемъ пути онъ скользилъ по шпаламъ и лишь у самой рамы тѣлѣжки былъ приподнятъ не болѣе вершка. Регулированіе скорости движенія достигается съ помощью различныхъ передачъ и различной быстроты вращенія рукоятки.

Въ началѣ дѣйствія станціи примѣнялся самый примитивный способъ движенія тѣлѣжки—ручной. Рабочіе, обычно четыре человѣка, взявшись за ручки тѣлѣжки шагали съ различной скоростью подъ тактъ, отбиваемый постановленнымъ на платформѣ, метрономомъ.

При малыхъ скоростяхъ ручной способъ передвиженія вагонетки былъ мало пригоденъ, такъ какъ нельзя было достигнуть начальныхъ плавныхъ скоростей.

При большихъ и среднихъ скоростяхъ этотъ способъ вполнѣ удовлетворителенъ.

Оборудова-  
ніе станціи  
приборами.

Для автоматической записи количества оборотовъ лопастей вертушки и ходоваго колеса вагонетки, а также время при таритованіи—служитъ хронографъ \*).

Продолжительность времени наблюденія—указываетъ специальный заводящійся часовой механизмъ съ электрическимъ контактомъ, показывающимъ полусекунды.

Электрическій токъ получается отъ батареи; элементы, въ количествѣ двухъ, трехъ въ зависимости отъ ихъ силы соединяются послѣдовательно.

Заканчивая краткое описаніе устройства тарировочной станціи, въ заключеніе отмѣтимъ, что однимъ изъ существенныхъ неизбѣжныхъ недостатковъ является устройство приспособленія для спуска вертушекъ. Дѣло въ томъ, что, чтобы достигнуть достаточной глубины въ прудѣ, выносную штангу приходится далеко

\*) См. Фидманъ „Матеріалы для описанія русскихъ рѣкъ“.



выдвигать въ бокъ, поэтому при малѣйшихъ толчкахъ происходитъ значительное сотрясеніе прибора. Сотрясеніе вредно отражается на вращеніи лопастей, поэтому при тарировкѣ требуется не мало труда и навыка, чтобы предотвратить подобныя явленія. Въ этомъ отношеніи безусловно большія преимущества на сторонѣ тѣхъ приспособленій, гдѣ вертушка спускается непосредственно впереди вагонетки.

Переходя къ описанію тарировки, отмѣтимъ также нѣсколько практическихъ приѣмовъ, выработанныхъ при обращеніи съ употребляемыми приборами при тарированіи.

Провода отъ приборовъ въ хронографъ, обычно, включаютъ по разъ заведенному порядку: отъ урверка ихъ подводятъ къ верхнему рейсфедеру хронографа, отъ колеса телѣжки—къ среднему и отъ вертушки къ нижнему. При такомъ расположеніи, рейсфедера, отмѣчающіе быстро работающіе приборы, раздѣлены рейсфедеромъ, медленно записывающимъ обороты телѣжки. Подмѣчено, что обработка лентъ при такой записи менѣе утомляетъ зрѣніе. Главное же удобство заключается въ томъ, что рейсфедеръ, записывающій обороты лопасти вертушки, приходится крайнимъ—это даетъ возможность лучше слѣдить за плавностью работы прибора, находящагося въ водѣ. Хронографъ.

Послѣ того, какъ провода отъ всѣхъ приборовъ включены, слѣдуетъ до опусканія вертушки въ воду, проверить, есть ли въ проводахъ токъ. Для этого ставятъ, на примѣръ, лопасти вертушки такъ, чтобы въ контактѣ вертушки произошло замыканіе и наблюдаютъ есть ли соответствующее замыканіе въ хронографѣ. Если на лентѣ ничего не отмѣчается, то слѣдуетъ искать причину сначала въ схемѣ соединеній проводовъ, въ слабости электрической батареи и въ окисленіи контактовыхъ пластинокъ. При тарировкѣ вертушекъ системъ А. Отта можно обходиться контактомъ, показывающимъ каждый оборотъ лопасти, такъ какъ необходимая для насъ максимальная скорость 1.5 саж. при самой чувствительной лопасти даетъ не болѣе 6 оборотовъ въ сек., что свободно отмѣчается на лентѣ. При вертушкахъ системы Хайоза употребляется десятитактный контактъ, такъ какъ при большихъ скоростяхъ

хронографъ не въ состояніи записать каждый оборотъ, и на лентѣ получается сплошная линія. Заводить хронографъ нужно во время остановки, въ противномъ случаѣ нарушается равномѣрность хода.

На столѣ вагонетки хронографъ и урверкъ устанавливаются на специально сдѣланную для нихъ подушку, которая смягчаетъ случайныя сотрясенія, вредно отражающіяся на механизмѣ приборовъ.

Урверкъ.

Слѣдующимъ необходимымъ при тарированіи приборомъ является урверкъ — часовой механизмъ, съ придѣланнымъ электрическимъ контактомъ, отмѣчающій полсекунды. Провѣрку его производятъ слѣдующимъ образомъ.

Берется электрической счетчикъ и включается черезъ батарею въ цѣпь урверка, далѣе, наблюдатель, держа въ рукахъ секундомѣръ, относительно котораго дѣлается повѣрка, пускаетъ въ ходъ заведенный до конца урверкъ.

Если получилась расхолодность между показаніями секундомѣра и урверка, то, получивъ рядъ наблюденій, составляется таблица, на основаніи которой при обработкѣ вводятъ поправку.

Если электрическаго счетчика не имѣется, то повѣрку урверка можно произвести помощью одного секундомѣра. Пустивъ въ ходъ урверкъ, отсчитываютъ желаемое число ударовъ и замѣчаютъ по секундомѣру потраченное на то время. Этотъ способъ менѣе рекомендуется, чѣмъ первый. Необходимость повѣрки вызывается главнымъ образомъ благодаря слишкомъ уже примитивному механизму урверка.

Напримѣръ, въ урверкахъ системы Отта благодаря плохому регулятору въ каждый моментъ на показаніяхъ отзывается заводъ пружины.

Урегулировать его при помощи имѣющейся стрѣлки на продолжительное время невозможно.

Вообще этотъ приборъ болѣе цѣлесообразно устроить изъ хорошихъ часовыхъ механизмовъ, придѣлавъ къ нимъ, соответственнымъ образомъ, электрической контактъ.

Длина пройденнаго пути на стаціи измѣряется числомъ оборотовъ ходоваго колеса. Диаметръ его въ точности измѣренъ. Способъ измѣренія примѣняется слѣдующій. Ножемъ на шинѣ колеса и соотвѣтственно на рельсѣ проводится волосная линія. Телѣжка приводится въ тотъ видъ, въ которомъ она находится при тарировкѣ, т. е. со всѣми приборами. Затѣмъ отъ намѣченной черты дѣлають два-три заѣзда въ 20 оборотовъ и каждый разъ при помощи перочиннаго ножа и рейки измѣряють пройденный путь, — изъ всѣхъ показаній берутъ среднее арифметическое для длины одного оборота. Такое измѣреніе рекомендуется производить, въ зависимости отъ интенсивности тарированія, черезъ двѣ-три недѣли.

Измѣреніе  
окружности  
колеса те-  
лѣжки.

Тарировка вертушекъ началась тотчасъ же послѣ укладки рельсоваго пути, но благоприятные результаты были получены не сразу, положено было не мало труда и потрачено времени на разрѣшеніе возникшаго цѣлаго ряда вопросовъ.

Тарировка  
вертушекъ.

Литературный матеріалъ въ этой области весьма скуденъ и приходилось до всего доходить собственнымъ опытомъ \*).

Но послѣ ряда попытокъ и опытовъ благоприятные результаты были достигнуты — полученные тарировочныя данныя, характеризующія зависимость числа оборотовъ отъ скорости ложились на клетчатку въ видѣ плавной линіи.

Въ началѣ работъ попутно была протарирована совершенно новая вертушка А. Отт'а № 1804, только что полученная изъ Берлинской тарировочной станціи. По сравненіи результатовъ оказалось, что хотя средняя арифметическая ошибка наблюденій была и больше, но результаты нашей тарировки и заграничной отличались лишь въ сотыхъ процента, что никакого практическаго значенія не имѣетъ.

Послѣ того, какъ окончательно убѣдились въ достовѣрности тарировки началось періодическое тарированіе всѣхъ имѣющихся на станціи гидрометрическихъ приборовъ.

Работу начинаютъ повѣркой хронографической за-

\* Мы неостанавливаемся на отдѣльномъ перечисленіи тѣхъ затрудненій, съ которыми пришлось столкнуться, но попутно, какъ въ изложеніи отчета, такъ и проэктѣ инструкціи на нихъ имѣются отвѣты.

писи и работы самага гидрометрическаго прибора. Для этой цѣли послѣ установки всѣхъ приборовъ рабочій, вращая лопасти, вертушки отсчитываетъ вслухъ каждый ея оборотъ. Количество оборотовъ лопасти должно строго совпадать съ количествомъ оборотовъ, записанныхъ на лентѣ.

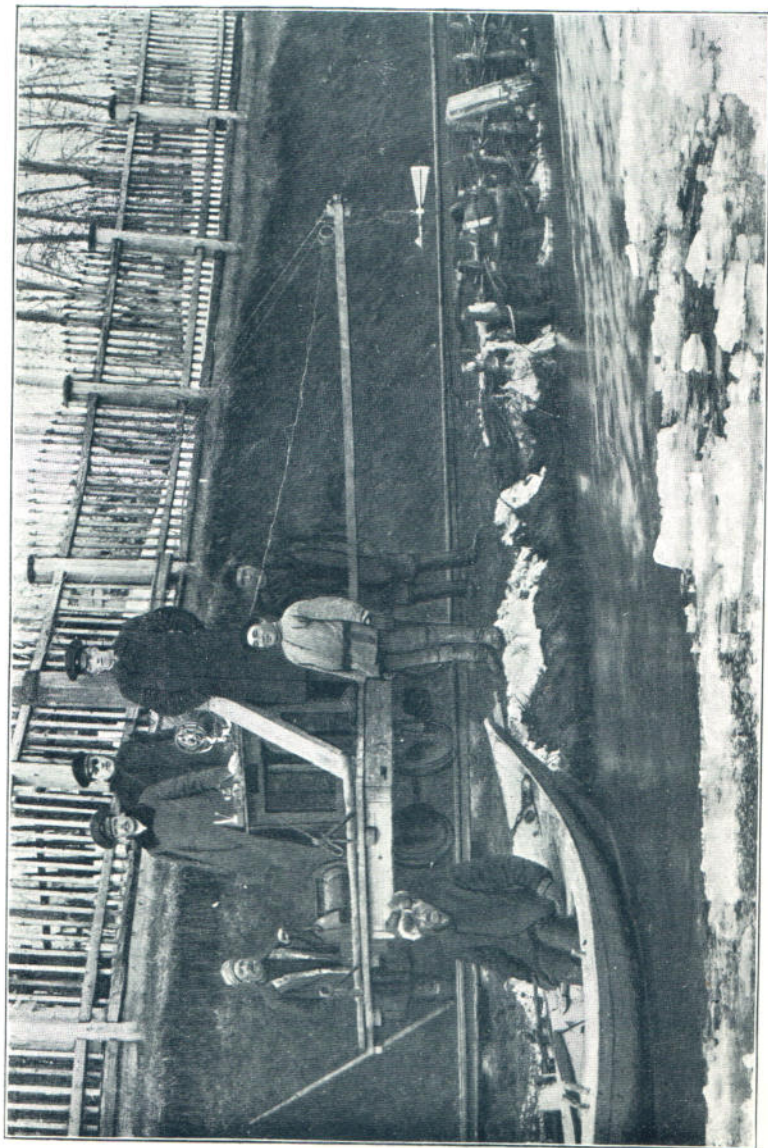
Послѣ уже такой повѣрки начинается самое испытаніе вращенія лопастей при различныхъ скоростяхъ передвиженія вертушки, что какъ было указано соотвѣтствуетъ скорости движенія тарировочной телѣжки.

Наблюденіе времени, затрачиваемаго на проходъ между пикетами, разбитыми черезъ 5 саж. по пути, даетъ нѣкоторую возможность приблизительно опредѣлить скорость движенія вагонетки. Но болѣе удобно въ данномъ случаѣ наблюдать за записью рейсфедера, отмѣчающаго на хронографической лентѣ обороты лопастей, которая даетъ возможность при извѣстномъ навыкѣ прослѣдить отъ сорока до пятидесяти различныхъ скоростей. При большихъ скоростяхъ зубцы, обозначающіе обороты вертушки, почти сливаются другъ съ другомъ; при измѣненіи скорости съ большей на меньшую зубцы начинаютъ расходиться, и, наконецъ, наступаетъ моментъ, когда они совершенно исчезаютъ т. е. лопасть вертушки перестаетъ вращаться. Такимъ образомъ, наблюдая на глазъ за измѣненіемъ разстоянія между зубцами или прикладывая приблизительно количество зубцовъ на извѣстной длинѣ ленты, можемъ узнать въ полѣ о приблизительномъ количествѣ различныхъ скоростей.

Во время тарированія наблюдателю главнымъ образомъ приходится обращать вниманіе на равномерность движенія вагонетки и вертушки.

Такъ при колебаніи троса, происходящаго отъ толчковъ или неравномернаго движенія, вращеніе лопастей происходитъ то усиливающееся, то замедляющееся и во всякомъ случаѣ несоотвѣтствующее нормальному вращенію лопастей при данной скорости. О плавности вращенія лопастей приходится, какъ упоминалось, слѣдить по записи рейсфедера.

Чтобы сохранить приблизительно одинаковый вѣсь наблюденія, длина заѣзда для каждой различной скорости берется различная. Напримѣръ, при самыхъ большихъ



Тарировка ранней весной.



скоростяхъ 1,5 саж. въ секунду—до 25 саж., наоборотъ при начальныхъ 0,10—0,15 саж. сек. всего лишь 4—5 саж.

Сдѣлавъ приблизительно до пятидесяти заѣздовъ, тарировку прекращаютъ. Вся обработка тарировочнаго матеріала производится въ конторѣ. На хронографической лентѣ при каждомъ заѣздѣ получаютъ въ видѣ ряда непрерывныхъ зубцовъ обороты ходового колеса тарировочной вагонетки, т. е. проходимой тарируемымъ приборомъ путь, соответствующее этому пути время и число оборотовъ.

Обработка тарировочныхъ коэффициентовъ

Самая обработка сводится къ слѣдующему: пропустивъ нѣсколько записанныхъ начальныхъ оборотовъ, т. к. работа приборовъ можетъ быть неустановившейся, на лентѣ при помощи угольника проводятъ перпендикулярную къ записанымъ строкамъ линію, обычно, совмѣщая ее съ началомъ зубца, отмѣчающаго обороты колеса тележки. Затѣмъ, взявъ при помощи циркуля по лентѣ длину, соответствующую одному обороту колеса вагонетки, провѣряютъ по нему остальную часть ленты. Когда обороты вагонетки начинаютъ замѣтно различаться другъ отъ друга, что указываетъ на измѣненіе скорости движенія, то отчеркиваютъ другую перпендикулярную линію, и такимъ образомъ получаютъ вполне опредѣленный участокъ для дальнейшей обработки. Равномѣрность записи оборотовъ вертушки въ этомъ участкѣ провѣряютъ лишь на глазъ, т. к. каждое сотрясеніе, вызывающее неправильность вращенія, сказывается здѣсь очень замѣтно. Отсчеты по масштабу десятичныхъ частей оборота лопастей берутся лишь для вертушки, такъ какъ обороты колеса вагонетки на участкѣ ленты въ большинствѣ случаевъ берутся въ цѣлыхъ единицахъ.

Секунды отсчитываются съ точностью до 0,2 сек. Всѣ найденныя цифровыя значенія записываются въ особую вѣдомость при чемъ рядомъ съ графой оборотовъ колеса тарировочной тележки выписываютъ по заранѣе составленной таблицѣ длину пути.

Затѣмъ дѣленіемъ пути на секунды вычисляютъ скорость движенія вертушки:

$$v = \frac{s}{t}$$

и наконецъ, дѣля общее количество оборотовъ  $n$  на секунды, находятъ число оборотовъ въ одну секунду:

$$n = \frac{u}{t}$$

Эти цифровыя данныя заносятся въ ту же вѣдомость.

Подсчетъ  
коэффициентовъ.

Зависимость между скоростью движенія и оборотами вертушки, какимъ бы методомъ не обрабатывали тарифовочные коэффициенты, сначала выражаютъ графически.

На клѣтчатой бумагѣ по возможности въ большомъ масштабѣ наносятъ по оси ординатъ скорость движенія, а по абсциссѣ число оборотовъ, найденныхъ путемъ вычисленія по вышеприведеннымъ формуламъ. Нанесенныя точки уже сразу опредѣляютъ собою направление тарифовочной линіи. Если на графикѣ встрѣчаются точки, сильно отклоняющіяся въ сторону отъ рядомъ лежащихъ, то прежде чѣмъ перейти къ дальнѣйшимъ подсчетамъ, необходимо для этихъ точекъ провѣрить подсчеты съ самаго начала. Въ случаѣ, если ошибки не выясняются, то данное наблюденіе, какъ очевидно ошибочное, отбрасывается.

Для вычисленія тарифовочныхъ коэффициентовъ на станціи примѣняются два метода. Одинъ методъ выработанный непосредственно станціей—способъ центральныхъ точекъ, другой—способъ наименьшихъ квадратовъ.

О тарифовочныхъ формулахъ примѣняющихся на станціи и способѣ подсчета коэффициентовъ будетъ указано далѣе, въ особой главѣ, здѣсь мы ограничимся лишь нѣсколькими словами о метода центральныхъ точекъ.

Обработка тарифовочныхъ коэффициентовъ по способу наименьшихъ квадратовъ при весьма незначительномъ техническомъ персоналѣ тарифовочной станціи, особенно во время интенсивной лѣтней тарифовки является прямо непосильной. Болѣе простой графическій способъ вводить въ обработку слишкомъ много гадательности и индивидуальности. Дѣло счастливаго случая провести по нанесеннымъ точкамъ линію такъ чтобы всѣ съ этимъ согласились.



Поэтому въ началѣ же дѣятельности станціи пришлось отыскивать какой нибудь иной способъ, который далъ бы возможность приблизиться къ точнымъ вычисленіямъ съ минимумомъ затраты времени.

Способъ центральныхъ точекъ до нѣкоторой степени разрѣшаетъ нашу задачу и, какъ указала трехлѣтняя практика станціи, вполне цѣлесообразенъ.

Сущность этого метода заключается въ слѣдующемъ: послѣ того, какъ по нанесеннымъ на графикѣ точкамъ проведена одна или нѣсколько отрѣзковъ \*) прямой линіи, характеризующихъ зависимость  $n$  отъ  $v$ , точки, относящіяся къ каждой линіи, дѣлятся на равныя двѣ группы, т. е. для точнаго проведенія прямой линіи требуются двѣ точки. Сложивъ для каждой группы значеніе  $n$  и  $v$  и взявъ ихъ среднее арифметическое значеніе, находимъ значеніе координатъ центральныхъ точекъ сначала для первой группы:

$$n'_1 + n''_1 + n'''_1 + \dots = \Sigma n_1$$

$$v'_1 + v''_1 + v'''_1 + \dots = \Sigma v_1$$

$$\text{откуда } n_1 = \frac{\Sigma n_1}{m}$$

$$v_1 = \frac{\Sigma v_1}{m}$$

гдѣ  $m$  означаетъ число наблюденій.

Затѣмъ для второй группы:

$$n'_2 + n''_2 + n'''_2 + \dots = \Sigma n_2$$

$$v'_2 + v''_2 + v'''_2 + \dots = \Sigma v_2$$

$$n_2 = \frac{\Sigma n_2}{m}$$

$$v_2 = \frac{\Sigma v_2}{m}$$

---

\*) Благодаря большимъ усовершенствованіямъ за послѣднее время въ вертушкахъ, напр. системы Отта и Хайоза—обшераспространенныхъ на Волжскихъ гидрометрическихъ станціяхъ, почти во всѣхъ случаяхъ зависимость между  $v$  и  $n$  получается въ видѣ одной или двухъ отрѣзковъ прямой.

Отыскавъ по соответствующимъ центральнымъ точкамъ значеніе  $n_1 v_1$  и  $n_2 v_2$  находятъ, какъ будетъ указано далѣе, значеніе коэффиціента для уравненія

$$v = v_0 + kn$$

Изъ сравненія между собою нѣлаго ряда среднихъ ошибокъ наблюдений, получаемыхъ при подсчетѣ, какъ по методу наименьшихъ квадратовъ, такъ и методу центральныхъ точекъ, пришли къ заключенію, что получаемая расхожимость между средней ошибкой выражается въ десятыхъ доляхъ процента, что практическаго значенія не имѣетъ.

\* \* \*

Тарировочныя формулы, применяемыя на станціи при обработкѣ коэффиціентовъ.

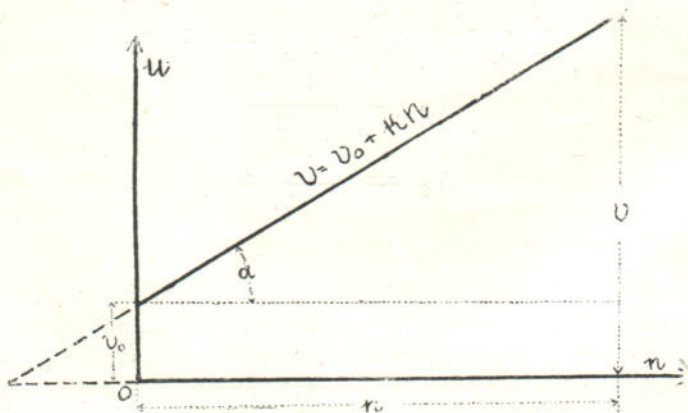
Переходя къ разсмотрѣнію тарировочныхъ формулъ мы ограничимся лишь приведеніемъ тѣхъ, которыми почти исключительно пользуются какъ на нашихъ, такъ и европейскихъ станціяхъ.

Основной тарировочной формулой является уравненіе прямой линіи, имѣющей слѣдующій видъ.

$$v = v_0 + kn. \dots \dots \dots I$$

Такое выраженіе зависимости между скоростью и числомъ оборотовъ въ вертушки впервые предложено Вольманомъ.

Изъ формулы мы видимъ, что прямая, выраженная даннымъ уравненіемъ, не проходитъ черезъ начало координатъ, а отсѣкаетъ отъ оси координатъ нѣкоторый отрѣзокъ, равный  $v_0$ .



Въ этой формулѣ подь буквами принято обозначать слѣдующія величины:

$v$  = скорость передвиженія телѣжки.

$n$  = соотвѣтствующее данной скорости число оборотовъ въ одну секунду.

$v_0$  и  $k$  = постоянные тарировочные коэффициенты въ извѣстныхъ предѣлахъ зависимости  $n$  отъ  $v$ .

Коэффициентъ  $v_0$  по сравненію съ  $k$  весьма незначительная величина.

При начальныхъ скоростяхъ, когда число оборотовъ бесконечно близко къ нулю, изъ формулы I мы получаемъ:

$$v = v_0$$

другими словами мы получаемъ ту скорость, при которой вращеніе лопастей еще не наблюдается или, въ противоположномъ случаѣ, при этой скорости лопасти прекращаютъ вращаться.

Происходитъ подобное явленіе вслѣдствіе конструктивныхъ неусовершенствованій прибора: тренія въ подшипникахъ, сопротивленія контактовыхъ пружинъ и пр.

Такимъ образомъ этотъ коэффициентъ, зависящій при начальныхъ скоростяхъ, главнымъ образомъ, отъ конструктивныхъ особенностей вертушки, показываетъ какъ бы ея чувствительность.

Но при большихъ скоростяхъ, когда зависимость между  $n$  и  $v$  не выражается однимъ отрѣзкомъ прямой, коэффициентъ  $v_0$ , начиная уже со второго отрѣзка прямой, теряетъ значеніе характеристики чувствительности прибора.

Дѣло въ томъ, что лопасти при быстромъ вращеніи встрѣчаютъ цѣлый рядъ другихъ, усиливающихся съ возрастаніемъ скорости, сопротивленій, причемъ болѣе значительныхъ, чѣмъ треніе (напримѣръ, сопротивленія вращенію лопасти въ водѣ, зависяція отъ формы крыльевъ \*).

---

\*) Инженеръ Kvassuy „Note sur le moulinet de Woltmann“ Ann. des ponts et chaussées“ 1877 подмѣтилъ, что при различныхъ скоростяхъ движенія

Чтобы точно учесть всё эти новыя сопротивленія движеній лопасти, необходимо-бы было вводить въ формулу новыя дополнительные члены.

Если-же пользоваться формулой I-й, то эти сопротивленія отражаются на величинѣ обоихъ коэффициентовъ, какъ  $v_0$ , такъ и  $k$ .

При большихъ скоростяхъ  $v_0$  иногда бываетъ со знакомъ минусъ въ томъ случаѣ, когда продолженіе отрѣзка прямой пересѣкаетъ ось ординаты ниже нулевой точки; это уже ясно указываетъ, что  $v_0$  ничего общаго съ показателемъ чувствительности прибора въ данномъ случаѣ не имѣетъ.

Коэффициентъ  $k$  въ винтообразныхъ лопастяхъ обозначаетъ ходъ винта и, какъ замѣтилъ Harlachner, \*) чѣмъ точнѣ лопасти построены по винтовой поверхности, тѣмъ согласованіе это полнѣе. Въ плоскихъ крыльяхъ  $k$  равняется  $\operatorname{tg}$  угла, составленнаго параллельными оси вращенія лопастей струями потока съ плоскостью крыла.

---

вертушки въ водѣ, скорость вращенія центра крыла зависитъ отъ формы крыльевъ и предложилъ, съ цѣлью облегченія вращенія, замѣнить плоскія лопасти гелисоидальными или винтообразными.

Перемѣщеніе, а также и несовпаденіе центра давленія воды съ центромъ поверхности лопасти, онъ объяснилъ различнымъ давленіемъ струй на элементы крыла. Если бы поверхность лопасти состояла не изъ ряда соединенныхъ другъ съ другомъ частей, то эти части, подъ дѣйствіемъ различнаго давленія струй и въ зависимости отъ удаленности отъ центра, двигались бы различно. Но на самомъ дѣлѣ движеніе лопасти совершается съ нѣкоторой средней скоростью причѣмъ элементы лопасти, находящіяся ближе къ оси лопасти, испытываютъ большее давленіе, чѣмъ элементы дальше отстоящіе отъ оси, которые могутъ даже тормозить, вызывая отрицательное давленіе.

Далѣе въ своемъ трудѣ инженеръ Kvassay далъ, выведенное теоритическимъ путемъ, условіе построенія лопасти, при которомъ давленіе воды на отдѣльные, неразрывно связанные элементы ея, должно оставаться постояннымъ.

Послѣдующія работы инженера гидротехника J. Hayos'a (S. Hayos. Ingenieur en chef royal hongrois Nouveau procedé de Jaugeage et son outillage) An. d. pot. et chaus. 1893, который построилъ, основываясь на этой зависимости, лопасти, — доказали, что линія выражающая связь между  $v$  и  $n$  можетъ представлять прямую линію на болѣе значительномъ протяженіи, чѣмъ въ прежнихъ лопастяхъ.

\*) Harlachner. Die Messungen in d. Elbe und Do nau 1881.

Такимъ образомъ этотъ коэффициентъ съ нѣкоторымъ приближеніемъ можетъ быть полученъ непосредственнымъ измѣреніемъ крыла лопасти \*).

Коэффициенты  $v_0$  и  $k$ , какъ упоминалось, опредѣляются опытнымъ путемъ; для этого по формулѣ

$$n = \frac{u}{t} \quad \text{и} \quad v = \frac{s}{t}$$

вычисляютъ число оборотовъ въ секунду и соответственную этому скорость. Затѣмъ строятъ линію зависимости  $v$  отъ  $n$  сначала графически, т. е. точки соединяютъ плавной линіей. Если эта линія представляетъ изъ себя прямую или нѣсколько отрѣзковъ прямой, то для аналитическаго выраженія этой зависимости берутъ уравненіе I.

Въ зависимости отъ метода обработки, коэффициенты  $v_0$  и  $k$  опредѣляются по методу центральныхъ точекъ изъ уравненій:

$$v_0 = \frac{v_1 [n_1 - n_2] - n_1 [v_1 - v_2]}{n_1 - n_2}$$

$$k = \frac{v_1 - v_2}{n_1 - n_2}$$

или по методу наименьшихъ квадратовъ по формулѣ:

$$v_0 = \frac{\Sigma (n^2) \Sigma (v) - \Sigma (n) \Sigma (nv)}{m \Sigma (n^2) - [\Sigma (n)]^2}$$

$$k = \frac{m \Sigma (nv) - \Sigma (v) \Sigma (n)}{m \Sigma (n^2) - [\Sigma (n)]^2}$$

гдѣ  $m$  обозначаетъ число наблюдений.

---

\*) Въ зависимости отъ крутизны винтовой поверхности крыла, лопасти раздѣляютъ: на лопасти большого шага и малаго. Чѣмъ больше шагъ, тѣмъ лопасть вращается медленнѣе, т. к. благодаря крутому наклону лопасти, полезное дѣйствіе струй весьма не велико.

Погрѣшность для обоихъ уравненій вычисляется изъ уравненія

$$M = + \sqrt{\frac{(\delta^2)}{m-2}}$$

гдѣ  $\delta$  обозначаетъ разность между  $v$  наблюдаемымъ и вычисленнымъ по формулѣ I.

Для выраженія зависимости  $n$  отъ  $v$  въ видѣ кривой, примѣняется слѣдующая формула, данная проф. Мюнхенскаго политехникума М. Schmidt'омъ \*)

$$v = k (1 - \beta) n + \sqrt{(kn\beta)^2 + v_0^2} \dots \dots \dots \text{II}$$

Это уравненіе обозначаетъ кривую высшаго порядка, причѣмъ значеніе коэффиціента  $\beta$  колеблется въ предѣлахъ отъ нуля до единицы.

При выводѣ этого уравненія проф. М. Schmidt основывался на богатомъ практическомъ матеріалѣ. Онъ изслѣдовалъ 84 прибора, въ которые входили вертушки, какъ съ плоскими, такъ и винтообразными лопастями позднѣйшихъ конструкцій и при помощи графо-аналитическаго метода далъ вышеприведенное общее уравненіе.

Всѣ формулы, выведенныя его предшественниками: Woltmann'омъ, Baumgarten'омъ, Sasse и Exner'омъ, являются лишь частными случаями этой формулы.

Для отысканія величины  $\beta$  въ функціи отъ  $u$ ,  $u_m$ ,  $t$ , и  $t_m$  Schmidt далъ слѣдующее уравненіе:

$$\beta = \frac{\left(\frac{t}{t_m}\right)^2 - \left(1 - \frac{u}{u_m}\right)^2}{\frac{2u}{u_m} \left(1 - \frac{u}{u_m}\right)} \dots \dots \dots \text{(a)}$$

или

$$u = u_m \left(1 - \frac{t^2}{t_m^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{(1-\beta) + \sqrt{\beta^2 + \frac{t^2}{t_m^2} (1-2\beta)}}\right) \dots \dots \text{(b)}$$

---

\*) Prof. M. Schmidt, Die Gleichung des Woltmannschen Flügels in neuer Form und die Ermittlung ihrer Koeffizienten auf graphisch-analytischem Wege. Zeitsch. d. Ver. Deut. Jug. 1895 г. №№ 31—32.

## Опечатки въ формулахъ.

Слѣдуетъ читать:

Стр. 20  $M = \pm \sqrt{\frac{\sum (\delta^2)}{m-2}}$

Стр. 21  $t_m = \sqrt{\frac{u'' \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right) t'^2 - u' \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right) t''^2}{u'' \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right) \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right)^2 - u' \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right) \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right)^2}}$

которое получается изъ уравненія II, если мы подставимъ значеніе:

$$v = \frac{s}{t}; \quad k = \frac{s}{u_m}; \quad v_0 = \frac{s}{t_m}; \quad \psi = \frac{u}{t}$$

Буквы обозначаютъ слѣдующія величины:

$u$ —число оборотовъ, вертушки полученное на длинѣ пути— $s$ ;

$t$ —время соотвѣтственное этому числу оборотовъ;

$s$ —длина пути одна и та же при всѣхъ вычисленіяхъ;

$u_m$ —наибольшая скорость движенія вертушки по длинѣ участка  $s$ .

Величина  $u_m$  берется какъ средняя ариѳметическая изъ ряда наблюденій

$t_m$ —время, потребное для передвиженія вертушки по тому же пути  $s$  съ такой скоростью, при которой крылья вертушки перестаютъ вращаться, отыскивается такъ же, какъ средняя ариѳметическая изъ ряда наблюденій.

Величины  $u$ ,  $t$ ,  $u_m$  опредѣляются непосредственнымъ измѣреніемъ.

Величина  $t_m$  отыскивается обычно аналитически изъ уравненія:

$$t_m = \sqrt{\frac{u'' \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right) t'^2 u' \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right) t''^2}{u'' \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right) \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right)^2 - u' \left(1 - \frac{u'}{u_m}\right) \left(1 - \frac{u''}{u_m}\right)^2}} \dots (c.)$$

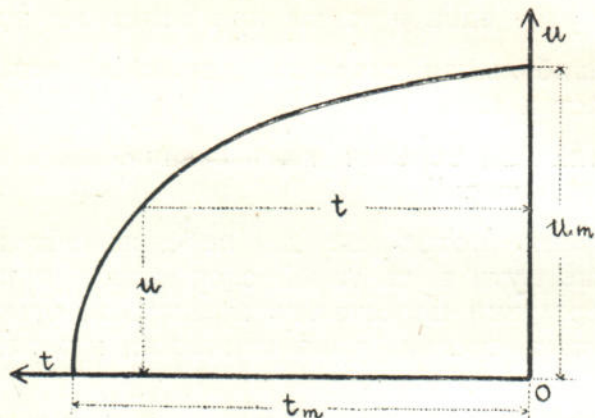
Уравненіе это получается изъ формулы (a), если въ нее для  $u$  и  $t$  вставить сначала одно частное значеніе  $u'$  и  $t'$  и затѣмъ другое частное значеніе  $u''$  и  $t''$ , написать равенство и рѣшить его относительно  $t_m$ .

Отыскиваніе графическимъ путемъ величины  $t_m$  не рекомендуется—вслѣдствіе возможной значительной погрѣшности.

Тарированіе прибора, а также и вся дальнѣйшая обработка по формулѣ II производится нѣсколько инымъ образомъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда подсчеты коэффиціентовъ производятся по формулѣ I.



Для тарирования берется определенная длина пути  $s$ . Передвигая съ различными скоростями тарировочную тележку, а вмѣстѣ съ тѣмъ и вертушку, наблюдаютъ каждый разъ соответственное число оборотовъ  $u_1 u_2 u_3 \dots$  и время  $t_1 t_2 t_3 \dots$ . Затѣмъ, откладывая по оси абсциссъ время  $t$ , а по оси ординатъ наблюденное число оборотовъ  $u$ , строить кривую зависимости  $u$  отъ  $t$ .



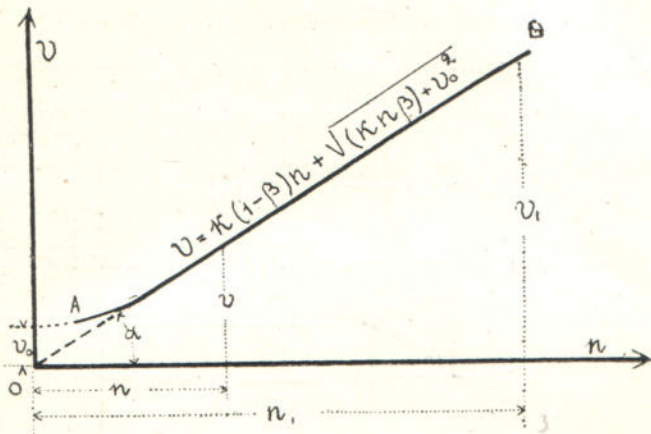
Далѣе наибольшую наблюдаемую ординату принимаютъ за  $u_m$  и, взявъ произвольно координаты двухъ точекъ, на примѣръ,  $u', t'$  и  $u'', t''$ , вычисляютъ по формулѣ (с) величину  $t_m$ . Имѣя значенія взятой точки ( $u' t'$ ), зная  $u_m, t_m$ , отыскиваютъ по формулѣ (а) величину  $\beta$ . Отыскавъ величины  $\beta, t_m, u_m$ , наносятъ на графикъ по точкамъ кривую зависимости  $u$  отъ  $t$ , для чего задаваясь абсциссами  $t=5, 10, 15 \dots$  и вычисляютъ по формулѣ (в) значеніе  $u$ .

Подстановка  $t$  дѣлается очевидно до  $t_m$ .

Получивъ  $u_m, t_m, \beta$ , опредѣляютъ по произвольнымъ  $t$  соответственное имъ  $u$ , а также и значеніе  $v_0, v$  и  $n$  изъ уравненій:

$$v_0 = \frac{s}{t_m}; \quad v = \frac{s}{t}; \quad n = \frac{u}{t}$$

и полученные значения для  $n$  и  $v$  наносят въ видѣ отдельныхъ точекъ по координатнымъ осямъ.



Далѣе, взявъ одну изъ конечныхъ точекъ  $n_1$   $v_1$  и соединивъ ее съ началомъ координатъ, находятъ значеніе угла  $\alpha$ , а по нему и значеніе коэффициента  $k$  (ходъ винта) изъ уравненія

$$\operatorname{tg} \alpha = k.$$

Но такъ какъ между полученнымъ коэффициентомъ  $k$  и взятымъ импирически  $u_m$  существуетъ зависимость, то значеніе  $u_m$  провѣряютъ по формулѣ

$$u_m = \frac{s}{k}$$

Вычисления должны быть повторены, если получается значительная расхожимость, при чемъ второй разъ значеніе  $u_m$  берутъ уже вычисленное по послѣдней формулѣ.

Имѣя значеніе коэффициентовъ  $v_0$ ,  $\beta$ ,  $k$ , по формулѣ II чертятъ сплошную линію АВ.

Какъ уже упоминалось, формула

$$v = k(1 - \beta)n + \sqrt{(kn\beta)^2 + v_0^2}$$

имѣетъ общій видъ для формулъ, выведенныхъ предшественниками Schmidt'a.

Легко убѣдиться, что если мы будемъ подставлять для  $\beta$  разные значенія, мы получимъ для  $\beta=0$  уравненіе прямой линіи, т. е. формулу I, данную Woltmann'омъ

$$v = v_0 + kn$$

Причемъ зависимость между  $u$  и  $t$  будетъ выражаться такой же прямой линіей

$$u = \frac{u_m}{t_m} (t_m - t)$$

для  $\beta=0,5$  уравненіе гиперболы, предложенное Baumgarten'омъ\*):

$$v = \frac{kn}{2} + \sqrt{\left(\frac{kn}{2}\right)^2 + v_0^2}$$

при этомъ  $u$  въ функціи  $t$  получается изъ уравненія параболы:

$$u = \frac{u_m}{t_m^2} (t_m^2 - t^2)$$

и при значеніи  $\beta=1$  получимъ уравненіе гиперболы вида:

$$v = \sqrt{(kn)^2 + v_0^2}$$

и для числа оборотовъ въ функціи отъ  $t_0$  уравненіе эллипсиса:

$$u = \frac{u}{t_m} \sqrt{t_m^2 - t^2}$$

предложенное Sasse и Exsner'омъ, которое можно разсматривать, какъ частный случай формулы, предложенной Baumgarten'омъ.

При подсчетѣ коэффициентовъ  $\beta$  для практическихъ цѣлей можетъ быть введено нѣкоторое упрощеніе.

Напримѣръ, если коэффициентъ  $\beta$  заключается между 0,5 и 1, можно уже по кривой зависимости числа оборотовъ отъ  $t$  заключить: къ эллипсису или къ пара-

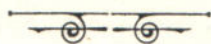
\*) M. Baumgarten. Sur le moulinet de Woltmann. An. d. pon. et. chanss. t. XIV 1847.

болѣ болѣе подходитъ эта кривая, а соотвѣтственно этому, принять для  $\beta$  значеніе, равное 0,5 или 1,00. Ошибка, получаемая при этомъ, весьма не велика и какъ указывается у проф. Тяпкина \*) равна приблизительно  $1^{1/4}\%$ , т. е. заключается въ предѣлахъ точности измѣреній.

Коэффициентъ  $\beta$  вычисляется въ большинствѣ случаевъ только тогда, когда кривая зависимости  $u$  отъ  $t$  получается съ весьма незначительнымъ изгибомъ, но и при этомъ безъ особеннаго ущерба для точности коэффициентъ  $\beta$  можетъ быть принятъ равнымъ нулю, т. к. численное значеніе его заключается между 0 и 0,1.

Для подсчета средней ошибки для формулы II примѣняется нижеслѣдующая формула, выведенная на основаніи теоріи вѣроятностей:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum (\delta^2)}{m-3}}$$



---

\*) Проф. Тяпки н ѣ. Приборы для опредѣленія скоростей и расходовъ воды въ открытыхъ руслахъ.



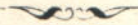


М. П. С.

Казанскій Округъ

ОТДѢЛЕНІЕ

Гидротехническихъ изслѣдованій.



# ТАРИРОВОЧНАЯ СТАНЦІЯ

*въ гор. Тетюшахъ*

**1914 г.**



Вертушка № 1606 системы Отт'а

Лопастъ — шага № 2-я

Тарированіе производилось 4 мая мѣсяца на троссѣ.



# Графикъ оборотовъ и скоростей

Вертушка № 1606 система Ott'a  
Лопастъ 2.

Тарировалась на троссъ

4,4 v

формулы

По даннымъ тарировочной станции  
Отдѣленія Гидротехническихъ изслѣдованій

1914 г. 4 мая

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.06 \\ n < 0.265 \end{array} \right\} v = 0.0146 + 0.4286 n$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.265 \\ n < 2.149 \end{array} \right\} v = -0.0002 + 0.4844 n$$

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

1,0

1,1

1,2

1,3

1,4

1,5

1,6

1,7

1,8

1,9

2,0

2,1

2,2

n

Обозначенія:

○ Простая точка.

⊙ Центральная точка.

○ Переломъ лини.

Масштабы:

горизонтальный для оборотовъ: 0.05 с. за 1 об.

вертикальный " скорости: 0.05 с. за 1 см.







М. П. С.

Казанскій Округъ

ОТДѢЛЕНІЕ

Гидротехническихъ изслѣдованій.



# ТАРИРОВОЧНАЯ СТАНЦІЯ

въ гор. Тетюшахъ

1914 г.



Вертушка № 1606 системы Отга

Лопастъ — шага № 2-я

Тарированіе производилось 4 дня мая мѣсяца на  
гроссъ.

## Полученныя уравненія:

$$\text{Для } n \begin{cases} > 0,061 \\ < 0,265 \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} > 0,061 \\ < 0,265 \end{matrix}} \right\} v = 0,0146 + 0,04286 n. \quad \begin{matrix} \text{саж.} \\ \text{сек.} \end{matrix}$$

$$\begin{cases} > 0,265 \\ < 2.149 \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} > 0,265 \\ < 2.149 \end{matrix}} \right\} v = -0,0002 + 0,4844 n. \quad \begin{matrix} \text{саж.} \\ \text{сек.} \end{matrix}$$



ВЕРТУШКА ОТТ'А № 1606-й

№№ заѣздовъ	Обороты колеса тележки	Путь	Время	Общее число оборот.	Скорость въ 1 сек.	Число оборот. въ 1 сек.	Примѣчанія	
		въ саж. s	въ сек t	N	$v=s/t$	$n=N/t$		
1	2	1.346	30.5	1.85	0.044	0.061	Цеп. точ. съ 1-8	
2	2	1.346	31.6	2.43	0.042	0.077		$v=0.057$
3	2	1.346	26.2	2.16	0.051	0.082		$n=0.099$
4	2	1.346	22.8	2.14	0.059	0.094		
5	2	1.346	23	2.50	0.059	0.109		
6	2	1.346	20.8	2.42	0.065	0.116		
7	2	1.346	20.5	2.5	0.066	0.122		
8	2	1.346	20.1	2.67	0.067	0.133		съ 9—13
9	3	2.019	2.69	3.86	0.075	0.143	$v=0.099$	
10	2	1.346	17.1	2.54	0.079	0.149	$n=0.197$	
11	2	1.346	14.2	2.72	0.095	0.192		
12	2	1.346	14	2.72	0.096	0.194		
13	2	1.346	9	2.78	0.150	0.309		
14	2	1.346	7.5	2.71	0.179	0.362	съ 14—21	
15	3	2.019	11.3	4.17	0.179	0.369	$v=0.304$	
16	6	4.038	16.1	8.35	0.251	0.519	$n=0.628$	
17	4	2.692	9.3	5.6	0.289	0.602		
18	7	4.766	15.2	9.75	0.310	0.641		
19	8	5.384	15.7	11.14	0.342	0.710		
20	4	2.692	6.5	5.59	0.414	0.860		
21	7	4.711	10.1	9.7	0.466	0.960		

№№ забздовъ	Обороты колеса тележки	Путь	Время	Общее	Скорость	Число	Примѣчанія
		въ саж.	въ сек.	число оборот.	въ 1 сек.	оборот. въ 1 сек.	
		s	t	N	$v=s/t$	$n=t$	
22	17	11.441	21.1	23.75	0.542	1.126	съ 22—31
23	7	4.711	8.3	9.75	0.568	1.175	$v=0.722$
24	13	8.749	15.3	18.15	0.572	1.186	$n=1.491$
25	12	8.076	13.1	16.67	0.616	1.273	
26	7	4.711	7.4	9.73	0.637	1.315	
27	15	10.095	13.5	20.72	0.748	1.535	
28	9	6.057	7.7	12.60	0.787	1.636	
29	18	12.114	14.7	25	0.824	1.701	
30	15	10.95	71.5	20.81	0.878	1.810	
31	7	4.711	4.5	9.67	1.147	2.149	

### Вычисленіе тарифовочныхъ коэффиціентовъ

по способу центральныхъ точекъ

$$v_1=0.057 \quad n_1=0.099 \quad v_0=0.0146 ; k=0.4286$$

$$v_2=0.099 \quad n_2=0.197 \quad v=0.0146 + 0.4286 n.$$

$$M = \mp 0.0032 \text{ саж.}$$

$$v_1=0.304 \quad n. 0.628 \quad v_0=-0.0002 \quad k=0.4844$$

$$v_2=0.722 \quad n_2=1.491 \quad v=-0.0002 + 0.4844 n$$

$$M = \mp 0.0027 \text{ саж.}$$

Координаты точки слома:

$$v=0.128 \quad n=0.265$$

Вычисленія { производиль:  
провърять:

Завѣдующій станціей инж.

## Прозкъ инструкторіи для тарировочной станціи.

§ 1. Тарировочная станція въ своей дѣятельности руководствуется общими законоположеніями, настоящей временной инструкціей, распоряженіями Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Ш. Д., Правленія Округа и инженера, завѣдующаго изысканіями, гидрометрическими станціями и водомѣрными постами и подчинена послѣднему, какъ и гидрометрическія станціи.

§ 2. Завѣдываніе тарировочной станціей поручается инженеру или технику отвѣтственному за всѣ работы, производящіяся на станціи.

§ 3. Во всѣхъ случаяхъ, не предусмотрѣнныхъ временной инструкціей, Упр. Вн. Вод. П. и Ш. Д. и Правленіемъ Округа, Завѣдующій тарировочной станціей дѣйствуетъ на основаніи указаній инженера, завѣдующаго изысканіями, гидрометрическими станціями и водомѣрными постами.

§ 4. Въ составъ работъ тарировочной станціи входитъ: 1) тарированіе гидрометрическихъ приборовъ, 2) повѣрка приборовъ, находящихся въ вѣденіи гидрометрическаго района (анемометровъ, термометровъ и пр.) и ремонтъ приборовъ, 3) общій надзоръ за состояніемъ всѣхъ приборовъ Волжско - Камскаго гидрометрическаго района, 4) выписка и приобрѣтеніе новыхъ приборовъ и запасныхъ частей къ нимъ, 5) проектированіе различныхъ приспособленій для гидрометрическихъ работъ, какъ то: помостовъ, лебедокъ и пр., 6) опыты и наблюденія надъ приборами.

§ 5. Въ задачу тарировочной станціи входятъ также объединеніе, систематизація опытовъ и наблюденій надъ гидрометрическими приборами и приспособленіями,

производимыми не только самой тарировочной станціей, но также и отдѣльными производителями гидрометрическихъ работъ.

§ 6. На тарировочной станціи должна вестись регистрація всѣхъ поступающихъ и отправляемыхъ приборовъ.

§ 7. Всякій поступившій на станцію приборъ сейчасъ-же долженъ быть детально разобранъ и осмотрѣнъ завѣдующимъ станціей или его помощникомъ и результаты осмотра должны быть записаны въ журналъ приборовъ.

При осмотрѣ вертушекъ детально изслѣдуются:

- 1) Лопастаи,
- 2) ось съ подшипниками,
- 3) контактная часть вертушки,
- 4) подвѣсная втулка,
- 5) хвостъ,
- 6) остовъ и самое тѣло вертушки.

Въ большинствѣ случаевъ поврежденія перечисленныхъ отдѣльныхъ частей замѣчаются въ слѣдующемъ.

1) Лопастаи.

а) Возможны очевидныя погнутія лопасти, выбоины;  
б) поврежденіе винтовой поверхности крыла вследствие изгиба оконечностей, или выпрямленіе всего изгиба крыла;

в) отрываніе лопасти отъ оси, къ которой она прикреплена;

г) поврежденіе никкелировки.

2) Ось и подшипники.

а) Въ простыхъ подшипникахъ встрѣчается стачиваніе пяты и подпятниковъ;

б) въ шариковыхъ подшипникахъ—замѣтное стачиваніе конуса и конусовой чапки, а такъ же стачиваніе и окисленіе шариковъ.

в) При осмотрѣ шариковыхъ подшипниковъ слѣдуетъ обратить вниманіе и на число шариковъ.

Количество ихъ должно быть таково, чтобы уложить ихъ вокругъ конуса, можно было чувствовать ихъ „игру“, т. е. между каждымъ шарикомъ должно быть

нѣкоторое разстояніе, а все свободное пространство должно быть равнымъ величинѣ діаметра одного шарика.

3) Контактныя части вертушки.

а) Большею частью поврежденіе контактныхъ частей бываетъ вслѣдствіе порчи изоляціи.

Другія встрѣчающіяся поврежденія весьма разнообразны и зависятъ отъ устройства контакта.

Въ открытыхъ контактахъ, напримѣръ, вертушекъ системы Naugos'a большею частью встрѣчается поломка контактныхъ языковъ или ослабленіе прижимающей пружинки.

б) Въ закрытыхъ, контактахъ, напримѣръ у вертушекъ системы Ott'a встрѣчается ослабленіе дѣйствія магнита. Контактный механизмъ перестаетъ правильно работать и въ томъ случаѣ, если въ закрытую камеру проникають капли воды.

4) Подвѣсная втулка.

Если подвѣсная втулка шариковая, то слѣдуетъ обратить вниманіе, на стачиваніе конуса, конусовой чашки, число шариковъ и натяженіе конуса.

5) Хвостъ вертушки.

а) Встрѣчаются искривленія горизонтальной и вертикальной плоскостей хвоста.

б) Стачиваніе закрѣпляющаго хвостъ винта.

При осмотрѣ вновь слѣланнаго или отремонтированнаго хвоста слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы вертушка въ спокойной водѣ была строго уравновѣшена. Эту провѣрку удобнѣе дѣлать передъ началомъ тарировки.

6) Остовъ вертушки.

Поврежденія остова вертушки встрѣчаются очень рѣдко.

Большею частью происходитъ порча никкелировки.

§ 8. Тарированіе гидрометрическихъ вертушекъ производится: въ началѣ и послѣ каждаго рабочаго періода (весенняго, лѣтняго, зимняго), а также послѣ ремонта, который можетъ повліять на измѣненіе тарировочныхъ коэффиціентовъ и во всѣхъ случаяхъ, когда является на то особая просьба производителя гидрометрическихъ работъ, сомнѣвающагося въ неизмѣнности тарировочныхъ коэффиціентовъ.

§ 9. Тарированію подвергаются всѣ лопасти, имѣющіяся при вертушкѣ, не исключая и тѣхъ, которыя за періодъ отъ одной тарировки до другой, въ работѣ не находились.

§ 10. Всѣ имѣющіеся на тарировочной станціи приборы и приспособленія къ нимъ, употребляемые при тарировкѣ, должны періодически провѣряться, въ зависимости отъ конструкцій—чаще или рѣже, съ занесеніемъ результатовъ повѣрокъ въ рабочій журналъ.

*Примѣчаніе:* Хронографъ долженъ быть повѣренъ на равномерность хода; урверкъ (приборъ для показанія секундъ или полусекундъ) повѣряется при помощи точнаго секундомѣра возможно чаще. Діаметръ колеса телѣжки повѣряется при помощи промѣра пройденнаго пути не менѣе чѣмъ въ 20 оборотовъ, при этомъ рельсовый путь измѣряется при помощи точной рейки и остро оточеннаго карандаша или ножа; горизонтальное положеніе рельсъ повѣряютъ при помощи нивелира

§ 11. Включать провода въ хронографъ рекомендуется по разъ заведенному порядку: провода отъ урверка подводить къ тѣмъ зажимамъ, съ которыми соединяется верхній рейсфедеръ, отъ колеса телѣжки къ среднему и отъ вертушки—къ нижнему. При такомъ расположеніи рейсфедера, отъ быстро работающихъ приборовъ, раздѣлены рейсфедеромъ, медленно отмѣчающимъ обороты телѣжки, что даетъ возможность лучше слѣдить за работой отдѣльныхъ приборовъ. Электрическую батарею рекомендуется соединять послѣдовательно.

§ 12. Передъ опусканіемъ вертушки въ воду слѣдуетъ всякій разъ убѣдиться въ правильности замыканія тока послѣ каждаго оборота вертушки, если включенъ соотвѣтственно однооборотный контактъ и въ правильности записи хронографа

*Примѣчаніе:* Для этой цѣли обычно одинъ изъ рабочихъ вращаетъ лопасть вертушки и вслухъ отсчитываетъ обороты. Общее число оборотовъ должно совпадать съ записаннымъ числомъ оборотовъ на лентѣ.

§ 13. На каждой хронографической лентѣ должна быть указана въ началѣ и въ концѣ: система и номеръ

вертушки, затѣмъ номеръ лопасти, число и мѣсяць, способъ тарировки и фамилія тарирующаго.

§ 14. Глубину погруженія оси вертушки при тарированіи рекомендуется брать одинъ метръ.

§ 15. Для удобства тарированія вертушки рекомендуется начинать или съ самыхъ большихъ, или съ самыхъ малыхъ скоростей такъ, чтобы послѣднія правильно убывали или возрастали.

*Примѣчаніе:* Предѣлы скоростей выбираются въ соотвѣтствіи съ скоростями, при которыхъ вертушка работаетъ въ рѣкѣ.

§ 16. Тарированіе вертушекъ производится въ зависимости отъ конструктивныхъ ихъ особенностей, или на штангѣ, или на троссѣ, или на штангѣ и троссѣ въ соотвѣтствіи съ работой вертушки въ рѣкѣ.

§ 17. Грузъ при тарированіи на троссѣ слѣдуетъ употреблять такой же формы и на такомъ же разстояніи оси вертушки до оси груза, какъ и при работахъ въ рѣкѣ.

§ 18. Движеніе тарируемой вертушки въ бассейнѣ должно быть равномерное, безъ толчковъ.

*Примѣчаніе:* При тарированіи необходимо все время слѣдить за лентой хронографа, такъ какъ всякая неправильность работы вертушки (толчки и пр.) на ней отмѣчаются.

§ 19. При тарированіи каждой лопасти вертушки необходимо получить отъ 35 до 50 различныхъ скоростей.

§ 20. При медленномъ движеніи вертушки рекомендуется получать большее количество скоростей, чѣмъ при быстромъ.

§ 21. При подсчетѣ хронографическихъ лентъ не слѣдуетъ вводить начальные и конечные обороты лопастей въ виду неустановившагося правильнаго ихъ вращенія.



§ 22. Изъ всего заѣзда, отмѣченнаго на хронографической лентѣ, берется только та часть, гдѣ провѣрена правильность работъ всѣхъ приборовъ.

*Примѣчаніе:* Равномѣрность оборотовъ колеса провѣряется при помощи циркуля, причемъ абсолютно точнаго совпаденія оборотовъ между собою не требуется. Равномѣрность вращенія лопастей вертушки провѣряется на глазъ.

§ 23. Выбранный на хронографической лентѣ участокъ очеркивается двумя линіями, перпендикулярными къ записаннымъ строчкамъ и совпадающими съ цѣлыми оборотами колеса телѣжки и затѣмъ подсчитывается соотвѣтственно этому время и число оборотовъ вертушки.

*Примѣчаніе:* При многотактномъ контактѣ, напримѣръ, черезъ 20 или 25 оборотовъ лопастей вертушки, перпендикулярныя линіи, къ записаннымъ на лентѣ строчкамъ, очеркиваются такъ, чтобы они совпадали съ цѣлыми замыканіями контакта вертушки.

§ 24. Точность отсчета времени, а также число оборотовъ лопастей въ выбранномъ участкѣ ленты отсчитываются до одного десятичнаго знака.

§ 25. Соотвѣтствующая числу оборотовъ колеса телѣжки длина пути находится по особой, заранее-составленной, таблицѣ—съ точностью до второго десятичнаго знака.

§ 26. Въ концѣ каждаго обработаннаго участка на лентѣ дѣлаются соотвѣтствующія записи числа секундъ, оборотовъ телѣжки и вертушки.

§ 27. Чтобы тарировочныя данныя получились, приблизительно, одинаковой продолжительности времени наблюденія, необходимо брать для малыхъ скоростей длину пути 4—5 сажень, а для большихъ скоростей до 15—20 саж.

§ 28. По даннымъ, полученнымъ изъ подсчета хронографической ленты, вычисляются при помощи уравненія:

$$n = \frac{u}{t} \quad \text{и} \quad v = \frac{s}{t}$$

гдѣ:

$n$  = обозначаетъ общее количество оборотовъ въ промежутокъ времени  $t$ .

$v$  = скорость передвиженія вертушки, (сажени въ секунду).

$n$  = число оборотовъ вертушки соотвѣтствующее скорости  $v$  (въ одну секунду).

$s$  = длина пути въ саженьяхъ.

$t$  = продолжительность наблюденія въ секундахъ.

Всѣ полученныя тарифовочныя данныя заносятся въ вѣдомость (см. приложенія).

§ 29. Послѣ того, какъ графически изображена зависимость между скоростями вертушки и ея оборотами, приступаютъ къ отысканію уравненія этой линіи.

§ 30. Если зависимость между скоростями и оборотами вертушки выражается одной или нѣсколькими отрѣзками прямой, то примѣняется уравненіе слѣдующаго вида:

$$v = v_0 + kn \dots \dots \dots I$$

Для отысканія коэффиціентовъ  $v_0$  и  $k$  примѣняется или способъ центральныхъ точекъ, или способъ наименьшихъ квадратовъ (см. тарифовочныя формулы).

§ 31. Пересѣченіе отрѣзковъ прямой отыскивается послѣ окончательнаго нанесенія ихъ на графикъ при помощи лупы.

§ 32. Если зависимость между скоростями и оборотами получается въ видѣ кривой, то примѣняется уравненіе слѣдующаго вида (см. тарифовочныя формулы):

$$v = k(1 - \beta)n + \sqrt{(kn\beta)^2 + v_0^2} \dots \dots \dots II$$

§ 33. Всѣ математическія дѣйствія, которыя производятся для полученія подсчета тарифовочныхъ коэффиціентовъ, должны быть провѣрены вторымъ лицомъ.

*Примѣчаніе:* Какъ дополнительный контроль линію, изображающую зависимость  $v$  отъ  $n$ , наносятъ на графикъ („Альбомъ тарифовочныхъ графиковъ“) для сравненія съ другими такими же линіями предыдущихъ тарифовъ.

# График оборотов и скоростей.

Вертушка № 1689 системы Ой'а Лопасть № 2  
Тарировалась на трассе.

## Формулы

по данным тарировочной станции  
отдела Гидротех. изслѣдованій

1911 г.  $\frac{m}{sk}$

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.019 \\ < 0.637 \end{array} \right\} V = 0.0422 + 0.4655 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.637 \\ < 1.455 \end{array} \right\} V = 0.0123 + 0.5125 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.078 \\ < 0.525 \end{array} \right\} V = 0.0884 + 0.3669 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.525 \\ < 1.455 \end{array} \right\} V = 0.0095 + 0.5172 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 1.455 \\ < 2.483 \end{array} \right\} V = 0.0076 + 0.5185 \frac{n}{sk}$$

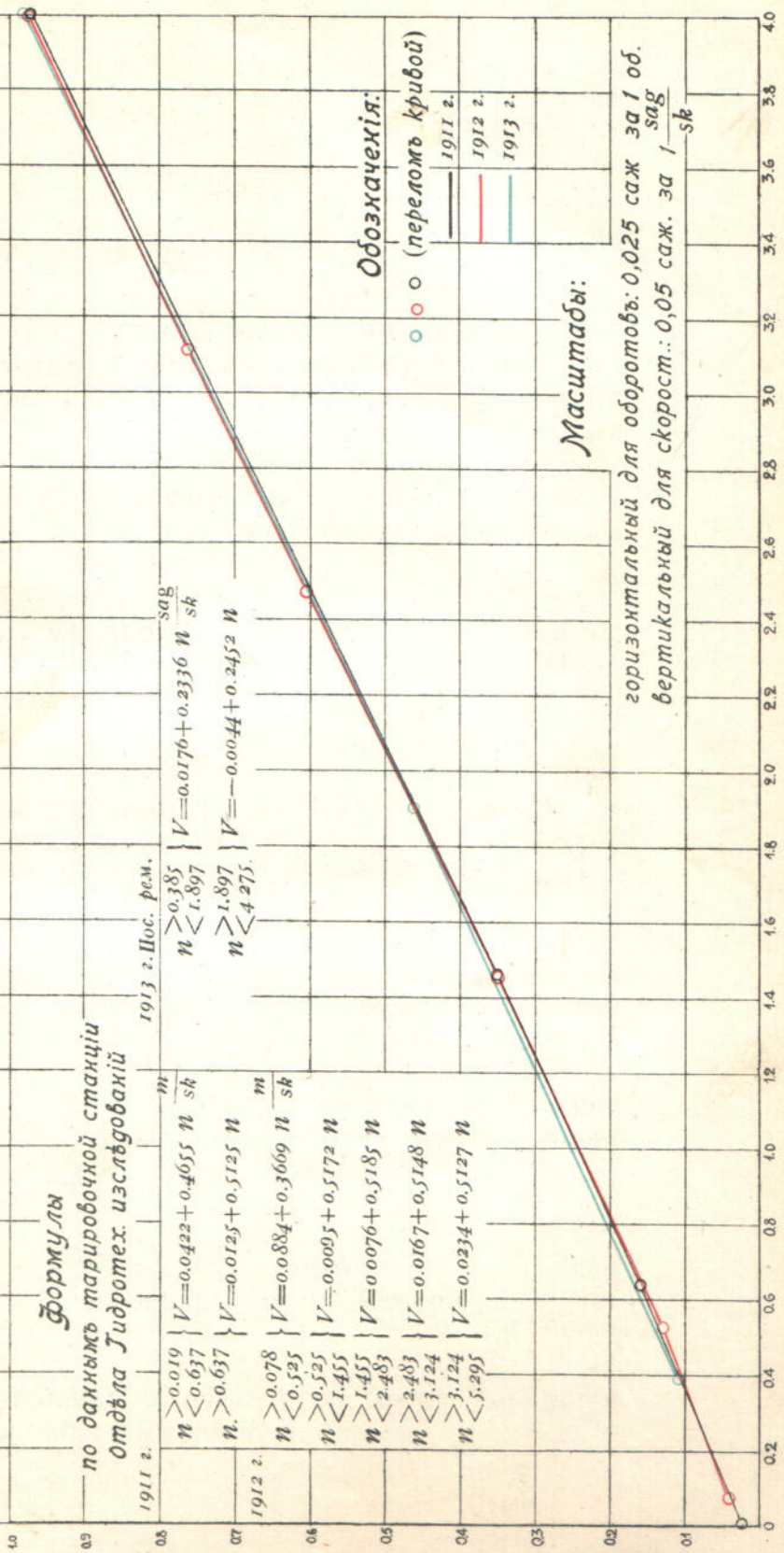
$$\left. \begin{array}{l} n > 2.483 \\ < 3.124 \end{array} \right\} V = 0.0167 + 0.5148 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 3.124 \\ < 5.295 \end{array} \right\} V = 0.0234 + 0.5127 \frac{n}{sk}$$

1913 г. Пос. р.ем.

$$\left. \begin{array}{l} n > 0.385 \\ < 1.897 \end{array} \right\} V = 0.0176 + 0.2336 \frac{n}{sk}$$

$$\left. \begin{array}{l} n > 1.897 \\ < 4.275 \end{array} \right\} V = -0.0044 + 0.2452 \frac{n}{sk}$$



Обозначения:

- ○ (переломъ кривой)
- 1911 г.
- 1912 г.
- 1913 г.

Масштабы:

горизонтальный для оборотов: 0,025 саж за 1 об.  
вертикальный для скорост.: 0,05 саж. за 1  $\frac{саж}{ск}$



§ 34. На графикахъ выписываются съ особой тщательностью и четко найденные тарировочные коэффициенты, а также начальныя и конечныя значенія для каждаго отрѣзка прямой или кривой.

§ 35. На каждомъ графикѣ должны быть сдѣланы слѣдующія надписи: 1) названіе, № вертушки и № лопасти, 2) способъ тарирования, 3) масштабъ для скоростей и оборотовъ, 4) время тарирования, 5) полученные коэффициенты, 6) подписи тарировавшаго и завѣдующаго станціей (см. приложение къ инструкціи, графикъ).

§ 36. Вновь найденные тарировочные коэффициенты рекомендуется сравнивать съ полученными ранѣе коэффициентами.

§ 37. Послѣ того, какъ произведенъ окончательный подсчетъ тарировочныхъ коэффициентовъ, вертушка должна быть сейчасъ же отправлена или въ ремонтъ, или для дальнѣйшей работы.

§ 38. Если вертушка требуетъ ремонта, то при отсылкѣ въ мастерскую, къ ней прилагается выписка изъ журнала вертушекъ съ подробнымъ указаніемъ, какой именно ремонтъ долженъ быть произведенъ.

§ 39. Тарировочная станція при отсылкѣ приборовъ, послѣ повѣрки или тарирования, на гидрометрическія станціи—должна давать всякій разъ о нихъ свой отзывъ.

§ 40. При отправкѣ каждой вертушки, части ея должны быть тщательно осмотрѣны и смазаны вазелиномъ, а также должно быть указано—къмъ производилась упаковка.

§ 41. Въ концѣ каждаго отчетнаго года долженъ представляться техническій отчетъ. Содержаніе отчета слѣдующее:

1) Пояснительная записка: 1) состояніе тарировочной станціи за отчетный годъ;

2) вновь произведенныя улучшения, какъ въ приспособленіи для тарировки, такъ и самой тарировки;

3) опыты и наблюденія надъ вертушками;

4) количество протарированныхъ лопастей;

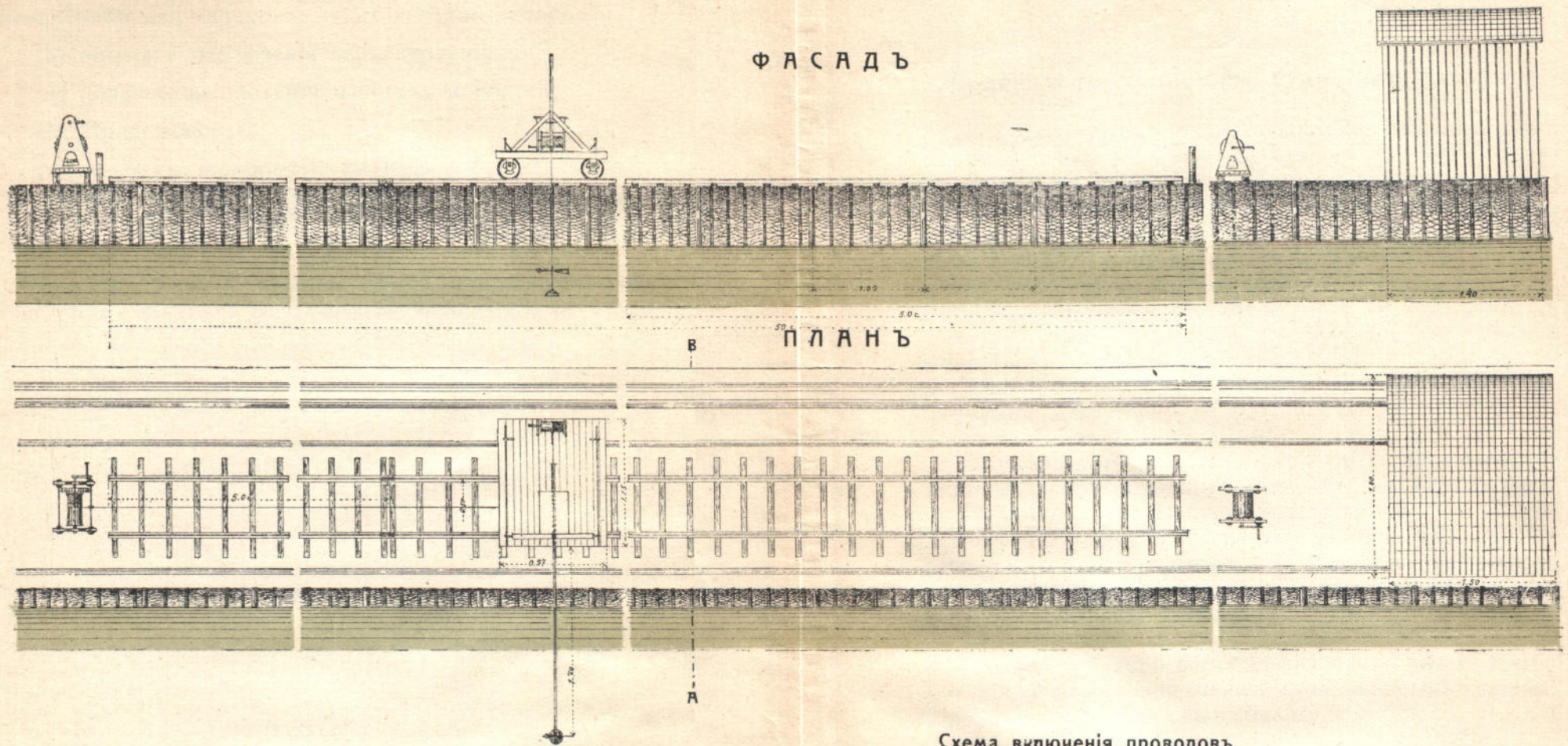
II. Приложенія:

а) Альбомъ тарировочныхъ графиковъ и вѣдомостей.

б) Чертежи вновь поступавшихъ на станцію вертушекъ.

в) Всѣ проекты приспособленій и приборовъ составленныя штатомъ за отчетный годъ.

---



Разрѣзь А В

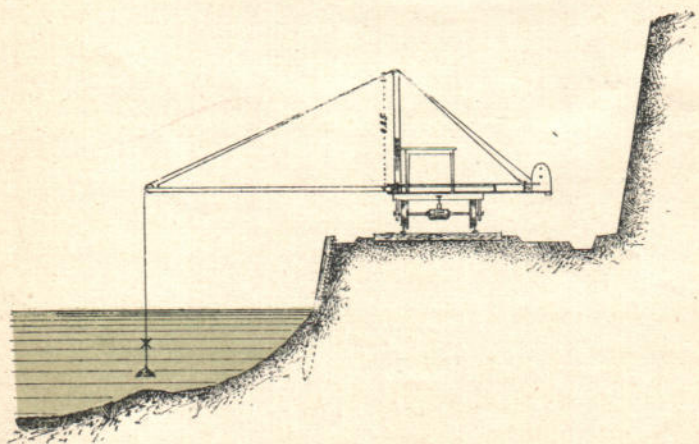
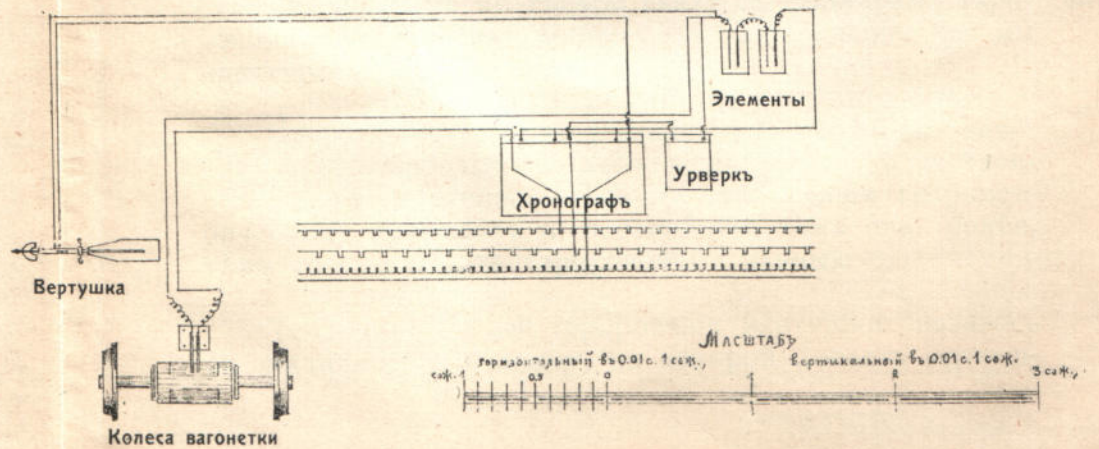


Схема включенія проводовъ



## Проектъ тарировочной станціи въ Казани.

Въ большинствѣ существующихъ тарировочныхъ станціяхъ испытательнымъ бассейномъ служитъ длинный каналъ, на стѣнкахъ котораго укладываются рельсы для передвиженія вагонетки. Правда, у насъ въ Россіи въ Ташкентѣ была выстроена въ 1910 году тарировочная станція съ круглымъ испытательнымъ бассейномъ по примѣру существующей во Франціи, въ Греноблѣ, но такой типъ станціи отличается большими недостатками, какъ-то: быстро создающимся круговымъ теченіемъ въ испытательномъ бассейнѣ отъ движенія въ немъ гидрометрическихъ приборовъ и невозможностью тарирования вертушекъ на троссѣ и много другихъ.

Мы проектируемъ обычный типъ тарировочной станціи съ длиннымъ испытательнымъ каналомъ близкимъ къ квадратному поперечному сѣченію и рельсовымъ путемъ, уложеннымъ по его краямъ. Для передвиженія испытуемыхъ приборовъ съ различными скоростями будетъ служить тарировочная желѣзная вагонетка, снабженная электромоторомъ.

Вагонетка будетъ оборудована различными приборами для механической записи тарировочныхъ данныхъ по образцу лучшихъ Европейскихъ станцій.

Такъ какъ размѣры всѣхъ устройствъ тарировочной станціи находятся въ тѣсной связи съ размѣрами тарировочнаго бассейна, поэтому къ опредѣленію его мы приступаемъ прежде всего.

Длина испытательнаго канала, отъ которой зависитъ продолжительность наблюденія, имѣетъ существенное вліяніе на степень точности тарирования гидрометрическихъ приборовъ и, несомнѣнно, чѣмъ она болѣе, тѣмъ точнѣе будутъ тарировочныя данныя.

Теоритически для тарирования вертушки казалось бы достаточно брать длину, на которой лопасть вертуш-

Длина тарировочнаго бассейна.



ки совершала бы хотя одинъ оборотъ, но такъ какъ при тарированіи входитъ рядъ неизбѣжныхъ погрѣшностей, то и результаты, чтобы они не были случайными, берутся какъ средне-арифметическіе изъ болѣе или менѣе продолжительныхъ наблюденій.

Чтобы выяснитъ вопросъ, какая длина тарировочнаго канала является необходимой и достаточной, рассмотримъ рядъ размѣровъ уже существующихъ тарировочныхъ бассейновъ и длины испытательныхъ участковъ, примѣняемыхъ при тарированіи тѣми или другими авторитетными лицами:

Въ Гоноверѣ \*) длина тарировочнаго канала равна 45 м.  
Профессоръ Harlachер \*\*) при своихъ опытахъ пользовался длиною канала отъ . . . . . 50—100 м.

Профессоръ Wagner \*\*\*) бралъ длину опытоваго участка . . . . . 70 м.

Профессоръ Schmidt \*\*\*\*) при своихъ опытахъ, пользуясь каналомъ Мюнхенской Тарировочной ст. 108 м., бралъ длину канала только въ 70 м.

Испытательный бассейнъ Новаго Адмиралтейства въ Петроградѣ, выстроенный по типу водоемовъ: Fronde'a въ Torgnais, въ Haslar'n, близъ Portsmouth'a, имѣетъ длину канала, приспособленнаго также для тарированія вертушекъ . . . . . 120 м.

Лучшая изъ европейскихъ тарировочныхъ станцій Берлинская \*\*\*\*\*) имѣетъ длину канала . . . . 150 м.

Изъ американскихъ \*\*\*\*\*) испытательныхъ бассейновъ производящихъ тарировку вертушекъ, можно упомянуть

---

\*) Zetschrift des Yer. deutsch. Jug. 1886 XXX 911.

\*\*) Die Messungen in der. Elbe und Donau und die hydrometrischen Apparate und Methoden des Verfassers. Leipzig 1881.

\*\*\*) Vagner. Hydrologische Untersuchungen an der Weser, Elbe dem Rheim und mehreren kleineren Flüssen B.,auschweig 1881.

\*\*\*\*) Die gleichung bes Woltmann'schen Flügels in neuer Form die Ermittlung ihrer Koëffizienten auf graphisch-analytischem Wege (Z. d. ver. d.Jng 1895 XXXIX).

\*\*\*\*\*) Zeitchrift für Bauvesen 1907.

\*\*\*\*\*) Taylor. The new governement testing tankfor ship models at the Washington, Nayv.Jard. (Enginecring News and Amer. Rail. Journ. 1899 Vol XLII.

Вашингтонскій, имѣющей длину канала . . . 153 м.

Въ переименованныхъ тарировочныхъ каналахъ мы видимъ большое разнообразіе размѣровъ испытательныхъ бассейновъ; объясняется это тѣмъ, что помимо тарирования вертушекъ, во многихъ каналахъ производятся и другого рода испытанія, какъ напр., сопротивление воды движенію судовъ и тарированіе является какъ бы побочной работой. Но кромѣ того длина тарировочнаго канала зависитъ и отъ способовъ передвиженія испытываемыхъ приборовъ (ручной или механической).

Помимо этихъ обстоятельствъ даже въ однотипныхъ тарировочныхъ станціяхъ даются все же различныя длины, что указываетъ, что при ихъ постройкѣ необходимая длина пути для цѣлей тарирования—не можетъ считаться вполнѣ установленной и лишь опыты въ существующихъ тарировочныхъ каналахъ намъ могутъ освѣтить этотъ вопросъ.

Богатый матеріалъ въ этомъ отношеніи даютъ намъ опыты Берлинской тарировочной станціи.

Путемъ многолѣтней практики на этой станціи было установлено, что для тарирования вертушекъ является вполнѣ достаточной длина въ 50 м., каковой они въ послѣднее время и пользуются для подсчета тарировочныхъ коэффициентовъ, несмотря на то, что общая длина канала равна 150 м.

Считаясь съ этими данными и примѣрами другихъ существующихъ станцій, мы полагали бы, что уменьшеніе этой рабочей длины для тарирования не является целесообразнымъ.

Съ другой стороны, изъ всѣхъ высылаемыхъ тарировочныхъ документовъ мы видимъ, что длина въ 50 м., а значить и продолжительность наблюденія, вполнѣ достаточна, такъ какъ средняя ошибка тарирования колеблется отъ 0 до 8 м/м. при скоростяхъ отъ 0,1 м. до 4 м. въ сек.

Такъ какъ такая точность наблюденія удовлетворяетъ требованіямъ гидрометрическихъ изслѣдованій, а съ другой стороны увеличеніе этой длины сильно удорожитъ устройство станціи, то мы останавливаемся на длинѣ 50 м. или 23,4 саж.

Затѣмъ прибавляя необходимую длину для разгонки и остановки тарировочной телѣжки 10 м. мы получимъ общую-длину канала и рельсоваго пути . . 60 м. или 28 с.

Поперечные  
размѣры.  
тарировоч-  
наго канала.

Поперечные размѣры тарировочнаго канала имѣютъ значительное вліяніе на вращеніе лопастей вертушки.

Приводимый графикъ намъ наглядно это показыва-етъ. На этомъ графикѣ нанесены двѣ кривыя характе-ризующія вращеніе лопастей вертушки въ двухъ раз-личныхъ тарировочныхъ каналахъ—въ Берлинскомъ, имѣ-ющемъ размѣръ 10,50 метр. шир. и 3,5 метр. глуб., и Бернскомъ—въ 1,20 м. шир. и 1 м. глуб.

Не трудно убѣдиться изъ сравненія кривыхъ, что расходимости въ получаемыхъ скоростяхъ могутъ до-стигать до 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Такимъ образомъ, если бы мы по тарировочнымъ коэффиціентамъ, полученнымъ путемъ тарировки въ каналь меньшихъ размѣровъ, вычислили бы скорость по числу оборотовъ полученныхъ въ извѣстный промежу-токъ времени при наблюденіяхъ въ рѣкѣ, то мы получили бы скорость не соответствующую дѣйствительной.

Чтобы выяснитъ, какіе размѣры мы должны при-дать проектируемому испытательному каналу, обратимся къ разсмотрѣнію размѣровъ уже существующихъ тари-ровочныхъ станцій.

Бернскій тарировочный каналъ  
имѣлъ . . . . . 1,2 шир. 1 м. гл.

Мюнхенскій тарировочный ка-  
наль имѣлъ ширину . . . . . 1,2 м. и 1 м. гл.

Хаслярскій тар. испыт. каналъ шир. 6 м. и 2,8 гл.

Ново-Адмиралтейскій каналъ шир. 6,7 м. и 3,0 гл.

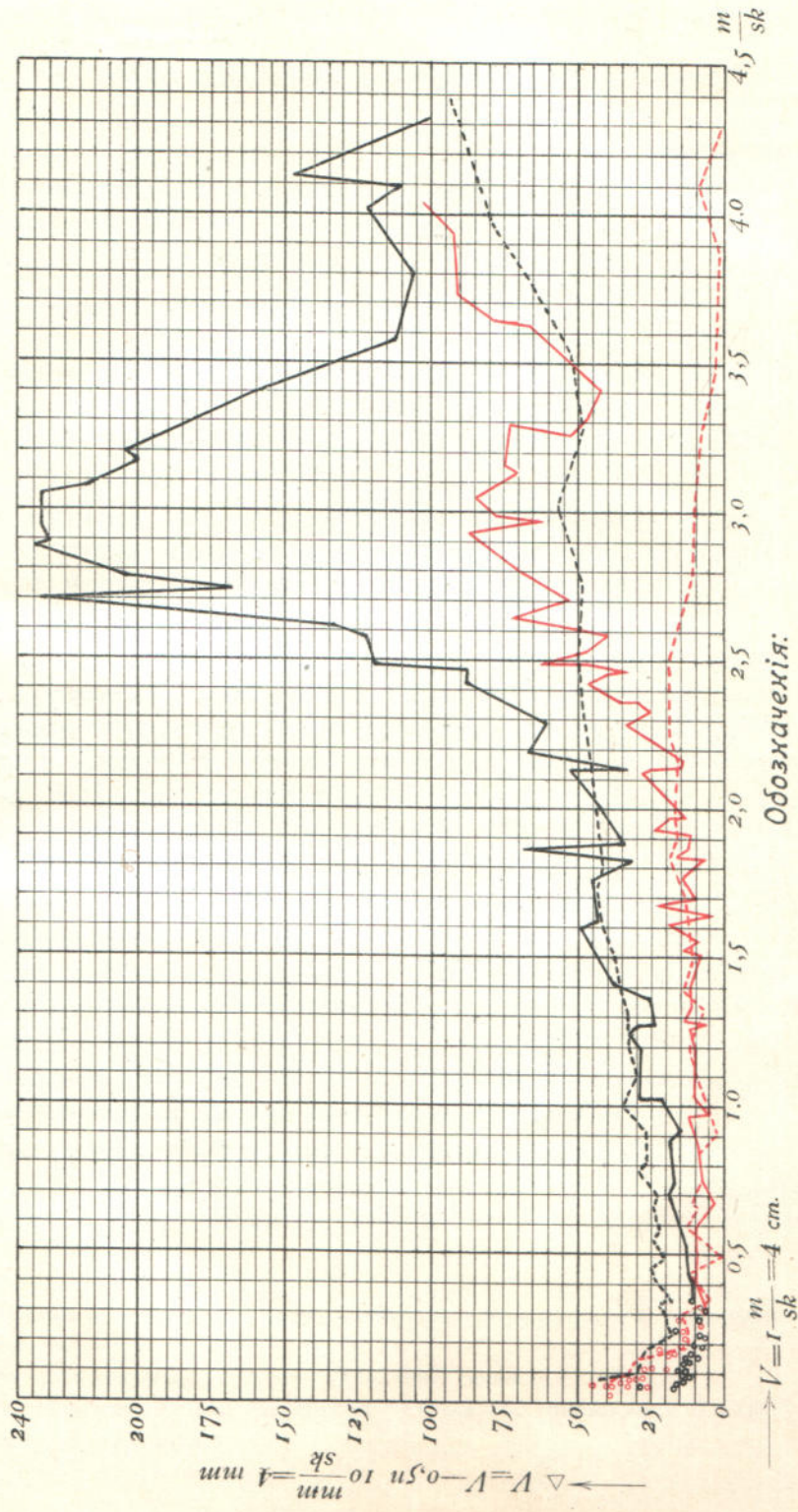
Берлинскій каналъ шир. . . . . 10,50 и 3,5 гл.

Вашингтонскій тар. каналъ 13,1 шир. 4,45 м глуб.

---

\*) Данныя взяты изъ работъ Берлинской тар. станціи, отчетъ кото-рыхъ помѣщенъ въ журн. „Zeitschrift für Banvesen“ 1907. На графикѣ на-несено въ миллиметрахъ  $\Delta v$  отклоненіе наблюдаемой скорости отъ тео-ретической, вычисленной по ходу винтовой поверхности лопасти  $v=k n$ , гдѣ  $k=0,5$ , при двухъ различныхъ тарировкахъ въ Берлинскомъ и Бернскомъ каналахъ.

# Графикъ вращения лопастей при тарированіи въ Берлинскомъ и Беркомъ каналахъ Глубина погруженія вертушки (А. Отта № 385) — 0,40 m.





Какъ въ вопросахъ о длинѣ испытательныхъ каналовъ, такъ и въ данномъ случаѣ, мы встрѣчаемся съ широкимъ разнообразіемъ размѣровъ, которое также указываетъ, что опредѣленныхъ, выработанныхъ размѣровъ не имѣется.

Поэтому намъ пришлось устанавливать размѣры сѣченія канала, какъ изъ собственныхъ опытовъ, такъ и изъ опытовъ другихъ тарировочныхъ станцій.

Такъ какъ въ искусственномъ тарировочномъ каналѣ намъ необходимо создать для работы лопастей условія возможно близкія къ работѣ ихъ въ естественномъ потокѣ, то мы приходимъ къ выводу о необходимости какъ-бы выдѣлить стѣнками изъ потока такіе размѣры канала, которые не оказывали бы вліянія на направленіе струй, отекающихъ лопасти.

Извѣстно, что отъ движенія какого либо тѣла въ стоячей водѣ, спокойствіе ея нарушается, получаютъ вихри и неравномѣрное поступательное движеніе ея частицъ.

Но уже на нѣкоторомъ разстояніи отъ тѣла вліяніе, оказываемое его движеніемъ, становится незамѣтнымъ.

Теоретически въ гидромеханикѣ, гдѣ не учитываютъ вязкость жидкости, упомянутое нарушеніе спокойствія должно было бы затухать на безконечности, но на самомъ же дѣлѣ, какъ это указалъ еще S. Venant \*), при умѣренныхъ скоростяхъ затуханіе происходитъ на разстояніи всего лишь въ нѣсколько разъ превосходящемъ діаметръ движущаго тѣла.

Для выясненія видимаго распространенія создающагося въ жидкости теченія отъ движенія вертушки и для установленія необходимыхъ размѣровъ тарировочнаго канала, лѣтомъ въ 1912 году на Тетюшской \*\*) тарировочной станціи мы произвели рядъ опытовъ.

Заставляя проходить гидрометрическій приборъ частью въ открытомъ бассейнѣ, частью въ каналѣ, отдѣленномъ деревянными стѣнками отъ остального водо-

---

\*) Онъ разсматривалъ равнѣрно движущуюся жидкость и неподвижное тѣло.

Memoirs de l'Academie des Scien XLIV 1887. Seien.

\*\*) Испытательнымъ бассейномъ Тетюшской тарировочной станціи служитъ большой прудъ.

ема и, измѣняя разстояніе между стѣнками, мы пришли къ такому выводу, что стѣнки, поставленныя на разстояніи 1 м. по обѣ стороны движущейся вертушки, не оказываютъ замѣтнаго вліянія на вращеніе лопастей вертушки.

Опыты производились съ вертушкой А. Ott'a № 1804 обыкновеннаго размѣра.

Учитывая возможность тарирования вертушекъ большихъ размѣровъ, мы беремъ для ширины канала по 20 ст. съ каждой стороны запаса и тогда ширина канала опредѣлится въ 2,40 м.

При выборѣ глубины тарировочнаго канала, мы исходимъ изъ того положенія, что частное нарушеніе спокойствія внутри жидкости отъ движенія въ ней какого либо тѣла распространяется по концентрическимъ кругамъ.

Если мы нашли возможнымъ поставить боковыя стѣнки на разстояніи одного метра, то повидимому не явится рациональнымъ увеличить разстояніе донной стѣнки отъ центра вертушки.

Но такъ какъ тарировать приходится и на троссѣ съ грузомъ, то и глубина канала должна быть увеличена.

Обыкновенно разстояніе груза отъ центра вертушки бываетъ приблизительно въ 20 ст.—поэтому нашъ размѣръ увеличится на 20 ст.

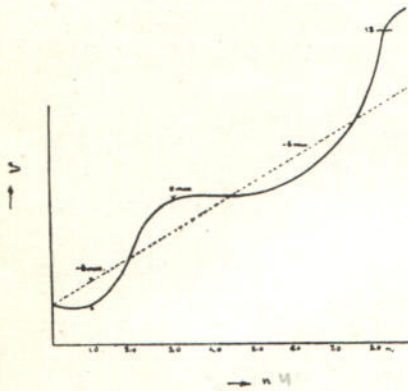
Чтобы установить положеніе центра вертушки отъ поверхности жидкости, намъ необходимо знать наилучшую глубину тарирования прибора.

Для этой цѣли мы воспользовались опытами Берлинской Тарировочной станціи, произведенными въ 1907 году и имѣвшими цѣлью выяснитъ вліяніе глубины погруженія вертушки на вращеніе лопастей, а также и вліянія формы, размѣровъ штанги, различные углы ея наклоненія и проч. на вращеніе лопастей. При опытахъ надъ глубиной тарирования, они наблюдали явленіе, подмѣченное еще профессоромъ Dr. E. Schmidt(омъ \*) и заключающееся въ томъ, что средняя ошибка тарирования распространяется волнообразно.

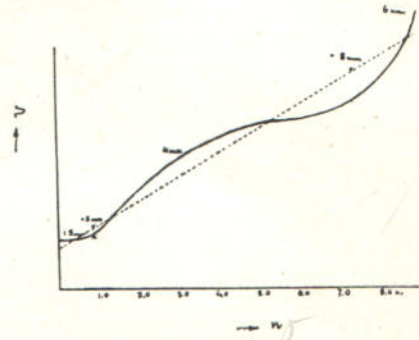
---

\*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1897 und 1888.

Если мы нанесем на графикъ сначала линію вычисленную по способу наименьшихъ квадратовъ (пунктирной линіей) и соответственно числу оборотовъ отложимъ въ м/м. разность,



Для глубины 0.80 м.



Для глубины 100 м.

т. е. разность между наблюдаемой и вычисленной по способу наименьшихъ квадратовъ скоростью, то получается волнообразная кривая.

Производители этихъ опытовъ нашли, что волнообразное колебаніе средней арифметической ошибки съ глубиною затухаетъ, однако наименьшее колебаніе получается на глубинѣ погруженія одного метра \*).

Происходитъ это, повидимому, по той причинѣ, что при дальнѣйшемъ погруженіи вертушки, на точность измѣреній начинаютъ вліять другія неблагоприятныя обстоятельства, какъ то: прогибъ штанги, сотрясеніе и проч. Основываясь на этомъ, въ Берлинѣ принято за нормальную глубину брать 1 метръ.

Такою же глубиною тарирования мы принимаемъ и для своей станціи.

Полагая еще 20 см. на возвышеніе стѣнъ канала надъ уровнемъ воды, получимъ общую глубину нашего испытательнаго бассейна  $1,20 + 1 + 0,20 = 2,40$  м. или 1,12 саж.

При этихъ размѣрахъ водная поверхность испытательнаго бассейна выразится  $2,40$  шир.  $\times$   $60,0$  м.  $= 141,6$  кв. метровъ.

\*) Zeit f. Bauwesen 1907 s. 263.



Объемъ канала для наполненія водою будетъ равенъ  $2,20 \times 2,40 \times 60,0 = 311,5$  куб. метровъ.

Принимая во вниманіе, что наполненіе тарировочнаго канала будетъ совершаться лишь нѣсколько разъ въ году и отсутствіе водопровода на проектируемомъ участкѣ, мы устанавливаемъ для его наполненія ручную помпу.

Размѣры  
зданія.

Размѣры зданія опредѣляются, главнымъ образомъ, размѣрами испытательнаго бассейна, такъ длина зданія взята равной 60 м., т. е. длинѣ тарировочнаго канала.

Въ виду того, что Правленіе Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ указывало на возможность, въ случаѣ надобности, производить тарированіе сразу трехъ вертушекъ, то ширина зданія рассчитана на устройство канала тройныхъ размѣровъ.

Въ настоящее время мы считаемъ цѣлесообразнымъ ограничиться устройствомъ канала и приспособленій для тарирования лишь одной вертушки по слѣдующимъ соображеніямъ.

Производительность тарирования нашей станціи равняется четыремъ лопастямъ въ день или приблизительно 1200 лопастей въ годъ.

Считая, что для каждой станціи придется тарировать по 2 раза въ годъ 4 вертушки (8 лопастей) и каждый разъ дважды (до ремонта и послѣ) получимъ, что для каждой станціи въ годъ нужно 32 тарировки. Такимъ образомъ при непрерывномъ дѣйствіи станціи, она можетъ обслуживать свыше 35 гидрометрическихъ станцій.

Слѣдовательно, она вполне можетъ удовлетворять нужды существующихъ гидрометрическихъ станцій Внут. Водн. Пут. и Шос. Дорогъ даже въ томъ случаѣ, если онѣ будутъ оборудованы большимъ числомъ вертушекъ, чѣмъ теперь (обычно теперь станціи имѣютъ лишь по 2 верт.).

Устройство же канала для одновременнаго тарирования трехъ вертушекъ въ настоящій моментъ не только вызоветъ значительные расходы на ея оборудованіе, но и увеличитъ содержаніе дѣйствія тарировочной станціи.

Имѣя же въ виду дальнѣйшее развитіе станціи въ связи съ увеличеніемъ потребности въ тарированіи гидро-

метрическихъ приборовъ, мы, какъ было упомянуто, оставляемъ мѣсто для устройства второго двойного канала.

Мѣсто, оставленное внутри зданія для будущаго тарифовочнаго канала, путемъ устройства перегородокъ— мы занимаемъ подъ необходимыя помѣщенія при тарифовочной станціи.

Согласно предположенію Отдѣла Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, при тарифовочной станціи должно находиться: контора, кладовая для вертушекъ и небольшая слесарная мастерская.

Отопление и освѣщеніе зданія.

Во избѣжаніи увеличенія размѣровъ зданія при устройствѣ печей и считаясь съ неудобствами эксплуатаціи печного отопления призначительномъ количествѣ печей внутри зданія, мы проектируемъ устройство центрального парового отопления.

Размѣры тарифовочной вагонетки, шириною въ 9,17 ф. и длиною въ 8,5 ф. взяты сообразно мѣсту, необходимому для установки на нее всѣхъ нужныхъ приспособленій и приборовъ и размѣрамъ тарифовочнаго канала.

Тарифовочная вагонетка.

Вагонетка состоитъ изъ рамы изъ швеллерныхъ балокъ № 8, настила изъ желѣза въ  $\frac{1}{8}$  дюйма и ходовыхъ чугунныхъ колесъ въ 700 м/м. въ діаметрѣ.

Для передвиженія тарифовочной вагонетки вдоль испытательнаго канала мы устанавливаемъ на нее 5-ти сильный электромоторъ съ постояннымъ токомъ, съ разными приспособленіями для измѣненія скорости ея хода отъ 0,05 до 3 саж. въ секунду. Къ числу такихъ приспособленій относится система переключающихся шестеренокъ съ отношеніемъ передачъ подобно берлинской вагонетки, шунтовой реостатъ, особый приборъ для регулированія числа оборотовъ. Всѣ эти приспособленія намъ дадутъ возможность получить болѣе 50 различныхъ скоростей движенія вагонетки.

Мощность мотора выбрана въ 5 лош. силъ, сообразно общему вѣсу нашей вагонетки и примѣнительно къ существующей Берлинской установкѣ.

Къ мотору электрическій токъ будетъ подаваться черезъ открытые провода, уложенные вдоль канала при помощи трущихся контактовъ.

Кромѣ мотора и указанныхъ приспособленій, на платформѣ вагонетки будутъ находится лебедки для поднятія вертушки при тарированіи на троссѣ, желѣзный столъ съ лавкой для наблюдателя.



# С М Ъ Т А

къ проєкту тарировочной станціи въ г. Казани.

№№ по порядку	Наименованіе работъ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
<b>I. Земляныя работы.</b>							
1	Планированіе мѣста кв. саж.	700	—	5	35	—	
2	Выемка земли подъ фундаментъ зданія кб. саж. . .	64	2	6	131	84	
Итого . . .		—	—	—	166	84	
<b>II. Зданіе.</b>							
<b>Каменные работы.</b>							
3	Бутовой кладки для фундамента зданія и стѣнъ подвала кб. саж. . . . .	30	111	88	3356	40	
Кирпичи. кладка стѣнъ зданія:							
4	въ 3 кирпич. кв. саж. . . . .	58	33	36	1934	88	
5	въ 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — — — . . . . .	66,5	27	96	1859	34	
Кирпичной кладки для перегородокъ:							
6	въ 2 кирпич. кв. саж. . .	21,5	22	73	488	70	
7	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — — — . . . . .	20	17	59	351	80	
8	Подноска кирпича раствора и подъемъ на лѣса до 2-хъ саж. съ 1000 шт. . . . .	182000	1	45	263	90	
9	Бетонные полы внутри зданія и подвала при растворѣ бетона (1 : 3 : 7) кб. саж. . .	9,4	86	02	808	59	
10	Слой жирнаго бетона для половъ 1 : 2 кв. сж. .	87	3	07	267	09	
11	Бетонная кладка для сводовъ подвала 1 : 2 : 4 кв. сж. .	6,2	165	20	1024	24	
12	Бетонной кладки для половъ подвала 1 : 3 : 7 кб. сж. .	0,7	86	02	60	34	

№№ по по рядку	Наименованіе работъ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
	<b>Штукатурныя работы.</b>						
13	Штукатурка внутреннихъ стѣнъ и перегородокъ цементнымъ растворомъ кв. сж.	84,8	3	07	260	34	
14	Штукатурка потолковъ .	132	2	51	331	32	
15	Смазка черного пола для потолка кв. сж. . . . .	132	5	14	678	48	
16	Штукатурка наружныхъ стѣнъ зданія безъ выступающихъ столбовъ (пилястръ) кв. сж. . . . .	73,6	3	07	225	95	
17	Штукатурка пилястръ кв. сж.	50,09	3	52	179	20	
18	Вытягиваніе карнизовъ пог. саж. . . . .	65,6	2	98	195	49	
	<b>Плотничныя работы.</b>						
19	Стропила шт. . . . .	29	29	21	847	09	
20	Обрѣшетина стропиль пог. саж. . . . .	28,1	5	68	159	61	
21	Настиль потолковъ кв. сж.	132	7	47	986	04	
22	Маурлаты пог. сж. . . . .	56,2	1	38	77	56	
23	Устройство двойныхъ оконъ внутри зданія шт. . . . .	27	104	35	2817	45	
24	Устройство чердачныхъ 4-хъ оконъ, стоимость которыхъ равна, приблизительно, одному окну . . . . .	1	104	35	104	35	
25	Устройство наружныхъ дверей шт. . . . .	3	88	30	264	90	
26	Устройство подвальныхъ двери шт. . . . .	1	56	42	56	42	
27	Устройство внутреннихъ дверей шт. . . . .	5	28	21	141	05	
28	Устройство клозетныхъ дверей шт. . . . .	2	17	29	34	58	

№№ по по рядку	Наименованіе работъ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
	<b>Кровельныя работы.</b>						
29	Покрытіе крышъ желѣзомъ кв. сж. . . . .	365	5	19	1894	35	
30	Карнизы и желоба пог. сж.	28,1	2	28	64	07	
31	Водосточныя трубы шт.	20	3	22	64	40	
	<b>Желѣзныя работы.</b>						
32	Желѣзныхъ балокъ для подтождковъ п. № 26 шт. . . . .	43	61	09	2626	87	
33	Желѣзн. балокъ такихъ-же для подвала шт. . . . .	2	61	09	122	18	
34	Желѣзн. балокъ для оконъ п. № 13 23 внутри 26 нар. шт. . . . .	49	3	70	181	30	
35	Желѣзныхъ рѣшетокъ между столбами (пиластрами) уличнаго фасада . . . . .	14	—	—	420	—	
	<b>Малярныя работы.</b>						
36	Окраска крыши кв. сж.	365	1	29	400	85	
37	Устройство двухъ уборныхъ и выгребной ямы. . . . .	—	—	—	230	—	
	<b>Итого</b>	—	—	—	23779	13	
	<b>II. Освѣщеніе</b>						
38	Стоимость устройства освѣщенія на 40 шт. лампочекъ	—	—	—	391	34	
	<b>III. Отопленіе.</b>						
39	Одинъ котель цилиндрическій, желѣзный, корвалійской системы низкаго давленія, съ одной жаровой трубой на 12 кв. м. поверхн. нагрѣванія, размѣрами 2450x1100 ш. діамет. жаровой трубы 600 снт.; пробованный холоднымъ давленіемъ на 3 атмосферы, съ штуцерами, люкомъ, колѣ-						

№№ по порядку	Наименованіе работъ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
	нами, флянцами, шиберомъ для дымохода, съ блокомъ, цѣнью и контрвѣсомъ, дверками для чистки, монометромъ, водоуказательнымъ краномъ со стекломъ, полнымъ комплектомъ форсунокъ съ принадлежностями и комплектомъ кочегарныхъ инструментовъ, безъ обмуровки. . . . .	—	—	—	910	—	По расцѣнкѣ каталога желѣзн. котловъ кон. „Прогрессъ“ Казань.
40	Одинъ насосъ двойного дѣйствія діам. 1", къ нему: 4 мѣдныхъ крана діам. 1", 1 предохранит. клапанъ съ ящикомъ 1". . . . .	1	—	—	65	—	
41	30 кв. м. нагрѣвательной поверхности ребристыхъ гигиенич. элементовъ съ флянцами, прокладками, болтами съ гайками и кронштейнами, въ собран. видѣ за кв. м. . . . .	130	7	—	910	—	
42	20 шт. мѣдныхъ клапановъ двойной регулировки съ мѣдными дисками, указательными стрѣлками и ручками 1/2" и 3/4" для регулировки температуры въ помѣщеніяхъ . . . . .	20	6	—	120	—	
43	Полный трубопроводъ газовыми трубами, а именно: Газовыхъ трубъ діам. 1/2" п. ф.	285	—	—	—	—	
	„ „ 3/4" „	280	—	—	—	—	
	„ „ 1" „	478	—	—	—	—	
	„ „ 1 1/4" „	192	—	—	—	—	
	„ „ 1 1/2" „	215	—	—	—	—	
	„ „ 2" „	34	—	—	—	—	
	Къ нимъ всѣ фасоновыя швейцарскія соединенія: кресты, тройники, угольники, муфты съ контргайками, переходы, редукціи, укрѣпленія для трубъ.	—	—	—	650	—	



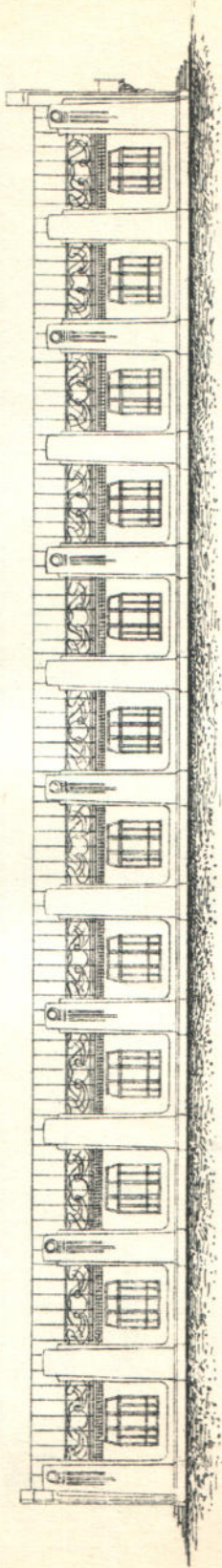
№ по порядку	Наименование работ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
44	Паровыхъ вентилей съ бронзовымъ гарнитуромъ 1 1/2" шт. . . . .	2	—	—	19	—	
45	Конденсаціонныхъ горшковъ (автоматовъ) 1/2, 3/4" шт. . . . .	10	—	—	110	—	
46	Приборовъ съ мѣдными пластинками для устраненія стука и шума въ трубопровод. шт. . . . .	30	3	—	90	—	
47	Одинъ аппаратъ безопасности, автоматически соединяющій паровое пространство котла съ воздухомъ въ собр. видѣ . . . . .	—	—	—	150	—	
48	Полный монтажъ и сборка всѣхъ металлическихъ частей монтерами, технической надзоръ и мелкій монтажный матеріалъ и доставка инструментовъ на мѣсто работы. . . . .	—	—	—	646	—	
Итого . . . . .		—	—	—	3670	—	
<b>IV. Стоимость бетонного тарировочнаго канала.</b>							
49	Земляныя работы для канала по объему кладки и 30% добавочныхъ . . . . .	78	2	06	160	68	
50	Бетонной кладки для стѣнъ тарировочнаго канала при отношеніи раствора 1 : 2 : 4 куб. саж. . . . .	24	165	20	3964	80	
51	Штукатурка бетоннаго канала съ затиркой кв. сж. . . . .	93,88	5	13	481	60	
52	Стоимость рельсъ одиночнаго пути 28 сж. . . . .	—	8	30	232	—	
Итого . . . . .		—	—	—	4839	08	По цѣнѣ покупки прошлаго года на Тетюшскую тарировочную станцію

№. № по порядку	Наименование работ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Р.	К.	Р.	К.	
	<b>V. Стоимость установки центробѣжнаго насоса съ моторомъ и бетоннымъ колодцемъ</b>						
53	Одинъ турбинный насосъ ступенчатый, діам. всасывающей трубы 1 1/2", производительностью до 420 ведеръ въ часъ, соединенный на одной плитѣ съ электромоторомъ постоянного тока при 300 вольтъ; цилиндръ съ пусковымъ реостатомъ, къ насосу: всасывающій клапанъ, воронка съ краномъ, эластичной муфтой, клапаномъ и болтами .	—	—	—	300		
54	Устройство бетоннаго колодца размѣрами: глубиною 3 сажени, діаметромъ 1 1/2 сажени, сверху закрытый, съ выпускной трубой, соединяющей колодецъ съ бассейномъ, включая матеріалъ и работу . . . . .	—	—	—	250	—	
	<b>Итого . . . . .</b>	—	—	—	550	—	
	<b>VI. Стоимость счетныхъ измѣрительныхъ приборовъ.</b>						
55	Хронографы для записи тапировочныхъ данныхъ . . . . .	2	232	50	465	—	Цѣны взяты по каталогу A. Ott Remffen 1912 г. Стоимость 1 м. взята 60 к. считая перевозъ и пошлину (по справкѣ и счетамъ Вязовской гидрометр. станціи).
56	Счетчикъ „Oglio“ . . . . .	2	46	29	82	58	
57	Механизмъ часовой . . . . .	2	46	50	93	—	
58	Батарея электрическая . . . . .	2	1	75	2	50	
	<b>Итого . . . . .</b>	—	—	—	643	08	

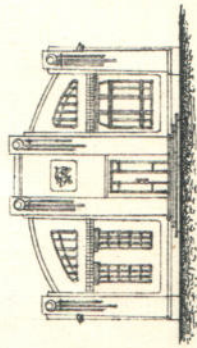
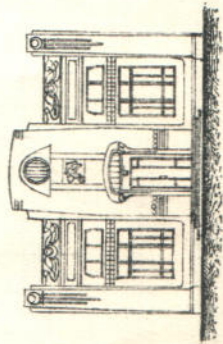
№№ по порядку	Наименование работ	Количество	По цѣнѣ		Сумма		Примѣчаніе
			Руб.	К.	Руб.	К.	
<b>VII. Тарировочная вагонетка.</b>							
59	Электромоторъ постоянного тока, мощностью въ 5 силъ или 300 вольтъ 12 амперъ; конструкція мотора специальная, позволяющая уменьшать количество оборотовъ съ нормальныхъ 850 въ минуту на, около, 100% со всѣми принадлежностями .	1	—	—	415	00	Акціонер. обществ. G. Röge. Chemnitz Tire G. Katalogъ 1912 г.
60	Комплектъ салазокъ съ фундаментами болтами . . . . .	1	—	—	12	00	
61	Регулирующій реостатъ G. Röge . . . . .	1	—	—	50	00	
62	Амперметръ въ чугунномъ корпусѣ . . . . .	1	—	—	25	00	
63	118 метровъ голаго кабеля въ 10 м/м. для движенія платформы, проложеннаго по полузданія на изоляторахъ, включая укрѣпленія съ изоляторами и работой.	1,22	40	—	49	00	
64	Устройство механизмовъ для передвиженія тарировочной платформы, а именно: стальная шестеренка 110 м/м. въ диаметрѣ по 1,2 пуд.	2	40	—	40	—	
65	„ „ 500 м/м.	2	40	—	80	—	Включая изготовленія моделей
66	„ „ 450 м/м	2	40	—	80	—	
67	Полная желѣзная конструкція изъ швеллеровскихъ балокъ № 8, рамы и платформа изъ желѣза въ 5 м/м въ собран. видѣ общій вѣсъ . . . . .	60	5	—	300	—	По расцѣнкѣ завода А. Корре.
68	2 пары колесъ діам. 700 м/м и валъ 100 м/м; разстояніе между колесами 2053 м/м	—	—	—	250	00	
69	4 наружныхъ закрытыхъ подшипника . . . . .	—	—	—	60	00	Тоже.
Итого . . . . .		—	—	—	1361	—	
Общая стоимость всѣхъ устройствъ . . . . .		—	—	—	35233	63	

Проектъ тарировочной станціи.

Фасады съ улицы

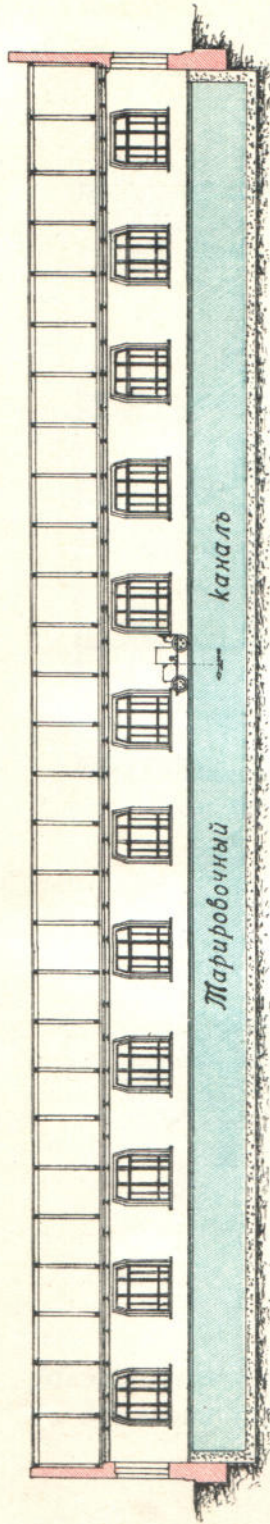


Боковые фасады

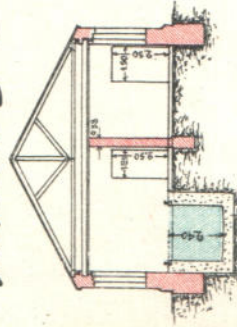




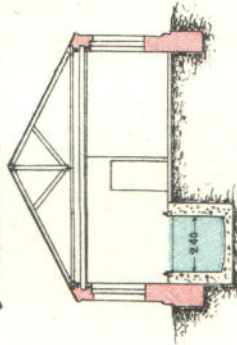
Продольный разрез по каналу



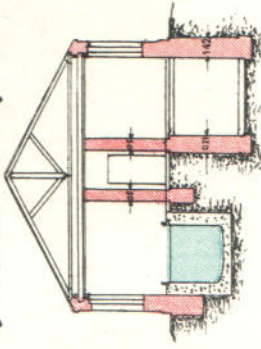
Разрез по В—Г



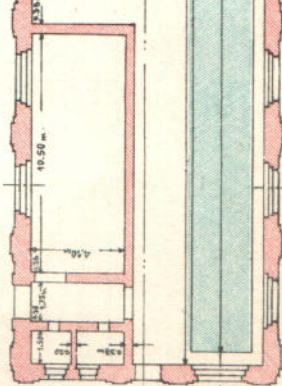
Разрез по Д—Е



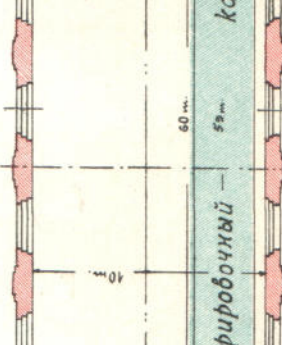
Разрез по Ж—З



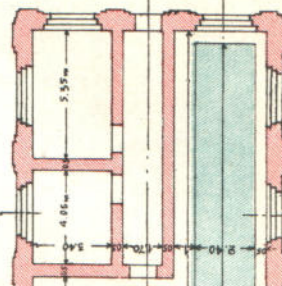
Г



Е



З



В

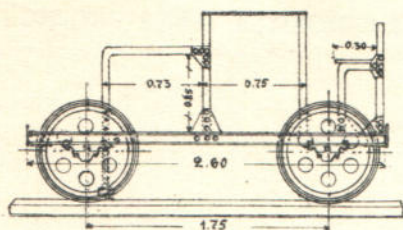
Д

Ж

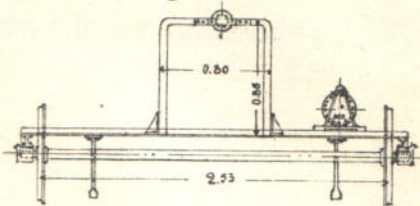


# Къ проекту тарировочной станции.

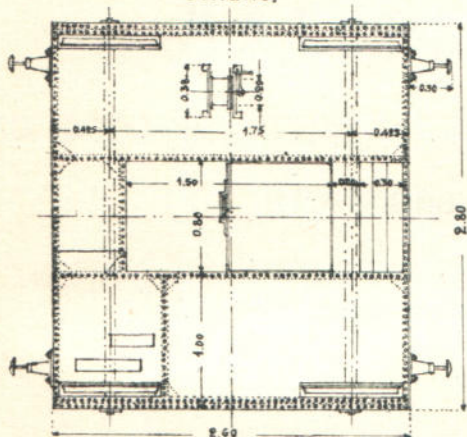
Боковой видъ.



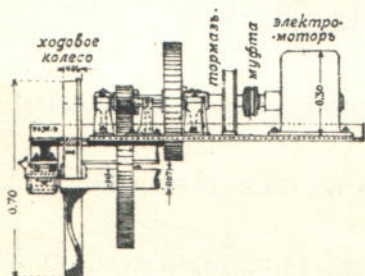
Фасадъ.



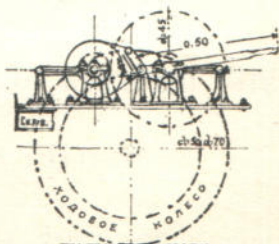
Планъ.



## Тарировочная вагонетка.

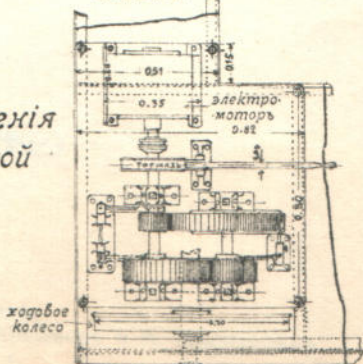


Боковой видъ.



## Механизмы для приведения въ движение тарировочной вагонетки.

Планъ.









2p



