

Издание Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

626
п 55

Инж. В. Г. Глушковъ.

ЗАРОСТАНІЕ РАСТЕНІЯМИ

И

ЗАСОРЕНІЕ НАНОСАМИ

ВОДОХРАНИЛИЩЪ И ОРОСИТЕЛЬНЫХЪ КАНАЛОВЪ

ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

И

МѢРЫ ВОРЬБЫ СЪ ЭТИМИ ЯВЛЕНІЯМИ.



По С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ (влад. А. Э. Коллинь), Мал. Дворянская, 19.

1910.

ddd

1-22

1863

Издание Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

Инж. В. Г. Глушковъ.

У 626
Г-55

ЗАРОСТАНІЕ РАСТЕНІЯМИ

И

ЗАСОРЕНІЕ НАНОСАМИ

ВОДОХРАНИЛИЩЪ И ОРОСИТЕЛЬНЫХЪ КАНАЛОВЪ

ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

И

МѢРЫ БОРЬБЫ СЪ ЭТИМИ ЯВЛЕНІЯМИ.

✓
1863
Гидрометеорологический
Институтъ в Кіевѣ

проверено
1966 г.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эглицъ (влад. А. Э. Колинскъ), Мал. Дворянская, 19.

1910.

Содержаніе:

	СТР.
Часть I. Водохранилища; ихъ типы; характеристика каждого типа; примѣры; законы заиленія; процессъ заиленія и способъ очистки въ зависимости отъ типа водохранилищъ. Заключение: мѣстныя данныя, необходимыя для опредѣленія характера и объема предстоящаго заиленія и для выясненія возможности примѣненія различныхъ способовъ очистки	5
Часть II. Оросительные каналы. Краткія свѣдѣнія объ эксплуатаціи. а) Зависимость заиленія ихъ отъ мутности питающаго источника и отъ свойствъ самихъ каналовъ: ихъ длины, уклоновъ, скоростей воды, плана, искусственной одежды и степени заростаемости. Способы, періоды и стоимость очистки	26
б) Заростаніе ложа каналовъ травю. Причины, содѣйствующія этому явленію. Распредѣленіе растительности по поперечному профилю и видоизмѣненія способовъ борьбы съ нею въ зависимости отъ этого. Періоды и стоимость очистки	34
Заключение. Выборъ элементовъ оросительной сѣти въ зависимости отъ мѣстныхъ данныхъ о качествахъ воды и грунта	37
Приложеніе. Образцы бланковъ, опредѣляющихъ очередь орошенія. Таблица эксплуатационныхъ работъ на каналѣ de Carpentras.	

Лѣтомъ 1907 года я былъ командированъ Совѣтомъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I за границу и по Россіи срокомъ на одинъ годъ для довершенія инженернаго образованія. Своей спеціальностью я избралъ гидротехнику. Первая половина командировки употреблена мной на ознакомленіе путемъ осмотровъ и по литературнымъ и др. источникамъ съ устройствомъ и функціонированіемъ внутреннихъ водныхъ путей. Собранный при этомъ матеріаль, интересный и важный для начинающаго изучать этотъ вопросъ, не является чѣмъ либо новымъ и самостоятельнымъ. Вторая половина командировки пошла на ознакомленіе съ вопросомъ о заплени и заростаніи травой водохранилищъ и оросительныхъ каналовъ.

Такъ какъ эта работа представляетъ болѣе общій интересъ и заключаетъ въ себѣ кое-какія свѣдѣнія, не имѣющіяся въ литературѣ, то мнѣ казалось возможнымъ ограничить пока свой отчетъ нижеизложеннымъ очеркомъ и разборомъ добытыхъ мною матеріаловъ по этому именно вопросу.

При этомъ почтительнѣйше приношу Совѣту Института мою глубочайшую благодарность за заграничную командировку.

Члену Совѣта профессору В. Е. Тимонову я вдвойнѣ обязанъ какъ за просвѣщенное руководство и напутствіе, такъ и за рекомендательное письмо, открывавшее мнѣ повсюду доступъ и чрезвычайно радушный приѣмъ. Профессоръ Б. Н. Кандиба и инженеръ С. П. Максимовъ оказали весьма цѣнное содѣйствіе при выработкѣ программы и маршрута командировки, а С. П. Максимовъ также и матеріальную поддержку.

Позволяю себѣ здѣсь же выразить поименованнымъ лицамъ чувства моей искренней благодарности и признательности.

Ч А С Т Ь I.

Водохранилища.

Всѣ водохранилища, съ которыми мнѣ удалось познакомиться при своихъ личныхъ осмотрахъ и бесѣдахъ или по литературнымъ источникамъ и неизданнымъ документамъ, повидимому, можно раздѣлить на три типа въ зависимости отъ того разстоянія, на которомъ оно находится отъ верховья бассейна, питающаго его своими водами.

Первый типъ—когда разстояніе это невелико, такъ что притекающія по тальвегу бассейна воды имѣютъ безусловно характеръ потоковъ или горныхъ рѣкъ; ко второму типу надо отнести водохранилища, расположенныя въ низовьяхъ крупныхъ бассейновъ, гдѣ теченіе рѣки дѣлается медленнымъ и спокойнымъ; наконецъ, третій типъ представляетъ промежуточный между первыми двумя, т. е. когда имѣютъ дѣло съ рѣкой въ среднемъ ея теченіи. Классификація эта, давая возможность расчленить весь матеріалъ на отдѣльныя группы и ограничиться въ описаніи групповыми характеристиками, соотвѣтствуетъ общепринятому дѣленію теченія рѣки на три части: горное, среднее и равнинное, причемъ, однако, слѣдуетъ имѣть въ виду ту особенность, что для перваго типа опредѣляющимъ элементомъ, кромѣ характера питающей рѣки, является еще разстояніе его отъ верховьевъ бассейна, и тѣ водохранилища, которыя по своему разстоянію не могутъ быть отнесены къ этому типу, относятся уже къ 3-му, хотя бы рѣка и носила еще горный характеръ.

Затѣмъ слѣдуетъ различать водохранилища, питаемыя водами собственнаго бассейна (классъ *a*) отъ тѣхъ, которыя получаютъ воду изъ другихъ бассейновъ помощью спеціальныхъ каналовъ (классъ *b*).

Изъ извѣстныхъ мнѣ водохранилищъ къ 1-му типу надо отнести всѣ горныя водохранилища Пиринеевъ и многочисленныя резервуары въ средней Франціи, служащія для снабженія водой городовъ и для питанія судоходныхъ каналовъ. Что касается до способа питанія, то всѣхъ ихъ приходится отнести къ классу *a*, такъ какъ имѣетъ мѣсто лишь непосредственный стокъ водъ собственнаго бассейна.

Примѣровъ водохранилищъ второго типа въ Западной Европѣ, по-видимому, не имѣется, такъ какъ, напримѣръ, на югѣ Франціи для искусственнаго орошенія пользуются водами непосредственно изъ крупныхъ рѣкъ, не нуждаясь въ устройствѣ запасныхъ резервуаровъ (орошенія въ районѣ Роны, Гаронны, Адура). Когда же приходится имѣть дѣло съ небольшой рѣкой, расходъ воды въ которой бываетъ въ лѣтніе мѣсяцы недостаточнымъ, то ее или снабжаютъ водохранилищами для искусственнаго питанія, располагая ихъ въ самыхъ верховьяхъ (питанье р. Neste изъ горныхъ озеръ-водохранилищъ сѣвернаго склона Пиринеевъ) или, какъ это предполагалось сдѣлать съ р. Durance, устройствомъ резервуаровъ на протяженіи ея теченія перехватываютъ воду паводковъ; но во всякомъ случаѣ ихъ пришлось бы отнести къ 3-му типу, такъ какъ р. Durance до самаго своего впаденія въ Рону сохраняетъ характеръ горной рѣки: кромѣ ила и песку несетъ массу гальки, подвержена быстрымъ паводкамъ, часто и быстро мѣняетъ свое русло и пр. Изъ извѣстныхъ мнѣ водохранилищъ ко второму типу слѣдовало бы отнести Ассуанское въ Африкѣ и Гиндукушское на р. Мургабѣ.

Къ 3-му типу относятся отстойные резервуары на каналѣ de Marseille (югъ Франціи), проводящемъ воды рѣки Durance къ гор. Marseille, а также то водохранилище Serge-Ponçon, проектированное на р. Durance, про предстоящее заиленіе и очистку котораго такъ много думали французскіе инженеры. Затѣмъ сюда же относятся водохранилища Алжира и Испаніи, и нѣмецкіе Thalsperren. Резервуары канала de Marseille питаются, какъ это само собой очевидно, по классу б, причеиъ и воды собственнаго бассейна проходятъ цѣликомъ черезъ нихъ.

Обращаясь къ характеристикѣ каждаго типа, прежде всего слѣдуетъ остановиться вкратцѣ на описаніи общихъ свойствъ водныхъ потоковъ, питающихъ водохранилища.

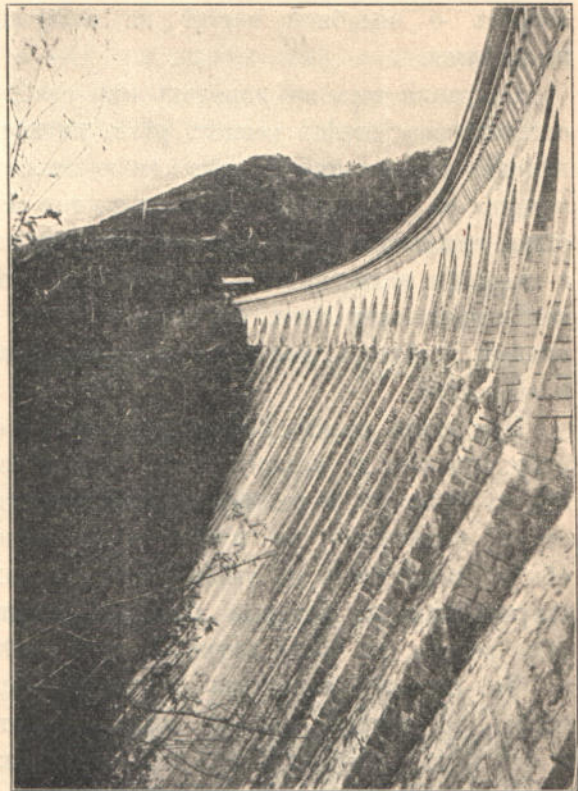
Въ первомъ типѣ, благодаря близости водораздѣла и небольшой площади стока, притокъ водъ происходитъ всегда въ небольшомъ количествѣ. Здѣсь надо отличать, въ зависимости отъ мѣстоположенія, горныя водохранилища отъ равнинныхъ, расположенныхъ въ большинствѣ случаевъ на обширныхъ водораздѣльныхъ плато.

Первыя питаются преимущественно небольшими, но быстрыми ручьями, берущими свое начало изъ ледниковъ или ключей; расходъ этихъ потоковъ подверженъ при паводкахъ рѣзкимъ и значительнымъ колебаніямъ, возрастая въ короткій срокъ до своего maximum'a, превышающаго нормальный расходъ въ десятки разъ. При этомъ воды несутъ съ собой, благодаря значительной скорости, крупную гальку и песокъ, преимущественно же гальку, и, кромѣ того если берега ручья состоятъ изъ земляныхъ породъ, и особенно, если скаты питающаго бассейна не сплошь

покрыты растительностью, вода размывает их и дѣлается чрезвычайно грязной.

При нормальномъ расходѣ ручьи эти отличаются совершенной прозрачностью и чистотой, кромѣ случаевъ внезапнаго засоренія русла ихъ какимъ-либо землянымъ обваломъ и т. под. вмѣстѣ съ тѣмъ энергія ихъ недостаточна для перенесенія крупныхъ наносовъ, а мелкихъ, какъ извѣстно, въ верховьяхъ бассейна еще не образуется, и поэтому можно считать, что въ этомъ состояніи они нисколько не способствуютъ засоренію водохранилищъ. Наносы же паводковъ, благодаря ихъ кратковременности, въ общей массѣ составляютъ такой ничтожный объемъ, что не могутъ внушать какихъ-либо опасеній; при этомъ крупные наносы отлагаются сейчасъ же у устья ручья въ видѣ усѣченного конуса, а муть расходится на широкое пространство и осѣдаетъ тончайшимъ слоемъ на дно резервуара. При открываніи донныхъ водоспусковъ извѣстныхъ мнѣ горныхъ водохранилищъ (въ Пиринеяхъ; у городовъ Roanne и St.-Etienne) вода истекаетъ изъ нихъ совершенно чистая, безъ замѣтной примѣси песка или мути.

Равнинныя водохранилища перваго типа имѣютъ постоянное питаніе ключевыми и наземными водами, которыя притекаютъ къ нимъ въ видѣ спокойныхъ потоковъ или даже небольшихъ рѣчекъ, всегда чистыхъ, благодаря богатой растительности, покрывающей влажную почву такихъ водораздѣловъ. Устраиваются они преимущественно для питанія судоходныхъ каналовъ съ раздѣльной точкой (de Briare, Nivernais, du Centre) или для дополнительнаго водоснабженія рѣкъ, какъ, напримѣръ, наши верхне-волжскія водохранилища.



Фиг. 1. Видъ плотины водохранилища близъ гор. Roanne, департаментъ Loire, Франція.

Такимъ образомъ слѣдуетъ заключить, что для перваго типа водохранилищъ вопроса о занесеніи наносами и о борьбѣ съ ними совершенно не существуетъ. А если бы по истеченіи десятковъ лѣтъ существованія явилась бы необходимость вынуть конусъ, отложившійся въ горномъ водохранилищѣ у устья питающаго ручья, то, безъ сомнѣнія, для этого пришлось бы примѣнить, въ виду исключительной рѣдкости этой операціи, самые простые приемы работъ, не предусматривая для этого заранѣе какого-либо механическаго оборудованія. Числовыхъ данныхъ, оправдывающихъ такое заключеніе, мною при поѣздкѣ не получено, такъ какъ нигдѣ еще вопросъ о подобной чисткѣ не возбуждался и обмѣровъ никакихъ не имѣется.

Сохраняя тотъ же порядокъ при разборѣ втораго типа, прежде всего слѣдуетъ разсмотрѣть режимъ рѣки, питающей своими водами водохранилище. По основному опредѣленію типовъ, въ этомъ случаѣ рѣка находится въ области своего нижняго теченія. Какъ извѣстно, характеристика нижняго теченія рѣкъ сводится къ слѣдующимъ пунктамъ: уклоны и скорости малы, паводки наступаютъ постепенно, бываютъ болѣе или менѣе продолжительны, при чемъ рѣка въ общемъ сохраняетъ свой равнинный характеръ, несмотря на иногда значительное увеличеніе расхода и скоростей.

При всѣхъ своихъ состояніяхъ она несетъ съ собой только мелкіе наносы, отъ ила до мелкаго песка включительно, причемъ разница состава ихъ въ паводокъ и въ межень зависитъ отъ строенія русла рѣки и бассейна, количество же взвѣшенныхъ наносовъ на 1-цу объема воды обычно возрастаетъ съ увеличеніемъ расхода рѣки. Кромѣ этого, существуютъ наносы, которые движутся почти не подымаясь отъ дна; это тоже песокъ, но болѣе крупный, чѣмъ взвѣшенный въ водѣ.

Что касается характера отложений, образуемыхъ этими сортами наносовъ, то донные наносы останавливаются тамъ, гдѣ скорость перестаетъ быть достаточной для ихъ передвиженія, и снова пускаются въ путь, когда скорость почему-либо возрастаетъ до необходимаго предѣла, который, повидимому, для песка средней крупности имѣетъ величину 0,30 метр. въ секунду. Затѣмъ, осѣданіе песка, находящагося во взвѣшенномъ состояніи, зависитъ отъ скорости теченія и отъ крупности и удѣльнаго вѣса отдѣльныхъ песчинокъ. Для равномернаго по составу песка и въ стоячей водѣ законъ осѣданія долженъ выразиться прямой линіей, наклонъ которой зависитъ отъ вѣса и размѣра зеренъ и количества наносовъ на 1-цу объема воды. Для мѣшанаго песка графикъ осѣданія выразится кривой линіей, видъ и элементы которой должны зависѣть отъ состава смѣси и отъ элементовъ графиковъ, подобныхъ предыдущему, свойственныхъ каждому входящему въ составъ смѣси сорту

песка. Ни вида кривой, ни сказанной зависимости пока не изучено *). Когда осаждение должно происходить изъ воды, движущейся съ нѣкоторой скоростью v , то для сортированныхъ наносовъ, содержащихся въ водѣ въ объемномъ отношеніи α , при глубинѣ потока h , должна получиться слѣдующая зависимость, по которой можно вычислять количество возможныхъ осадковъ, зная элементы потока и коэффиціенты предлагаемой формулы.

При выдѣленіи изъ живого сѣченія узкой полоски шириной Δb на всю высоту h , получается, что черезъ эту полоску за время t пройдетъ объемъ воды $\Delta b \cdot h \cdot v \cdot t$; объемъ прошедшихъ наносовъ выразится формулой $\alpha \Delta b \cdot h \cdot v \cdot t$.

На очень близкомъ разстояніи Δl отъ перваго живого сѣченія беремъ второе, внизъ по теченію, у котораго противъ упомянутой полоски выдѣляемъ аналогичную полоску. Считая на весьма маломъ разстояніи Δl русло рѣки призматическимъ, получимъ, что расходъ воды черезъ вторую полоску $= \Delta b \cdot h \cdot v \cdot t$, а наносовъ $= (\alpha - \Delta \alpha) \Delta b \cdot h \cdot v \cdot t$, гдѣ $\Delta \alpha$ есть та доля наносовъ, которая выдѣлилась изъ воды на этомъ протяженіи Δl за время t и осѣла на дно слоемъ толщиной μ . Объемъ осадка на днѣ $= \mu \cdot \Delta b \cdot \Delta l$, а объемъ выдѣлившихся изъ воды наносовъ $= - \Delta \alpha \cdot \Delta b \cdot h \cdot v \cdot t$; но, очевидно, объемы эти равны:

$$\mu \cdot \Delta b \cdot \Delta l = - \Delta \alpha \cdot \Delta b \cdot h \cdot v \cdot t, \text{ т. е.}$$

$$\frac{\Delta \alpha}{\Delta l} = - \frac{\mu}{h \cdot v \cdot t}; \text{ но } \Delta l = v \cdot \Delta t;$$

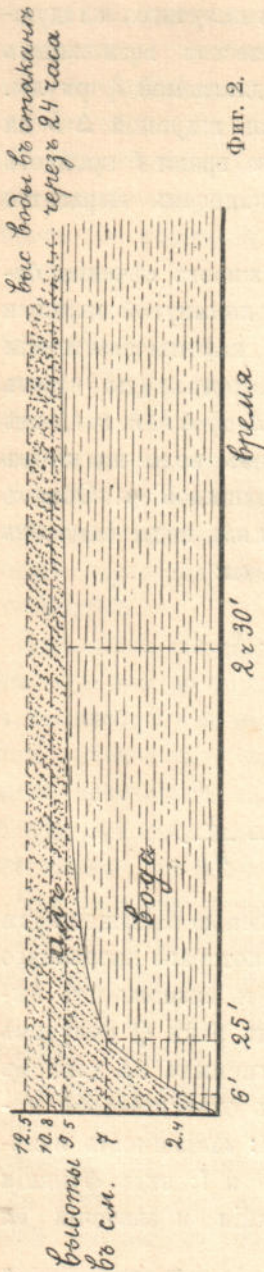
тогда

$$\frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = - \frac{\mu}{h t}, \text{ а въ предѣлѣ } \frac{d \alpha}{d t} = - \frac{\mu}{h t}.$$

Интегрированіе должно дать зависимость между степенью насыщенности воды наносами α и временемъ t , прошедшимъ отъ нѣкотораго начальнаго момента, когда насыщенность воды была α_0 , т. е. дать возможность вычислить разность $\alpha_0 - \alpha$, умножая которую на расходъ рѣки Q получимъ количество осадковъ $[\alpha_0 - \alpha] Q$ въ одну секунду, отлагаемыхъ на данномъ участкѣ водохранилища, ограниченномъ сѣченіями съ относительной насыщенностью α_0 и α . Для интегрированія надо знать: зависимость измѣненія v по длинѣ участка отъ t ; зависимость между h и t ; видъ функции $\mu = f(t, \alpha, h, v)$. Изслѣдованіе вида этой функции и значенія ея

*) Позднѣйшія работы автора въ качествѣ завѣдывающего Гидравлической лабораторіей при изысканіяхъ на р. Мургабѣ въ 1908—9 годахъ вполне освѣтили этотъ вопросъ. См. отчетъ объ Изысканіяхъ, а также докладъ инж. Глушкова XII-му Съѣзду Русскихъ Дѣятелей по Водянымъ Путямъ Сообщенія «о Наносахъ средней части р. Мургаба».

коэффициентовъ до сихъ поръ пигдѣ не производилось; поэтому приходится ограничиться этимъ краткимъ выводомъ предложенной авторомъ формулы и сообщить впоследствии, знанія какихъ мѣстныхъ элементовъ потребуется для возможности успѣшнаго рѣшенія задачи о заиленіи.



Фиг. 2.

Что касается осажденія чистаго ила, то автору извѣстны лишь данныя для стоячей воды. Въ этомъ случаѣ сначала очищается отъ мути верхній слой, толщина котораго возрастаетъ за счетъ толщины нижняго грязнаго слоя, который, несомнѣнно, при этомъ уплотняется. При этомъ оба слоя отдѣляются другъ отъ друга очень явственно, и при наклоненіи на бокъ сосуда, въ которомъ производится опытъ, раздѣльная плоскость сохраняетъ свою горизонтальность, показывая этимъ, что плотности нижняго и верхняго слоя различны. Данныя эти заимствованы изъ отчета комиссіи, производившей 21—31 октября 1879 г. по порученію французскаго Министра Земледѣлія опытъ въ Алжирѣ на водохранилищѣ Sig. Изъ приведенныхъ тамъ числовыхъ данныхъ для толщины очистившагося и грязнаго слоя въ различные моменты опыта можно составить графикъ (см. фиг. 2).

Кривая эта довольно близко удовлетворяется уравненіемъ

$$t = 10^{(0,17 - 0,01624 x)},$$

гдѣ t есть время въ минутахъ, считая отъ начала опыта а x толщина верхняго очистившагося слоя.

Когда же вода находится въ движеніи, то было бы очень затруднительно избрать какіе-либо признаки, по которымъ можно заключить о законахъ осѣданія ила, такъ какъ здѣсь нѣтъ той разграничительной линіи, какъ въ стоячей водѣ, а скопившійся на днѣ полужидкій слой ила подверженъ съ теченіемъ времени уплотненію, (хотя нѣкоторые сорта ила почти не уплотняются подъ водою), и тогда вмѣсто возрастанія толщины слоя съ теченіемъ времени можно получить его убываніе. Единственное возможное средство — это высушиваніе и взвѣшиванье пробъ, взятыхъ какимъ-либо способомъ со дна (хотя бы вырѣзая ихъ помощью открытаго цилиндра).

Единственное возможное средство — это высушиваніе и взвѣшиванье пробъ, взятыхъ какимъ-либо способомъ со дна (хотя бы вырѣзая ихъ помощью открытаго цилиндра).

Но подобныхъ опытовъ автору не извѣстно. Такъ что все, что касается законовъ осѣданія взвѣшенныхъ наносовъ изъ текущей воды, остается пока совершенно неизслѣдованнымъ *).

Характеръ же отложеній такихъ наносовъ въ водохранилищахъ уже отчасти освѣщенъ опытомъ. Между французскими инженерами въ Алжирѣ велись въ восьмидесятыхъ и девяностыхъ годахъ ожесточенные споры о томъ, какимъ образомъ отлагаются наносы въ водохранилищахъ. Это имѣло для нихъ чрезвычайно важное значеніе, такъ какъ рѣчь шла о пригодности или непригодности цѣлой серіи проектовъ, предложенныхъ для очистки заилявшихся водохранилищъ; въ основу этихъ проектовъ положены были извѣстныя гипотезы, подтвердить или опровергнуть которыя было необходимо.

Инж. Calmel предполагалъ, что наносы стремятся осаждаться горизонтально, на чемъ и основалъ своей проектъ очистки водохранилища Наміз, а именно: вдувать черезъ особую трубку (вродѣ конья) воздухъ въ толщу ила въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ плотиной: воздухъ, подымаясь кверху, будетъ увлекать за собой взмученную воду, (образуя восходящее теченіе), которая и будетъ уходить на орошеніе. вмѣсто же удаленнаго объема ила изъ верхнихъ частей водохранилища будутъ сползать новыя и новыя массы, вслѣдствіе того, что онѣ, молъ, потеряли имѣвшуюся здѣсь прежде опору и, стремясь къ горизонтальности, образуютъ непрерывный приходъ ила, удаляемаго взмучиваніемъ, освобождая такимъ образомъ отъ себя вышележащія части дна водохранилища. Это было бы такъ при двухъ условіяхъ: илъ долженъ быть того именно сорта, который съ теченіемъ времени не отвердѣваетъ, а остается всегда въ полужидкомъ состояніи; продольный и поперечный уклонъ ложа водохранилища должны быть не менѣе извѣстной величины, опредѣленной для каждаго сорта ила, при которой возможно сползаніе его внизъ.

По опытамъ на водохранилищѣ Sig оказалось, что всѣ длинныя скаты, круче $\frac{1}{14}$, всегда оставались чистыми отъ осадковъ; это показываетъ, что илъ, образуя въ моментъ осѣданія жидкую массу большей плотности, чѣмъ вода, и стремясь сползти въ болѣе пониженныя точки, имѣетъ угломъ естественнаго откоса $\frac{1}{14}$, а съ болѣе пологихъ скатовъ онъ не въ состояніи сползти даже въ періодъ осѣданія; но несомнѣнно также, что съ теченіемъ времени нѣкоторое уплотненіе его происходитъ, и для старыхъ отложеній слѣдуетъ, очевидно, принять уголъ естественнаго откоса круче, чѣмъ $\frac{1}{14}$; быть можетъ, это $\frac{1}{10}$, неизвѣстно; опытовъ произведено не было. Во всякомъ случаѣ наличный уклонъ ре-

*) Болѣе новыя изслѣдованія освѣщаютъ и этотъ вопросъ, см. цитированный выше докладъ инж. Глушкова.

зервуара Namiz—продольный 0.009 и поперечный 0.02 — 0,03 — далеко ниже даже $\frac{1}{14}$ (0,07) и ожидать предсказаннаго Calmel'емъ сползанія было невозможно. При производствѣ испытанія прибора Calmel'я у плотины Sig были заложены 4 пикета на иль черезъ каждыя 180 метр.; послѣ 6 дней опытовъ взмучиванія, ихъ снова пронивеллировали и оказалось пониженіе: № 1—на 6, № 2—на 1,4, № 3—на 0,2 и № 4—на 6,4 сантиметра!! Приписали это явленіе сползанію всей массы ила по внутреннимъ слоямъ (хотя продольный уклонъ тальвега резервуара Sig всего 0,01); гораздо вѣроятнѣе осѣданіе пикетовъ въ массу ила. Мѣстный иль представляетъ собой продуктъ разложенія сланцеватаго мергеля, составляющаго почву бассейна.

Остальныя системы, предложенныя для очистки алжирскихъ водохранилищъ, частью тоже основаны на этой неоправдавшейся гипотезѣ, частью пользуются землесосами, которые должны работать по всей площади бассейна.

Изъ первыхъ заслуживаетъ вниманіе еще система Tremaux; онъ предлагалъ уложить по дну главнаго и боковыхъ тальвеговъ гончарныя трубы съ многочисленными отверстіями по длинѣ; этими трубами слѣдовало брать воду на ирригацію: чтобъ способствовать лучшему ихъ дѣйствию на наносы, рядомъ предполагалось уложить цѣлую сѣть чугунныхъ трубъ съ мелкими отверстіями,—сѣть, въ которую, пользуясь наличной гидравлической силой плотины, нагнеталась бы вода; выбрызгиваясь черезъ отверстія, она должна была взмучивать иль, который вмѣстѣ съ водой по гончарнымъ трубамъ и уходилъ бы въ оросительныя капавы. Но тутъ тоже требуется, чтобы въ тальвеги постоянно сползали съ откосовъ новыя и новыя порціи ила, чего, какъ пояснено выше, ожидать невозможно. Стоимость очистки по сист. Calmel'я, при ежегодномъ количествѣ ила, подлежащаго удаленію, въ 125.000 м.³, исчислялось 0,16 франка за 1 куб. метръ ила.

Изъ системъ, основанныхъ на пользованіи землесосомъ, Dessoliers предлагалъ настоящій передвижной землесосъ, приводимый въ дѣйствіе паровой машиной, а инж. Jandin разработалъ 2 системы: землесосъ механическій и землесосъ, работающій по принципу сифона, пользуясь наличнымъ подпоромъ; оба съ разрыхлителемъ, дѣйствующимъ вбрызгиваніемъ струи, вода для котораго подается изъ машиннаго зданія съ турбинной установкой у плотины. Стоимость: 0,173 фр. за 1 куб. метръ наносовъ по первому способу и 0,145 фр. по 2-му помощью сифона. Иль при этомъ долженъ спускаться ниже плотины и уноситься теченіемъ прочь.

Я позволилъ себѣ остановиться здѣсь же на описаніи этихъ предложенныхъ способовъ очистки потому, что хотя эти 2 водохранилища Namiz и Sig по режиму питающаго потока относятся къ 3-му типу, но по

остальнымъ своимъ свойствамъ, какъ-то составъ наносовъ, малые продольные и поперечные уклоны, чрезвычайно близко подходятъ ко 2-му типу, и особенно по непримѣнности къ нимъ нѣкоторыхъ способовъ очистки, какова, напр., непосредственная промывка.

Инженеръ Napig в своемъ сочиненіи «Barrage-réservoir du Namiz, Algère, 1894» предлагаетъ со своей стороны искусственно промывать водохранилище, для чего избираетъ сезонъ съ 1-го октября—время закрытія ирригаціи—и до 1-го декабря, когда по мѣстнымъ условіямъ уже необходимо закрывать плотину для образованія запаса. Воды имѣются въ распоряженіи исключительно дождевыя зимняго дождливаго періода. Его предложеніе сводится къ тому, чтобы наполнять сперва водохранилище, закрывъ водоспуски, а затѣмъ открыть ихъ, и пока происходитъ опороженіе, т. е. въ теченіи 3-хъ часовъ, взмучивать илъ, буксируя паровыми шлюпками по дну разрыхлитель, нѣчто въ родѣ бороны, идя отъ плотины на 400—600 метр. вверхъ и потомъ обратно. Затѣмъ водохранилище наполняется снова, и такъ далѣе, продолжая такія операціи, если окажется нужнымъ, вплоть до 1-го декабря. Съ боковыхъ откосовъ, куда бороны не можетъ достать, илъ сгоняется по мѣрѣ пониженія воды вручную, для чего нужно 40—50 рабочихъ, вооруженныхъ граблями, лопатами и проволочными метлами. Стоимость оборудованія онъ исчисляетъ въ 6000 фр., и тогда:

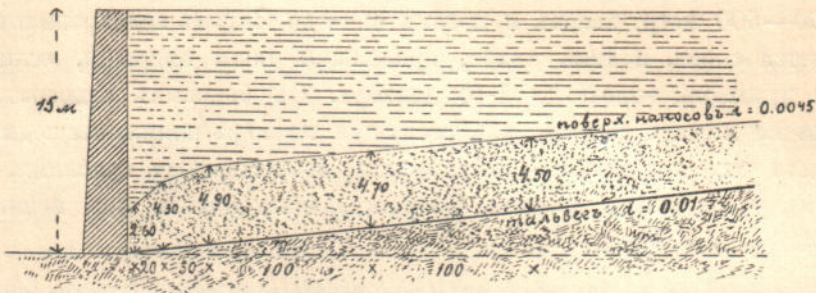
амортизація въ 10 лѣтъ и 5% на капиталъ	778,20 фр.
40 человѣкъ рабочихъ на 50 дн.	4000 »
Содержаніе и ремонтъ оборудованія	621.80 »

Итого . 5400 фр.

или по $\frac{5400}{125.000} = 0.0432$ франка за 1 м.³ наносовъ. Чтобы правильно судить о цѣлесообразности этого способа, слѣдуетъ сообщить данныя о водохранилищѣ Namiz: высота плотины 31,90 метр., емкость 14 милл. куб. м.; площадь 99 гектаровъ; уклонъ тальвега 0,009; уклонъ боковыхъ скатовъ 0.02—0.03. Длина по тальвегу 3600 м., по прямой линіи 2200 метровъ. При опороженіи водохранилища въ январѣ 1882-го г. по съемкѣ оказалось, что какъ въ продольномъ, такъ и поперечномъ направленіи толщина слоя осадковъ въ каждой точкѣ пропорціональна глубинѣ этой точки отъ подпорнаго горизонта, т. е. пропорціональна толщинѣ слоя воды, кромѣ, конечно, тѣхъ скатовъ, которые круче $\frac{1}{14}$ и осадки съ которыхъ сползли въ нижележащія части, увеличивъ тамъ толщину отложеній. Этому закону пропорціональности и слѣдовало ожидать, такъ какъ воды въ резервуарѣ Namiz задерживаются такъ, что можно ихъ считать стоячими. Характерно и важно, что воды, проходившія въ пер-

вые зимніе мѣсяцы черезъ порожнее водохранилище въ количествѣ, превышающемъ пропускную способность водоспусковъ, и вслѣдствіе этого производя подпоръ и замедляя свое теченіе, отложили передъ плотиной на протяженіи 1000 метровъ значительныя массы ила: по закону пропорціональности ожидали 57.850 м.³, а оказалось 94.877 м.³, т. е. эти проходящія воды, образуя подпоръ, (всего прошло 11,4 милл. м.³) отложили 37.027 м.³

Остается сообщить данныя, добытыя особой комиссіей въ октябрѣ 1879 года на плотинѣ Sig. Кромѣ упомянутаго графика отставанья наносовъ въ сосудѣ, изъ ея отчета полезно заимствовать продольный профиль заиленнаго водохранилища Sig, элементы котораго: высота плотины 15 метровъ, считая отъ порога водоспусковъ; емкость 3¹/₂ милл. м.³, уклонъ тальвега 0.01.



Фиг. 3.

Пробы наносовъ, взятыя: у плотины, дали ¹⁹/₂₀ глины (argile) и ¹/₂₀ песку; на 400 метровъ вверхъ отъ плотины ¹⁸/₂₀ глины—²/₂₀ песку, и на 900 метр.—¹⁵/₂₀ глины и ⁵/₂₀ песку.

Наконецъ, какъ на радикальную мѣру для уменьшенія приходящихъ наносовъ для обонхъ резервуаровъ указано было разведеніе растительныхъ насажденій вверхъ по рѣкѣ, справедливо замѣчая, что растительность образуетъ прекрасный естественный фильтръ для стекающихъ со склоновъ водъ и что въ самой Франціи потому и не интересуются вопросомъ о заиленіи, что тамъ всѣ водохранилища и ихъ притоки сплошь окружены зеленымъ ковромъ травъ и кустарниковъ (рѣчь идетъ о перечисленныхъ подъ именемъ типа перваго резервуарахъ для питанія каналовъ и для водоснабженія городовъ).

Въ полученной мною изъ Ministère de l'Agriculture, Paris, копии той части *) проекта устройства водохранилища Serre-Ponçon на рѣкѣ Durance во Франціи, которая касается его предстоящаго заиленія, сообщается способъ промывки резервуара de l'Hubra на рѣкѣ l'Oued Saïda въ Ал-

*) Не опубликована.

жирѣ, приведшій къ удовлетворительнымъ результатамъ. Послѣ различныхъ опытовъ тамъ пришли въ концѣ концовъ къ наиболѣе простому способу, который состоитъ въ пропусканіи черезъ порожнее водохранилище наличнаго расхода рѣки. Резервуаръ de l'Навга при подпорѣ въ 32 метра и емкости въ 30 милл. м.³ получаетъ ежегодно до 4—500.000 куб. метровъ ила. До 1895 года никогда не прибѣгали къ правильной очисткѣ, поэтому илъ достигъ отмѣтки 18.00 м., считая отъ порога водоспуска, занимая при этомъ объемъ въ 5.911.000 куб. метровъ. Продольный уклонъ тальвега водохранилища около 0.005—0.006. Ширина его въ среднемъ 100—120 метровъ. Въ первый разъ попытку очистить водохранилище отъ наносовъ сдѣлали въ октябрѣ 1895 года и смогли при этомъ удалить до 400.000 м.³ въ 15½ дней, изъ нихъ перерывовъ 9½ дней, слѣдовательно въ дѣйствительности потокъ дѣйствовалъ всего 6 дней. Расходъ его въ это время былъ $1,9 \frac{\text{м.}^3}{\text{sec.}}$. Среднее содержаніе ила въ водѣ, выходящей изъ водоспусковъ, достигало до 17⁰/₀ по объему*). Изъ этого перваго опыта заключили, что можно достигъ лучшихъ результатовъ если во время операциіи промывки располагать хотя небольшимъ паводкомъ. Въ январѣ 1897 года сдѣлали еще одинъ опытъ, длившійся 6 дней, причѣмъ расходъ рѣки колебался между 7—6 и $12 \frac{\text{м.}^3}{\text{sec.}}$. Было удалено 850—900.000 м.³ наносовъ; на это пошло 5.400.000 м.³ воды, что соотвѣтствуетъ среднему содержанію ила въ 17⁰/₀, какъ и при первомъ опытѣ. Дѣйствительное содержаніе въ началѣ операциіи достигало 37⁰/₀, уменьшаясь постоянно къ концу до 9,3⁰/₀. М. Ingenieur en chef Getten сдѣлалъ изъ этого опыта заключеніе, что «опредѣленному расходу рѣки соотвѣтствуетъ русло опредѣленныхъ размѣровъ, промываемое въ наносахъ, и что размѣры этого русла быстро растутъ съ увеличеніемъ расхода рѣки»,—заключеніе, аналогичное тѣмъ предположеніямъ, какія дѣлаетъ инженеръ Андреевъ въ своей запискѣ 1892 года объ орошеніи Мургабскаго Государева имѣнія. Инженеръ Getten говоритъ, что было бы полезно построить вверху дополнительный резервуаръ, питая его возможно болѣе чистыми водами, чтобъ избѣгать засоренія; назначеніе его должно состоять въ томъ, чтобы усиливать расходъ рѣки на время промывокъ. Наконецъ въ октябрѣ 1901 года приступили къ очень важному опыту очистки на основаніи особой программы, выработанной и утвержденной еще въ августѣ того же года. 15-го числа въ часъ по полудни открыли два водоспуска на полное отверстіе; расходъ рѣки былъ тогда $6 \frac{\text{м.}^3}{\text{sec.}}$, а подпорный горизонтъ стоялъ на отмѣткѣ 18,5 м. отъ межени. Пробы воды, взятыя у выходовъ водоспусковъ, давали въ началѣ 57⁰/₀

*) Неизвѣстна степень уплотненности ила въ моментъ опредѣленія этой цифры. Объ уплотненіи ила см. *ibid.*

ила. Невыносимое зловоніе шло отъ плотины. Въ 3 часа резервуаръ былъ уже порожнимъ, и черезъ водоспуски шелъ лишь расходъ рѣки. Черезъ 12¹/₂ часовъ, т. е. въ 3¹/₂ часа утра 16-го, больше незамѣтно было какихъ-либо передвиженій илистыхъ массъ. Но тутъ по красному цвѣту воды рѣки l'Oued Saïda, всегда предвѣщавшему паводокъ (цвѣтъ происходилъ отъ красной глины въ горахъ, откуда течетъ эта рѣка), узнали о скоромъ приближеніи массы воды. Немедленно закрыли водоспуски и дали водѣ подняться до отмѣтки 19,40. 17-го числа въ 7 утра ихъ открыли и закрыли лишь 19-го. Въ это время, благодаря сильнѣйшей бурѣ, расходъ рѣки доходилъ до 20 $\frac{м.^3}{sec.}$. Послѣ этого повторили промывку еще 6 разъ, и 30-го ноября окончательно закрыли плотину. Итого за 1901 годъ очистка длилась 47 дней, изъ нихъ 24 дня перерывовъ и 23 дня дѣйствительнаго промыва. За это время было 16 дождливыхъ дней, причемъ расходъ рѣки мѣнялся отъ 3¹/₂ до 16 $\frac{м.^3}{sec.}$. Количество удаленнаго ила, судя по поперечнымъ профилямъ, снятымъ до и послѣ операціи, доходить до 1.700.000 м.³ Среднее содержаніе ила въ промывной водѣ около 17%.

Изъ этихъ опытовъ вывели слѣдующее заключеніе о дѣйствиіи попусковъ. Въ началѣ, при пониженіи воды, обнаружвается совершенно горизонтальная поверхность ила: при дальнѣйшемъ пониженіи вода промываетъ себѣ русло къ каждому изъ водоспусковъ; съ теченіемъ времени ширина и длина этого русла все возрастаютъ. Наконецъ, черезъ нѣсколько часовъ запасъ воды изсякаетъ, и рѣка течетъ, расходуя лишь собственный расходъ, причемъ русла, промытыя въ наносахъ, продолжаютъ расти кверху. Илъ уносится, какъ благодаря разработкѣ русла въ глубину, такъ и путемъ подмыва откосовъ этого русла, производящаго сползаніе съ боковъ большихъ массъ. Замѣтили при этомъ, что старыя отложенія поддаются съ трудомъ размыву, но что дожди, омывая ихъ поверхность, дѣлали ихъ гораздо болѣе жидкими и подвижными. Этотъ опытъ подтвердилъ тотъ законъ, о которомъ догадывались еще на основаніи первыхъ работъ по промывкѣ, а именно, что для каждаго расхода рѣки существуетъ опредѣленное состояніе равновѣсія, и какъ только такое состояніе достигнуто, вода почти перестаетъ дѣйствовать на иль. Но можно сдѣлать иль болѣе подвижнымъ и податливымъ; для этого надо закрыть водоспуски, пополнить водохранилище водой и, спустя нѣкоторое время, открыть ихъ снова. Тогда массы ила, будучи затоплены водой, напитываются ею, дѣлаются болѣе жидкими и стремятся лечь горизонтально, вслѣдствіе чего новый промывъ унесетъ уже новыя количества ила. Повторяя подобную операцію нѣсколько разъ, можно очистить водохранилище почти отъ всей массы ила, лежащей ниже того

горизонта, до котораго поднимають воду при послѣдовательныхъ промывахъ. Въ концѣ концовъ остается съ каждой стороны отъ тальвега еще нѣкоторое количество наносовъ, ограниченныхъ предѣльными откосами, при которомъ жидкій илъ можетъ держаться; они могли бы быть смыты въ высокую воду или же, еще лучше, можно провести по каждому берегу боковой каналъ, съ отверстиями, закрытыми щитами, дающими выходъ водѣ канала на откосъ подохранилища; тогда вода эта будетъ смывать оставшіяся массы ила, промывая въ нихъ борозды, и если устроить эти боковые потоки достаточно часто, то можно удалить весь илъ. Разумѣется,



Фиг. 4.

желательно производить операцію очистки ежегодно, чтобы не дать илу значительно уплотниться. Описанный способъ, такой сравнительно простой и дешевый, имѣетъ, однако, то неудобство, что унесенный изъ водохранилища илъ отлагается внизу по теченію на берегахъ и въ оросительныхъ каналахъ, куда онъ проникаетъ вмѣстѣ съ водой. Это явленіе наблюдалось у плотины de l'Навга на протяженіи 15 килом. внизъ по теченію. Необходимо на время промывки закрывать головные регуляторы всѣхъ каналовъ. Слѣдуетъ замѣтить, что описанный способъ промывки примѣнимъ при илистыхъ наносахъ, которые даже при продольномъ уклонѣ въ 0.005 могутъ образовывать горизонтальныя отложенія, какъ объ этомъ свидѣтельствуетъ протоколъ комиссіи. Къ сожалѣнію, анализа наносовъ произведено не было, поэтому нельзя вывести какого-либо заключенія о сравнительномъ характерѣ отложеній, когда водохранилище питается рѣкой съ болѣе или менѣе значительнымъ расходомъ (какъ Навга) и когда питающія воды—временные паводки (Sig, Namiz). Для послѣдняго случая вѣроятно законъ пропорциональности толщины слоя отложеній глубинамъ воды въ каждой точкѣ (что проверено для Namiz'a); для перваго же, въ зависимости отъ состава наносовъ и уклоновъ, возможенъ случай отложенія горизонтальными слоями (когда частицы ила могутъ долго держаться во взвѣшенномъ состояніи) и случай отложеній по всему протяженію водохранилища при песчанистыхъ и мѣшанныхъ наносахъ и большихъ длинахъ подпертаго бьефа. Водохранилище de l'Навга относится, очевидно, къ числу горизонтально заиляющихся.

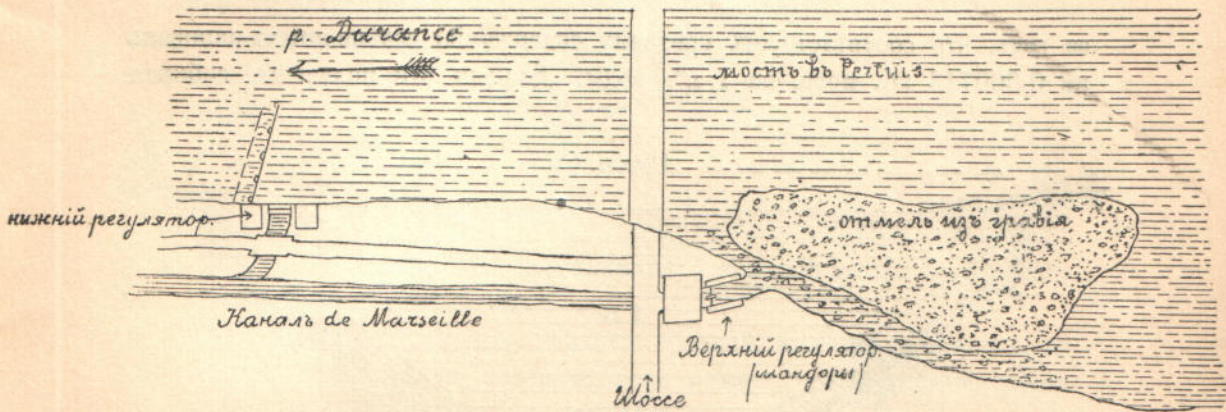
Для водохранилища Serge-Ponçon при продольномъ уклонѣ 0.005—0.006 и ширинѣ до 600 метровъ предлагался этотъ же описанный выше способъ очистки, съ устройствомъ бокового канала. Расходъ воды въ р. Durance въ октябрѣ и ноябрѣ доходитъ до $70 \frac{\text{м}^3}{\text{sec.}}$

Переходя къ разсмотрѣнію водохранилищъ третьяго типа, слѣдуетъ остановиться сперва на режимѣ питающаго потока. Согласно опредѣленію, этотъ типъ расположенъ вдали отъ верховьевъ питающаго бассейна, но еще не въ равнинной части его. Поэтому характернымъ для него является довольно сильныя, быстро наступающіе и болѣе или менѣе продолжительныя паводки и, главное, составъ влекомыхъ наносовъ: не успѣвъ еще измельчить или освободиться отъ гравія, рѣка имѣетъ уже большое количество мелкихъ наносовъ, отъ песка до ила включительно, получаемыхъ ею частью отъ размельченія болѣе крупныхъ частей изъ ея верховьевъ, частью отъ размыва русла самой рѣкой или размыва склоновъ бассейна выпадающими наземными водами. Поэтому въ этомъ случаѣ очень важную роль играетъ способъ питанія водохранилища. При прохожденіи всей воды рѣки непрерывно черезъ него слѣдуетъ, кромѣ обычныхъ отложеній взвѣшенныхъ частицъ, ожидать еще огромныхъ количествъ принесенныхъ и оставшихся въ немъ крупныхъ песковъ, отъ дресвы до крупной гальки включительно, бороться съ которыми можно тремя способами: 1) вычерпывать ихъ изъ водохранилища обыкновенными многочерпаковыми машинами, отвозя продукты землечерпанія или на берегъ, или къ водоспускнымъ отверстиямъ плотины, откуда смывать ихъ внизъ по теченію сильными попусками. 2) Перехватывать крупные наносы, устраивая выше водохранилища или рядъ донныхъ запрудъ, время отъ времени возобновляемыхъ, или одно дополнительное водохранилище. 3) И, самое лучше средство устроить водохранилище внѣ главнаго русла, напр. въ одной изъ боковыхъ долинъ, и питать его изъ рѣки особымъ каналомъ. Всѣ эти три способа высказаны были при обсужденіи проекта водохранилища Serge-Ponçon на р. Durance, гдѣ ожидалось въ годъ, кромѣ 3.500.000 м³. ила, еще 200.000 м³. гравія. Стоимость способа, основаннаго на землечерпаніи, исчислялось въ 250.000 фр. въ годъ. Численныхъ сравненій съ другими способами не дѣлалось, такъ какъ министерскимъ указомъ отъ 29 марта 1899 года признанъ былъ за лучший 3-й способъ, гдѣ съ гравіемъ считается не придется.

Эта же идея питанія дериваціоннымъ каналомъ осуществлена для отстойныхъ резервуаровъ канала de Marseille. Хотя они специально устроены для заиленія, но данныя объ нихъ могутъ нѣсколько освѣтить разбираемый вопросъ. Оказывается, что, дѣйствительно, гравій совершенно не попадаетъ въ каналъ de Marseille. Головная его часть имѣетъ 2 регулятора, пользоваться которыми приходится попеременно въ зависимости отъ того, гдѣ въ данный моментъ протекаетъ р. Durance; рѣка эта, благодаря своему горному характеру, очень капризна и каждый годъ сильно мѣняетъ свое русло.

Теперь работаетъ нижнее устье, а передъ верхнемъ нанесло громад-

ныя отмели гравія и оно стоитъ совершенно на сушѣ. Такому образованію отмелей отчасти способствуютъ устраиваемыя въ рѣкѣ ниже капала временныя плотины, для образованія небольшого подпора, которыя сносятся каждымъ крупнымъ паводкомъ и подновляются затѣмъ хворостомъ и каменной наброской. Нижній регуляторъ имѣетъ простые щитовыя затворы; порогъ отверстій лежитъ нѣсколько выше дна рѣки; для верхняго регулятора, болѣе поздней постройки, избрали, какъ болѣе подходящій къ мѣстнымъ условіямъ типъ, затворъ изъ металлическихъ шандорныхъ балокъ (двутавроваго сѣченія), длиной по $2\frac{1}{2}$ метра, маневрировать которыми приходится помощью небольшого ручного кату-



Фиг. 5. Планъ головной части канала de Marseille.

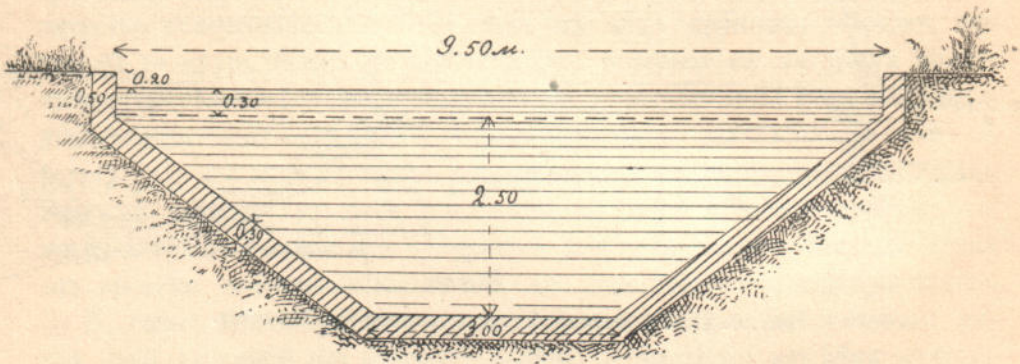
чаго крана-лебедки, съ осадными клещами на концахъ цѣпи. Это устройство очень удобно, такъ какъ при любомъ состояніи горизонта водъ р. Dugançe позволяетъ безопасно орудовать на регуляторѣ: чтобы захватить балку, надо отпускать внизъ цѣпи, пока клещи, задерживаемые въ раскрытомъ состояніи особой защелкой, не коснутся балки; отдергивая помощью цѣпочки защелку, освобождаютъ клещи, которые и схватываютъ балку, какъ только цѣпи начинаютъ тянуть вверхъ. По постановкѣ балки на мѣсто, сдаютъ немного цѣпи, клещи расходятся, защелка вскакиваетъ обратно, и цѣпи можно убрать. И вотъ, имѣя всегда у дна нѣсколько шандоръ, число которыхъ приходится увеличивать при подъемѣ горизонта водъ въ р. Dugançe, задерживаютъ ими всѣ крупныя наносы, которые движутся въ рѣкѣ по дну или близь него. Такимъ образомъ въ каналъ попадаетъ вода только съ мелкими, взвѣшенными наносами, преимущественно илистаго характера. Насколько велико содержаніе ихъ въ р. Dugançe въ разное время года, показываетъ слѣдующая таблица, составленная на основаніи 23 лѣтнихъ наблюденій при Ponts et chaussées въ гор. Aix, цѣлью которыхъ было установить возможную кольматирую-

щую способность этой рѣки. Количество ила, осаждаемаго за мѣсяцъ въ каналѣ съ расходомъ въ 1 куб. метр. въ сек., отведенномъ отъ рѣки:

Январь	272,209	Июль	2223,615
Февраль	332,191	Августъ	2967,273
Мартъ	795,776	Сентябрь	2857,116
Апрѣль	848,362	Октябрь	3488,758
Май	2006,757	Ноябрь	1475,869
Июнь	2727,398	Декабрь	630,804

Итого 19626,128 кб. м.

за годъ, что соотвѣтствуетъ среднему содержанию взвѣшенныхъ наносовъ въ 0,000713 кб. метр. на 1 м³. воды. Данные эти получены, собирая



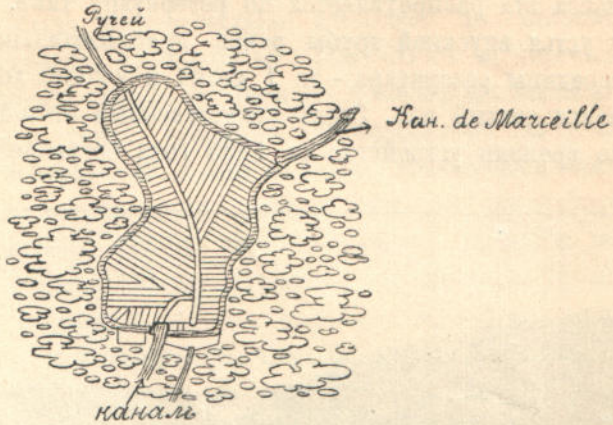
Фиг. 6.

пробы воды каждый день и сливая ихъ въ особыя бутылки, гдѣ такимъ образомъ скоплялись пробы за цѣлый мѣсяцъ. Это давало сразу среднія числа за каждый мѣсяцъ.

Расходъ воды въ каналѣ de Marseille колеблется отъ 10 до 13,5 кб. метр., въ среднемъ 12,5 м³.; продольный уклонъ ему приданъ настолько большой $i = 0.0003$ (нормальное сѣченіе указанныхъ здѣсь размѣровъ, средняя скорость $v = 0.70$ метр. въ сек.), что въ предѣлахъ канала осажденія не происходитъ совершенно. Все осажденіе совершается въ отстойномъ бассейнѣ Saint-Christophe, расположенномъ въ 15 килом. отъ начала канала. Онъ имѣетъ полное оборудованіе для промывки отложеній, количество которыхъ достигаетъ 250.000—300.000 кб. метровъ въ годъ.

Расположенъ онъ на лѣвомъ берегу р. Durançe, у устья долины ручья de Rognes, перегородженной каменной плотиной въ 170 метровъ длины.

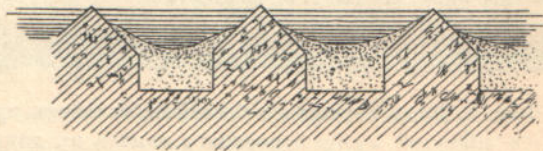
Поверхность образовавшагося резервуара около 19 гекторовъ, наибольшая глубина 12,5 метровъ и периметръ около 2200 метр. Грязная вода вводится на дно особой каменной трубой, низъ которой расположенъ всего на 2,5 метра выше порога грунтопускныхъ отверстій (vannes de fond). Отсюда вода подымается очень медленно къ поверхности, энергично осаждая частицы наносовъ, находящіяся въ взвѣшенномъ состояніи, и совершенно чистая сливается черезъ цѣлый рядъ водосливовъ, шириной по 0,50 м., въ 2 поясныхъ канала, которые соединяются у верхней оконечности резервуара съ каналомъ de Marseille.



Фиг. 7. Планъ бассейна St. Christophe.

Водосливы эти образуются верхней кромкой желѣзныхъ щитовъ, закрывающихъ отверстія, по которымъ вода можетъ, при порожнемъ резервуарѣ, изливаться изъ поясныхъ каналовъ на его откосы.

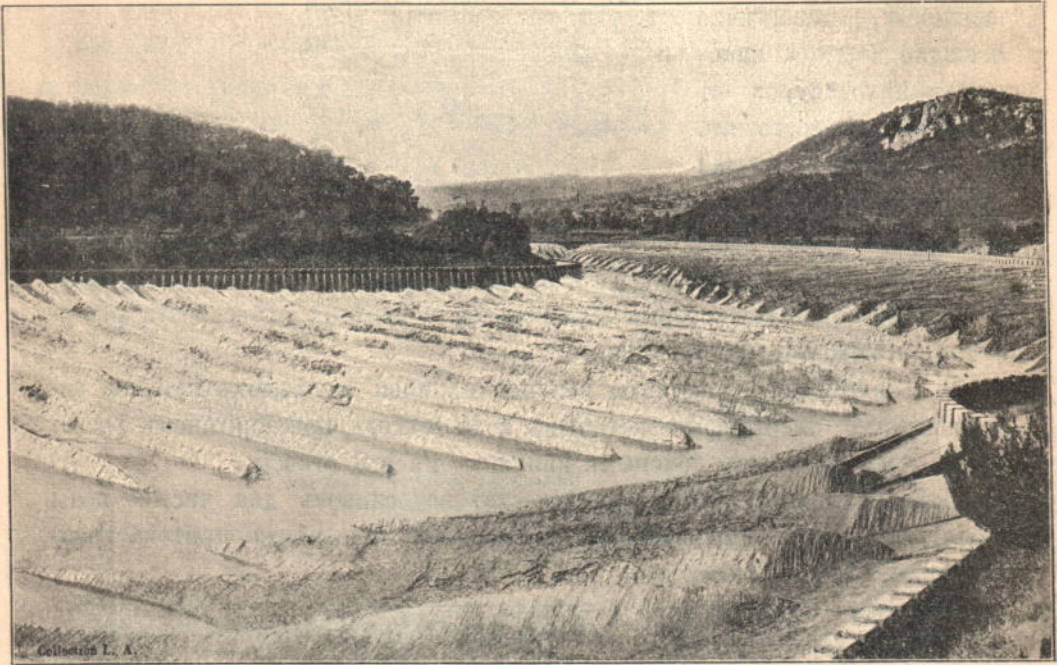
Всѣхъ отверстій 998, но въ качествѣ водосливовъ для чистой воды пользуются только 420 наиболѣе удаленными отъ мѣста притока грязной воды. Дно бассейна все сплошь одѣто бетоннымъ поломъ, съ желобомъ по тальвегу и цѣлой серіей боковыхъ канавокъ, проведенныхъ по линіямъ наибольшихъ скатовъ cadaго изъ откосовъ. Верхъ стѣнокъ, раздѣляющихъ смежныя канавки, обдѣланъ на два ската подъ угломъ въ 45° , такъ что илъ на нихъ держаться не можетъ и сползаетъ въ канавку.



Фиг. 8.

Въ началѣ октября cadaго года приступаютъ къ операциі очистки; при этомъ воды канала de Marseille пропускаютъ мимо резервуара черезъ одинъ изъ поясныхъ каналовъ; между тѣмъ открываются грунтопускныя отверстія; резервуаръ опорожняется, причемъ вмѣстѣ съ водой увлекается и небольшая часть наносовъ. Всю же остальную массу приходится промывать искусственно, дѣлая попуски изъ поясныхъ каналовъ черезъ водоспуски, открывая ихъ группами. Операция длится около 10—

12 дней, обходится въ 6.000—7.000 франковъ, причемъ занято бываетъ 100—150 человекъ рабочихъ. Какъ уже указано, объемъ удаляемаго промывкой ила составляетъ ежегодно отъ 250.000 до 300.000 кв. метровъ; масса эта распредѣляется по резервуару такъ, что средняя толщина слоя у устья впускной трубы равна приблизительно 7 метр., на откосахъ у середины резервуара—до 1 метра и у конца до 0,60. Составъ наносовъ—почти чистый ил. Этотъ искусственный отстойный бассейнъ работаетъ со времени устройства съ 1883 года безукоризненно: полное отстаиваніе



Фиг. 9. Видъ порожняго бассейна; тальвегъ промьтъ; налѣво—водопадки изъ пояснаго канала въ донныя канавки.

воды, дешевая, быстрая и совершенная очистка, такъ что лучшихъ результатовъ желать невозможно. Расположеніе его во второстепенной боковой долинѣ р. Durance дало возможность примѣнить всѣ описанныя устройства: подходъ и отведеніе канала de Marseille съ противоположныхъ концовъ резервуара; поясные каналы; пользованіе для отводнаго лотка, служащаго при промывкѣ для стока грязныхъ водъ изъ грунто-спусковъ, естественнымъ замощеннымъ тальвегомъ долины, впадающимъ въ р. Durance. При этомъ потребовалось при подходѣ къ рѣкѣ отвести лотокъ искусственнымъ каналомъ внизъ по теченію, параллельно рѣкѣ, чтобы расположить устье его ниже пріемника канала des Alpines, находящагося тутъ по сосѣдству.

Большинство остальных отстойных бассейнов канала de Marseille, функционировавших до постройки bassin de St.-Christophe, совершенно заилились и больше не служат. Наибольше значительный из них, bassin de Réaltort, был построенъ въ 1869 году на 71-мъ килом. отъ начала канала; его емкость была первоначально 4.500.000 куб. метровъ, теперь же изъ-за массы наносовъ низведена до 1.500.000 куб. м. Чертежъ, выданный мнѣ изъ Управленія канала de Marseille, показываетъ наглядно количество и расположеніе этихъ наносовъ. Изображенное на немъ сильное возвышеніе ихъ поверхности близъ плотины объясняется тѣмъ, что сюда непосредственно направляется грязная вода изъ выпускной трубы и здѣсь отлагаетъ первую порцію своихъ наносовъ. Площадь резервуара составляетъ 74 гектара, высота плотины — 18 метровъ. Время, въ теченіе котораго вода проходитъ его отъ впуска и до истока, исчисляють приблизительно въ 100 часовъ. M. Chef de service du Canal de Marseille, бывший прежде начальникомъ участка, гдѣ расположенъ b. de Réaltort, познакомилъ меня со своими планами очистки этого бассейна, одобренными высшей администраціей. Онъ предполагалъ прорыть боковой каналъ въ наносахъ такъ, чтобы однимъ берегомъ ему служилъ естественный материкъ, а другимъ — наносы. Около самой плотины каналъ загибается и впадаетъ въ грунтопускъ. Пуская теперь по каналу воду, ожидаютъ размывтія наносовъ при постепенномъ отодвиганіи канала въ ихъ сторону. Если бы скорость теченія оказалась для этого недостаточной, то къ услугамъ остаются попуски или же постановка насосовъ. Такимъ образомъ очищается сперва одинъ скатъ бассейна, а затѣмъ другой, прорывая для него соотвѣтствующій каналъ. Единственное, что теперь останавливаетъ администрацію, это необходимость скупить участки земли внизъ по долину и боязнь спекуляціи при этомъ. Участки эти предполагается кольматировать горизонтальными террасами помощью того ила, какой получится при промывкѣ бассейна de Réaltort.

Къ числу совершенно заиленныхъ и не работающихъ бассейновъ на каналѣ de Marseille относятся bassin de Ponserot, на 12 кил., прежней емкостью въ 120.000 куб. м.; de la Sarenne, 564.000 м.³ и de Valloubier 36.000 м.³, оба на 67-мъ километрѣ. Воды собственныхъ бассейновъ, дающихъ стоки въ тальвеги, занятые всѣми этими водохранилищами, очень чисты, такъ какъ вся поверхность бассейновъ покрыта богатой растительностью. Въ періоды же кратковременныхъ паводковъ онѣ хотя и приносятъ много наносовъ, но количествомъ ихъ въ сравненіи съ тѣмъ, что приносятъ за годъ воды канала de Marseille, можно вполне пренебречь. Всѣ упомянутые примѣры 3-го типа водохранилищъ имѣютъ непрерывное питаніе дериваціоннымъ каналомъ. При этомъ количество отлагаемыхъ наносовъ зависитъ исключительно отъ средней мутности воды въ самой

рѣкѣ. Если же водохранилище можно питать лишь периодически, то регулируя эти періоды сообразно мутности рѣки, есть возможность значительно уменьшить объемъ приносимыхъ наносовъ, выбирая для питанія мѣсяцы съ наиболѣе чистой водой, если, конечно, это позволяютъ общія условія водопользованія.

Водохранилища Германіи и Испаніи принадлежатъ въ большинствѣ къ этому же типу, лишь питаніе ихъ производится непосредственно. Благодаря крутымъ поперечнымъ и продольнымъ уклонамъ, массы наносовъ въ нихъ сползаютъ въ тальвегъ, откуда быстро и легко удаляются промывкой, пользуясь для этого періодами паводковъ питающихъ источниковъ. Такъ, въ Испаніи водохранилище Alicante имѣетъ емкость 3.500.000 куб. м., площадь 26 гектаровъ, высота плотины 41 метръ, продольный уклонъ тальвега 0.022, уклонъ боковыхъ скатовъ 0,20 до 0,30; промывка производится одинъ разъ въ 4—5 лѣтъ, причемъ оказывается вполнѣ достаточно во время паводковъ открыть грунтоспуски и дожидаться полной очистки. Совершенно такъ же поступаютъ и во всѣхъ германскихъ водохранилищахъ. Наносы въ обѣихъ странахъ преимущественно мѣшанные, глина и песокъ, съ преобладаніемъ мелкаго песка. Этой легкостью промывки громаднаго большинства водохранилищъ Западной Европы и объясняется, почему до сихъ поръ вопросъ о борьбѣ съ заиленіемъ такъ еще мало разработанъ.

Заключеніе. Обрисовывая общій характеръ законовъ осѣданія наносовъ было упомянуто, что для возможности успѣшнаго рѣшенія задачи о заиленіи необходимо имѣть нѣкоторыя мѣстные данныя и серію опытовъ, которые выясняли бы видъ функціи $\mu = f(t, \alpha, h, v)$ и величины численныхъ коэффиціентовъ этой функціи для мѣстныхъ условій. Чтобы точнѣе выдѣлить необходимые для рѣшенія элементы, удобнѣе всего произвести опытъ пробнаго рѣшенія задачи, изъ котораго и выяснится все необходимое. Итакъ, имѣется основное уравненіе $\frac{d\alpha}{dt} = -\frac{\mu}{ht}$, выражающее аналитически законъ отложенія наносовъ. Какъ сказано, толщина или же вѣсъ осадковъ съ единицы площади дна $\mu = f(t, \alpha, h, v)$; можно бы включить въ число независимыхъ параметровъ также температуру τ и относительную соленость воды σ ; тогда $\mu = \varphi(t, \alpha, h, v, \tau, \sigma)$. Ясно, что мѣняя изъ этихъ шести параметровъ лишь одинъ, оставляя пять постоянными, можно выяснитъ зависимость измѣненія μ отъ этого переменнаго параметра, что и выразится нѣкоторой кривой.

Вѣроятный видъ функціи μ есть

$$\mu = k\tau\alpha f_1(\tau) f_2(\sigma) f_3(v, h).$$

Еще разъ считаю долгомъ заявить, что точный видъ этихъ кривыхъ и выражающихъ ихъ формулъ можетъ безъ труда быть найденъ изъ со-

отвѣтствующе поставленныхъ опытовъ. Эти основные шесть серийъ опытовъ являются первымъ шагомъ къ рѣшенію задачи о заиленіи.

Затѣмъ въ уравненіе закона отложенія наносовъ входитъ глубина потока h , какъ функція времени n , слѣдовательно скорость v . Для этого необходимо знать точный планъ въ горизонталяхъ изучаемыхъ водохранилищъ, а также имѣть графики величинъ расходовъ питающей рѣки съ показаніемъ на нихъ соотвѣтствующихъ каждому расходу: средней мутности α , состава наносовъ, температуры t и солености σ . Имѣя высоту плотинъ водохранилищъ и приблизительное росписаніе водопользованія, уже легко по перечисленнымъ даннымъ и опытамъ рѣшить предложенную задачу о предстоящемъ заиленіи какъ въ смыслѣ объема, такъ и распредѣленія наносовъ по длинѣ водохранилищъ.

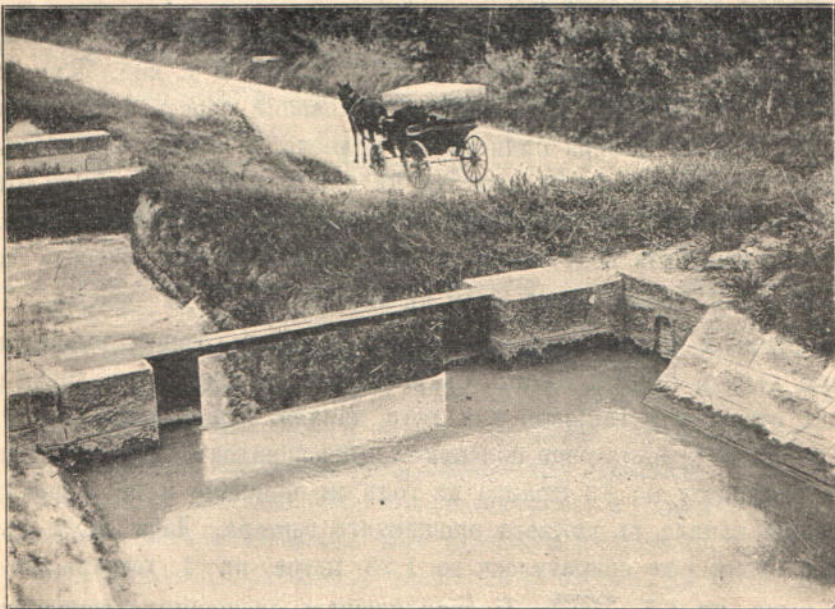
Выяснивъ же распредѣленіе наносовъ по длинѣ и ихъ качество, не трудно по имѣющимся продольнымъ и поперечнымъ уклонамъ водохранилищъ опредѣлить, возможно ли для очистки примѣнить одинъ изъ практиковавшихся или предложенныхъ въ Западной Европѣ и Алжирѣ способовъ, такъ какъ для каждаго изъ нихъ, какъ это видно изъ предыдущихъ описаній, требуются опредѣленные мѣстныя условія. Непримѣнимость изложенныхъ способовъ вызвала бы необходимость изыскать иныя рациональныя мѣры борьбы съ наносами, какихъ въ Западной Европѣ еще не примѣнялось. Но, во всякомъ случаѣ, имѣя въ рукахъ изложенныя данныя, можно съ большей увѣренностью принимать или отвергать различные способы, безъ риска впасть въ грубую ошибку.

Ч А С Т Ъ П.

Оросительные каналы.

Главной цѣлью ознакомленія съ оросительными каналами Западной Европы я себѣ поставилъ собраніе свѣдѣній о размѣрахъ засоряемости каналовъ и о тѣхъ мѣрахъ, которыми противъ этого борются. Здѣсь прежде всего пришлось столкнуться съ вопросомъ о постановкѣ эксплуатаціи. Казенныя учрежденія, какъ Ministère de l'Agriculture въ Парижѣ и Ponts et chaussées на мѣстахъ, могли давать лишь указанія техническо-строительнаго характера, такъ какъ ихъ роль сводится лишь къ разрѣшенію и постройкѣ ирригаціонныхъ сѣтей; все же завѣдываніе, всѣ текущія работы и пр. лежатъ на частныхъ обществахъ, «ирригаціонныхъ синдикатахъ» и «ирригаціонныхъ обществахъ». Какой либо централизаціи свѣдѣній объ эксплуатаціи ни во Франціи, ни въ Италиі не существуетъ; поэтому приходилось за всякими справками обращаться на мѣстахъ къ завѣдывающимъ эксплуатаціей. Въ большинствѣ случаевъ во главѣ этой службы находятся люди по подготовкѣ болѣе коммерсанты, чѣмъ техники, и поэтому готовыхъ данныхъ о технической сторонѣ эксплуатаціи не всегда имѣлось на лицѣ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ сообщаемыя данныя бывали настолько общи и приблизительны, что технической цѣны почти не имѣли. Къ счастью, у одного изъ наиболѣе крупныхъ синдикатовъ Syndicat du Canal de Carpentras технической службой завѣдуетъ инженеръ, М. Prost, отъ котораго и удалось получить наиболѣе цѣнныя и отчетливыя свѣдѣнія. Имъ же организована вся часть о водопользованіи, на которой я желалъ бы вкратцѣ остановиться, такъ какъ изъ значимыхъ мнѣ системъ примѣняемая въ Carpentras отличается особенной справедливостью и простотой. Когда владѣльцы извѣстнаго участка, площадью около 30—40 гектаровъ, изъявляютъ желаніе получить воду изъ канала de Carpentras на орошеніе, то прежде всего опредѣляется, сколько можно дать литровъ на 1 гектаръ. Расходъ канала, отведеннаго отъ р.

Duganсе, составляетъ, согласно аренднаго договора съ Государствомъ, у головного регулятора 10 куб. метр. въ секунду. Затѣмъ, уменьшаясь послѣдовательно, у гор. Carpentras составляетъ всего 4 куб. м., и на 93-мъ километрѣ, у устья канала въ рѣку Aignes, отъ 0 до 1,3 куб. м. Наличный расходъ канала дѣлать на сумму орошаемыхъ и заявленныхъ къ орошенію гектаровъ, и получаютъ въ литр. секунду на 1 гектаръ возможную дачу воды. Тогда къ заявленному участку отводятъ, смотря по его величинѣ или canal secondaire, разбивая его на нѣсколько filioles, или просто filiole съ тѣмъ расчетомъ, чтобы расходъ каждаго составлялъ около 35 литровъ въ секунду, такъ какъ практикой выяснилось, что съ этимъ



Фиг. 10. Видъ водомѣрнаго водослива сверху; справа въ низѣ видна рейка, показывающая расходъ воды въ $\frac{\text{литр.}}{\text{секунт.}}$. Ширина водослива дѣлается въ 0,40, 0,60, 0,80, 1,00 и т. д. метра, смотря по величинѣ расхода.

количествомъ воды удобнѣе всего орудовать при орошеніи. Расходъ каждаго точно нормируется по числу гектаровъ и величинѣ дачи помощью щитоваго регулятора, поднимаемаго винтомъ и гайкой, которую можно въ любомъ положеніи запереть особой крышкой съ замкомъ.

Регуляторъ этотъ тарируется по водомѣрнымъ водосливамъ съ рейкой, показывающей прямо расходъ въ литрахъ въ секунду. Подобный водосливъ на одномъ изъ вторичныхъ каналовъ показанъ на прилагаемой фотографіи.

Сторожъ по этой тарировкѣ знаетъ, насколько нужно ему поднять винтъ регулятора; чтобы упростить обмѣръ, у него имѣется для каждаго

палочка определенной длины, прикладывая которую онъ опредѣляетъ достаточно ли поднять щитъ. Далѣе, если орошаемый этимъ каналомъ участокъ состоитъ изъ владѣній разныхъ хозяевъ, то для нихъ устанавливается особое расписаніе водопользованія, составляемое слѣдующимъ образомъ. По характеру разводимыхъ культуръ сами хозяева устанавливаютъ большинствомъ голосовъ нормальный періодъ орошенія; обыкновенно это бываетъ около педѣли. Тогда администрація беретъ неполное число сутокъ — на примѣръ $7\frac{1}{2}$, и это кладетъ въ основу расписанія. Обращая $7\frac{1}{2}$ сутокъ въ минуты, получимъ 10800'; если площадь участка равна 30 гектарамъ, то на одинъ гектаръ приходится $\frac{10800}{30} = 360$ минутъ непрерывнаго орошенія полнымъ расходомъ даннаго канала, т. е. 6 часовъ на гектаръ. Хозяинъ, владѣющій 5-ю гектарами, пользуется водой непрерывно $6 \times 5 = 30$ часовъ, и т. под. Ясно, что по простествіи цикла этотъ же хозяинъ, начинавшій передъ этимъ свое орошеніе въ полдень, теперь начнетъ въ полночь, и этимъ способомъ неудобства ночного орошенія ложатся на всѣхъ равномѣрно. Если тотъ же хозяинъ пожелаетъ, по характеру воздѣльваемыхъ культуръ, напр. для земляники, получить воду чаще, то ему устанавливаютъ очередь черезъ $\frac{7\frac{1}{2}}{2} = 3\frac{3}{4}$ дня, давая заразъ воду въ теченіе $\frac{30}{2} = 15$ часовъ. Точно также можно и удлинять сроки полива. Каждому хозяину выдается изъ конторы канала особый бланкъ съ расписаніемъ дней его поливки и моментовъ открытія и закрытія для него канала. Прилагаемые при семь копій бланковъ *) достаточно поясняютъ этотъ порядокъ. Абоненты платятъ теперь синдикату по 32 франка въ годъ за орошеніе и по 3 франка за содержаніе канала съ каждаго орошаемаго гектара. Дача воды въ настоящее время уже сократилась до 1,25 метра на 1 гектаръ; не такъ давно было по $1,5 \frac{\text{литръ}}{\text{гектаръ}}$. Полная площадь орошаемыхъ земель доходить до 4000 гектаровъ, причемъ по имѣвшемуся въ конторѣ графику наглядно видно быстрое развитіе оросительнаго дѣла въ той области: съ 1889 года ежегодный средній приростъ по 86,5 гект. Въ скоромъ времени потребуется увеличить количество заарендованной воды или прекратить запись новыхъ абонентовъ.

Эксплоатація остальныхъ извѣстныхъ мпѣ оросительныхъ каналовъ или подобна этой, или отличается отъ нея въ дурную сторону: если продажа воды ведется по литрамъ (canal de Pierrelatte), то ограничивая право на воду количествомъ владѣемыхъ гектаровъ, получится та же система; не ограничивая — получается несправедливое распредѣленіе воды.

Мѣстами каналъ есть собственность извѣстной сельской общины и

*) См. приложенія въ концѣ.

каждый членъ ея можетъ пользоваться водою по своему усмотрѣнію (Canal de Cadenet). Въ уставѣ канала des Alpines (обладающаго очень развитой сѣтью) предусмтрѣно орошеніе періодами въ 7 дней, что заставляетъ нѣкоторыхъ изъ абонентовъ совершать поливку всегда ночью, и т. д.

Переходя къ вопросу о заиленіи оросительныхъ каналовъ приходится прежде всего констатировать, что главную роль играетъ здѣсь составъ и количество наносовъ самого источника, питающаго своей водою оросительную сѣть, а затѣмъ—конструкція головной части канала. Данныя о количествѣ взвѣшенныхъ наносовъ въ разные мѣсяцы года въ водахъ рѣки Дюрансъ ужъ сообщены выше. Кромѣ того считаютъ, что она въ среднемъ своемъ теченіи ежегодно проноситъ до 300.000 куб. метровъ гравія. Воды рѣки Роны обыкновенно очень чисты, но въ паводки и въ высокую воду она несетъ громадное количество песка и очень плодороднаго ила. Далѣе, р. Тичино въ Сѣверной Италіи, благодаря тому, что имѣетъ истокъ изъ озера Лаго-Маджіоре, всегда въ высшей степени чиста и прозрачна; единственные ея наносы—это мелкіе валуны и булыжники, отъ 0,10 до 0,30 метра въ діаметрѣ. Рѣка Дора Балтеа и По лѣтомъ довольно сильно нагружены иломъ и пескомъ, и другъ отъ друга отличаются тѣмъ, что Дора-Балтеа, имѣя меньшую длину, большій уклонъ и беря начало изъ ледниковъ Монъ-Блана, всегда гораздо холоднѣе По, несетъ преимущественно песокъ, а тотъ иль, который примѣшанъ къ нему въ небольшомъ количествѣ, отличается своимъ неплодородіемъ. Иль рѣки По, напротивъ, славится, какъ прекрасное удобрение.

Эти различныя качества рѣкъ обусловливаютъ и различное устройство головныхъ частей каналовъ. Для задержанія крупныхъ донныхъ наносовъ рѣки Дюрансъ приходится располагать порогъ щитового регулятора нѣсколько выше уровня дна рѣки (отъ 0,40 до 0,70 метра) или же примѣнять шандорные затворы, что гораздо лучше, если принять во вниманіе способность этой рѣки мѣнять свое русло и наращивать въ короткій срокъ большія отмели.

Примѣняютъ также шандорный *avant prise* (canal des Alpines), т. е. располагаютъ на 10—15 метровъ впереди головного регулятора шандорную перемычку, которую наращиваютъ въ высокую воду, а при пониженіи горизонта—постепенно снимаютъ.

Затѣмъ, противъ наносовъ, состоящихъ изъ крупнаго песка, хорошимъ средствомъ считается устройство такъ называемыхъ *bassin de sureté*; подъ этимъ названіемъ подразумѣвается начальный участокъ канала, длиной отъ 40 до 80 метровъ, ограниченный съ одной стороны головнымъ регуляторомъ, а съ другой—добавочнымъ регуляторомъ (*vannes de sureté*) непосредственно передъ которымъ отъ этого *bassin de sureté* отведенъ

боковой рукавъ, впадающій обратно въ рѣку и закрытый щитовымъ затворомъ; онъ служитъ специально для промывки бассейна, для чего необходимо закрыть добавочный регуляторъ главнаго канала, а помощью головного дѣлать періодическіе попуски; очистка всегда идетъ быстро и успѣшно. Иногда этого рукава не дѣлаютъ, и чистку производятъ вручную. Противъ проникновенія въ каналъ мелкаго песка и ила какихъ либо особыхъ мѣръ не принимается. Этотъ сортъ наносовъ отлагается уже въ оросительной сѣти и требуетъ ежегодной ея очистки. Есть, правда, примѣръ полнаго искусственнаго отстаиванія воды, это уже знакомый изъ предыдущаго каналъ de Marseille со своимъ отстойнымъ бассейномъ St.-Christophe; хотя онъ и не служитъ для цѣлей земледѣльческаго орошенія, но достоинъ упоминанія, какъ особый типъ, тѣмъ болѣе интересный, что подобную же картину каналовъ съ крупными резервуарами предстоитъ имѣть на р. Мургабѣ.

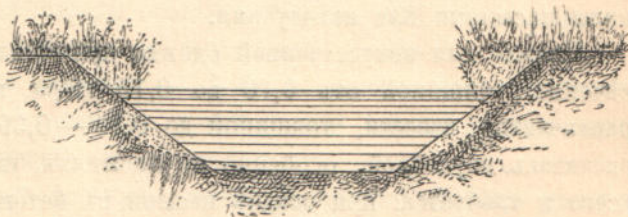
Вліяніе длины канала на количество и составъ отлагаемыхъ въ немъ наносовъ выражается въ томъ, что по мѣрѣ удаленія отъ истока наносы дѣлаются все мельче и мельче, отлагая болѣе крупные въ началѣ. Къ великому сожалѣнію, обѣщаннаго анализа пробъ наносовъ изъ канала de Carpentras, взятыхъ изъ разныхъ точекъ этого канала, мнѣ еще не прислано, такъ какъ самъ инж. Prost, Ingenieur du canal de Carpentras, не получилъ еще изъ Парижа данныхъ анализа. Поэтому приходится ограничиться пока свѣдѣніями общаго характера, полученными отъ него и отъ администраторовъ другихъ каналовъ. Замѣчено также нѣкоторое уменьшеніе процентнаго содержанія наносовъ въ водѣ по мѣрѣ удаленія отъ истока: но это не есть общій случай. Такъ, у канала de Pierrelatte, отведеннаго отъ р. Роны, мутность воды, по свидѣтельству г-на Beausant, Chef d'Exploitation, отнюдь не убываетъ; но подтвердить своего увѣренія какими-либо положительными доказательствами онъ не могъ. Обыкновенно въ нижнемъ теченіи каналовъ, длина которыхъ доходитъ до 100 и болѣе километровъ, вода имѣетъ видъ сѣровато-грязный, содержитъ исключительно очень мелкій глинистый илъ (*limon argileux très fin*).

Продольные уклоны каналовъ мѣняются въ очень широкихъ предѣлахъ: въ очень твердыхъ грунтахъ или при наличіи искусственной одежды, когда откосамъ придаютъ наклонъ 1 : 2 и стараются вообще уменьшить живое сѣченіе, уклоны бываютъ круче нормальныхъ. Нормальнымъ уклономъ для магистральнаго канала является величина = 0,0002 до 0,00025; при расходѣ отъ 4 до 10 кв. метровъ въ секунду скорость бываетъ отъ 0,45 до 0,55 метра въ секунду. При этой скорости уже имѣетъ мѣсто постоянное отложеніе наносовъ, даже самыхъ мелкихъ; годичный слой ихъ, при глубинѣ потока отъ 1,2 до 1,5 метровъ и при среднемъ содер-

жани взвѣшенныхъ наносовъ въ 0,05 — 0,07% по объему, выражается въ среднемъ цифрой 4—5 сантиметровъ. При уклонѣ выше 0,0003 и скоростяхъ начиная съ 0,65 $\frac{\text{метр.}}{\text{сек.}}$, отложеніе возможно лишь для песка не слишкомъ мелкаго (діаметромъ отъ 0,3 м.м.) и обыкновенно бываетъ очень незначительно: за пять лѣтъ 4—5 сантиметровъ и еще меньше, въ зависимости отъ удаленія даннаго мѣста канала отъ его истока.

Практически считается, что взвѣшенные наносы перестаютъ отлагаться, когда средняя скорость теченія достигаетъ 0,70 $\frac{\text{метр.}}{\text{сек.}}$ и выше, при глубинѣ свыше 1-го метра и естественномъ не заросшемъ руслѣ. Эта норма легла въ основу постройки канала de Marseille и, дѣйствительно, въ самомъ каналѣ отложеній совершенно не происходитъ и онъ доносить весь илъ до отстойныхъ бассейновъ. Въ мѣстахъ, гдѣ приходится прокладывать выемку въ скалѣ и для удешевленія дѣлать возможно меньшій поперечный профиль съ почти отвѣсными краями, уклонъ доходить до 0,006 и выше и скорость до 2,5 метровъ въ секунду. Съ другой стороны передъ регуляторами и въ распредѣлительныхъ бассейнахъ скорость падаетъ до 0,25 м. сек. и менѣе и поэтому здѣсь за годъ успѣваетъ отложиться слой наносовъ толщиной до 0,50—0,80 метровъ.

Для второстепенныхъ каналовъ (canal secondaire) наименьшимъ уклономъ считается = 0,0003 при скоростяхъ около 0,40 метр. секунду; обыкновенно же придаютъ имъ уклоны отъ 0,0008 до 0,002, при скоростяхъ 0,75 до 1 метра въ секунду. Въ общемъ чаще всего встрѣчаются скорости около 0,80 $\frac{\text{метр.}}{\text{сек.}}$. Наконецъ, третьестепенные каналы дѣлаются съ уклонами отъ 0,003 до 0,007 при скоростяхъ отъ 0,50 до 0,80 метра секунду. Во второстепенныхъ и третьестепенныхъ каналахъ, несмотря на столь значительную среднюю скорость (обыкновенно около 0,80 метр. сек.), всегда происхо-



Фиг. 11.

дитъ отложеніе наносовъ, такъ какъ откосы ихъ, а зачастую и дно быстро покрываются растительностью, которая въ высшей степени способствуетъ отложенію наносовъ; она дѣйствуетъ на воду буквально какъ фильтръ, какъ свидѣлствуютъ всѣ лица, которымъ приходилось имѣть дѣло съ этимъ явленіемъ. Фактъ, общій для всѣхъ извѣстныхъ мнѣ каналовъ—измѣненіе съ теченіемъ времени вида нормальнаго профиля изъ трапециoidalнаго въ овальный, обязанъ своимъ происхожденіемъ ничему другому, какъ растительности, которая

всегда начинается на 0,20 — 0,30 метровъ ниже урѣза воды; травы замедляютъ протекающую черезъ нихъ воду; она тамъ очищается отъ наносовъ, и въ результатѣ—быстрое наростаніе берега. Теченіе промываетъ въ компенсацію этому профиль ниже урѣза и слѣдствиемъ этого является тотъ новый профиль, съ нависающими берегами, который показанъ на предыдущемъ чертежѣ пунктиромъ. Когда имѣется и донная растительность, то единственная мѣра противъ быстрого заиленія — частое выкашивание травы, иногда до 4—5 разъ въ лѣто.

Что касается вліянія плана канала на его заиленіе, то здѣсь цѣликомъ сказывается общій законъ потока—подмывать въ кривыхъ частяхъ вогнутый берегъ и наращивать выпуклый. Обыкновенно въ оросительныхъ каналахъ скорости теченія бываютъ недостаточны для размыва русла, тѣмъ болѣе, что откосы выше воды представляютъ прочный дерновый коверъ, который при подмывѣ свѣсилъ бы и прекратилъ дальнѣйшее размываніе. Отложения у выпуклаго берега замѣчаются почти всегда, даже тогда, когда средняя скорость настолько велика, что въ прямыхъ участкахъ отложений не происходитъ. Какихъ-либо опредѣленныхъ данныхъ о вліяніи угла поворота на количество отложений мнѣ неизвѣстно. Говорили лишь, что при очень малыхъ углахъ кривой участокъ не отличается ничѣмъ отъ прямого (уголъ въ 5 — 8°). Въ болѣе крупныхъ кривыхъ магистральныхъ каналахъ за годъ отлагается до 0,50 метра и болѣе наносовъ, если на прямыхъ участкахъ въ то же время отлагается 3 — 5 сантиметровъ.

Во Франціи въ настоящее время все болѣе и болѣе пріобрѣтаетъ сторонниковъ идея обязательнаго устройства на магистральныхъ каналахъ искусственной одежды, при тѣхъ, конечно, условіяхъ, какія имѣютъ мѣсто у нихъ на югѣ: иногда недостатокъ воды; песчанистая или гравелистая почва, холмистая мѣстность, вызывающая необходимость проводить каналы насыпями или акведуками.

Прежде для искусственной одежды примѣнялся слой бетона по всему сѣченію, толщиной отъ 0,10 до 0,15 метра, или же мостовая на гидравлической извести, толщиной до 0,25 — 0,30 метра. Но эта одежда оказалась неудобной, особенно въ насыпяхъ, гдѣ, собственно, она чаще всего и требуется; при осадкѣ насыпи, въ бетонѣ и мостовой появляются трещины, черезъ которыя начинается сильная утечка; ремонтъ нуженъ немедленный, а онъ сопряженъ съ перерывомъ дѣятельности канала. Особенно лѣтомъ это вызываетъ сильное недовольство со стороны абонентовъ. Теперь для одежды стали примѣнять желѣзо-бетонъ; толщина слоя бетона всего 3 см.; клѣтки арматуры 5-6 см.; и сама она—діаметромъ 5 м.м. Такая одежда, по увѣренію г. Lévy-Salvador'a, деформируется вмѣстѣ съ насыпью не разрушаясь! Кромѣ безусловной непрони-

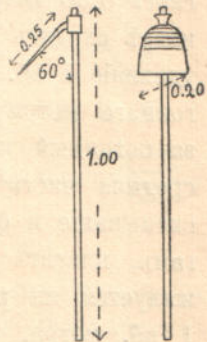
цаемости и, слѣдовательно, сбереженія воды, за искусственную одежду говорить еще то обстоятельство, что при ней заиленіе значительно понижается, какъ вслѣдствіе возрастанія среднихъ и особенно донныхъ скоростей, такъ и вслѣдствіе полного отсутствія растительности. Это послѣднее есть тоже очень важный аргументъ въ пользу искусственной одежды; вообще, при ней ежегодная затрата на содержаніе канала падаетъ до минимума.

Переходя къ способамъ очистки оросительныхъ каналовъ отъ продуктовъ заиленія, приходится сказать, что почти единственный практикуемый способъ — ручная работа помощью лопаты, при чемъ наносы сбрасываются на берегъ за бровку откоса; а когда тамъ выростетъ слишкомъ высокая грядка, такъ что бросать больше некуда, то грядку откидываютъ подальше, стараясь разбрасывать землю ровнѣе. Въ видѣ исключенія удается мѣстами примѣнять непосредственную промывку, какъ напр. bassin de sureté и нѣкоторые второстепенные короткіе каналы съ малымъ уклономъ, имѣющіе внизъ по теченію регуляторъ съ большимъ паденіемъ, послѣ котораго можно воду спускать прямо въ какой-либо ручей или рѣчку. Попуски черезъ нихъ дѣлаютъ осенью, въ сентябрѣ и октябрѣ, послѣ дождя, когда для полей не требуется орошенія; длится эта операція дней 8; слой ила достигаетъ 0,80 метра толщиной, такъ какъ скорость канала передъ рѣзкими перепадами всегда очень мала; уклонъ dna обыкновенно = 0.0003.

Для ручной очистки каналовъ выбираютъ время, когда каналъ не работаетъ; обыкновенно же передъ началомъ весеннихъ поливовъ, въ концѣ февраля и до середины марта. Въ каналахъ съ естественнымъ ложемъ больше всего работы требуетъ срѣзка наростовъ у урѣза воды. При искусственной одеждѣ осадки бываютъ почти исключительно на днѣ, особенно во входящихъ углахъ поперечнаго профиля; на откосахъ — очень незначительное количество. Для чистки откосовъ, естественныхъ, кромѣ лопаты кое-гдѣ употребляется еще родъ азіатскаго кетменя (см. эскизъ).

Стоимость очистки отъ наносовъ, очевидно, сильно мѣняется въ зависимости отъ количества ихъ и мѣстныхъ цѣнъ.

При семъ прилагается*) въ копіи выписка, выданная мнѣ о работахъ такого рода на каналѣ de Carpentras; это наиболѣе точныя данныя такого рода и тѣмъ болѣе удобныя, что стоимость работы выражена въ рабочихъ дняхъ. Въ этой таблицѣ сначала значатся brigadiers; это—над-



Фиг. 12.

*) См. приложение.

смотрщики за сторожами; на каждых 6-7 *gardes* имѣется одинъ *brigadier*; на одного *gardes* приходится по 1,25 килм. каналовъ. Зимой эти сторожа чистятъ каналъ, дѣлаютъ бетонную одежду на каналахъ (ежегодно одѣваютъ до 10 километровъ каналовъ, старыхъ и вновь сооружаемыхъ); лѣтомъ—распредѣляютъ воду и выкашиваютъ траву изъ каналовъ. Жалованье въ годъ 900 франковъ.

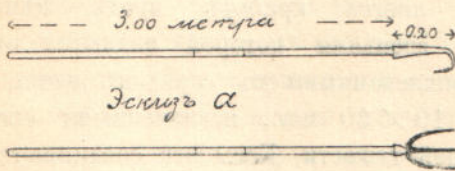
На другихъ каналахъ работу по очисткѣ ихъ совершаютъ вольнонаемные рабочіе или же сами абоненты, смотря по уставу. Въ послѣднемъ случаѣ не было возможности получить какія-либо свѣдѣнія о размѣрахъ и стоимости этихъ работъ. Для канала *de Pierrelatte* стоимость очистки доходитъ до 50 франковъ за километръ ежегодно (слой осадка въ среднемъ 4-5 сантим., ширина по дну отъ 2 до 5 метровъ. Цѣна рабочаго — 3 франка въ день). Каналъ *Crillon* — 65 франковъ за километръ, при всѣхъ тѣхъ же условіяхъ. Каналъ *Roubine*: платять по 0,52 франка за 1 кв. метръ выемки наносовъ и отброса отъ бровки; при длинѣ каналовъ 18 кил. чистка обходится 3000 франковъ ежегодно, т. е. по 167 фр. за километръ; въ среднемъ толщина слоя наносовъ оказывается 0,20 метра, при чемъ толщина эта въ началѣ канала достигаетъ 0,50 метра, черезъ 4 килом. дѣлается 0,20 метр. и на 15-мъ километрѣ сходитъ на нуль. На каналѣ *des Alpines* платять по 0,60 фр. за удаленіе 1 кв. метра наносовъ, при чемъ расчетъ ведется за чистку погоннаго метра каналовъ, цѣна за которую уменьшается отъ 0,40 фр. за погонный метръ въ началѣ канала до 0,20 фр. въ концѣ; большая средняя часть оплачивается по 0,34 фр. за пог. метръ. Тамъ же за скапываніе и отбрасываніе тѣхъ грядокъ, которыя образуются по берегамъ, платять по 0,10 фр. за пог. метръ. Въ Италіи администрація жалуется на рабочихъ, что тѣ не могутъ выработать за день болѣе 1 кв. метра, за что получаютъ 3 лиры въ день, такъ что обходится чистка около 0,90—1,0 лиры за погонный метръ.

Заростаніе.

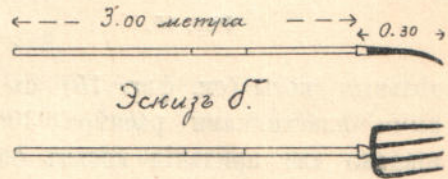
Заростаніе ложа каналовъ растеніями идетъ съ большей или меньшей интенсивностью, смотря по мѣстнымъ условіямъ: температурѣ и глубинѣ воды, качеству наносовъ и скорости теченія. Какъ уже было сказано, двѣ сосѣднія рѣки По и Дора-Балтеа въ сѣверной Италіи, питающія въ разное время года одни и тѣ же каналы — *Savour*, *Ivrea* и др. отличаются другъ отъ друга свойствами воды. Оказывается, воды р. По, какъ болѣе теплыя и главное «плодородныя» (*fertilise*) чрезвычайно содѣйствуютъ росту травы. Ложе каналовъ быстро покрывается по всему профилю и на днѣ, и по откосамъ — длинной травой, которую приходится

косить черезъ 15-20 дней. Наоборотъ, воды р. Дора-Балтеа точно прекращаютъ этотъ ростъ. Это—вліяніе качества и температуры воды. Вліяніе глубинъ сказывается въ томъ, что дно мелкихъ каналовъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей прогрѣвается и довольно быстро покрывается растительностью (groseau — стебли, длиной до 4-хъ метровъ); считаютъ что при водѣ такой температуры и качества, какъ на югѣ Франціи (днемъ до 20° Цельсія, наносы — песокъ и иль, не очень плодородные) глубина въ 0,40 метра достаточна, чтобы защитить дно отъ заростанія. При 0,30 метра заростаніе идетъ довольно сильно. Покосъ необходимъ 3-4 раза въ лѣто. Поэтому же у глубокихъ каналовъ откосы прорастаютъ на глубину 0,25—0,30 метра ниже урѣза воды. Вліяніе скорости теченія на обиліе растительности сколько нибудь опредѣленно, въ числовыхъ данныхъ, не установлено. Извѣстно лишь, что увеличеніе скорости уменьшаетъ растительность. M. Mijon, chef de service du canal des Alpes, говоритъ, что на ихъ каналѣ растительности уже не существуетъ при продольномъ уклонѣ въ 0,0005, что соотвѣтствуетъ для нихъ скорости въ 0,95—1,0 метр. секунду.

Какъ уже сказано, въ случаѣ небольшой глубины потока или же при особенно плодородныхъ качествахъ воды и ея высокой температурѣ,



Фиг. 13.



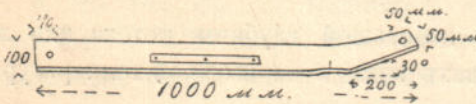
Фиг. 14.

все ложе канала покрывается растительностью. И наоборотъ, при холодной и тощей (maigre) водѣ и при глубинахъ выше 0,30—0,40 метровъ, проростаніе возможно только по откосамъ, отъ бровки и на глубину 0,25—0,30 метра ниже урѣза воды. Въ послѣднемъ случаѣ оказывается достаточнымъ скашивать траву раза 2 въ годъ, въ іюнѣ и сентябрѣ, специально для того, чтобы избѣжать отложеній наносовъ между стеблями, такъ какъ очистка канала отъ этихъ береговыхъ наростовъ гораздо мѣшкотнѣе и труднѣе. Косить съ берега, обыкновенными косами, не приспособивая даже къ косѣ грабель, такъ что трава попадаетъ въ воду и уносится теченіемъ внизъ, гдѣ во избѣжаніе закупорки сифоновъ, регуляторовъ и проч. искусственныхъ сооружений приходится ее вылавливать съ перваго же моста; для этого примѣняются особыя желѣзныя грабли (см. фиг. 13) и простыя грабли или вилы (фиг. 14).

Для удобства кошенія выбираютъ время послѣ дождя, когда не требуется полива; тогда понижаютъ горизонтъ воды въ каналѣ на 0,25 —

0,30 метра, трава обнажается вплоть до корней и ее косят. Иногда не прибѣгаютъ къ этому спусканію воды, а косятъ прямо, захватывая траву подъ водой. Въ Италіи для очистки отъ травы откосовъ очень большихъ каналовъ пользуются серпомъ на длинной ручкѣ, которымъ одинъ рабочій подсѣкаетъ траву подъ самый корень, а другой ловитъ ее съ лодки обыкновенными желѣзными вилами.

Для кошенія донныхъ порослей приходится или понижать воду настолько, чтобы оставался слой не больше 0,30 — 0,40 метра и тогда косить ее обыкновенными косами, стоя на днѣ въ водѣ, при чемъ трава уплываетъ и вылавливается внизу (каналы сѣверн. Италіи, питаемые водами рѣки По), или дожидаться возможности полного перерыва въ дѣятельности канала и тогда брать ее серпами (маленькіе каналы въ Италіи); наиболѣе маленькіе каналы приходится чистить отъ травы лопатами. Наконецъ, крупные каналы, для которыхъ нельзя среди лѣта установить перерыва, но выкашивать дно которыхъ тѣмъ не менѣе приходится, требуютъ для этой операціи специальныхъ приборовъ — faucard.



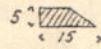
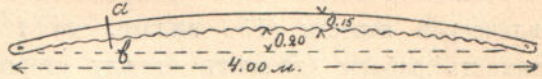
Фиг. 15.

Мнѣ извѣстно 3 типа этихъ косилокъ. На каналѣ de Pierrelatte (Vaucluse, югъ Франціи) примѣняется приборъ вродѣ цѣпи, звеньями которой являются от-

дѣльные косы (см. фиг. 15) съ приклепанными къ серединѣ свинцовыми пластинками размѣра $300 \times 10 \times 30$ м.м., назначенными специально для приданія косамъ большей тяжести. Косы эти соединяются другъ съ другомъ болтиками со шплинтами, при чемъ игра въ 5 м.м. позволяетъ этой длинной плоской лентѣ изъ косъ изгибаться во всѣхъ направленіяхъ.

Всѣхъ косъ употреблено 15; за концы крайнихъ укрѣплены цѣпи, за которыя и держатся рабочіе во время косьбы. Чтобы выкосить такой косилкой траву сразу со всего профиля, ее помѣщаютъ на дно канала поперекъ, при чемъ линія косъ должна составлять съ осью канала уголъ около 45° ; съ каждой стороны за цѣпи берутся по 1 рабочему и рѣзкими движеніями косилки взадъ и впередъ они чисто и быстро выкашиваютъ сразу дно и откосы. За день они проходятъ около 2-хъ погонныхъ километровъ длины канала (расходъ воды въ немъ около 3 кв. метровъ). Трава уплываетъ и внизу вылавливается. Въ Луккѣ (Тоскана, сѣверная Италія) при ширинѣ осушительныхъ каналовъ по дну до 6-7 метровъ и илистомъ днѣ, куда рабочимъ невозможно встать, для покоса донной растительности употребляется серповидный приборъ (см. фиг. 16), къ концамъ котораго за ушки укрѣплены веревки; по 2 рабочихъ съ каждой стороны рѣзко двигаютъ эту косу-серпъ по дну взадъ

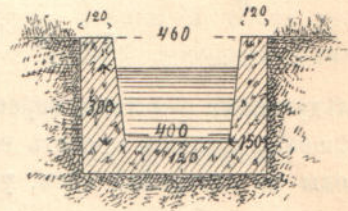
и впередъ; проходить съ нею въ день не болѣе $\frac{2}{3}$ километра. Наконецъ на судоходныхъ каналахъ провинціи Венеціи (сѣверная Италія) для этой же цѣли употребляютъ желѣзную пластину, огруженную тяжестями, которую волокутъ по дну за веревки, укрѣпленныя къ концамъ.



Фиг. 16.

Сроки, въ которые приходится производить операцію очистки каналовъ отъ

растительности, мѣняются въ зависимости отъ степени интенсивности роста травы и мутности воды: чѣмъ вода чище, тѣмъ менѣе опасности засоренія представляетъ заросшее русло. На большихъ каналахъ во Франціи косятъ 1-2 раза въ годъ (въ июнѣ или въ маѣ—юльѣ и сентябрѣ); тамъ же мелкіе каналы требуютъ 3-4 покоса въ лѣто. Въ Ломбардіи (сѣверъ Италіи) совсѣмъ не косятъ, ограничиваясь весенней чисткой канала, такъ какъ вода очень чистая и трава растетъ не быстро; въ Пьемонтѣ, наоборотъ, приходится косить черезъ каждые 15-20 дней,



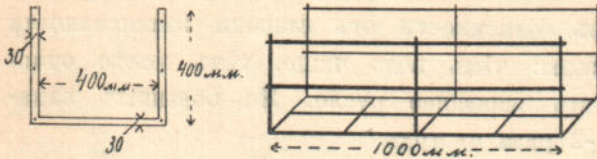
Фиг. 17.

особенно въ низу оросительной сѣти. Производительность работы показана выше, при описаніи различныхъ способовъ (см. также таблицу работъ сторожей канала de Carpentras, растительность тамъ бываетъ только у урѣза воды). Для канала des Alpines (1 покосъ въ лѣто, простой косой у урѣза воды) 1 человекъ выкашиваетъ въ день около 150 пог. метровъ канала (считая оба берега); получаетъ по 4 франка въ день. На каналѣ Roubine работу эту сдаютъ съ подряда; требуется 2 укуса въ лѣто; платятъ по 0,05 франка въ годъ за 1 пог. метръ канала, откосы и берегъ, всего на ширину 7 метровъ. На каналѣ de Cadenet платятъ рабочимъ по 3,50 фран. въ день; выкашиваютъ до 100 пог. метровъ канала въ день на человекъ (растительность у урѣза воды).

Заключение.

Въ заключеніе слѣдуетъ сказать, что для выбора элементовъ оросительной сѣти приходится прежде всего учесть стоимость воды; если бы она оказалась дорога, то лучше всего прибѣгнуть къ искусственной одеждѣ по всей длинѣ каналовъ: кромѣ предохраненія воды отъ просачиванія это сокращаетъ до минимума расходы на содержаніе оросительной сѣти и даетъ возможность придавать каналамъ наименьшіе уклоны и, слѣдовательно, орошать наибольшую площадь. На каналѣ de Carpentras

даже мелкіе filioles съ расходомъ въ 30-40 литровъ одѣвають бетономъ (см. фиг. 17); уклонъ придають всего 0,0003. Стоимость такой одежды (площадь профили ея = 0,192 кв. метра), за 1 пог. метръ всего 2,50 фр., при стоимости бетона 12,5 франковъ за 1 куб. метръ. Бетонъ—на гидравлической извести (150 килогр. на 1 куб. метръ гравія и песка); стоимость работы (дѣлають одежду сторожа) оцѣнивается въ 4,25 фр. за кубич. метръ бетона, т. е. по 0,85 фр. за бетонированіе пог. метра канала и 0,175 фр. — земляныя работы (за пог. метръ). Кромѣ этой одежды тамъ же употребляется желѣзо-бетонная, но та дороже: 3,25 фр. за пог. метръ (см. фиг. 18).



Фиг. 18.

Если по мѣстнымъ условіямъ и цѣнамъ устройство одежды окажется невыгоднымъ, то придется для выбора элементовъ руководиться

слѣдующими пунктами, перевѣсъ одного изъ которыхъ опредѣлитъ характеръ рѣшенія: желаніе оросить возможно большую площадь, уменьшить расходы по постройкѣ сѣти, уменьшить расходы по эксплуатаціи ея. Для перваго необходимо уменьшить уклоны сѣти, для втораго—уменьшать количество земляныхъ работъ и искусственной одежды, т. е. уменьшать живое сѣченіе и глубину канала, а это въ свою очередь требуетъ увеличенія продольныхъ уклоновъ. Расходы на эксплуатацію тоже въ значительной степени зависятъ отъ уклона: съ увеличеніемъ его количество осадковъ и растительности уменьшается. Последнее соображеніе, разумѣется, не имѣетъ значенія для случая, когда вода чистая и холодная, не дающая ни наносовъ, ни растительности. Затѣмъ, увеличеніе глубины канала вообще увеличиваетъ объемъ осадковъ, но при глубинахъ свыше 0,40 метра уменьшаетъ и даже совсѣмъ прекращаетъ донную растительность. Но вообще вліяніе глубины на расходъ по эксплуатаціи сказывается замѣтно лишь при значительной разницѣ въ глубинахъ сравниваемыхъ вариантовъ. Такъ что преобладающимъ оказывается во всѣхъ случаяхъ вліяніе уклона. Среднія нормы для него даны выше. Расчетъ расхода воды въ каналахъ ведется во Франціи и Италіи по формулѣ $v = c \sqrt{ri}$, гдѣ c по Базэну.

Окончательный выборъ той или другой величины уклона явится результатомъ мѣстныхъ данныхъ о качествѣ воды и грунта и рассмотрѣнія взаимоотношеній указанныхъ 3-хъ факторовъ, а также приближительными подсчетами, при чемъ для сужденія о вліяніи входящихъ въ подсчетъ элементовъ (скоростей, глубинъ и пр.) на эксплуатаціонные и др. расходы достаточно приведенныхъ выше данныхъ.

Въ заключеніе позволю себѣ привести нѣчто вродѣ «ирригаціоннаго-парадокса». Въ Сѣверной Италіи общество dei canali Demaniali d'irrigazione (canali Savoia) платитъ правительству за воду по 20 франковъ въ годъ за 1 литръ расхода канала (у головного регулятора); полъ года вода берется изъ рѣки По каналомъ Savoia по 100 куб. метровъ въ секунду; лѣтомъ же изъ рѣки По позволяютъ отводить только 50—60 куб. метровъ; остальное, до 100 куб. м., приходится брать изъ рѣки Дора-Балтеа помощью канала Fagini. Вода эта продается абонентамъ по слѣдующей цѣнѣ: вода рѣки По—17,24 франка за литръ; вода рѣки Дора-Балтеа—15,35 франка за литръ, т. е. значительно дешевле, чѣмъ покупается (по 20 фр. за литръ той и другой воды); тѣмъ не менѣе предпріятіе приноситъ очень большой доходъ; содержитъ на него значительный штатъ администраціи, платитъ $\frac{1}{10}$ и пр. Дѣло объясняется тѣмъ, что вода, проданная какому либо владѣльцу на орошеніе, естественно, стекаетъ съ его земель обратно въ оросительныя канавы и вновь продается нижележащимъ владѣльцамъ, окуная съ лихвой арендную плату государству.

Инж. В. Глушковъ.

Годичный бланкъ на $8\frac{1}{2}$ дней

(на $\frac{1}{2}$ листѣ бѣлой бумаги).

См. на оборотѣ.

То же на $10\frac{1}{2}$ дней — 22 вертикальныхъ столбца: 1-ая цифра
каждаго горизонтальнаго ряда повторяетъ послѣднюю цифру предыдущаго.
Разстояніе между столбцами, отмѣченными отъ руки 5^h и 7^h , равное
для $8\frac{1}{2}$ дней девяти днямъ, для $10\frac{1}{2}$ дней равно одиннадцати днямъ.
 5^h и 7^h числа одинаковы въ обоихъ столбцахъ; но *matin* и *soir* пере-
мѣщаются.

Годичный бланкъ на 8¹/₂ дней.

Carte d'arrosages pour 8 jours ¹/₂.

CANAL DE CARPENTRAS.

Surface déclarée.....

Les arrosants ne doivent prendre l'eau qu'aux jours et heures indiqués sur la présente carte, sous peine de procès-verbal.

ARROSAGES DE 190.....

M

Filice

MOIS.	5 ^h mat.		7 ^h soir.		5 ^h soir.		7 ^h mat.		MOIS.												
	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.	Ouverture.	Fermeture.			
Avril.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Avril.	Ouverture.	Fermeture.
Avril.	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	Mai.	Ouverture.	Fermeture.
Mai.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Mai.	Ouverture.	Fermeture.
Mai.	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	Jun.	Ouverture.	Fermeture.
Jun.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Jun.	Ouverture.	Fermeture.
Jun.	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Juillet.	Ouverture.	Fermeture.
Juillet.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Juillet.	Ouverture.	Fermeture.
Juillet.	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Août.	Ouverture.	Fermeture.
Août.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	Septembre.	Ouverture.	Fermeture.
Septembre.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Septembre.	Ouverture.	Fermeture.
Septembre.	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	Octobre.	Ouverture.	Fermeture.
Octobre.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Octobre.	Ouverture.	Fermeture.

Chaque ligne horizontale du tableau ci-dessus contient 18 cases qui correspondent à 2 jours d'arrosage de 8 jours ¹/₂ chacun. — Pour connaître les jours et heures de l'ouverture et de la fermeture de sa prise, l'arrosant n'a qu'à regarder les colonnes verticales en tête desquelles il voit des chiffres écrits à l'encre rouge, sous les mots **Ouverture** ou **Fermeture**. Les chiffres rouges indiquent les heures, et les chiffres imprimés en noir dans les 11 cases qui sont au-dessous indiquent les jours. Les mots **m.** ou **s.** qui suivent les chiffres rouges signifient matin ou soir. Ainsi 11 h. m. par exemple, veut dire 11 heures du matin, 8 h. 50 s. veut dire 8 heures 50 minutes du soir. Les arrosants devront, pour éviter des erreurs, examiner avec soin à quel mois s'appliquent les chiffres noirs qui leur indiquent les jours d'ouverture et de fermeture.

Годичный бланкъ для периода въ 10 1/2 дней «луга на мѣстахъ слогка влажныхъ».

Pour arrosages à 10 jours 1/2.

CANAL DE CARPENTRAS.

Les arrosants ne doivent prendre l'eau qu'aux jours et heures indiqués sur la présente carte, sous peine de procès-verbal.

M

Fibrole

Surface déclarée

Arrosages de 190

MOIS.																8 ^h _{mat.}	11 ^h _{soir.}	MOIS.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Avril.						6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Avril.	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Mai.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Juin.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Juin.	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Juillet.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Août.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1
Août.	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Septembre.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Octobre.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3

Chaque ligne horizontale du tableau ci-dessus contient 22 cases qui correspondent à 2 tours d'arrosage de 10 jours 1/2 chacun. — Pour connaître les jours et heures de l'ouverture et de la fermeture de sa prise, l'arrosant n'a qu'à regarder les colonnes verticales en tête desquelles il voit des chiffres écrits à l'encre rouge, sous les mots **Ouverture** ou **Fermeture**. Les chiffres rouges indiquent les heures, et les chiffres imprimés en noir dans les 11 cases qui sont au-dessous indiquent les jours. Les mots **m.** ou **s.** qui suivent les chiffres rouges signifient matin ou soir. Ainsi 11 h. m. par exemple, veut dire 11 heures du matin, 8 h. 50 s. veut dire 8 heures 50 minutes du soir. Les arrosants devront, pour éviter des erreurs, examiner avec soin à quel mois s'appliquent les chiffres noirs qui leur indiquent les jours d'ouverture et de fermeture.

SURFACE DÉCLARÉE.

PERIODES
du 15 Mars au 1^{er} Mai
et du 1^{er} Juillet à la fin.

M

Бѣлый бланкъ на 7^{1/2} дней—поливъ ранней весной и
лѣтомъ.

Срокъ 1 мѣсяць.

COMMUNE
de

CANAL DE CARPENTRAS

ARROSAGES DE 190.....

Filiole

Les arrosants ne
doivent prendre l'eau
qu'aux jours et heu-
res indiqués sur la
présente carte, sous
peine de procès-verbal.

Tours d'arrosage.	JOURS ET HEURES D'OUVERTURE DE LA PRISE.	JOURS ET HEURES DE FERMETURE DE LA PRISE.
1 ^{er}	Le à hes du	Le à hes du
2 ^{me}	Le à hes du	Le à hes du
3 ^{me}	Le à hes du	Le à hes du
4 ^{me}	Le à hes du	Le à hes du

Les déclarations d'arrosages doivent être faites tous les ans, dans le mois de janvier.

SURFACE DÉCLARÉE.

M

Голубой бланкъ на 3³/₄ дня.

Срокъ — 1 мѣсяць.

COMMUNE
de

CANAL DE CARPENTRAS.

ARROSAGES DE 190

Filiole

Les arrosants ne doivent prendre l'eau qu'aux jours et heures indiqués sur la présente carte, sous peine de procès-verbal.

Tours d'arrosage.	JOURS ET HEURES D'OUVERTURE DE LA PRISE.	JOURS ET HEURES DE FERMETURE DE LA PRISE.
1er	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
2me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
3me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
4me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
5me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
6me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
7me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....
8me	Le.....à.....hes.....du.....	Le.....à.....hes.....du.....

Les déclarations d'arrosages doivent être renouvelées tous les ans, dans le mois de janvier

SURFACE DECLARÉE.

PERIODE
du 1^{er} Mai au 1^{er} Juillet

M

Желтый бланкъ на $\frac{3}{4}$ дня—періодъ май и іюнь, взаѣнъ бѣлаго бланка.

Срокъ—1 мѣсяць.

COMMUNE
de

CANAL DE CARPENTRAS

ARROSAGES DE 190.....

Les arrosants ne
doivent prendre l'eau
qu'aux jours et heu-
res indiqués sur la
présente carte, sans
peine de procès-verbal.

Filiole

Tours d'arrosage.	JOURS ET HEURES D'OUVERTURE DE LA PRISE.	JOURS ET HEURES DE FERMETURE DE LA PRISE.
1 ^{er}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
2 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
3 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
4 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
5 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
6 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
7 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....
8 ^{me}	Le..... à..... hes..... du.....	Le..... à..... hes..... du.....

Les déclarations d'arrosages doivent être faites tous les ans, dans le mois de janvier.

