

3216 ТРУДЫ



Экспедиціи, снаряженной Лѣснымъ Департаментомъ, подъ руководствомъ
профессора Докучаева.

Отчетъ Министерству Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ.

ОТДѢЛЪ ПРАКТИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ.

ТОМЪ ВТОРОЙ.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКІЯ СООРУЖЕНІЯ.

Выпускъ 1.

В. Дейчъ.

Гидротехническія работы 1893 года.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ.

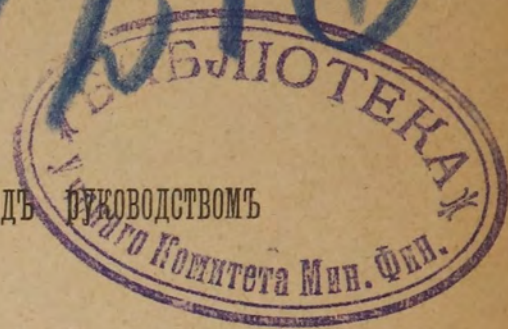
1894.

3216

ТРУДЫ

3216

Экспедиціи, снаряженной Лѣснымъ Департаментомъ, подъ руководствомъ
профессора Докучаева.



Отчетъ Министерству Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ.

ОТДѢЛЪ ПРАКТИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ.

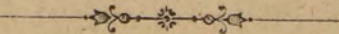
ТОМЪ ВТОРОЙ.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКІЯ СООРУЖЕНІЯ.

В ы п у с к ъ 1.

В. Дейчъ.

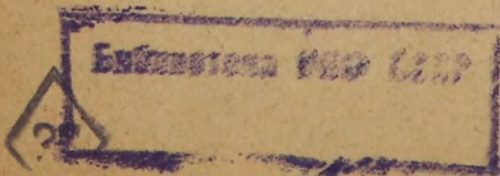
Гидротехническія работы 1893 года.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ.

1894.



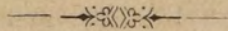
Печатано по распоряженію Лѣсного Департамента Министерства Земледѣлія
и Государственныхъ Имуществъ. 25-го августа 1894 года.

74544

Типографія Е. Евдокимова, Троицкая улица, д. № 18.

В. І. Дейчъ.

Гидротехническія работы 1893 года.





Гидротехническія работы 1893 года.

ГЛАВА I.

Общая часть.

1. Общія изысканія. Съ весны 1893 года было приступлено къ осуществленію разнаго рода гидротехническихъ работъ, по особой программѣ, изложенной въ „Предварительномъ отчетѣ“ Экспедиціи ¹⁾.

Основною для такихъ работъ послужило детальное изученіе *рельефа* участковъ, начатое въ 1892 году и законченное для большей части земель, избранныхъ Экспедиціею мѣстомъ своихъ дѣйствій, къ исходу 1893 года. Эти общія изысканія заключались въ возможно детальной съемкѣ участковъ на планы, а главнымъ образомъ, въ *опредѣленіи* и *всестороннемъ изученіи* рельефа степи. Такое изученіе достигалось проведеніемъ нивелировочныхъ линій, съ пикетами черезъ 20—100 сажень, по главнымъ направленіямъ, какъ-то: по дну и берегамъ балокъ, по водораздѣламъ, поперегъ долинъ въ наиболѣе характерныхъ мѣстахъ и проч.; въ мѣстахъ значительныхъ колебаній рельефа нивелировочныя линіи проводились чаще (до 20 сажень взаимнаго разстоянія), такъ-что такія площади покрывались на планѣ сплошною

¹⁾ Ближайшими исполнителями гидротехническихъ работъ были завѣдывающіе участками—гг. *Юницкій* (на Старобѣльскомъ участкѣ), *Собъневскій* (на Хрѣновскомъ участкѣ) и *Высоцкій* (на Великоанадольскомъ участкѣ).

сѣткою нивелировочныхъ отмѣтокъ ¹⁾). Всѣ овраги, проходящіе по участкамъ, пронивелированы вдоль по дну, а во многихъ мѣстахъ исполнена и поперечная нивелировка ихъ.

По полученнымъ даннымъ составлены *планы, въ масштабѣ 100 сажень въ 1 дюймъ*, съ проведенными на нихъ *горизонталями* черезъ каждую сажень; такъ, на Хрѣновскомъ участкѣ такой планъ имѣется для оброчныхъ статей: *Нижнеозерской, Среднеозерской, Нужной, Верхнеозерской* и части *Дмитріевской 2-й*, на площади до 4200 десятинъ; на *Старобѣльскомъ* участкѣ для всѣхъ Даниловскихъ оброчныхъ статей, на площади 1318 десятинъ; на *Великонадольскомъ* — для всего участка на $5088\frac{4}{5}$ десятинъ ²⁾).

Эти, точно и подробно составленные, планы въ горизонталяхъ даютъ возможность опредѣлить общіе и частные уклоны дна и береговъ балокъ и общій склонъ долинъ, опредѣлить водораздѣлы бассейновъ всѣхъ балокъ, крутизну тѣхъ скатовъ, по которымъ сбѣгаетъ дождевая и весенняя вода по направленію къ оврагу, и проч. Все это, въ связи съ изученіемъ геологическаго строенія бассейна и метеорологическими элементами, должно служить къ точному выясненію размѣра притока *поверхностныхъ* водъ къ данному гидротехническому сооруженію.

На ряду съ такимъ изученіемъ поверхности бассейновъ, Экспедиціе организованы *гидрометрическія* измѣренія *живыхъ* потоковъ, съ цѣлью *учета* воды, сбѣгающей по оврагамъ, иначе, той влаги, которую желательно вернуть въ почву тѣмъ или другимъ способомъ. Наблюденія эти обставлены такъ, что можно опредѣлить, во-первыхъ, *максимальный секундный расходъ*, необходимый для расчета размѣровъ *водосливовъ* въ плотинахъ, а во-вторыхъ, измѣрить *все количество проходящей весенней воды*,

¹⁾ Такимъ образомъ, пронивелированы: западная и южная части *Каменной степи* и западная часть *Старобѣльскаго* участка; пикеты ставились въ разстояніи 20—25 саж. одинъ отъ другого и дали возможность нанести *горизонтали* черезъ 0,25 сажени, по высотѣ.

²⁾ См. оро-гидрографическія карты участковъ. Атласъ картъ и чертежей.

для выясненія наибольшаго возможнаго объема водохранилищъ на изслѣдуемой балкѣ ¹⁾. Такія измѣренія произведены были весною 1893 года въ нѣсколькихъ мѣстахъ всѣхъ участковъ Экспедиціи и послужили основою для расчета сооруженій 1893—4 годовъ.

Придерживаясь коренныхъ цѣлей Экспедиціи, изъ ряда обследованныхъ пунктовъ были выбраны лишь тѣ, которые требовали, во-первыхъ, сооруженій, не превышающихъ средствъ Экспедиціи, а затѣмъ явились бы наиболѣе типичными, какъ въ техническомъ отношеніи, такъ и для учета ихъ дѣйствій. Кромѣ того, для облегченія наблюденія надъ работами и надъ дѣйствиемъ сооруженій, эти послѣднія сгруппированы на каждомъ участкѣ Экспедиціи въ одномъ районѣ, обнимающемъ бассейнъ одной, много двухъ балокъ. Такъ, на *Хрѣновскомъ* участкѣ, для работъ 1893 года и, вообще, *ближайшей очереди*, выбранъ бассейнъ балки *Озерки*, преимущественно ея лѣвый склонъ, съ балками *Осиновая*, *Нужная*, *Безымянная* и проч., а также, отчасти, и лѣвый склонъ рѣки *Таловой*, въ районѣ балки *Хорольской*; на *Старобѣльскомъ* участкѣ главное вниманіе было обращено на бассейнъ *Криничнаго* яра,— какъ наиболѣе типичнаго, и смежнаго съ нимъ яра *Даниловскаго*, который является образчикомъ начинающей свой ростъ промоины; на *Великоанадольскомъ* участкѣ работы производились въ бассейнѣ *Кашлагача*, и то лишь въ нижней его части, гдѣ въ эту балку впадаетъ *Кашлагачикъ* ²⁾.

Выбранные участки, прежде всего, подвергались подробному изученію относительно контура и рельефа дна и береговъ балки, съ цѣлью выбора наилучшаго мѣста для сооруженія (*плотины, лимана, запрудъ* и пр.), а затѣмъ, какъ здѣсь, такъ и въ пунктахъ, намѣченныхъ осенью 1892 года, производились спеціальныя изысканія, съ цѣлью полученія профилей и снятія мѣстности на планъ, въ масштабѣ 25 сажень въ 1 дюймъ, съ горизонталями

¹⁾ См. инструкціи для производства гидрометрическихъ измѣреній, приложение № 1.

²⁾ См. оро-гидрографическія карты участковъ.

черезъ четверть сажени; кромѣ того, была исполнена развѣдка грунта,—для выясненія положенія материка или степени водопроницаемости ложа оврага; такая развѣдка велась буромъ системы профессора *Войслава*, на глубину до 5 сажень.

2. Работы по урегулированію овраговъ. Принимая во вниманіе общее геологическое строеніе участковъ Экспедиціи и характеръ овраговъ на нихъ, работы по закрѣпленію послѣднихъ получили главнѣйшее развитіе на *Старобѣльскихъ* степяхъ. На Каменной степи онѣ примѣнены лишь для небольшихъ промоинъ и отвершковъ, сбѣгающихъ по крутому склону рѣки *Таловой* и образовавшихся, преимущественно, благодаря поперечной распашкѣ¹⁾.

Какъ видно изъ почвенно-геологическаго описанія *Старобѣльскаго* участка, онъ изобилуетъ рѣзко выраженными и энергично дѣйствующими оврагами, борьба съ которыми и представляла, поэтому, наибольшій интересъ. Съ этою цѣлью, и преимущественно въ *Криничномъ* яру, предположенъ, а отчасти и приведенъ въ исполненіе, рядъ *закрѣпительныхъ работъ*, направленныхъ къ тому, чтобы остановить ростъ мелкихъ отвершковъ, закрѣпить береговые откосы овраговъ различными способами и, наконецъ, способствовать *заилленію* (*кольматированію*) дна оврага при помощи овражныхъ же наносовъ.

Типы сооружений, примѣнимые для такого закрѣпленія овраговъ, перечислены и описаны въ особыхъ инструкціяхъ²⁾, почему здѣсь мы замѣтимъ лишь, что *примѣненіе* того или другого типа закрѣпленія всецѣло зависѣло отъ мѣстныхъ условій, характера промоины, дѣятельности водъ, грунта и, наконецъ, отъ имѣющагося подъ рукою строительнаго матеріала.

Напомнимъ еще разъ, что до начала закрѣпительныхъ работъ, необходимо изучить всесторонне закрѣпленный оврагъ, выяснитъ

¹⁾ Работы въ бассейнѣ р. Таловой были организованы и приведены въ исполненіе г. *Ковалевымъ*.

²⁾ См. приложение № 2, «О типахъ гидротехническихъ сооружений, примѣнимыхъ къ цѣлямъ, намѣченнымъ Экспедиціею».

какъ *коренныя*, такъ и *частныя причины* роста его, подробно обследовать его мелкіе *отвершки*, а также тѣ площади, съ которыхъ сбѣгаетъ въ оврагъ вода. Ближе всматриваясь въ устройство *каждаго дѣйствующаго* оврага, можно замѣтить (рис. 1) въ общей большой промоинѣ цѣлый рядъ вторичныхъ, *болѣе мелкихъ промоинъ а, а,....*, которыя, незамѣтно начинаясь, быстро увеличиваются вверхъ по теченію; такія промоины заканчиваются болѣе или менѣе высокимъ *перепадомъ*, подвигающимся вверхъ по теченію подѣ дѣйствіемъ сбѣгающей воды. Эти „овраги въ оврагѣ“ располагаются, какъ по главному руслу, такъ и перпендикулярно къ нему по крутымъ скатамъ, давая начало *отвершкамъ* оврага; поднимаясь вверхъ по склону, онѣ быстро распространяются дальше

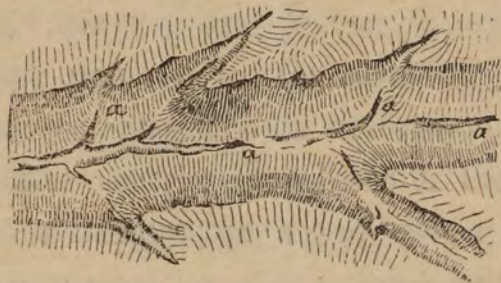


Рис. 1-й.

въ степь, и можно думать, что едва ли не большую часть наносовъ получаетъ каждый оврагъ именно этими, только-что зарождающимися отвершками, которые, бороздя склоны оврага по разнымъ направлѣніямъ, ежегодно измѣняютъ видъ и характеръ его.

Наступательное движеніе промоинъ въ днѣ оврага совершается очень быстро ¹⁾, причемъ онѣ нерѣдко близко подходятъ одна къ другой, взаимно увеличивая другъ друга. Образованіе такихъ бороздъ происходитъ, въ сущности, при очень малыхъ расходахъ воды въ данномъ оврагѣ, именно *при потокахъ, едва закрывающихъ дно*; во время же сильныхъ *наводковъ*, когда оврагъ *наполненъ*

¹⁾ Въ Криничномъ яру, лѣтомъ 1893 года, послѣ сильнаго дождя вершина одной промоины, глубиной до 1 сажени, отодвинулась вверхъ по теченію на 15 сажень въ какіе-нибудь 10—12 часовъ.

водою, совершаются уже иныя перемѣщенія наносовъ, которыя планируютъ мелкія промоины, откладываютъ осадки въ углубленіяхъ и смываютъ легкія неровности и бугры на днѣ и берегахъ. Понятно, такое смываніе не происходитъ равномерно: живой потокъ, подверженный законамъ силы инерціи и удара, стремится, съ одной стороны, спрямить русло, а съ другой, ударяясь въ выступы и неровности береговъ, размываетъ противоположный берегъ нѣсколько ниже по теченію. Кромѣ того, мощные потоки замѣтно подчиняются *общему закону подмыванія праваго берега* для потоковъ сѣвернаго полушарія, идущихъ по меридіанамъ,—что имѣетъ мѣсто для большинства рѣкъ и балокъ юга Россіи. Подобное же подмываніе праваго берега крайне характерно и для *всѣхъ* лѣвыхъ (впадающихъ въ рѣки съ лѣвой стороны) балокъ на *Старобольскомъ* участкѣ, что, конечно, должно значительно расширить районъ дѣйствія воды и заставить правый берегъ болѣе или менѣе быстро отступать къ сосѣднему водораздѣлу; вмѣстѣ съ тѣмъ, увеличивается и абсолютная глубина балки.

Совокупность всѣхъ этихъ процессовъ, т. е. углубленіе дна постояннымъ образованіемъ въ немъ новыхъ, подвигающихся къ верху промоинъ,—распространеніе послѣднихъ вверхъ по теченію и въ стороны, къ водораздѣламъ,—подмываніе одного берега, при общемъ смываніи наносовъ къ устью оврага, ведетъ къ увеличенію размѣровъ оврага при постоянномъ уменьшеніи уклона дна по направленію отъ устья къ вершинѣ, причемъ, при благопріятныхъ условіяхъ, глубокій оврагъ (съ его многочисленными отвершками) подходитъ къ самому водораздѣлу. Съ этого момента можетъ наступить *равновѣсіе* между количествомъ сбѣгающей по оврагу воды и его водопрпускнуою способностью, въ зависимости отъ бѣльшаго сѣченія и малаго уклона дна; съ этого момента вода будетъ проходить по оврагу съ такою незначительною скоростью, что уже не въ состояніи уносить съ собою частицъ земли, задерживаемыхъ, кромѣ того, укоренившеюся за прошлое лѣто растительностью. Такіе овраги *закончили свой ростъ* и къ новой дѣятельности ихъ можетъ побудить лишь новая промоина, поднявшаяся съ устья,

вслѣдствіе углубленія балки или рѣки вышаго порядка: она можетъ вновь увеличить паденіе оврага и, такимъ образомъ, вызвать усиленіе скорости сбѣгающей по ней воды.

Крайне типичнымъ представителемъ такого, закончившаго на время ростъ, оврага является на *Старобѣльскомъ* участкѣ *Куцый* яръ, впадающій съ правой стороны въ *Криничный*: глубокимъ русломъ онъ врѣзался въ водораздѣлъ между *Криничнымъ* и *Даниловскимъ* ярами; дно его имѣетъ сравнительно малый уклонъ ¹⁾, вслѣдствіе чего скорость сбѣгающей по немъ воды незначительна, и размыванія дна не происходитъ. Но такъ какъ *Криничный* яръ находится *въ періодъ роста*, то скоро наступитъ время, когда дно его опустится и по *Куцому* яру пройдетъ новая промоина, которая увеличитъ скорость сбѣгающей воды, а слѣдовательно, и шансы новаго размыванія задернѣлыхъ уже береговъ яра.

Когда причины и характеръ роста овраговъ намъ извѣстны, тогда уже нетрудно составить проектъ послѣдовательнаго хода закрѣпительныхъ работъ. Чтобы остановить поступательное движеніе оврага по направленію къ водораздѣламъ, необходимо, прежде всего, прекратить движеніе самыхъ верхнихъ промоинъ въ вершинѣ оврага и его отвершкахъ. Для этой цѣли служатъ легкія *запрудки* изъ хвороста или другого матерьяла, которыя *закрѣпляютъ и не позволяютъ подвигаться впередъ* верхушкѣ промоины, а вмѣстѣ съ тѣмъ, и задерживаютъ несомые сверху наносы. Такія запрудки, кореннымъ образомъ останавливающіе надвиганіе оврага *вверхъ по теченію* ²⁾, устроены изъ плетня съ хворостянымъ флютбетомъ на *Старобѣльскомъ* участкѣ ³⁾.

Одно прекращеніе роста верхнихъ отвершковъ не останавливаетъ еще надвиганіе оврага къ водораздѣламъ, такъ какъ онъ можетъ давать въ любой точкѣ новыя вѣтви. Чтобы оградить оврагъ и отъ такой возможности, слѣдуетъ или 1) *разбить* струю воды на болѣе

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. X.

²⁾ О типахъ запрудокъ см. въ приложеніи № 2.

³⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. VIII.

мелкія вѣтви, или же 2) *собрать* сбѣгающіе къ оврагу потоки въ одно искусственное русло и отвести ихъ, помимо подверженнаго размыву откоса, особымъ укрѣпленнымъ лоткомъ или желобомъ.

Какъ извѣстно, для перваго способа могутъ служить *плетни*, *борозды*, *земляные валики*, строго приуроченные къ горизонталямъ мѣстности (рис. 2, а): вода, задерживаемая преградою, просачивается отчасти въ почву, отчасти выходитъ по другую сторону мелкими, не опасными для крутого склона струйками.

При второмъ способѣ проводится неглубокая *нагорная канава* (рис. 2, б.), идущая надъ откосомъ. Собранную здѣсь воду отводятъ или въ данный оврагъ особымъ желобомъ, или же при помощи сосѣдняго отвершка, который тщательно закрѣпляется. Последній

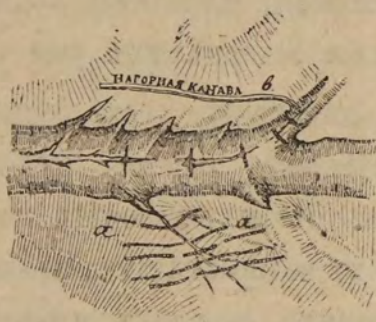


Рис. 2-й.

способъ примѣняется для участковъ оврага съ очень крутыми боками, которые размываются даже отъ ничтожныхъ потоковъ.

Впрочемъ, приостановка описанными способами роста оврага въ сторону сосѣдняго водораздѣла мало вліяетъ на остальные виды дѣятельности его, именно на *углубленіе дна* яра и *подмываніе* одного изъ береговъ его.

Мы уже видѣли выше (стр. 7), что остановить *углубленіе* оврага можно, закрѣпивъ самую нижнюю промоину, дающую толчокъ новому углубленію дна. И дѣйствительно, *слѣдующія* (за урегулированіемъ вершинъ), по порядку, закрѣпительныя работы, должны быть произведены въ устьѣ оврага, путемъ разнаго рода *запрудъ*.

Затѣмъ уже можно приступить и къ закрѣпленію дна яра, приостановивъ обычными средствами ростъ отдѣльныхъ отвершковъ

на *всемъ протяженіи* средней его части. Запруды на днѣ оврага не только задержатъ новое размываніе дна, но онѣ должны способствовать также и заиленію его, что, впрочемъ, будетъ имѣть мѣсто лишь при *малыхъ*, сравнительно, *потокахъ*; во время же сильныхъ паводковъ, запруды, покрытыя толстымъ слоемъ воды, уже не въ состояніи задерживать мути, а стремительно несущаяся вода начинаетъ *общее* подмываніе одного берега, а частью и размывы другого берега, влѣдствіе отраженного удара струи.

Для противодѣйствія этимъ явленіямъ можетъ служить искусственное направленіе потока, при помощи такъ называемыхъ *поперечныхъ полузапрудъ* (примѣненныхъ въ 1893 году на *Старобльскомъ участкѣ* въ *Криничномъ* яру); онѣ строятся изъ плетней на прочно забитыхъ свайкахъ отъ одного берега къ серединѣ оврага, въ мѣстѣ удара или отклоненія струи, и назначаются



Рис. 3-й.

для направленія воды къ пологому берегу (рис. 3). Потокъ, несущій наносы, будетъ откладывать ихъ у плетни *а*, влѣдствіе потери живой силы, а слѣдовательно, и скорости, при перемѣнѣ направленія движенія; вмѣстѣ съ тѣмъ, струя, направленная на противоположный берегъ, будетъ размывать его, уширяя русло тамъ, гдѣ прежде откладывались наносы (рис. 3, б).

Какъ извѣстно, за запрудами и плетнями, поставленными на днѣ оврага, наносы отлагаются очень быстро; влѣдствіе чего промоины могутъ быть уже въ первый годъ занесены иломъ, — чѣмъ и будетъ положено начало *заиленія*, — *кольматированія* оврага.

Когда выше перечисленными приѣмами дѣятельность оврага пріостановится или, во всякомъ случаѣ, будетъ сильно ослаблена, когда дно достаточно заилится и сдѣлается непроницаемымъ для воды,

тогда явится возможность устройства въ немъ *водохранилищъ*, которыя завершать закрѣпительныя по оврагу работы и превратятъ его изъ дренирующаго почву рва въ питающій влагою резервуаръ.

Для того, чтобы можно было точно учесть дѣйствіе того или другого изъ упомянутыхъ мѣропріятій, *теперешнее* очертаніе даннаго оврага точно обозначено на чертежахъ, гдѣ показаны: паденіе дна, глубина оврага, ширина его, крутизна скатовъ въ различныхъ пунктахъ; такая-же детальная съёмка и въ *тѣхъ-же мѣстахъ* будетъ производиться періодически, ежегодно. Данныя такихъ послѣдовательныхъ съёмокъ выразятъ *графически* измѣненіе элементовъ оврага, по мѣрѣ расширенія на немъ закрѣпительныхъ работъ.

3. Устройство водохранилищъ. Работы по устройству водохранилищъ исполнены были на всѣхъ трехъ участкахъ, причемъ сооружено 9 земляныхъ плотинъ различныхъ типовъ, по 3 на каждомъ участкѣ.

При выборѣ мѣста для водохранилища, въ руководство были приняты слѣдующія соображенія.

1) Вода, поднятая за плотиною, должна стоять, по возможности, вровень съ берегами балки, дабы увлажнительное дѣйствіе водохранилища, какъ испаряющаго воду и пропускающаго ее въ грунтъ резервуара, было наибольшее и распространялось-бы на большую площадь.

2) Необходимый объемъ насыпи плотины долженъ задерживать возможно большій объемъ воды или образовать большую площадь зеркала водохранилища.

3) Выбранное подъ водохранилище мѣсто должно обеспечивать просторный и недорогой стоющій водосливъ для спуска весеннихъ водъ.

4) Сооружаемыя для устройства водохранилища плотины должны представлять *различные типы*, въ техническомъ отношеніи, дабы возможно было дѣлать учетъ примѣнимости того или другого типа сооруженія для данной мѣстности.

Вообще, для устройства водохранилищъ въ балкахъ, необходимо имѣть въ виду, что, чѣмъ водохранилище расположено ниже по теченію балки, тѣмъ больше питающій его *бассейнъ*¹⁾; объемъ водохранилища, при этомъ, можетъ быть увеличиваемъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, должна, конечно, увеличиваться и водопропускная способность водослива²⁾.

Для устройства водохранилища, въ большинствѣ случаевъ, пригоднѣе всего *верхняя* часть оврага; она не обнажила еще водопроницаемыхъ пластовъ (напримѣръ, мѣла для *Старобѣльскаго* участка), она не такъ глубока и, слѣдовательно, позволяетъ невысокою, на прочномъ основаніи, насыпью поднять воду до береговъ; паденіе такихъ участковъ овраговъ, обыкновенно, *меньше*, чѣмъ остальныхъ частей, находящихся въ полномъ развитіи роста; наконецъ, устроенная здѣсь запруда самымъ надежнымъ образомъ приостанавливаетъ ростъ даннаго оврага.

¹⁾ Бассейномъ называется та площадь, съ которой сбѣгаетъ вода по направленію къ сооруженію (рис. 4).

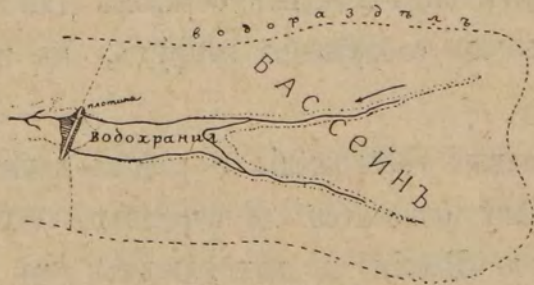


Рис. 4-й.

²⁾ Максимальный объемъ водохранилища рассчитывается, какъ извѣстно, на *наименьшее* количество осадковъ въ зимніе мѣсяцы, а размѣры водослива определяются сообразно съ *наибольшимъ* количествомъ осадковъ за то-же время или съ толщиной слоя воды *лѣня* для данной мѣстности. Для юга Россіи можно принять, что *максимумъ* осадковъ превышаетъ *минимумъ* въ 9 разъ; слѣдовательно, объемъ водохранилища (рассчитанный правильно) почти не вліяетъ на размѣры проектируемаго водослива.

Для устройства большихъ водохранилищъ весьма пригодными мѣстами являются также *устья* овраговъ; хотя при этомъ необходимо особенно тщательно изслѣдовать дно балки, прорѣзывающее очень часто водопроницаемые пласты. Такія водохранилища всегда будутъ господствовать надъ долиною сосѣдней рѣки или оврага, расположенныхъ ниже, и могутъ служить резервуарами для полива полей или луговъ.

И такъ, *верховья и устья овраговъ являются единственными удобными пунктами для сооруженія на нихъ водохранилищъ почти повсемѣстно въ области мѣловой системы южной Россіи*; поэтому, на нихъ, главнымъ образомъ, Экспедиція и сосредоточила свое вниманіе. Что касается *средней* части овраговъ, находящихся въ періодѣ роста, то, въ большинствѣ случаевъ, устройство на нихъ водохранилищъ является дѣломъ невыгоднымъ: съ одной стороны, неустановившіеся берега и подмытое дно—ненадежны для основанія плотины, съ другой,—наносы земли и иль, проносимые весеннею водою черезъ сѣченіе оврага, будутъ осаждаться на дно въ спокойномъ плесѣ пруда, уменьшая, а то и совсѣмъ уничтожая его ёмкость. Такіе дѣятельные участки оврага необходимо предварительно регулировать, пріостановить ихъ ростъ, закрѣпить и заилить надлежащимъ образомъ дно и берега, и только тогда приступать къ сооруженію запрудъ, съ цѣлями устройства запасовъ воды.

Вышеприведенныя соображенія о расположеніи водохранилищъ по данному оврагу относятся до огромнаго большинства балокъ, бороздящихъ югъ Россіи и находящихся въ различныхъ періодахъ роста. Добавимъ еще здѣсь, что мелкіе овраги, сбѣгающіе съ *крутыхъ* склоновъ, на всемъ своемъ протяженіи *дѣятельны*, почему и не пригодны для водохранилищъ, уже въ виду большаго ихъ паденія¹⁾; таковъ, на примѣръ, на *Старобльскомъ* участкѣ

¹⁾ *Крутымъ*, непригоднымъ для возведенія плотины, можно считать оврагъ, имѣющій уклонъ дна въ 0,01; но паденіе, равное 0,005, является уже благоприятнымъ для возведенія плотины.

Шлепкинь ярь. За то другіе яры, расположившіеся по пологимъ и однообразнымъ скатамъ, съ слабо выраженнымъ ростомъ, пригодны для возведенія плотинъ на всемъ ихъ протяженіи; таковы почти все овраги на *Хръновскомъ* (*Озерки, Нужный, Безымянный*) и *Даниловскій* на *Старобѣльскомъ* участкахъ. Наконецъ, третьимъ типомъ дѣйствующихъ овраговъ являются такіе, которые начинаются на плоскихъ водораздѣлахъ слабой промоиной; ниже, на болѣе крутыхъ склонахъ, переходятъ въ глубокіе яры и выходятъ въ долину широкимъ прорѣзомъ, при быстромъ уменьшеніи паденія дна. Подобные овраги откладываютъ въ нижней трети массу наносовъ и ила, вымытаго изъ средней части теченія; представителями ихъ являются, отчасти, *Осиновый* на *Хръновскомъ* и почти все овраги на *Старобѣльскомъ* участкѣ,—два *Середнихъ*, два *Крейдяныхъ*, *Маленькій* и *Криничный* яры. Они удобны для возведенія плотинъ лишь въ верховьяхъ и въ устьѣ; среднія же части требуютъ сначала подготовительныхъ работъ ¹⁾.

Все сооруженныя въ 1893 году плотины представляютъ различные типы *земляныхъ плотинъ съ глинянымъ стержнемъ* и различаются по способу проведенія весенней воды; изъ нихъ 8 относятся къ *глухимъ плотинамъ со свободнымъ водосливомъ* (плотины №№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 и 9) и одна (№ 6, *Круглая*, на *Хръновскомъ* участкѣ)—*глухая плотина съ выпускною трубою* ²⁾.

Изъ глухихъ плотинъ со свободнымъ водосливомъ — одна имѣетъ *естественный водосливъ въ сторону* отъ плотины (№ 5 на *Хръновскомъ* участкѣ); четыре—*естественный водосливъ у*

¹⁾ Само собою разумѣется, что приведенное подраздѣленіе овраговъ, по отношенію къ устраиваемымъ на нихъ водохранилищамъ, не исключаетъ *общепринятаго* дѣленія каждой рѣки и потока, по *характеру дѣятельности*, по *степени размыванія и паденію*, на три части—*верхнюю, среднюю и нижнюю*; и ту, и другую классификацію можно приурочить къ каждому оврагу:—въ одномъ развита *средняя* часть и такой оврагъ является типомъ *Шлепкина* яра, въ другомъ—*верхняя*, подобно *Безымянному* оврагу и т. п.

²⁾ Описаніе типовъ сооруженій помѣщено въ приложеніи № 2.

хвоста плотины (№№ 1 и 2 на Старобѣльскомъ участкѣ и №№ 8 и 9 на Великоанадольскомъ участкѣ); одна плотина имѣетъ естественный водосливъ у обоихъ концовъ (№ 3 на Старобѣльскомъ участкѣ) и двѣ—свободные копаные водосливы у хвоста плотины (№ 4 на Хръновскомъ и № 7 на Великоанадольскомъ участкахъ).

Верхнее строеніе плотинъ и размеры ихъ задавались въ зависимости отъ высоты плотины, количества ожидаемой весенней воды и площади зеркала пруда. Какъ видно на рис. 5, ширина (а) плотинъ по верху бралась сообразно съ высотой насыпи и измѣнялась отъ 1,5—2,5 сажень (кромѣ плотины № 6, въ которой ширина по верху равна 1 сажени). Возвышеніе (h) гребня плотины надъ порогомъ водослива измѣняется отъ 0,40 до 0,60

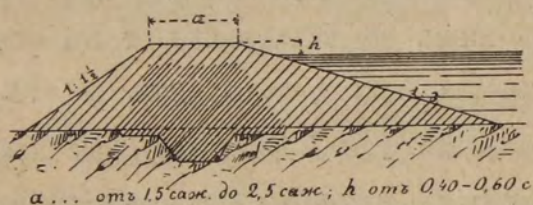


Рис. 5-й.

сажени; предполагая наибольшій расходъ весенней воды въ водосливѣ въ видѣ слоя въ 0,30 сажени, остается еще запасъ „сухой части“ плотины въ 0,30 сажени. Внешній откосъ всѣхъ плотинъ имѣетъ полоторное заложеніе (т. е. горизонтальная проекція откоса въ полтора раза больше высоты), что оказывается вполне достаточнымъ для того, чтобы земля (черноземъ) устойчиво держалась, не обсыпаясь. Внутренній откосъ измѣняется въ сооруженныхъ плотинахъ отъ „тройного“ до „четырехъ съ половиною“. Бѣдшая или меньшая пологость откоса задавалась въ зависимости отъ высоты насыпи и, главнымъ образомъ, отъ расположенія плотины относительно господствующихъ вѣтровъ: внутренніе откосы, обращенные на востокъ, а слѣдовательно, подверженные дѣйствию волненія при господствующемъ восточномъ вѣтрѣ, сдѣланы болѣе пологими; наряду съ этимъ, на Старобѣльскомъ участкѣ, для

наблюденія надъ дѣйствиемъ волнъ на откосы, одна часть откоса плотины № 1 сдѣлана очень пологой ($1:4\frac{1}{2}$), а другая нѣсколько круче ($1:3\frac{1}{2}$).

До производства земляныхъ работъ исполнялась *нивеллировка* по оси будущей плотины, съ пикетами черезъ 5—10 сажень; на составленномъ профилѣ намѣчался *гребень* плотины, въ зависимости отъ высоты порога, естественнаго или искусственнаго (копаного) водослива и затѣмъ вычислялась высота плотины надъ каждымъ пикетомъ; далѣе, задавшись шириною гребня (различнаго по длинѣ плотины, въ зависимости отъ высоты ея), составлялась *выписка земляныхъ работъ*. Ниже приводится, для примѣра, подобная выписка на устройство плотины № 5 (*Нужная* плотина) на Хрѣновскомъ участкѣ.

Хрѣновской участокъ.

Выписка на земляную работу по устройству „Нужной“
плотины въ оврагъ Нужномъ.

№№ пикетовъ.	Расстоянія въ са- женяхъ.	Высота въ саже- няхъ.	Ширина.			Площади.		Объемы.	Примѣчаніе.
			По верху.	По низу.		Частныя.	Среднія.		
				Вся.	Внутри.				
			Сажени.			Кв. саж.	Куб. с.		
12		0,00	1,5	1,50	0,75	0,75	0,000		Откосы: внѣшній: 1 : 1 ¹ / ₂ внутрен. 1 : 3 ¹ / ₂ Замокъ глу- биною до 2 ар- шинъ, шири- ною 1 ¹ / ₂ арши- на по дну.
	5						0,875	0,435	
11		0,10	1,5	2,00	1,10	0,90	0,175		
	5						0,263	1,315	
10		0,18	1,5	2,40	1,38	1,02	0,351		
	5						0,625	3,125	
9		0,37	1,5	3,35	2,95	1,30	0,899		
	5						1,537	7,685	
8		0,68	1,5	4,90	3,13	1,77	2,176		
	5						4,008	20,040	
7		1,18	2,0	7,90	5,13	2,77	5,890		
	5						8,660	43,300	
6		1,78	2,0	10,90	7,83	3,67	12,576		
	5						12,567	62,835	
5		1,97	2,0	11,85	7,90	3,95	13,652		
	5						13,354	66,770	
4		1,92	2,0	11,60	7,72	3,88	13,056		
	5						11,383	56,910	
3		1,61	2,0	10,05	6,64	3,41	9,708		
	5						6,514	32,570	

№.№ пикетовъ.	Разстояніе въ саженяхъ.	Высота въ саженяхъ.	Ширина.			Площади.		Объемъ.	Примѣчаніе.
			По верху.	По низу.		Частныя.	Среднія.		
				Вся.	Внѣрь.				
			Сажени.			Кв. саж.		Куб. с.	
2		0,89	1,5	5,95	3,87	2,08	3,820		
	5							2,449	12,245
1		0,55	1,5	4,25	2,67	1,58	1,578		
	5							1,238	6,190
0		0,37	1,5	3,35	2,05	1,30	0,899		Начало дамбы.
	5							1,002	5,010
1		0,43	1,5	3,65	2,26	1,39	1,105		
	5							1,088	5,440
2		0,42	1,5	3,60	2,22	1,38	1,071		
	5							0,955	4,775
3		0,37	1,5	3,35	2,05	1,30	0,899		
	5							0,849	4,245
4		0,34	1,5	3,20	1,94	1,26	0,799		
	5							0,799	3,995
5		0,34	1,5	3,20	1,94	1,26	0,799		
	5							0,718	3,590
6		0,32	1,5	3,10	1,87	1,23	0,736		
	5							0,661	3,305
7		0,27	1,5	2,85	1,70	1,15	0,586		
	5							0,531	2,655
8		0,23	1,5	2,65	1,56	1,09	0,476		
	5							0,426	2,130
9		0,19	1,5	2,45	1,42	1,03	0,376		
	5							0,307	1,535

74544

№№ пикетовъ.	Расстояніе въ саженьяхъ.	Высота въ саженьяхъ.	Ширина.			Площади.		Объемъ.	Примѣчаніе.	
			По верху.	По низу.		Частныя.	Среднія.			
				Вся.	Внутрь.					Наружу.
				Сажени.						Кв. саж.
10	0,13	1,5	2,15	1,20	0,95	0,238				
5							0,217	1,085		
11	0,11	1,5	2,05	1,14	0,91	0,196				
5							0,156	0,780		
12	0,07	1,5	1,85	1,00	0,85	0,117				
5							0,058	0,030		
13	0,00	1,5	1,50	0,75	0,75	0,000				
225								352,76		

Работы по насыпкѣ плотинъ велись слѣдующимъ образомъ: на намѣченной въ натурѣ оси плотины, подѣ тѣломъ ея, снимался верхній слой земли, *дернъ*, на 0,10 — 0,12 сажени глубины и въ 2 — 3 сажени шириною; по снятіи дерна, вырывались *замки*, въ видѣ рва, шириною отъ 1 до 2 саж. по верху и отъ 0,5 до 1 саж. по дну; глубина замка, въ среднемъ, равнялась 0,5 саж.

Какъ извѣстно, цѣль такого замка — прорѣзывать могущіе быть въ днѣ оврага *наносные* слои, *кротовины* или *ходы* сгнившихъ корней, что, все вмѣстѣ, можетъ значительно облегчить просачиваніе воды черезъ *тѣло* и *подошву* плотины.

По *вытискъ земляныхъ работъ*, составленной на основаніи нивелировки оврага въ предѣлахъ залеганія плотины, производилась *разбивка* контура ея; для этого, отъ каждаго пикета, обозначеннаго въ натурѣ коломъ съ надписью номера, отлаживалась ширина плотины *наружу* и *внутри* по цифрамъ, даннымъ въ

соотвѣствующихъ графахъ выписки; по полученнымъ точкамъ *прожкія* плотины на поверхность оврага *отбивалась по шнуру*. Отступя отъ контура плотины внутрь (къ водѣ) на 3 сажени, *закладывался* такъ называемый *резервъ*, — мѣсто, откуда берется земля на насыпь; земля привозилась изъ резерва на телѣгахъ, причемъ первые слои растительной земли и подпочвы складывались ближе къ внѣшнимъ очертаніямъ контура плотины; когда изъ резерва начинали брать плотный грунтъ (для всѣхъ участковъ — глинистый), то его располагали въ рвѣ замка и выше, шириною до 3 сажень, образуя *глиняный стержень* плотины. Насыпка стержня и боковъ плотины велась одновременно, и телѣги съ землею двигались постоянно вдоль плотины, чѣмъ достигалось значительное и равномерное уплотненіе массы земли.

Глиняный *стержень* не доводился до верху на 0,40 сажени, причемъ верхняя часть насыпи состояла изъ *растительной земли (черноземъ)*, что несомнѣнно должно способствовать болѣе быстрому естественному задерненію плотины. *Резервы* для полученія земли закладывались въ оврагѣ *ниже* горизонта воды будущаго водохранилища, съ цѣлью увеличить объемъ его, не разрывая соедѣнныхъ склоновъ и не подвергая ихъ быстрому размыву весеннею водою. Такіе резервы могутъ быть опасны лишь въ случаѣ водопроницаемой подпочвы, и тогда въ предѣлахъ водохранилища не слѣдуетъ трогать верхняго покрова, обыкновенно мало проницаемаго для воды.

Въ тѣхъ плотинахъ, гдѣ устраивались искусственные, копаные водосливы, земля, получаемая изъ водослива, отвозилась на плотину и складывалась, смотря по роду ея, въ стержень плотины или по бокамъ ея.

Гребни плотинъ, насыпанныхъ весною, провѣрялись осенью нивелировкой, причемъ осѣвшія мѣста подсыпались *съ запасомъ на осадку*; плотины, насыпанные осенью, сразу возводились съ запасомъ въ $\frac{1}{20}$ по высотѣ насыпи.

Устроенныя въ 1893 году девять водохранилищъ находятся въ самыхъ разнообразныхъ условіяхъ по отношенію къ рельефу ихъ ложа и, поэтому, могутъ дать рядъ весьма характерныхъ цифровыхъ данныхъ, пригодныхъ для многихъ разнообразныхъ мѣстностей Россіи.

Зависимость между размѣрами сооружаемой плотины, съ одной стороны, и величиною получаемаго за плотиною резервуара для воды, съ другой, наглядно указываетъ выгодность сооруженія: чѣмъ меньшимъ объемомъ насыпи задерживается большее количество воды, тѣмъ, очевидно, дешевле обходится сооруженіе.

Въ прилагаемой таблицѣ (стр. 21) обозначены, какъ размѣры плотинъ, такъ и размѣры водохранилищъ; послѣднія двѣ графы содержатъ цифры, выражающія количество кубическихъ сажень объема и квадратныхъ сажень площади зеркала воды, приходящихся на каждую кубическую сажень насыпи плотины; эти цифры и характеризуютъ выгодность сооруженія.

Если взять среднія цифры для каждаго участка, то получатся слѣдующіе результаты:

	На единицу объема насыпи приходится:	
	Единицъ объема воды.	Единицъ площади зеркала воды.
Для Старобѣльскаго уч.	2,54	3,85
„ Хрѣновскаго „	10,27	29,91
„ Великоанадольскаго уч.	4,34	9,14

Таблица размѣровъ плотинъ и водохранилищ¹⁾.

№№ по порядку.	Названіе водохранилищъ.	Размѣры плотины.			Размѣры водохранилищъ.			На 1 куб.саж. насыпи приходится.	
		Длина.	Наибольшая высота.	Объемъ насыпи.	Объемъ воды.	Площадь зеркала воды.	Наибольшая глубина воды.	Объема воды.	Площади зеркала воды.
		Пог. с.	Пог. с.	Куб. с.	Куб. с.	Кв. с.	Пог. с.	Куб. с.	Кв. с.
<i>Старобѣльскій участокъ.</i>									
1	Среднее . .	60,0	2,95	462	1600	1270	2,50	3,46	2,74
2	Южное . .	66,0	1,99	239	342	665	1,50	1,43	2,36
3	Даниловское.	90,5	1,90	442	1220	2850	1,50	2,75	6,44
<i>Хръновской участокъ.</i>									
4	Большеозер.	116,5	2,63	574	6000	12000	2,13	10,45	20,90
5	Нужное . .	125,0	1,98	352	3700	8500	1,48	10,51	24,14
6	Круглое . .	140,0	0,91	107	1500	7000	0,71	9,86	44,70 ²⁾
<i>Великоанадольскій участокъ.</i>									
7	Большое . .	40,0	2,80	351	1900	3855	2,20	5,41	10,97
8	Въздное . .	47,0	2,34	423	1700	3350	1,84	4,00	7,92
9	Верхнее . .	42,0	1,55	190	800	1900	1,05	3,64	8,54 ³⁾
		—	—	3140	18762	41390	—	—	—

¹⁾ Стоимость водохранилищъ см. въ частномъ описаніи сооруженій.

²⁾ Объемъ насыпи въ Кругломъ водохранилищѣ очень незначителенъ, потому что въ плотинѣ имѣется деревянная спускная труба, дающая возможность поднимать воду за плотиною почти до гребня (всего на 0,2 сажени ниже гребня); поэтому, при опредѣленіи количества задерживаемой воды по отношенію къ объему насыпи, послѣдній увеличенъ сообразно со стоимостью спусковой трубы на 45 куб. саж. (стоимость трубы—82 руб. 70 коп., а каждая кубическая сажень насыпи обошлась въ этой плотинѣ 1 руб. 86 к.).

³⁾ Плотина Верхняго водохранилища возведена на мѣстѣ прежде существовавшей невысокой насыпи, объемомъ 30 куб. саж.; при опредѣленіи количества задерживаемой воды по отношенію къ объему насыпи въ расчетъ принять увеличенный на 30 куб. саж. объемъ насыпи (220 куб. саж.).

Такая значительная разница получаемыхъ результатовъ какъ нельзя болѣе согласуется съ условіями рельефа участковъ и со степенью дѣятельности роста прорѣзающихъ ихъ овраговъ: на *Хръновскомъ* участкѣ паденіе всѣхъ балокъ значительно меньше, чѣмъ на *Великоанадольскомъ* и, особенно, *Старобльскомъ* участкахъ; кромѣ того, балки эти далеко не такъ энергично растутъ, вслѣдствіе чего и ложе ихъ не покрыто рѣзкими промоинами; сама же промоина шире и уклонъ дна ея меньше ¹⁾.

На *Старобльскомъ* участкѣ устроены два водохранилища (№№ 1 и 2), съ цѣлью закрѣпленія овраговъ; они поставлены вблизи *перелома* уклона изъ очень крутого къ болѣе пологому (плотина водохранилища № 1 поставлена на переломѣ отъ уклона въ 0,0236 къ уклону въ 0,0138; плотина № 2 на переломѣ отъ уклона въ 0,0234 къ уклону въ 0,015) ²⁾. Въ этихъ мѣстахъ явно замѣтенъ переходъ отъ сильно дѣйствующей части оврага (*средней*) къ части только что начавшей развиваться (*верхней*); и здѣсь водохранилище успѣшно останавливаетъ надвигаііе вверхъ по теченію глубокой промоины, съ большимъ паденіемъ.

Разсматривая цифры двухъ послѣднихъ графъ таблицы (стр. 21), легко замѣтить, что для нѣкоторыхъ водохранилищъ *площадь воднаго зеркала* значительно преобладаетъ, по сравненію съ объемомъ воды, на каждую кубическую сажень насыпи; такъ, мы видимъ это на водохранилищѣ № 6 *Хръновского*, № 3 *Старобльскаго* и № 9 *Великоанадольскаго* участковъ. Всѣ они устроены въ мѣстахъ плоскихъ, въ вершинѣ или западинѣ балки, образуютъ *плоскую чашку*, наполненную вровень съ берегами и рассчитанную, главнымъ образомъ, на увлажняющее дѣйствіе, путемъ просачиванія или испаренія съ большихъ поверхностей.

¹⁾ Общій уклонъ дна нижней части оврага *Озерки* = 0,0003, оврага *Осиновога* = 0,0045 (оба на *Хръновскомъ* участкѣ); на *Старобльскомъ* участкѣ уклонъ дна *Криичнаго* яра = 0,014, но въ отдѣльныхъ частяхъ его доходитъ до 0,03; другіе овраги этого участка не менѣе круты; на *Великоанадольскомъ* участкѣ уклонъ дна балки *Кашлагачъ* = 0,0057, *Кашлагачика* = 0,016.

²⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. X.

Если выдѣлить эти *особенныя* водохранилища, тогда вышенамѣ-
ченное соотношеніе измѣнится и приметъ слѣдующій видъ:

Одна кубическая сажень насыпи задерживаетъ воды:

на Хръновскомъ участкѣ около	10,5 куб. саж.
„ Старобльскомъ	2,5 куб. саж.
„ Великоанадольскомъ	4,7 куб. саж.

При этомъ, на 1 куб. саж. насыпи приходится площади вод-
наго зеркала:

на Хръновскомъ участкѣ около	12,5 кв. с.
„ Старобльскомъ	2,5 кв. с.
„ Великоанадольскомъ	9,5 кв. с.

Очевидно, чѣмъ глубже водохранилище, тѣмъ отношеніе объема
къ площади воднаго зеркала больше; отношеніе это для отдѣль-
ныхъ участковъ Экспедиціи слѣдующее:

на Хръновскомъ	0,84
„ Старобльскомъ	1,00
„ Великоанадольскомъ	0,48

При этомъ, наибольшее отношеніе приходится на водохрани-
лище № 1 *Старобльскаго* участка, для котораго оно равно
1,23; наименьшее на водохранилище № 5 *Хръновскаго* участка,
именно 0,43.

Здѣсь приведены *средніе* выводы, на основаніи исполненныхъ
въ 1893 году сооруженій; но они подтверждаются и проектиро-
ванными сооруженіями на 1894 годъ и приблизительными под-
счетами сооруженій въ различныхъ пунктахъ овраговъ всѣхъ
трехъ участковъ. Поэтому, несмотря на малое число возведенныхъ
плотинъ, полученные выводы можно и должно считать надежными
и характерными для всѣхъ мѣстностей Россіи, аналогичныхъ
одному изъ трехъ участковъ Экспедиціи.

Эти выводы можно формулировать такимъ образомъ.—

1) Мѣсто, выбираемое подъ водохранилище, должно считать *пригоднымъ*, а сооруженіе плотины *выгоднымъ*, если 1 кубическая сажень насыпи будетъ задерживать отъ 5 до 10 куб. саж. воды, причемъ послѣдній предѣлъ увеличивается лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

2) Мѣсто для водохранилища, вообще, можно считать пригоднымъ, когда уклонъ дна балки (выше плотины) не превосходитъ 0,005, а *общее* паденіе оврага отъ вершины до устья не превышаетъ 0,01.

3) Если водохранилище устраивается съ цѣлью сохраненія запаса влаги на долгій промежутокъ времени (для орошенія, водопоя), отношеніе объема воды въ водохранилищѣ къ испаряющей площади воднаго зеркала не должно быть меньше половины, и отношеніе это лишь въ рѣдкихъ случаяхъ (въ прудахъ очень глубокихъ) можетъ достигнуть 1,5.

4) Чѣмъ слабѣе выражается дѣятельность оврага, тѣмъ скорѣе можно сдѣлать на немъ *выгодное сооруженіе*.

Все вышесказанное относится до водохранилищъ *малыхъ* и *среднихъ* размѣровъ, не превышающихъ 25 тысячъ куб. саж. емкости; что же касается водохранилищъ большихъ размѣровъ, то тамъ отношеніе задерживаемой воды къ насыпи плотины быстро возрастаетъ.

4. Лиманное орошеніе. Характерною особенностью огромнаго большинства рѣкъ южной Россіи является, какъ извѣстно, то обстоятельство, что, при маломъ *общемъ* паденіи, ложе рѣки сильно понижено, даже относительно пологихъ береговъ. Благодаря такому рельефу рѣчнаго русла, очень немногія рѣки, и то на непродолжительное время, выступаютъ изъ береговъ и образуютъ *поймы, зативные луга*, столь распространенные въ сѣверной и степной Россіи. Рельефъ рѣчныхъ долинъ и прилегающихъ къ нимъ скатовъ позволяютъ, однако, во многихъ мѣстностяхъ южной полосы Россіи искусственнымъ образомъ устраивать зативные луга. Преимущество такихъ искусственныхъ поймъ или *лимановъ* за-

включается въ томъ, что воду въ нихъ можно задерживать произвольно долгое время,—тогда какъ естественная пойма обнажается отъ воды вслѣдъ за приходомъ паводка, вслѣдствіе чего мутныя весеннія воды не успѣваютъ напитать почву влагою и отложить весь запасъ ила, обезпечивающій обильный урожай травъ.

Само собою разумѣется, что важнѣйшимъ условіемъ, наиболѣе благоприятнымъ для устройства *лимановъ*, служитъ малое паденіе данного участка къ соседнему тальвегу; такое пространство, огражденное съ нижней стороны и боковъ невысокою *дамбою*, образуетъ плоскую чашку (рис. 6). Вода, сбѣгающая весною съ выше расположенныхъ скатовъ, или же вода весенняго паводка задерживается въ лиманѣ и отлагаетъ на его площади илъ и нососы. Когда такое отложеніе закончилось и почва достаточно напитана

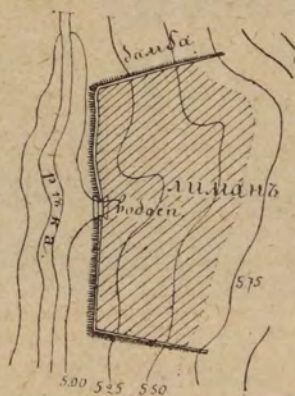


Рис. 6-й.

лась водою, лиманъ опоражнивается при помощи особыхъ водоспусковъ, устроенныхъ въ дамбахъ.

Какъ извѣстно, по способу полученія воды въ лиманахъ, эти послѣдніе можно и слѣдуетъ раздѣлить на 3 категоріи.

1) Если лиманъ наполняется непосредственно снѣговой водою, сбѣгающей съ выше лежащей мѣстности, то дамбы располагаются или вдоль одного берега рѣчки или оврага (*продольный лиманъ*, рис. 6), или пересѣкаютъ плоскую часть долины поперегъ, переходя тальвегъ болѣе высокою насыпью (*поперечный лиманъ*, рис. 7); примѣромъ этого послѣдняго типа служитъ предположенный къ устройству лиманъ на *Старобольскомъ* участкѣ, гдѣ

дамба будетъ расположена въ нижнемъ концѣ *Криничнаго* яра, поперегъ тальвега.

2) Очень часто ровная площадь, удобная для лимана, расположена въ долину настолько высоко надъ дномъ тальвега, что весенняя вода, сбѣгающая по оврагу, не поднимается до нужной высоты; тогда необходимо оврагъ пересыпать насыпью (*плотиною*) для подъема воды на требуемую высоту и особымъ каналомъ (который будетъ служить водоспускомъ плотины) провести поднятую такимъ образомъ воду въ лиманъ. Примѣромъ такого, чаще всего встрѣчающагося типа лиманнаго орошенія является устроенный, на *Хрѣновскомъ* участкѣ *Усть-лиманъ*, у слиянія балокъ *Озерки* и *Осиновая*: оврагъ *Озерки* прегражденъ плотиною (*Большеозерская*) и весенняя вода изъ водоспуска поступаетъ въ смежный съ плотиною лиманъ ¹⁾.



Рис. 7-й.



Рис. 8-й.

3) Для того, чтобы возможно дольше задержать весеннюю воду на естественныхъ поймахъ, ихъ тоже можно ограждать невысокими дамбами; при этомъ, большую услугу оказываютъ береговыя дюнные отложения, почти повсемѣстно сопровождающія берега рѣкъ (рис. 8, а—б). Дюны съ небольшими перерывами тянутся вдоль берега, образуя какъ бы естественныя дамбы лимана; остается только соединить ихъ легкими перемычками и завернуть дамбы по направленію къ водораздѣлу до той высоты, до которой можно ожидать весенній паводокъ. Подобный лиманъ, наполняемый водою весенняго паводка изъ смежной рѣки, можетъ быть устроенъ на *Старобльскомъ* участкѣ, на лѣвомъ берегу р. *Деркула*.

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. IV (*Усть-лиманъ*).

Материаломъ для лиманныхъ дамбъ служитъ земля, причѣмъ качество ея мало вліяетъ на прочность насыпи, такъ какъ послѣдняя задерживаетъ воду на небольшой промежутокъ времени, и незначительное просачиваніе ея черезъ дамбу не составляетъ существеннаго неудобства.

Слой воды, затопляющей лугъ, не долженъ быть толще 1 аршина, а поэтому и высота дамбы не превосходитъ, обыкновенно, 0,5 сажени; исключенія составляютъ мѣста переходовъ дамбами неглубокихъ ложбинокъ и овражковъ, гдѣ онѣ могутъ быть выше, и тогда форма ихъ поперечнаго сѣченія подходитъ къ профилю плотины. Поперечная профиль дамбы (рис. 9), высотой, въ среднемъ, 0,5 сажени, имѣетъ слѣдующіе размѣры: ширина по верху 1 саж.; откосы—внутренній, къ водѣ, 1:2; внѣшній 1:1 $\frac{1}{2}$, или, при хорошемъ грунтѣ, 1:1. При возведеніи насыпи, замковъ не дѣлаютъ, а только снимаютъ верхній слой почвы (дернъ), и то

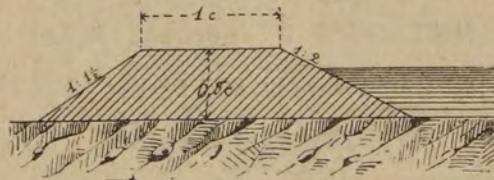


Рис. 9-й.

лишь въ случаѣ значительной рыхлости его; резервы для насыпи открываются около дамбы, съ любой ея стороны, не ближе 2 саж. отъ подошвы. Если дамба, пересекая ложбинку, образуетъ изъ нея замкнутую котловину, то дно этой послѣдней соединяется канавой съ сосѣдними пониженными точками лимана, дабы, послѣ спуска его, въ котловинѣ не застаивалась вода. Въ самой пониженной точкѣ дамбы лимана строятъ значительной ширины водоспускъ, а иногда, для экономіи, водоспускъ не устраивается, а отработавшую воду выпускаютъ путемъ разрыванія дамбы.

Вообще, при сооруженіи лимана, на ряду съ наилучшимъ и болѣе совершеннымъ затопленіемъ мѣстности, необходимо обращать особенное вниманіе на то, чтобы вода не застаивалась въ низи-

нахъ и западинахъ: такое скопленіе воды почти повсемѣстно сопровождаетъ естественныя поймы по берегамъ рѣкъ и тамъ служитъ причиною распространенія лихорадокъ въ ближайшихъ селеніяхъ. Напомнимъ здѣсь, что уничтоженіе подобныхъ болотистыхъ пятенъ на *естественной поймѣ* и на *искусственномъ лиманѣ* достигается путемъ дренированія почвы открытыми канавами, отводящими воду по пониженнымъ точкамъ; черезъ дамбы лимана или черезъ береговыя дюны воду переводятъ выпускною трубою, закрываемою на время разлива щитомъ.

Кромѣ увлаженія почвы луговъ, способъ лиманнаго орошенія съ успѣхомъ можетъ быть примѣненъ и на солончакахъ, для постепеннаго выщелачиванія ихъ.

Опытъ „Экспедиціи по орошенію на югѣ Россіи и Кавказѣ“, примѣнявшей такой способъ орошенія въ Новоузенскомъ уѣздѣ, Самарской губерніи, у деревни Августовки и села Малаго Узеня, „показалъ, что послѣ cadaго затопленія часть соли, заключающейся въ почвѣ, вымывается и уносится водою при ея спускѣ; другая же часть, растворившись въ водѣ, проникаетъ въ почву на болѣе или менѣе значительную глубину, такъ что количество соли въ верхнихъ слояхъ почвы уменьшается, и послѣ повторительныхъ затопленій, втеченіе нѣсколькихъ лѣтъ, солончаковая почва покрывается хорошою травянистою растительностью“¹⁾.

Впрочемъ, *вліяніе затопленія на солончаки* вполне зависитъ отъ строенія почвы и характера лиманной воды, причемъ затопленіе можетъ оказать иногда совершенно обратное дѣйствіе, вызывая концентрированіе солей на поверхности почвы, увеличивая солонцеватость верхней корки на счетъ соли болѣе глубокихъ слоевъ и пр. Это происходитъ тамъ, гдѣ почва легко проникаема для воды, какъ, на примѣръ, на степяхъ Сѣверной Америки, гдѣ воды лимана или весенняго разлива проникаютъ въ подпочву на глубину до 2 метровъ. По спадѣ воды, значительная часть

¹⁾ Очеркъ работъ Экспедиціи по орошенію на югѣ Россіи и Кавказѣ, составленный генералъ-лейтенантомъ *Жилинскимъ*. 1892 годъ.

подпочвенной влаги, содержащей въ растворѣ соль, поднимается кверху, благодаря испаренію воды съ поверхности; а извлеченная такимъ образомъ соль отлагается въ верхнемъ слоѣ почвы, увеличивая ея солонцеватость. Въ такихъ мѣстахъ затопленіе не приноситъ пользы, по крайней мѣрѣ, втеченіе долгихъ первыхъ лѣтъ, пока вся соль (на глубину прониканія воды) не будетъ вызвана на поверхность и смыта затопленіями слѣдующихъ годовъ. Нужно думать, что именно на такое *отрицательное* вліяніе затопленія указываютъ солончаковыя пятна, а иногда и цѣлыя площади, расположенныя въ районѣ естественныхъ рѣчныхъ поймъ: несмотря на ежегодное выщелачиваніе, тотчасъ по спадѣ воды на ихъ поверхности появляются выщѣты соли, очевидно, выступившей изъ глубоко пропитавшейся водою почвы, благодаря ея гигроскопичности и испаренію влаги съ поверхности ¹⁾.

Такъ какъ *изслѣдованіе условій выщелачиванія почвъ* поставлено Экспедиціею на первую очередь опытныхъ работъ ея, то для этой цѣли въ 1893 году былъ устроенъ небольшой лиманъ на *Хрѣновскомъ* участкѣ и подготавливаются сооруженія, которыя дадутъ возможность затоплять водою изъ водохранилища *Большезерскаго* (смежнаго съ лиманомъ) небольшіе участки, находящіеся въ разныхъ условіяхъ по отношенію къ содержанію въ почвѣ соли, строенію почвы, рельефу мѣстности и т. д. Кромѣ того, на *Старобльскомъ* участкѣ въ будущемъ году предположенъ къ устройству *трехъ-ярусный лиманъ*, образующій три террасы, расположенныя одна ниже другой, которыя могутъ быть затопляемы однимъ и тѣмъ же количествомъ весенней воды, спускаемой послѣдовательно изъ перваго яруса въ слѣдующій и т. д. (рис. 10). Такой приѣмъ г. *Жилинскій* называетъ *орошеніемъ посредствомъ дериваціи весеннихъ водъ*. Очевидно, преимущество его заключается въ томъ, что однимъ и тѣмъ же количествомъ воды возможно поливать большую площадь, а рельефъ площади можетъ быть разнооб-

¹⁾ Затопленіе, кромѣ того, можетъ вызвать увеличеніе солонцеватости почвы, въ случаѣ большаго содержанія солей въ оросительныхъ водахъ, что не рѣдко бываетъ въ степяхъ Россіи.

разнѣ того, который годенъ для простого лимана; но, при этомъ, необходимо, однако, имѣть въ виду, что, по мѣрѣ спуска воды изъ одного яруса въ другой, она теряетъ иль, оказывающій не менѣе благотворное вліяніе на луга (какъ и сама влага) и, кромѣ того, выщелачивая соль съ верхнихъ ярусовъ, можетъ отлагать ее въ нижнихъ, при значительной степени концентраціи.

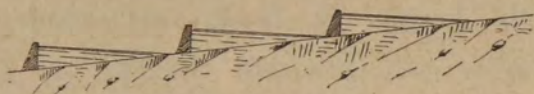


Рис. 10-й.

5. Правильное орошеніе. Увлажненіе почвы, при помощи затопленія, на небольшой промежутокъ времени не обезпечиваетъ урожая хлѣбовъ, вообще, хотя и оказываетъ нѣкоторое вліяніе ¹⁾ на улучшеніе посѣвовъ пшеницы; и дѣйствительно, трудно ожидать значительнаго вліянія на ростъ культурныхъ растеній отъ избытка влаги въ почвѣ въ весеннее время, такъ какъ главная нужда въ ней замѣчается лѣтомъ, во время *налива зерна*. Такимъ образомъ, поливъ полей въ любое время лѣта изъ запасныхъ водохранилищъ является единственнымъ надежнымъ средствомъ къ ограниченію вреднаго вліянія неравномѣрнаго и *капризнаго* распредѣленія атмосферныхъ осадковъ въ степяхъ Юга Россіи.

Какъ приемы самого орошенія, такъ и способы, которыми можно *добыть* и *сохранить* воду для полива полей, въ тотъ моментъ, когда отсутствіе влаги оказываетъ наиболѣе гибельное вліяніе на посѣвъ, достаточно *подробно* разработаны, примѣнялись и примѣняются не только въ западной Европѣ, но и повсемѣстно (Японія, Китай, Египетъ, Алжиръ, Средняя и Южная Азія), гдѣ только урожай можетъ быть обезпеченъ искусственнымъ орошеніемъ.

Изучить приемы добычи воды и, особенно, *расходованія* ея въ русскихъ степяхъ, сдѣлать точный учетъ вліянія, которое оказываетъ

¹⁾ Жилинскій, стр. 18.

подобный поливъ на *различнаго рода* культурныя растенія, поставленныя во всевозможныя условія по отношенію къ *почвѣ, рельефу* и *искусственнымъ защитамъ*, является одною изъ главныхъ будущихъ задачъ Экспедиціи.

Покаместъ, мы изложимъ здѣсь лишь тѣ соображенія, которыя положены въ основу проектируемыхъ работъ по *добычѣ* воды и по *доставленію* ея къ мѣсту расходовапія, т. е. на поля орошенія.

Какъ извѣстно, изъ всѣхъ возможныхъ типовъ орошенія для большинства мѣстностей степной Россіи является наиболѣе пригоднымъ лишь пріемъ *собиранія атмосферныхъ осадковъ*¹⁾, и только въ рѣдкихъ случаяхъ можно пользоваться водою, выведенною изъ живого потока (рѣки, не пересыхающаго лѣтомъ ручья, родника и проч.); кромѣ того, наиболѣе рациональнымъ и дешевымъ служить пріемъ доставленія воды къ мѣсту расходовапія *самотекомъ*.

Остановливаясь, *прежде всего*, на пріемѣ собиранія въ резервуарѣ зимнихъ осадковъ, слѣдуетъ замѣтить, что для такихъ ре-

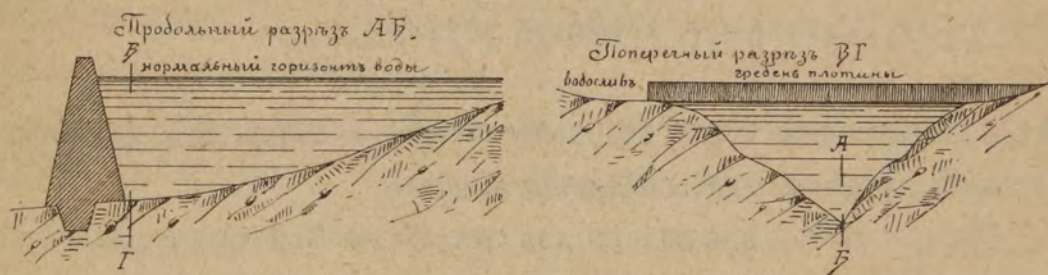


Рис. 11-й.

резервуаровъ-водохранилищъ удобнѣе всего предназначать естественныя впадины или ложбины, — именно овраги и балки: преградивъ ихъ плотиною поперекъ, мы получаемъ за послѣдней прудъ, наполняющійся весеннею и дождевою водою (рис. 11). Если такой резервуаръ господствуетъ надъ площадью, занятою культурными растеніями, то вода, при помощи канала, легко можетъ быть выпущена изъ него въ засушливое время и разлита надлежащимъ

¹⁾ См. Очеркъ работъ Экспедиціи по орошенію на югѣ Россіи и Кавказѣ; стр. 33 и слѣдующія.

слоемъ по поверхности. Если мѣсто, удобное для сооруженія водохранилища, находится ниже полей, то вода можетъ быть поднята тѣмъ или другимъ приспособленіемъ (различными водоподъемными машинами, приводимыми въ дѣйствіе силою вѣтра, воды, парового или иного двигателя, силою рабочаго скота и проч.) или въ моментъ полива, — или же заблаговременно, причемъ, въ послѣднемъ случаѣ, необходимо сооруженіе другого, *запаснаго резервуара*.

Чтобы опредѣлить тѣ площади, которыя могутъ быть поливаемы изъ водохранилища, можно примѣнить слѣдующій простой расчетъ: дну канала, проводящаго воду на поливной участокъ, приходится придавать уклонъ отъ 0,0002—0,0003 ¹⁾, т. е. на каждыя 100 сажень паденіе дна канала составляетъ отъ 0,02—0,03 сажени; принявъ, затѣмъ, въ соображеніе перепады дна у выхода канала изъ водохранилища, а также уступы въ выпускныхъ *полумлюзахъ*, можно опредѣлить, что поливной участокъ долженъ быть расположенъ ниже дна водохранилища (или ниже того слоя воды, который предполагается расходовать) на

$$h = (L 0,00025 + 1) \text{ сажень,}$$

гдѣ L — разстояніе между водохранилищемъ и поливнымъ участкомъ по линіи, удобной для проведенія канала.

Выборъ мѣста, пригоднаго для устройства водохранилища, подчиняется тѣмъ же правиламъ, которыя приведены были для сооруженій водохранилищъ, вообще ²⁾. При этомъ, необходимо, однако, имѣть въ виду, чтобы отношеніе свободной испаряющей поверхности къ емкости пруда было наименьшее, такъ какъ главная задача такого водохранилища — сохранить возможно долгое время большее количество воды. При расчетѣ водохранилища нужно принимать въ соображеніе наименьшее ожидаемое количество стекающей къ нему съ *бассейна* воды, для опредѣленія наибольшаго возможнаго объема

¹⁾ Въ зависимости отъ скорости теченія воды въ каналѣ, на основаніи теоретическихъ выводовъ и практическихъ данныхъ.

²⁾ Страница 24.

резервуара; а для расчета водослива, необходимо знать наибольший ожидаемый притокъ воды¹⁾.

Плотина, сооружаемая для образованія водохранилища, снабжается выпускающимъ воду сооруженіемъ, — *водоспускомъ* или *водоемомъ*²⁾; чѣмъ ниже заложенъ водоемъ или дно водоспуска, тѣмъ большее количество можетъ быть израсходовано на поля орошенія, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, уменьшается и районъ поливного дѣйствія, такъ какъ въ этомъ случаѣ проводящій воду каналъ захватитъ, по высотѣ, меньшую площадь; значитъ, здѣсь каждый разъ приходится рѣшать задачу о наивыгоднѣйшемъ расположеніи, по высотѣ, выпускнаго сооруженія.

Вода изъ водохранилища проводится на поливные участки такъ называемымъ *главнымъ оросительнымъ каналомъ*, начинающимся у выпускнаго отверстія водоема или водоспуска въ плотинѣ; при этомъ, длина канала зависитъ отъ взаимнаго разстоянія между орошаемымъ участкомъ и водохранилищемъ. Слишкомъ длинный каналъ невыгоденъ, независимо отъ значительной стоимости его, еще и по тому, что черезъ дно и стѣнки его безцѣльно пропадаетъ большое количество воды³⁾.

Дну главнаго канала, какъ было замѣчено выше, придаютъ уклонъ въ 0,00025, въ среднемъ, что вполне зависитъ отъ

¹⁾ *Наименьшее* количество воды опредѣляется по площади бассейна и минимальной толщинѣ слоя зимнихъ осадковъ, считая, при этомъ, что только одна четверть всего количества доходить до водохранилища, а ³/₄ испаряется и просачивается; *наибольшій* притокъ къ водосливу опредѣляется по площади бассейна и максимальной толщинѣ слоя зимнихъ осадковъ, считая, что до водохранилища доходить ¹/₃, и что эта треть проходитъ въ однѣ сутки, такъ что, если весь объемъ зимнихъ осадковъ, выпавшихъ въ бассейнѣ, = V куб. футовъ, то секундннй расходъ воды, по которому рассчитывается водосливъ, будетъ:

$$q = \frac{V}{3.86400} \text{ кубич. футовъ.}$$

²⁾ Смори приложение № 2.

³⁾ Въ Индіи оросительные каналы, проведенные въ сильно фильтрующей воду почвѣ побережій большихъ рѣкъ, являются причиною заболачиванія мѣстности; а нѣкоторые изъ нихъ, несмотря на достаточный уклонъ, благодаря сильной фильтраціи, теряютъ всю воду на пути.

размѣровъ канала и допускаемой скорости теченія; послѣдняя не должна превосходить 1 фута въ секунду при *земляныхъ* (безъ одежды) откосахъ и—днѣ канала. Размѣры канала опредѣляются въ зависимости отъ того количества воды, которое должно проходить черезъ его сѣченіе въ извѣстный промежутокъ времени; а это количество, въ свою очередь, обуславливаетъ размѣры поливной площади и время, въ которое необходимо произвести поливъ всего орошаемаго участка.

Каналу даютъ, обыкновенно, слѣдующіе размѣры: ширина по дну отъ 0,25—0,75 саж.; глубина воды въ каналѣ отъ 0,25—0,35 саж.; откосы отъ полуторныхъ до двойныхъ.

Для примѣра, приводимъ здѣсь расчетъ канала со *средними* размѣрами, обозначенными на рис. 12¹⁾, съ уклономъ дна въ 0,00025.

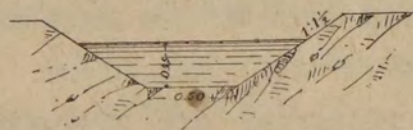


Рис. 12-й.

Секундный расходъ воды въ каналѣ опредѣляется по формулѣ:

$$Q = c F \sqrt{R J} \dots \dots \dots (1)$$

гдѣ F есть площадь живого сѣченія, R —подводный радиусъ (т. е. отношеніе живого сѣченія къ орошаемому периметру p); J есть уклонъ воды (или дна) въ каналѣ и $= 0,00025$;

c —коэффициентъ тренія по *Гангиле* и *Кутерру*, опредѣляется по формулѣ:

$$c = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n} + \frac{0,00281}{J}}{1 + \left(41,6 + \frac{0,00281}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (2)$$

Величина n , для средняго грунта, опредѣляется въ 0,025.

¹⁾ Размѣры показаны въ саженьяхъ.

Опредѣлимъ значеніе F , p и R въ футахъ для данныхъ размѣровъ канала:

$$F = \frac{8,75 + 3,5}{2} 1,75 = 10,719 \text{ квадр. фут.}$$

$$p = 9,8 \text{ фута; } R = \frac{F}{p} = 1,093$$

Подставляя въ формулу (2) значенія n , J и R , а въ формулу (1) значенія c , F , R и J , получимъ:

$$Q = \frac{c}{2} \frac{F^2}{R^2} \sqrt{1,093 \cdot 0,00025} = 94,99$$

$$Q = 9,74 \text{ кубич. футъ въ секунду.}$$

При этомъ расходъ средняя скорость теченія будетъ равна:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{9,74}{10,7} = 0,9 \text{ фута.}$$

Считая рабочій день въ 16 часовъ, каналъ можетъ доставить въ сутки:

$$\frac{16 \cdot 3600 \cdot 9,74}{343} = 1635 \text{ куб. саж.}$$

Этимъ количествомъ воды можно полить втеченіе сутокъ до 20 десятинъ. Такая водопрopusкная способность главнаго оросительнаго канала признается достаточною и, слѣдовательно, выше приведенные размѣры канала можно считать средними¹⁾.

Изъ главнаго оросительнаго канала вода поступаетъ въ *распредѣлительные* каналы, идущіе по линіямъ наибольшаго ската орошаемаго участка; послѣднимъ придаютъ меньшіе размѣры и проводятъ ихъ наполовину въ насыпи, наполовину въ выемкѣ, въ виду экономіи и для того, чтобы можно было поднять воду выше поверхности земли. При выходѣ *распредѣлительнаго*

¹⁾ Подробное описаніе техническихъ приѣмовъ сооруженія каналовъ приведено въ Инструкціяхъ (Приложеніе № 3).

канала изъ *главнаго оросительнаго* (какъ говорятъ, „въ *головѣ* распределительнаго канала“) устраивается *двойной водоспускъ*: одинъ щитъ закрываетъ, при этомъ, сѣченіе главнаго канала, непосредственно ниже выхода изъ него распределительнаго, а другой закрываетъ входъ въ распределительный каналъ. Вода изъ этого послѣдняго попадаетъ въ *каналы* меньшихъ размѣровъ, такъ называемыя *оросительныя каналы, ирригаторы, оросительныя борозды* и пр.; но эти сооруженія относятся уже къ *расходуванію* воды на поляхъ орошенія.

Нѣкоторыя сооруженія, служащія для *добычи* и *доставленія* воды съ цѣлями орошенія, а также и для *расходоуванія* ея, уже проектированы Экспедиціей, а отчасти и начаты на *Хрѣновскомъ* и *Старобѣльскомъ* участкахъ.

Такъ, въ нижней трети *Каменной Стѣны*, въ долину оврага *Озерки*, на лѣвомъ берегу расположено небольшое плато, съ уклономъ, не превышающимъ 0,005; сооруженное въ 1893 году *Большезерское* водохранилище господствуетъ надъ этою мѣстностью на 2,5 саж. и находится въ разстояніи 1 версты 300 сажень.—Примѣняя подсчетъ, приведенный на стр. 32, необходимая высота dna водохранилища надъ орошаемымъ участкомъ опредѣлится въ $(L. 0,00025 + 1) = 1,2$ сажени.

Слѣдовательно, изъ пруда можетъ быть выпущенъ слой воды, толщиною до 1,3 сажени ($2,5 - 1,2 = 1,3$), что составитъ объемъ воды болѣе 5000 кубич. сажень, каковымъ количествомъ можно увлажнить, за 2 приѣма, площадь въ 25 десятинъ¹⁾.

На прилагаемыхъ чертежахъ²⁾ показаны какъ сооруженное въ 1893 году водохранилище, такъ и предполагаемое къ устройству орошеніе.

¹⁾ *Полвная* способность сооруженія можетъ быть увеличена вдвое сооруженіемъ другого водохранилища въ 2 верстахъ выше по оврагу «Озерки»; тогда, по мѣрѣ опоражниванія Большезерскаго резервуара, воду можно будетъ перепускать изъ верхняго пруда.

²⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. III и IV.

На Старобѣльскомъ участкѣ проектировано правильное орошеніе для части лѣваго берега р. Деркула, причемъ водохранилище должно быть заложено въ устьѣ Криничнаго яра ¹⁾).

Оврагъ предположено преградить насыпью, длиною въ 75 саж., высотой 3,4 сажени; объемъ насыпи исчисленъ въ 1095,14 кубич. сажени; объемъ водохранилища составитъ до 5500 кубич. сажень рабочей воды. Главный оросительный каналъ, начинаясь у середины плотины, въ Криничномъ яру, на протяженіи 800 пог. сажень, выходитъ къ плоской долинкѣ на 6 сажень выше меженнаго горизонта воды въ р. *Деркуль*. Въ мѣстѣ пересѣченія каналомъ *Даниловскаго* оврага предположенъ запасный резервуаръ, емкостью въ 600 кубич. сажень; изъ него возможно будетъ производить частые поливы *питомниковъ* и *разсадниковъ*, а также вести опыты поливовъ полей въ различное время, не расходуя непроизводительно воду, перепуская ее черезъ длинный, фильтрующий воду, главный каналъ.

На прилагаемомъ чертежѣ ²⁾ показано общее расположеніе проектированныхъ *водохранилища главнаго оросительнаго канала* и той площади, на которую можно провести воду *распредѣлительными каналами*. Главный оросительный каналъ (см. продольную профиль на табл. IX) долженъ пересѣчь нѣсколько отвершковъ *въ насыпи*, нормальное же его сѣченіе проектировано *въ выемкѣ* ³⁾, на глубину 0,50 саж. Съ цѣлью выбора мѣста (въ отношеніи *рельефа* и *строенія* ложа будущаго резервуара), осенью 1893 г. были заложены неглубокіе (до 0,50 саж.) *шурфы* (пробныя ямы) и 6 буровыхъ скважинъ, — три на днѣ пруда и три по линіи предполагаемой плотины; въ результатъ обнаружилось слѣдующее напластованіе:

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. IX.

²⁾ Ibid., табл. IX.

³⁾ Если дно канала должно быть расположено *выше* поверхности земли, то его ведутъ по *насыпи* изъ плотнаго грунта, соответствующей высоты, какъ говорятъ, «каналъ проведенъ въ насыпи»; обыкновенно же каналы вырываются непосредственно въ грунтъ («каналъ въ выемкѣ»).

1) *Наносы* (овражный аллювий на днѣ и намытый черноземъ въ бокахъ оврага 1—6 ф.

2) *Желто-бурая глина*:

а) около мѣста, выбраннаго подѣ плотину . . . 11—30 ф.

б) въ серединѣ дна водохранилища 8 ф.

в) въ вершинѣ 5 ф.

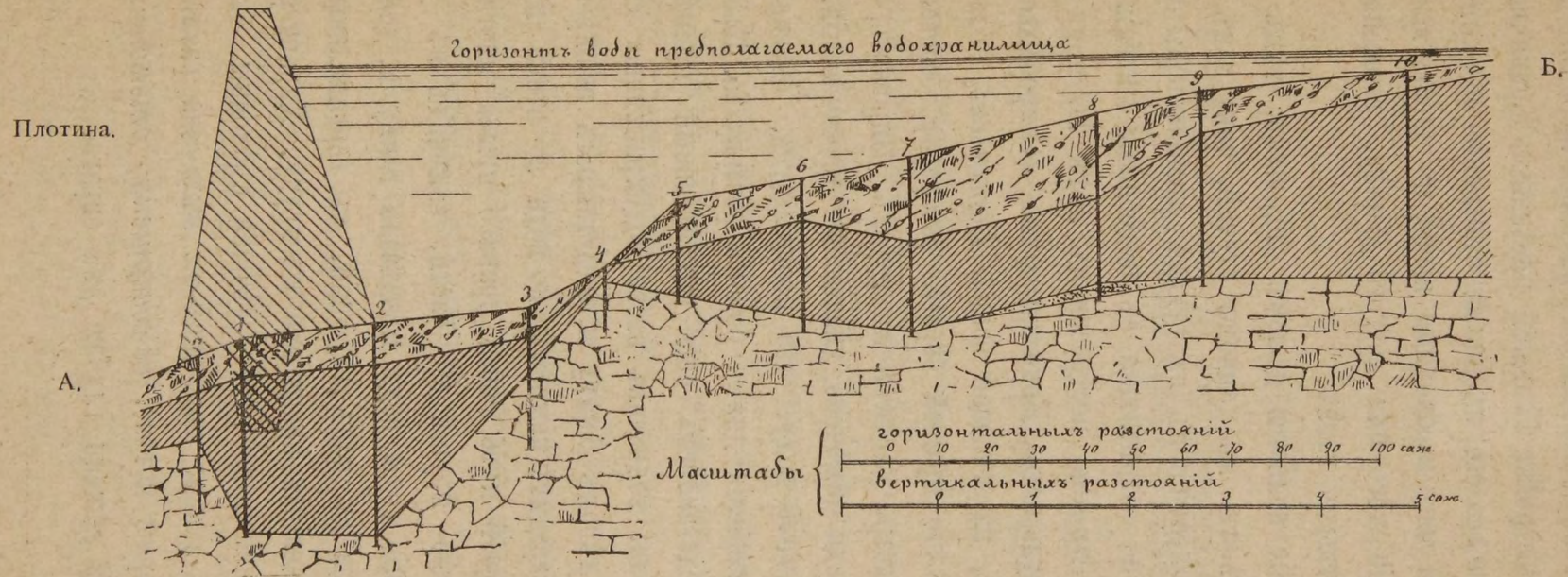
3) *Мѣлъ*.

На основаніи такой развѣдки, показывавшей, повидимому, что мѣлъ вездѣ прикрытъ слоемъ глины достаточной толщины, былъ составленъ упомянутый выше (стр. 37) проектъ правильного орошенія, при устьѣ Криничнаго яра.

Однако, принимая въ соображеніе обыкновенно крайне неправильное, съ многочисленными выступами, расположеніе верхней поверхности мѣла въ *устьевыхъ* частяхъ балокъ и неудачные примѣры предшественниковъ, пытавшихся устраивать въ области мѣловой системы, при устьяхъ яровъ, подобные резервуары, — Начальникомъ Экспедиціи, послѣ вторичнаго осмотра мѣстности, ранней весной 1894 года, было признано недостаточнымъ вышеупомянутое предварительное изслѣдованіе (буровыя скважины, въ разстояніи отъ 50 до 150 сажень): незначительные, по своимъ размѣрамъ, выступы мѣла легко могли попасть между рѣдкими скважинами, не обнаруживъ себя ничѣмъ въ этихъ послѣднихъ. И дѣйствительно, предпринятая, ранней весной текущаго года, болѣе детальная развѣдка ложа будущаго водохранилища показала существованіе (подъ легкимъ покровомъ почвы) мѣловаго выступа, — въ 100 сажняхъ выше плотины, на днѣ промоины.

Развѣдка произведена буровыми скважинами, *по магистрали* А Б (стр. 39), на днѣ оврага и *по ординатамъ* поперегъ его; всего заложено 37 буровыхъ скважинъ, глубиною отъ 5 до 14 футъ, общимъ протяженіемъ въ 330 пог. ф. На основаніи полученныхъ данныхъ, составлены при семъ (стр. 39) продольный и 3 поперечные геологическіе разрѣзы, изъ которыхъ видно, что мѣлъ распространяется по направленію паденія оврага всего на 35 сажень, причемъ на всемъ этомъ протяженіи онъ прикрытъ слоемъ нано-

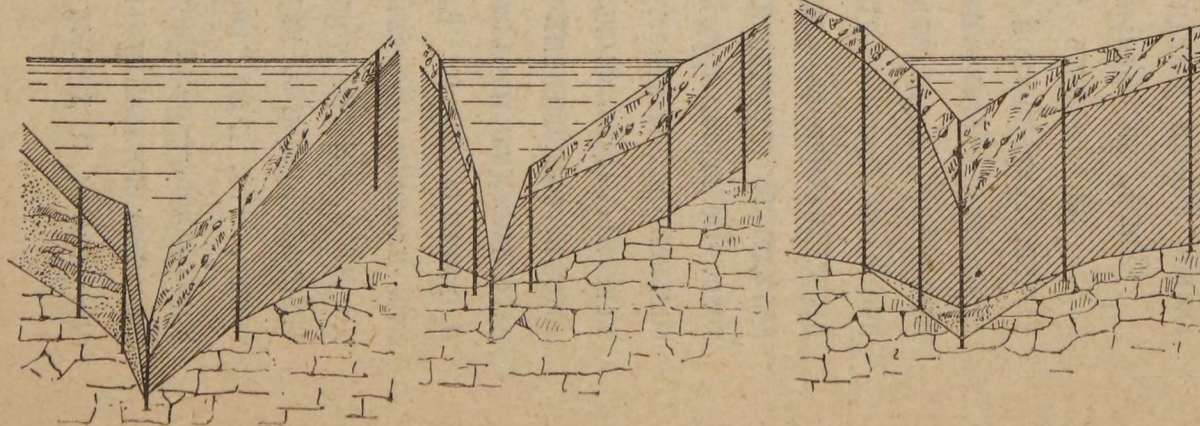
Геологическіе разрѣзы Криничнаго яра въ предѣлахъ водохранилища.
Продольный разрѣзь по дну яра.








Попер. разрѣзь № 3.

Попер. разрѣзь № 4.

Попер. разрѣзь № 8.



ОБОЗНАЧЕНІЯ:

-  Наносы (овражный аллювій—на днѣ и намытый черноземъ въ бокахъ оврага).
-  Желто-бурая глина.
-  Желто-бурая глина, съ песчаными прослойками.
-  Мѣль.
-  Буровая скважина.

совъ не толще 3-хъ футъ. Но такъ какъ первые (1893 г.) опыты искусственнаго заиленія дна Криничнаго яра, при помощи плетневыхъ запрудъ, показали полную возможность *кольматировать* дно, то и рѣшено было, прежде постройки Большой плотины на Криничномъ яру, приступить къ заиленію дна его, именно къ отложенію *водонепроницаемыхъ* наносовъ, для чего необходимо выше по оврагу искусственно вызвать подмываніе того или другого берега, сложеннаго изъ болѣе или менѣе плотныхъ глинъ.

Хотя подобное заиленіе является дѣломъ сложнымъ, тѣмъ не менѣе его слѣдуетъ примѣнить въ данномъ случаѣ, такъ какъ въ практикѣ сооруженій водохранилищъ на сухихъ мѣловыхъ балкахъ южной Россіи всегда можно встрѣтиться съ подобными явленіями.

Такъ, на *Большомъ прудѣ*, построенномъ лѣтъ 10 тому назадъ на земляхъ Деркульскаго Коннозаводства (Старобѣльскій уѣздъ, Харьковской губ.), на мѣловой балкѣ *Берестокъ*, благодаря тому обстоятельству, что правый берегъ резервуара состоитъ изъ мѣла, вода очень быстро уходитъ въ грунтъ. Впрочемъ, за послѣдніе три — четыре года замѣчено уменьшеніе просачиванія, и прудъ начинаетъ уже держать воду, что происходитъ, очевидно, вслѣдствіе естественнаго заиленія дна и боковъ резервуара. Кромѣ того, Большой прудъ представляетъ еще поучительный примѣръ сильной размываемости мѣла: водосливъ этого водохранилища сначала проведенъ былъ въ лѣвомъ берегу и представлялъ неширокій лотокъ, вымощенный по срединѣ камнемъ; но вода во время сильнаго паводка проложила себѣ путь около праваго крыла плотины и размыла берегъ въ болѣе крутой его части, саженьяхъ въ 40 отъ плотины. Въ слѣдующіе годы вода прорѣзала глину и, дойдя до мѣла, быстро образовала въ немъ глубокой, съ вертикальными стѣнками, оврагъ, надвигающійся вершиною къ пруду. Характерно также, что, пока вода размывала глину, сѣченіе промоины было нормальное, — обычное для яровъ; въ толщѣ же мѣла она размыла широкую котловину (въ формѣ котла), *съ совершенно отвѣсными стѣнками* и дномъ, на 2 сажени глубже дна оврага.

ГЛАВА II.

Частное описаніе гидротехническихъ работъ на участкахъ Экспедиціи.

1. Хрѣновской участокъ.

Устройство водохранилища № 4 (Большеозерское). Оврагъ *Озерки*, перерѣзывающій *Каменную степь* съ востока на западъ, прегражденъ былъ лѣтъ 8 тому назадъ, немного выше впаденія въ него балки *Осиновой*, невысокою насыпью; эта послѣдняя образовала въ немъ небольшой, такъ называемый *крестьянскій прудъ* (или *ставъ*). Плотина, при подробномъ осмотрѣ, оказалась насыпанною преимущественно изъ верхнихъ слоевъ почвы, причемъ ни *замка*, ни *глинянаго стержня* въ насыпи нѣтъ ¹⁾; кромѣ того, въ оврагѣ ниже плотины, у откоса ея, выходилъ ключъ, съ постояннымъ и довольно значительнымъ расходомъ воды, а именно, по измѣреніямъ, сдѣланнымъ 11 и 24 августа и 12 сентября,

¹⁾ Такимъ-же точно образомъ устраиваются *гребли* для *ставовъ* повсемѣстно, благодаря чему ихъ постоянно приходится поддерживать: подсыпать сверху, дѣлать отсыпь земли къ водѣ и проч. При отсутствіи замка и стержня, такія насыпи пропитываются водою насквозь, сочатъ воду черезъ тѣло и подошву и нерѣдко сползаютъ по глинистому дну оврага подъ напоромъ воды въ прудъ.— Въ крайне характерномъ положеніи находится въ настоящее время маленькая крестьянская плотина въ оврагѣ *Хорольскомъ*: насквозь пропитавшись водою, насыпь выпучилась въ нижней половинѣ внѣшняго откоса и дала большую трещину по гребню, вдоль оси плотины.

расходъ этотъ оказался постояннымъ и равнымъ 0,01 кубич. фута въ секунду.

Мѣсто этой плотины, по подробнымъ изысканіямъ, оказалось весьма удобнымъ для возведенія болѣе крупной насыпи и для образованія обширнаго водохранилища, длиною, вверхъ по оврагу, въ $1\frac{1}{2}$ версты, но, при этомъ, непрочная насыпь старой плотины и выходъ ключа представляли нѣкоторое затрудненіе для технического выполненія проекта. Если ключъ представляетъ естественный выходъ грунтовой воды, то соорудить на такомъ мѣстѣ насыпь опасно; тѣмъ не менѣе, рѣшено было составить проектъ сооруженія плотины на мѣстѣ старой насыпи, расположивъ новую поперечную профиль такимъ образомъ, чтобы существующая насыпь помѣстилась подъ внутреннимъ откосомъ, а глиняный стержень ¹⁾ расположился-бы у внѣшняго откоса ²⁾. При такомъ размѣщеніи насыпи, ключъ долженъ попасть въ замокъ, подъ стержень плотины. Вышеуказанныя опредѣленія расхода воды, а также измѣреніе температуры воды въ ключѣ и въ прудѣ, пробныя раскопки и, наконецъ, спускъ воды изъ стараго пруда, произведенный въ августѣ мѣсяцѣ, указали на то, что ключъ, по преимуществу, прудового происхожденія: расходъ воды, прежде постоянный, по мѣрѣ спуска пруда сталъ быстро уменьшаться, а къ началу работъ по насыпкѣ средней части плотины совершенно изсякъ.

Работы по сооруженію плотины начаты были въ маѣ мѣсяцѣ; къ устройству намѣчена была сначала лишь часть плотины и въ насыпи оставлены были перерывы: собственно въ плотинѣ ³⁾, надъ самой глубокой частью оврага, на протяженіи двухъ пикетовъ (10 сажень), и въ правомъ крылѣ, на протяженіи 20 сажень, въ пониженномъ мѣстѣ берега.

Перерывъ насыпи въ оврагѣ былъ сдѣланъ въ виду находенія въ днѣ оврага ключа; второй перерывъ долженъ былъ служить

¹⁾ О геологическихъ, физико-химическихъ свойствахъ упоминаемыхъ въ отчетѣ глинъ Каменной степи см. въ геологическомъ и почвенномъ описаніи Хрѣновскаго участка, стр. 29—32.

²⁾ См. поперечную профиль на табл. III. Атласъ картъ и чертежей.

³⁾ Ibid., табл. III и IV.

водосливомъ для весенней воды, на тотъ случай, если-бы осенью не удалось произвести насыпку средней части плотины, требующей солиднаго основанія.

Весенняя работа закончена была къ началу іюня, причеиъ было вырыто изъ замковъ 32,9 куб. сажени земли, а насыпи произведено 252,7 кубич. саж. Въ августѣ производилась раскопка ключа и измѣреніе расхода воды въ немъ ¹⁾; въ серединѣ сентября былъ спущенъ существовавшій прудъ, путемъ раскопки старой плотины до подошвы.

Въ началѣ октября были начаты и къ ноябрю совершенно окончены работы по возведенію плотины; вначалѣ вырытъ былъ въ днѣ оврага замокъ, глубиною до 1 сажени, съ объемомъ выемки въ 14,12 кубич. сажени. Благодаря оставшейся въ днѣ пруда водѣ, работа по выемкѣ шла очень медленно, и только съ большими усиліями, при постоянномъ водоотливѣ, удалось вырытъ ровъ надлежащихъ размѣровъ и засыпать его плотной глиной. Дальнѣйшее возведеніе насыпи не представляло уже затрудненія.

Весь объемъ насыпи плотины составляетъ 573,65 кубич. саж.; плотина имѣетъ длину 116,5 погонныхъ сажень, при наибольшей высотѣ 2,63 саж.; ширина по верху измѣняется отъ 1,5—2,5 саж., по низу до 17 сажень. Водосливъ плотины — копаный, шириною по дну въ 10 саж., съ дномъ ниже гребня плотины на 0,5 саж.; плотина представляетъ собою типъ *глухой земляной плотины*, съ замкомъ и *глинянымъ стержнемъ*, съ копанымъ водосливомъ у *лѣваго крыла*.

Водохранилище, образуемое плотиною, имѣетъ объемъ въ 6000 куб. саж., при площади зеркала воды до 12,000 квадр. сажень (5 десятинъ) ²⁾.

¹⁾ Расходъ воды опредѣлялся при помощи водослива съ прямоугольнымъ прорѣзомъ.

²⁾ 1 кубическая сажень насыпи Большеозерской плотины обошлась (считая расходы по устройству замка, по заглушенію ключа и проч.)—1 р. 32 к. Стоимость всего сооруженія—844 рубля.

Устройство лиманнаго орошенія у слиянїя балокъ „Озерки“ и „Осиновая“. Непосредственно къ лѣвому крылу Большеозерской плотины примыкаетъ ровная, съ легкимъ скатомъ, площадка, удобная для устройства *лимана*; мѣсто это ограждено дамбою, длиною 150 пог. саж.; она начинается отъ крыла плотины, идетъ сначала перпендикулярно къ ней, а затѣмъ, у *Осиноваго* оврага, заворачивается вверхъ по теченію и кончается естественнымъ водосливомъ ¹⁾. Размѣры дамбы слѣдующіе: ширина по верху 1 саж.; внѣшній откосъ полугорный; внутренній, къ водѣ, двойной; средняя высота дамбы 0,5 саж., наибольшая 0,76 саж.; весь объемъ насыпи дамбы, на протяженіи 150 пог. сажень, 185,02 куб. саж.

Параллельно дамбѣ, на протяженіи первыхъ отъ плотины 50 пог. саж., проведенъ оросительный каналъ, долженствующій проводить воду на орошаемый участокъ ²⁾; каналъ этотъ вырытъ въ 1893 году, въ виду экономіи, чтобы воспользоваться землею для насыпки дамбы; размѣры канала обозначены на рис. 13, на



Рис. 13-й.

которомъ изображенъ поперечный разрѣзъ дамбы и канала въ мѣстѣ самой высокой насыпи дамбы (0,76 саж.). Объемъ выемки земли изъ канала, на протяженіи 50 пог. сажень, составляетъ 34,85 куб. саж. ³⁾.

Такимъ образомъ, сооруженія въ нижней части оврага *Озерки* совмѣщаютъ въ себѣ разнообразныя условія, подлежащія обстоятельному учету, а именно:

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. III и IV.

²⁾ Подробности см. въ общей части отчета, въ статьѣ о правильномъ орошеніи.

³⁾ Одна погонная сажень дамбы (или канала), въ среднемъ, обошлась по 1 руб. 99 коп.

а) особый типъ плотины, поставленной на грунтъ, сильно наптанномъ водою, частью отъ воды прежняго резервуара, частью отъ естественныхъ выходовъ грунтовой воды въ глубоко врѣзавшемся въ грунтъ оврагъ;

б) весьма значительная масса воды (6000 куб. саж.), задерживаемая сравнительно небольшою насыпью;

в) лиманъ для орошенія сосѣдней съ прудомъ площади, и

г) возможное, въ будущемъ, орошеніе нижележащей отлогой площади, заключающей въ себѣ типичные участки, по строенію почвы, степени ея солонцеватости, рельефу и т. д.

Устройство водохранилища № 5 (Нужное). Плотина устроена въ нижней части балки *Нужной*, въ томъ мѣстѣ, гдѣ русло послѣдней даетъ боковой *полурукавъ*, отдѣленный отъ главнаго водотека продолговатымъ, плоскимъ бугромъ; боковымъ рукавомъ воспользовались, какъ естественнымъ, весьма удобнымъ водосливомъ. Насыпь плотины, пересекая оврагъ, заворачивается съ правой стороны оврага по направленію къ водосливу ¹⁾).

Работы по сооруженію плотины происходили въ маѣ и сентябрѣ; всего исполнено 351,51 куб. саж. насыпи и 24,36 куб. саж. выемки изъ замковъ. Плотина имѣетъ длину 125 пог. саж., при наибольшей высотѣ насыпи 1,98 саж., ширина по верху измѣняется отъ 1,5 до 2 сажень, по низу до 13 сажень; внутренній откосъ равенъ 1 : 3^{1/2}, наружный — полуторный. Плотина представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ въ сторону отъ плотины.*

Водоохранилище, образуемое плотиною, имѣетъ объемъ 3700 кубич. сажень; площадь воднаго зеркала равна 8500 квадр. саж. ²⁾).

Устройство водохранилища № 6 (Круглое). Въ верховьѣ балки *Безымянной*, впадающей въ оврагъ *Озерки*, заложено третье

¹⁾ См. оро-гидрографическую карту Хрѣновскаго участка.

²⁾ Стоимость 1 кубич. сажени насыпи плотины, считая расходы по устройству замка, составляетъ 1 р. 19 к. Стоимость всего сооруженія—415 руб.

водохранилище; оно расположено въ равнинно-степной, слабо пологой къ западу мѣстности, въ плоскомъ верховьѣ балки ¹⁾; земля и глина для насыпи взята со дна будущаго водовмѣстилища, которое углубилось, благодаря этому, въ средней части на 0,5 сажени. Назначеніе пруда — собрать и задержать весеннюю и дождевую воду для увлажненія почвы и подпочвы въ возвышенно-равнинной полосѣ степи: подобные пруды должны замѣнить собою естественныя влагосборныя блюдца и котловины степей, нынѣ, по большей части, разорванныя оврагами и балками или запывшія отъ распашки.

Увлажняющее вліяніе даннаго пруда подлежитъ учету, при посредствѣ опредѣленій влажности почвы и подпочвы въ открытой полосѣ и измѣреній уровня грунтовыхъ водъ выше и ниже водохранилища.

Ось плотины сдѣлана, въ зависимости отъ рельефа мѣстности, выпуклою наружу ²⁾; въ серединѣ плотины заложена водоспускная труба изъ сосновыхъ брусевъ, запираемая дубовымъ щитомъ ³⁾.

Работа по насыпкѣ плотины производилась въ серединѣ октября; было вывезено 106,94 куб. саж. земли.

Водоспускная деревянная труба, устроенная въ іюнѣ мѣсяцѣ, длиною 6 сажень, состоитъ изъ двухъ колѣнъ, соединенныхъ въ полдерева; она составлена изъ четырехъ щитовъ, сплоченныхъ, каждый, въ свою очередь, (въ четверть) изъ трехъ сосновыхъ пластинъ; каждый щитъ связанъ шпонками черезъ 0,5

¹⁾ См. оро-гидрографическую карту Хрѣновскаго участка.

²⁾ Вообще, *прямолинейная, перпендикулярная къ направленію струи*, продольная форма земляной и плотины предпочтительнѣе другихъ. *Вогнутая* форма земляныхъ плотинъ не имѣетъ преимущества, такъ какъ массу земли нельзя разсматривать, какъ сводъ или арку; совѣтуемое нѣкоторыми специалистами (*Буницкій*) наклонное къ струѣ положеніе оси плотины въ планѣ (какъ уменьшающее напоръ на каждую точку плотины, пропорціонально синусу угла наклоненія) тоже нельзя считать основательнымъ съ экономической точки зрѣнія, такъ какъ выгоднѣе увеличить поперечное сѣченіе плотины, сохраняя перпендикулярное къ струѣ направленіе,—какъ кратчайшее.

³⁾ См. Атласъ картъ и чертежей; табл. V.

сажени по длинѣ; труба имѣетъ въ свѣту 12 вершковъ въ сторонѣ квадрата; до сборки трубы, составныя части ея были покрыты горячимъ варомъ со смолою.

Труба уложена на выровненной и плотно утрамбованной постелѣ; при засыпкѣ, глина плотно трамбовалась у боковъ трубы. Для укрѣпленія затвора, у верхняго конца трубы вкопаны были въ землю, на $2\frac{1}{2}$ аршина, двѣ 4-хъ вершковые стойки, съ крестовинами на нижнихъ концахъ; въ этихъ стойкахъ, плотно соединенныхъ съ трубою, ходитъ въ пазахъ дубовый щитъ, закрывающій отверстіе водоема; поднятіе щита производится при помощи вертикальнаго бруса, скрѣпленнаго наглухо со щитомъ и снабженнаго наверху ручками. Отъ гребня плотины къ подъемному щиту устроенъ помостъ изъ досокъ на стойкахъ.

Плотина имѣетъ длину 140 пог. саж., при наибольшей высотѣ 0,90 с.; ширина по верху вездѣ 1 саж.; откосы насыпи, внѣшній полуторный и внутренній — 1:3. Плотина представляетъ типъ *створчатой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ деревянною водоспускною трубою* ¹⁾.

Водоохранилище, образуемое насыпью, имѣетъ объемъ въ 1500 куб. сажень, при площади зеркала воды 7000 кв. с.

Въ бассейнѣ рѣки *Таловой*, на правомъ оврагѣ *Хорольскомъ*, начаты были работы по устройству *земляной глухой плотины, съ копанымъ, въ сторонѣ, водосливомъ*. Плотину предположено было возвести на мѣстѣ существовавшей прежде крестьянской *гребли*, отъ которой остались слѣды, въ видѣ невысокой насыпи, съ прорѣзомъ до дна оврага, расположеннымъ ближе къ лѣвому берегу.

Въ началѣ мая мѣсяца приступлено къ работѣ, причемъ былъ вырытъ замокъ до глубины 0,5 сажени, объемомъ 18,26 кубич. саж.; старая насыпь и крутые откосы берега и промоины обдѣланы уступами, для лучшаго соединенія насыпи съ подошвою, и начата

¹⁾ Стоимость всего сооруженія составляетъ 282 рубля.

возка земли изъ водослива и резервовъ, всего 26,65 куб. саж. земли.

Водосливъ плотины предположенъ былъ въ правомъ, пониженномъ берегу, въ 40 саженьяхъ выше плотины, гдѣ къ оврагу подходитъ пологій отвершекъ, образующій естественный водосливъ.

Къ сожалѣнію, 20-го мая, крестьяне, производившіе насыпку плотины, прекратили работу, влѣдствіе того, что вблизи мѣста работъ не имѣется подножного корма для рабочихъ лошадей; арендаторъ-же Верхнеозерской оброчной статьи, на которой возводилась плотина, отказался отдать подъ кормъ смежные участки степи. Въ виду сказаннаго затрудненія, до обязательнаго отчужденія земли, пришлось прекратить работу и отложить выполнение предположеннаго сооруженія до слѣдующаго года.

Работы по закрѣпленію дѣйствующихъ овраговъ примѣнены были на Хрѣновскомъ участкѣ лишь для небольшихъ промоинъ, преимущественно въ юго-восточномъ углу *Верхнеозерской* оброчной статьи. Промоина преграждалась *перемычкой*, сложенной изъ *дерна*, нарѣзаннаго плугомъ на сосѣднемъ участкѣ ровной степи; перемычки дѣлались шириною отъ 1—2 аршинъ, съ вертикальными стѣнками или болѣе или менѣе крупными откосами; нѣкоторыя загражденія укрѣплялись живыми кольями и легкими плетнями; дернины однѣхъ перемычекъ прибывались спицами; другія складывались безъ всякаго укрѣпленія. Вообще, главная цѣль сказанныхъ работъ заключается въ учетѣ примѣненія дерна къ укрѣпленію дѣйствующихъ овраговъ, откосовъ насыпей и проч. На Старобѣльскомъ и Великонадольскомъ участкахъ, даже въ цѣлинныхъ степяхъ, растительность не образуетъ плотнаго *войлока*, почему срѣзанныя дернины разсыпаются и не могутъ идти въ дѣло ¹⁾; тѣмъ не менѣе, во многихъ мѣстахъ южной Россіи дернъ является почти единственнымъ матерьяломъ для закрѣпительныхъ работъ, а

¹⁾ Насколько медленно происходитъ естественное задерненіе степи, указываютъ обнаженные резервы около плотинъ, сооруженныхъ отъ 6—10 лѣтъ тому назадъ на смежныхъ со Старобѣльскимъ участкомъ степяхъ, принадлежащихъ Деркульскому Коннозаводству.

въ связи съ кольями и плетнями, можетъ съ успѣхомъ замѣнить камень, хворостъ, фашины и т. д.

На *Хръновскомъ* участкѣ въ 1893 году устроено было 18 *дерновыхъ запрудокъ* ¹⁾.

На „Каменной степи“ въ томъ-же году устроено два колодца, съ деревянными срубамн (по 2 аршина въ сторонѣ): а) близъ таксаторскаго дома, на пологомъ западномъ склонѣ водораздѣла между балкою *Озерки* и рѣкою *Таловою* и б) въ балкѣ *Безымянной*, ниже водохранилища № 6 (*Крулаго*),—оба для наблюденія надъ грунтовыми водами. Кромѣ того, вырытъ одинъ колодезь въ *Шиповомъ мѣсу*, близъ новой метеорологической станціи.

Сныловыя загражденія, въ видѣ плетней, устроены были зимою 1892—93 годовъ въ различныхъ пунктахъ юго-восточной части „Каменной степи“; былъ испробованъ также *сныловой плугъ Батамина*. Весною 1893 г. проведены, по изогипсамъ, на весьма пологомъ скатѣ къ верховьямъ балки *Озерки* земляные валики, по способу генерала *Анненкова* и г. *Рыковского*. Всѣ эти работы имѣли пробный характеръ, а результаты наблюденій подробно излагаются въ Метеорологическомъ Отдѣлѣ.

2. Старобѣльскій участокъ.

Устройство водохранилища № 1 (Среднее). Водохранилище это построено въ *Среднемъ* отвершкѣ *Криничнаго* яра, именно въ средней части его; водосливъ—естественный и расположенъ въ лѣвомъ, болѣе пологомъ берегу ²⁾. Длина плотины 60 сажень, наибольшая высота 2,95 сажени, ширина по верху отъ 1,5 до 2,0 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренній же откосъ устроенъ, для средней части, 1:4¹/₂, на протяженія 15 саж.,

¹⁾ Ближайшее руководство при выполненіи дерновыхъ запрудъ, ихъ конструкція и расположеніе принадлежать г. *Ковалеву*.

²⁾ См. оро-гидрографическую карту Старобѣльскаго участка.

а въ остальныхъ частяхъ $1:3\frac{1}{2}$. Различные откосы заданы съ цѣлью учета размывающаго дѣйствія волненія и для выясненія вопроса, какимъ приѣмомъ можно, съ меньшими затратами, достигнуть неразмываемаго водою откоса, — *соответствующею одеждою* или *увеличеніемъ горизонтальнаго заложенія откоса*. Объемъ насыпи составляетъ 462 куб. сажени. Плотина представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ у лѣваго крыла* ¹⁾ Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды равенъ 1600 куб. с.; площадь зеркала воды равна 1270 кв. саж. Работы по насыпкѣ плотины продолжались весь іюнь и іюль мѣсяцы; земля для насыпи получалась изъ лѣваго крутого берега, причемъ резервъ, площадью въ 200 квадратныхъ сажень, разработывался на глубину до 1,3 сажени. Благодаря этому, ближайшая къ плотинѣ часть водохранилища имѣетъ однообразную и значительную (около 2 саж.) глубину.

Данное водохранилище представляетъ интересъ для производства наблюдений надъ испареніемъ воды съ поверхности, такъ какъ, при довольно значительной площади зеркала, оно совершенно открыто доступу воздушныхъ теченій, довольно глубоко ²⁾, а дно и стѣнки его очень мало проницаемы для воды; кромѣ того, большая часть насыпи возведена изъ глины ³⁾, и лишь только верхній аршинъ гребня и откосовъ сложенъ изъ чернозема.

Устройство водохранилища № 2 (Южное). Въ южномъ отвершкѣ Круничнаго яра, именно въ средней его части, устроено небольшое водохранилище, съ искусственнымъ, копанымъ водосливомъ въ правомъ берегу. Плотина, образующая этотъ прудъ, пересѣкаетъ въ узкомъ мѣстѣ оврагъ и переходитъ на правомъ берегу въ не-

¹⁾ Стоимость 1 куб. сажени насыпи плотины, — 1 р. 38 коп.; общая стоимость сооруженія 623 рубля.

²⁾ Наибольшая глубина воды — 2,5 сажени, такъ что этотъ прудъ является самымъ глубокимъ изъ построенныхъ въ 1893 году.

³⁾ О глинахъ Старобѣльскаго участка см. геологическое и почвенное описание Старобѣльскаго уч., стр. 44—51.

высокую (0,5 сажени) дамбу, длиною 15 сажень, которая отводит весеннюю воду мимо маленького отвершка, расположенного непосредственно ниже плотины, и направляет ее къ болѣе пологому скату оврага. Если-бы весенняя вода выливалась изъ водохранилища по крутому, рѣзко выраженному отвершку, то уже въ первый годъ образовалась-бы глубокая промоина; при послѣдующихъ проходахъ весенней воды, или же послѣ ливней, такая промоина быстро подвинулась бы впередъ и прорѣзала бы берегъ или самое тѣло плотины ¹⁾).

Длина плотины равна 51 саж., наибольшая высота 1,99 саж.; ширина по верху 1,5 саж.; наружный откосъ полуторный, внутреннй 1 : 3¹/₂; объемъ насыпи составляетъ 239 куб. саж. ²⁾).

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ искусственнымъ, копанымъ водосливомъ у праваго крыла.*

Объемъ воды въ водохранилищѣ равенъ 342 куб. саж.; площадь зеркала воды 665 кв. саж.

Работы по устройству замка и насыпи плотины производились весною; въ октябрѣ мѣсяцѣ была сдѣлана лишь небольшая подсыпка по гребню, — какъ запасъ на осадку насыпи.

Построенный прудъ не представляетъ особаго интереса ни въ техническомъ отношеніи, ни въ смыслѣ большого запаса воды. Главная цѣль его — *остановить ростъ южнаго отвершка* ³⁾).

Устройство водохранилища № 3 (Даниловское). На Даниловскомъ оврагѣ устроено водохранилище, съ естественными водосливами въ обоихъ концахъ плотины ⁴⁾); длина насыпи, обра-

¹⁾ На весьма многихъ балкахъ южной Россіи можно встрѣтить слѣды разрушенныхъ такимъ образомъ плотинъ; поврежденія эти настолько значительны, что оказывается выгоднѣе сооружать новую насыпь въ другомъ мѣстѣ, чѣмъ возобновлять старую.

²⁾ Стоимость 1 куб. сажени насыпи 1 р. 49 коп.; стоимость всего сооруженія 356 руб.

³⁾ Съ цѣлю изслѣдованія просачиванія прудовой воды, въ 1893 году устроенъ пробный колодезь въ оврагѣ, ниже плотины.

⁴⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. VI.

зующей прудъ, 90,5 сажень; наибольшая высота 1,9 саж.; ширина по верху 1,5 сажени; внѣшній откосъ полуторный, внутренній 1 : 3¹/₂; гребень плотины возвышается надъ уровнемъ воды (или надъ *порогомъ водослива*) на 0,40 с.

У концовъ плотины сдѣланы предохранительныя дамбы, отводящія весеннія воды отъ плотины, у южнаго конца длиною 10 сажень, у сѣвернаго 15 сажень. Дно южнаго естественнаго водослива на 0,27 сажени выше сѣвернаго, и, въ случаѣ сильнаго весенняго паводка, вода можетъ переливаться съ двухъ сторонъ плотины. Объемъ насыпи тѣла плотины составляетъ 442 кубич. сажени ¹).

Сооруженіе является типомъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественными водосливами у обоихъ концовъ плотины.*

Образуемое плотиною водохранилище представляетъ *плоскую, высоко расположенную въ степи чашку*, могущую распространять увлажняющее дѣйствіе на значительную площадь; объемъ воды составляетъ 1220 кубич. саж., при площади воднаго зеркала въ 2850 квадр. саж.

Увлажняющее дѣйствіе водохранилища можно въ значительной степени увеличить, пересыпая весною, послѣ прохода главной массы воды, сѣверный водосливъ до высоты дна южнаго водослива; при этомъ площадь зеркала воды увеличится въ полтора раза, а поверхность воды расположится только на 0,7 сажени ниже лѣваго водораздѣла къ Криничничному яру.

Работы по устройству замковъ въ плотинѣ и по насыпкѣ тѣла ея начаты были въ маѣ мѣсяцѣ; но закончена плотина лишь осенью, послѣ длиннаго перерыва на время полевыхъ работъ.

Всѣ три водохранилища, устроенныя на *Старобѣльскомъ* участкѣ, расположены въ открытой, маловодной степи, причѣмъ вода поднята „вровень со степью“. Слѣдуетъ замѣтить, что на Даниловскихъ и Городищанскихъ оброчныхъ статьяхъ *Старо-*

¹) Стоим. 1 кубич. сажени насыпи—1 р. 56 коп.; общая стоимость 651 р.

большаго участка, расположенныхъ между рр. *Деркуломъ* и *Камышной*, не было ни одного пруда ¹⁾ и ни одного колодца, что имѣло послѣдствіемъ большія неудобства въ сельско-хозяйственномъ отношеніи и—пониженіе арендной платы. Поэтому, устройство всякаго рода водохранилищъ въ этой безводной мѣстности, съ ея мѣловымъ грунтомъ и размытой, разорванной оврагами поверхностью, представляетъ особый теоретическій и практическій интересъ.

Работы по закрѣпленію дѣйствующихъ овраговъ на Старобльскомъ участкѣ велись, преимущественно, въ *Криничномъ* яру, причемъ въ 1893 году закрѣпительныя работы, имѣвшія чисто *опытный* характеръ, направлены были къ тому, чтобы устроить въ разныхъ пунктахъ, при разнообразныхъ условіяхъ, возможно большее число отдѣльныхъ сооружений и учесть ихъ дѣйствія нынѣшней весной. Когда онѣ будутъ испытаны лѣтомъ 1894 года, возможно будетъ закончить всю серію работъ по закрѣпленію *Криничнаго* яра.

Несмотря на нѣкоторую *разбросанность* сооружений прошлаго года, они велись, по извѣстной программѣ, въ пунктахъ, намѣченныхъ предварительнымъ проектомъ, въ основаніе котораго положены были соображенія, приведенныя выше (стр. 7 и слѣдующая) и обстоятельныя изысканія (1893 г.) въ бассейнѣ *Криничнаго* яра.

Какъ видно на оро-гидрографической картѣ, *Криничный* яръ расположенъ по лѣвому скату долины р. *Деркулъ*; общее паденіе ската идетъ съ востока къ западу, а *средняя линия* паденія яра имѣетъ направленіе SW—84°30'.

Верховье яра образуютъ три легкія промоины, въ 2¹/₂ верстахъ отъ общаго водораздѣла между рѣками *Деркуломъ* и *Камышной* ²⁾. Ниже эти три отвершка сходятся почти въ одной точкѣ и образуютъ глубокое (до 5,5 сажень) русло, подходящее, далѣе, своимъ ложемъ къ при-деркульской низинѣ, въ которой оврагъ проходитъ сначала неглубокой промоиной (отъ 0,5 до

¹⁾ Единственный прудокъ, расположенный въ *Среднемъ* яру, не можетъ идти въ счетъ, такъ какъ находится на днѣ глубокаго оврага, очень малъ и почти ежегодно высыхаетъ къ осени.

²⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. X.

1 сажени глубиной), а затѣмъ, сливаясь отчасти съ *Среднимъ* яромъ, отчасти съ *Даниловскимъ*, образуетъ въ весеннее время одно общее водополье съ *Держуломъ*, а послѣ сильныхъ дождей вода пробѣгаетъ многими потоками по направленію къ *старорѣчью* р. *Держула*. Кромѣ трехъ верхнихъ большихъ отвершковъ, къ *Криничному* яру примыкаютъ еще нѣсколько болѣе мелкихъ; таковы:

а) съ правой стороны Криничнаго яра—*Куцый* яръ и отвершки № 1-й и № 3-й.

б) съ лѣвой стороны, отвершки № 2-й и № 4-й ¹⁾.

Весь Криничный яръ съ его отвершками пронивелированъ по дну, а черезъ 50—100 сажень исполнена поперечная нивелировка черезъ всю долину оврага. На основаніи этихъ работъ, опредѣлены частные и общіе уклоны, средніе размѣры оврага, площади поперечнаго сѣченія въ предѣлахъ *вѣнца* ²⁾ и проч., а результаты изысканій нанесены на бумагу, въ формѣ детальнаго плана въ горизонталяхъ и профилей, какъ продольныхъ, такъ и поперечныхъ.

Въ двухъ ниже прилагаемыхъ таблицахъ (стр. 55 и 56) помѣщены элементы отдѣльныхъ участковъ и частей системы Криничнаго яра. Сопоставляя цифры, выражающія *уклоны, площади поперечныхъ сѣченій и водосборныя площади*, можно замѣтить между ними нѣкоторое соотношеніе, а именно: 1) вмѣстѣ съ водосборною площадью, увеличивается площадь поперечнаго сѣченія оврага, при одинаковыхъ паденіяхъ дна;

¹⁾ См. карту, а также табл. X Атласа картъ и чертежей.

²⁾ Для уясненія терминовъ, относящихся до элементовъ оврага, приводится рисунокъ 14, изображающій поперечное сѣченіе долины съ названіями cadaго элемента оврага.



Рис. 14-й.

ТАБЛИЦА I.

Элементы отдельных участков системы Криничного яра ¹⁾.

Пикеты по плану.	ОТДЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ.	Длина по плану въ саж.	Уклонъ дна.	Среднія:			Водосборн. площ. въ 1000 квадрат. са- женей.
				Высота въ саж.	Ширина въ саж.	Площ. поперечн. сѣчен. въ кв. с.	
1—3	Низина Криничн. яра	278,5	0,00941	0,75	8,0	7	1,800
3—4	До Куцаго яра	237,0	0,01139	3,00	76,0	120	1,730
4—5	» отвершка № 1	352,0	0,01054	3,34	52,5	180	1,600
5—6	» отвершка № 2	75,0	0,01696	3,40	48,0	150	1,440
6—7	» отвершка № 3	195,0	0,00892	3,57	42,0	150	1,400
7—8	» отвершка № 4	66,0	0,00682	3,60	47,0	200	1,250
8—9	» сѣвернаго отвершка	128,0	0,01820	4,76	47,5	220	1,200
9—10	» южнаго отвершка	56,0	0,01411	4,76	47,5	220	600
10—11	Нижняя часть средняго отвершка	284,0	0,02366	1,21	24,0	30	400
11—12	Средняя часть средняго отвершка	840,0	0,01383	0,70	21,0	15	350
12—13	Верхняя часть средняго отвершка	226,5	0,02251	0,50	15,0	7	50
10—24	Нижняя часть южнаго отвершка	140,0	0,02778	1,70	31,0	52	200
24—25	Средняя часть южнаго отвершка	90,0	0,02343	0,80	15,5	15	160
25—26	Верхняя часть южнаго отвершка	700,0	0,01497	0,40	8,0	5	120
9—21	Нижняя часть сѣвернаго отвершка	309,0	0,01465	3,97	34,0	95	600

¹⁾ Смотри планъ и профили на табл. X Атласа картъ и чертежей.

Пикеты по плану.	ОТДѢЛЬНЫЕ УЧАСТКИ.	Длина по плану въ саж.	Уклонъ дна.	Среднія:			Волосборн. площ. въ 1,000 квадр. са- женяхъ.
				Высота въ саж.	Ширина въ саж.	Площ. поперечн. сѣчен. въ кв. с.	
21--22	Средняя часть сѣвернаго отвершка	155,0	0,03232	1,82	13,0	18	450
22--23	Верхняя часть сѣвернаго отвершка	1216,0	0,01134	0,60	22,0	4	400
4--14	Нижн. часть Кудаго яра.	220,5	0,03298	2,61	34,5	75	50
14--15	Верхн. » » » .	200,0	0,02695	1,83	21,3	32	20
14--6	Отвершекъ » » .	49,0	0,05938	1,41	18,5	25	5
5--17	Отвершекъ № 1	109,0	0,05780	1,49	30,0	30	60
6--18	» № 2	281,0	0,03480	1,20	16,0	14	40
7--19	» № 3	116,0	0,05916	1,50	18,0	21	60
8--20	» № 4	97,0	0,07082	0,63	16,0	7	30

ТАБЛИЦА II.

*Протяженіе и средніе уклоны Криничнаго яра и его глав-
ныхъ отроговъ.*

№№ пикетовъ по плану.	УЧАСТКИ.	Длина въ саженяхъ.	Уклонъ дна.	ПРИМѢЧАНІЯ.
1--10	Криничный яръ, до Средн. отвершка .	1614	0,01319	Наибольшая глубина оврага 5,5 с. (между пикетами 7--9).
10--13	Средній отвершекъ.	1124	0,02084	Площадь, занятая подь ов- рагомъ простирается до 80 де- сятинъ что составляетъ 10 ⁰ / ₁₀ площади бассейна.
1--13	Весь яръ, со средн. отвершкомъ	2738	0,01427	
10--26	Южный отвершекъ.	929	0,01774	Объемъ земли, вынесенной оврагомъ (въ предѣлахъ вѣн- ца оврага) составляетъ 180,000 кубич. сажень.
9--23	Сѣверн. отвершекъ.	1680	0,01388	
4--15	Кудый яръ	4205	0,03010	

2) чѣмъ паденіе дна меньше, тѣмъ сѣченіе больше, при одинаковой водосборной площади; такъ, на примѣръ, на участкѣ Кричного яра отъ пикета 6 до пик. 7, при уклонѣ въ 0,00892, сѣченіе = 150 квадр. сажень; на участкѣ 7 — 8, при уклонѣ 0,00682, сѣченіе = 200 квадр. сажень.

Указанныя соотношенія, покажутъ, не удавалось выразить въ какихъ либо опредѣленныхъ формулахъ, такъ какъ на величину *элементовъ* оврага оказываютъ вліяніе и многія другія условія: свойство грунта, характеръ климата, растительность, первоначальное паденіе ската, то или иное число боковыхъ притоковъ, обуславливающихъ обвалы береговъ, заиленіе дна и т. д.

Подробныя изысканія послужили, во-первыхъ, къ выясненію общаго рельефа, на основаніи котораго составленъ проектъ закрѣпительныхъ работъ; во-вторыхъ, сопоставленіе элементовъ оврага до закрѣпленія, съ постепеннымъ измѣненіемъ ихъ по исполненіи закрѣпительныхъ работъ, наиболѣе нагляднымъ образомъ выразить дѣйствіе предполагаемыхъ сооружений.

Проектъ закрѣпительныхъ работъ въ бассейнѣ Кричного яра, въ общихъ чертахъ, заключается въ слѣдующемъ.

I. Принятіе мѣръ, уменьшающихъ расходъ воды въ оврагъ (задержаніе воды на пути).—

а) Укрѣпленіе и уничтоженіе рытвинъ и отвершковъ на нижней трети долины (они проводятъ воду быстрѣе и совершеннѣе, чѣмъ ровная поверхность степи); такія рытвины предполагено укрѣплять легкими, изъ кольевъ и плетней, запрудками.

б) Уничтоженіе *поперечныхъ* бороздъ и межъ ¹⁾, какъ причинъ образованія рытвинъ и отвершковъ, и проведеніе полевыхъ дорогъ такимъ образомъ, чтобы онѣ не могли служить причиною возникновенія рытвинъ.

¹⁾ По направленію наибольшаго ската.

в) Проведеніе по горизонталямъ мѣстности бороздъ, валиковъ, плетней и посадокъ, которые должны задерживать воду на пути къ оврагу и заставлятъ ее просачиваться въ грунтъ.

II. Принятіе мѣръ, непосредственно укрѣпляющихъ оврагъ и его отроги и пріостанавливающихъ ихъ ростъ.—

а) Укрѣпленіе вершинъ оврага и его отвершковъ невысокими плетнями или канавами съ валикомъ, окружающими вершину и отводящими воду въ сторону.

б) Укрѣпленіе вершинокъ промоинъ въ днѣ оврага, при помощи хворостяныхъ запрудъ съ флютбетомъ, укрѣпленныхъ плетнями и слагами.

в) Укрѣпленіе смыгающихся откосовъ плетнями, палисадами, мощеніемъ или приданіемъ откосамъ правильной профили, прерываемой по высотѣ *бермами*.

г) Укрѣпленіе подошвы смыгающихся откосовъ плетнями или поперечными полузапрудами.

д) Укрѣпленіе дна оврага выстиланіемъ хворостомъ, мощеніемъ, а также уменьшеніемъ паденія дна, при помощи поперечныхъ запрудъ изъ хвороста, дерна, камня и пр.

III. Принятіе мѣръ, уничтожающихъ оврагъ.—

а) Устройство водохранилищъ въ пунктахъ оврага съ непроницаемымъ ложемъ; такія водохранилища кореннымъ образомъ прекращаютъ ростъ оврага въ предѣлахъ подпора воды и уничтожаютъ наиболѣе вредное дѣйствіе оврага, — дренажное сосѣдней почвы. Чтобы водохранилище не заилялось, въ вершинѣ его необходимо поставить легкую плетневую запрудку, замедляющую скорость движенія воды по оврагу и способствующую этимъ осажденію ила выше водохранилища.

б) Устройство въ мѣстахъ *перелома уклона*, а также на участкахъ съ малымъ паденіемъ невысокихъ сливныхъ запрудъ изъ хвороста, плетневыхъ или земляныхъ, съ каменною или фашиною одеждою; назначеніе такихъ запрудъ — задерживать илъ, не-

сомый потокомъ, и поднимать такимъ путемъ дно оврага. Располагая запруды въ разныхъ пунктахъ промоины и поднимая кверху заиленные гребни запрудъ, мы будемъ имѣть возможность кольматировать дно оврага и уменьшать сѣченіе его, сообразно съ общимъ паденіемъ.

в) Чтобы достигнуть болѣе успѣшнаго дѣйствія кольматирующихъ преградъ, предположено примѣнить способы искусственнаго размыва пологихъ береговъ, для каковой цѣли примѣнимы *поперечныя полузапруды* изъ плетней, направляющія струю на пологій, предположенный къ размыву берегъ. Кромѣ того, поперечная распашка крутыхъ склоновъ, проведеніе бороздъ, отводныхъ канавъ и валиковъ, направляющихъ воду на скатъ, могутъ служить способами искусственнаго смыва почвы, дающими возможность легко *планировать* оврагъ, перенося землю со склоновъ на его дно.

Выше перечисленныя мѣропріятія составляютъ *полный циклъ* работъ, которыя должны быть примѣнены къ оврагу, столь дѣятельному, столь глубоко врѣзавшемуся въ материкъ, каковъ Криничный яръ, причемъ *испытаніе* cadaго изъ нихъ должно сопровождаться полнымъ учетомъ.

Изъ перечисленныхъ выше пріемовъ, въ 1893 году примѣнены были слѣдующія.

По Отдѣлу II-му.—

а) Устроены 2 плетня, ограждающіе верхушки отвершковъ; они огибаютъ по изогнице вершину яра и состоятъ изъ ряда кольевъ, забитыхъ въ разстояніи полу-аршина одинъ отъ другаго, и заплетенныхъ хворостомъ на высоту 6 вершковъ.

б) Въ вершинахъ промоинъ, на днѣ оврага (средней части Криничнаго яра и вблизи впаденія Сѣвернаго отвершка) сдѣланы 2 хворостяныя запруды ¹⁾ такого устройства: на срѣзанный правильнымъ двойнымъ откосомъ обрывъ промоины настигается сначала слой хвороста поперегъ; слѣдующій слой—по длинѣ откоса *ком-*

¹⁾ См. Атласъ картъ чертежей, табл. VIII.

лями внизъ по теченію, а вершинами — на выровненную горизонтальную площадку, послѣ чего *комли* верхняго ряда хвороста прижимаются плотно къ землѣ *слеюю*, укрѣпленную деревянными крючками, забитыми наклонно къ теченію оврага. На *хвосты* (вершинки) второго ряда хвороста, поперегъ, укладывается новый рядъ, затѣмъ кладется слой по длинѣ оврага, на горизонтальную площадку (для образованія *флутбета*¹⁾ такъ, чтобы *комли* нависали на 1 аршинъ надъ откосомъ. Въ полуаршинномъ разстояніи отъ гребня откоса и въ такомъ-же разстояніи отъ концовъ *комлей* настланнаго ряда хвороста вбиваются, поперегъ, толстые колья на $\frac{3}{4}$ аршина одинъ отъ другаго, которые и заплетаются хворостомъ на высоту около одного аршина. Устроенный такимъ образомъ плетень укрѣпляется черезъ 2—3 кола *укосинами* и образуетъ *сливной полъ* запруды. Выше перваго плетня настилаютъ два ряда хвороста, которые являются *панурнымъ поломъ* сооруженія²⁾.

в) Въ устьѣ Криничнаго яра устроены 2 запруды, укрѣпляющія дно оврага; каждая изъ нихъ состоитъ изъ 5 рядовъ легкихъ плетней, въ разстояніи одинъ отъ другаго $1\frac{1}{2}$ аршина; они заплетаются по мѣрѣ настиланія рядовъ хвороста, образующихъ послѣдовательно — водобойный, сливной и панурный полы; ширина плотинокъ 5 сажень, длина 3 сажени.

По Отдѣлу III-му.—

Въ средней части Криничнаго яра, въ двухъ мѣстахъ, гдѣ происходитъ сильный подмывъ праваго берега³⁾, примѣнены типы *поперечныхъ полузапрудъ*, состоящихъ изъ крѣпкаго плетня съ *укосинами*. — Въ одномъ мѣстѣ (у „глинистаго“ обрыва) поставлена одна большая *полузапруда* подъ тупымъ угломъ къ струѣ воды; длина плетня 10 сажень, высота около 0,5 саж. У „мѣло-

¹⁾ Нижняя часть запруды, ограждающая подошву отъ размыва.

²⁾ Часть запруды, обращенная «къ водѣ» и ограждающая подошву отъ размыва, называется *панурнымъ поломъ*.

³⁾ У мѣлового обрыва и у «глинистаго» обрыва около слиянія трехъ от-
вершковъ.

вого“ обрыва, высотой 3,25 сажени, заложено 5 полузапрудъ; гребень ихъ понижается на 0,25 сажени отъ обрыва къ серединѣ оврага; между запрудами насыпана земля, полученная съ мѣлового обрыва, который *срытъ правильнымъ откосомъ съ бермами* ¹⁾. Высота плетней отъ 1 до 2¹/₂ аршинъ; общая длина ихъ 46 саж.

Закрѣпительныя работы, *въ полномъ объемѣ*, примѣнены были, въ видѣ опыта, лишь для небольшого (90 сажень), недавно образовавшагося овражка на Даниловской № 2 оброчной статьѣ, у криницы и тополевого разсадника ²⁾. На немъ построены плетневые запруды, — три изъ живыхъ ивовыхъ кольевъ и полукольевъ и четыре изъ мертвыхъ кольевъ и хвороста. Всѣ (7) запруды устроены по одному и тому же типу и разнятся лишь по величинѣ: чѣмъ ближе къ вершинѣ, тѣмъ онѣ короче и уже. Мѣста запрудъ выбраны, конечно, тамъ, гдѣ размываніе дна выражено наиболѣе рѣзко, именно въ вершинахъ промоинъ.

Въ пунктахъ, выбранныхъ для запрудъ, дно оврага выравнивалось, а берега спускались правильнымъ откосомъ; поперекъ оврага, въ аршинномъ другъ отъ друга разстояніи, по шнуру, отбивались линіи плетней; живые ивовые колья сажались въ ямки, сдѣланныя *подъ колъ и ломъ*, въ полуаршинномъ разстояніи колъ отъ кола, на глубину отъ 1¹/₂ до 1³/₄ аршина; мертвые дубовые колья забивались прямо, на ту-же глубину. Колья употреблялись такой длины, чтобы верхушки ихъ находились на высотѣ низкаго берега овражка. На дно овражка, въ предѣлахъ запруды, укладывался хворостъ, слоемъ въ 4 вершка толщиною, комлями внизъ по теченію оврага, начиная снизу, такъ, чтобы хворостъ выступалъ изъ за перваго ряда кольевъ на 2 аршина, образуя *водобойный полъ*. Комли перваго ряда прижимались слегою, прикрѣпленною и прижатою къ землѣ кольями; слѣдующій рядъ хвороста укладывался (тоже внизъ комлями) такъ,

¹⁾ См. приложение № 2.

²⁾ Ближайшее руководство, при выполненіи этой работы, принадлежитъ г. Ковалеву.

чтобы концы выступали изъ за перваго ряда кольевъ на 4 вершка. По уложеніи второго слоя хвороста, первый рядъ колевъ заплетался, при постоянномъ осаживаніи прутьевъ *чекушею* ¹⁾. Далѣе укладывался 3-ій рядъ хвороста также, какъ и второй, и заплетался второй плетень, на такую же высоту, какъ и первый, и т. д., до 5 слоя хвороста; послѣ этого 4, 5 и 6 ряды колевъ заплетались одновременно на такую высоту, чтобы послѣдующій плетень былъ ниже предыдущаго на 2—3 вершка. Вершинки хвороста, выступающія изъ за 6 плетня, тщательно утрамбовывались и присыпались землею. Между рядами плетней нѣкоторыхъ плотинокъ засыпана была земля.

Для окончанія закрѣпительныхъ работъ по оврагу, выше седьмой запруды, въ самой вершинѣ, проведенъ оградительный, не высокій плетень, окружающій вершину и охраняющій оврагъ отъ дальнѣйшаго роста вверхъ.

Частью для хозяйственныхъ надобностей Экспедиціи, а главное — для учета колебаній горизонта грунтовыхъ водъ по временамъ года и по годамъ, въ зависимости отъ погоды, древесныхъ посадокъ, естественной растительности, характера сосѣднихъ культуръ и появленія въ ближайшемъ сосѣдствѣ водныхъ бассейновъ, лѣтомъ и осенью 1893 года были заложены въ предѣлахъ *Старобльскаго* участка пять *колодцевъ* ²⁾:

- а) на Даниловскомъ оврагѣ, ниже плотины;
- б) близъ питомника лиственныхъ породъ, въ пониженной части степи;
- в) въ южномъ отвершкѣ Криничнаго яра, у плотины;
- г) такой же въ Среднемъ отвершкѣ;
- д) у верхняго конца Даниловскаго пруда.

Всѣ колодцы до глубины 3 сажень обдѣланы дубовыми срубамъ, въ 1 квадр. аршинъ въ свѣту; срубы составлены изъ 5 верхковыхъ пластинъ и снабжены сверху оковкою и крышкою.

¹⁾ Деревянная колотушка.

²⁾ См. оро-гидрографическую карту участка.

3. Великоанадольскій участокъ.

Устройство водохранилища № 7 (Большое). На балкѣ *Кашлагачъ*, ниже Парковаго пруда, у впаденія въ нее *Кашлагачика*, устроено водохранилище прегражденіемъ русла земляною плотиною; послѣдняя возведена на мѣстѣ прежде существовавшей небольшой *гребли* (насыпи), прорѣзанной широкимъ русломъ балки; водосливъ — копаный, шириною 6 сажень, проведенъ въ правомъ берегѣ оврага; вода изъ водослива должна проходить по довольно крутому задернѣлому склону въ *Кашлагачикъ*, въ 15-ти саженьяхъ выше впаденія его въ *Кашлагачъ* ¹⁾.

При устройствѣ земляной насыпи, обращено было главное вниманіе на *замокъ*, въ виду того, что проектируемая плотина располагалась правымъ крыломъ по *обтѣсенному* прежде склону, а средней частью надъ старою насыпью и глубокою, наполненною водою, промоиною; дно замковъ необходимо было углубить ниже ходовъ старыхъ корней и кротовинъ, попадавшихъ на глубинѣ до двухъ аршинъ; кромѣ того, въ средней части, на днѣ промоины, оказались камни, изъ подъ которыхъ пробивался ключъ.

Работы по насыпкѣ плотины начаты были въ серединѣ апрѣля, причемъ по балкамъ протекала еще весенняя вода; внутренній откосъ насыпался, въ средней части, прямо въ воду, которая поднималась влѣдъ за возведеніемъ насыпи. *Замокъ* въ средней части (самой глубокой) вырытъ послѣ того, какъ насыпаны были подошвы внутренняго и внѣшняго откосовъ; изъ образовавшейся ямы вся вода была отлита, илъ вынутъ, находящійся въ днѣ ключъ расчищенъ и затѣмъ *замокъ* засыпанъ плотно утрамбованною глиною.

Резервы для полученія земли на насыпь были открыты по обоимъ берегамъ, причемъ на лѣвомъ склонѣ балки резервъ распространенъ отъ воды вверхъ на 30 сажень и обнажаетъ до ма-

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. VII.

териковой глины значительную площадь ¹⁾; на правомъ берегу главная масса земли получена изъ водослива.

Плотина имѣетъ длину 40 саж., при наибольшей высотѣ 2,8 сажени.

Ширина по верху измѣняется отъ 2,5 до 1,5 сажень; внутренній откосъ: 1 : 3¹/₂, наружный—полуторный. Объемъ насыпи составляетъ 351 куб. саж.

Водосливъ, копаный, шириною по дну 6 сажень, проведенъ въ правомъ берегу, на протяженіи 30 пог. саж., при наибольшей глубинѣ 0,85 саж. и при двойныхъ откосахъ; объемъ выемки въ водосливѣ 75 кубич. саж.; со стороны плотины водосливъ огражденъ дамбою, на протяженіи 20 пог. саж.; ширина дамбы по верху 1 саж., высота—0,5 саж., при двойныхъ внутреннихъ и полуторныхъ внѣшнихъ откосахъ; дну водосливнаго канала приданъ уклонъ въ 0,001. Далѣе ложе его проходить по крутому берегу Кашлагачика, на протяженіи 15 пог. саж., почему эта естественная часть водослива должна быть солидно укрѣплена, что, однако, отложено до слѣдующаго года, дабы первый проходъ весенней воды указалъ, какъ относится данный грунтъ къ размывающему дѣйствию воды; сообразно со степенью поврежденія ложа водослива, будетъ опредѣленъ наиболѣе цѣлесообразный и дешевый типъ закрѣпленія ²⁾.

Водохранилище, образуемое плотиною, имѣетъ объемъ въ 1900 кубич. саж., при площади зеркала воды въ 3855 квадр. саж. ³⁾.

Благодаря ранней весенней работѣ и дождямъ втеченіе лѣта, прудъ наполнился до 0,7, по объему, водою, причемъ вершина

¹⁾ Къ этимъ свѣжимъ *глинищамъ* приурочены, между прочимъ, наблюденія надъ вліяніемъ глинистаго, частью солонцеватаго грунта на растительность: заселеніе обнаженной площади травами, измѣненіе въ содержаніи солей въ грунтѣ,—накопленіе перегноя и проч. *Редакторъ.*

²⁾ Это замѣчаніе относится до большинства устроенныхъ въ 1893 году водосливовъ: укрѣпленіе ихъ отложено до весны слѣд. года.

³⁾ 1 кубич. саж. насыпи Большой плотины обошлась (считая расходъ на устройство замка, дамбъ и проч.) по 1 руб. 76 коп.; полная стоимость сооруженія—618 руб.

его отошла на 300 сажень отъ плотины; поднявшаяся по правому берегу вода затопила нѣсколько деревьевъ и кустовъ, частью уже поврежденныхъ насѣкомыми.

Лѣвый скатъ къ данному водохранилищу, большею частью, крутой и глинистый, отведенъ для посадокъ, по горизонталямъ мѣстности,—а у вершины пруда, на площадкѣ, близкой къ водѣ, заложенъ второй разсадникъ. Здѣсь, какъ и на другихъ водохранилищахъ Великоанадольскаго участка, предполагено систематически производить наблюденія надъ вліяніемъ воднаго бассейна на сосѣдную растительность, утренники, грунтовая вода сосѣднихъ склоновъ и проч.; послѣднее будетъ произведено при помощи ряда неглубокихъ буровыхъ скважинъ, съ обсадными трубами, и—опытныхъ колодцевъ, расположенныхъ выше, ниже и по бокамъ прудовъ.

Устройство водохранилища № 8 (Въздное).—Балка Кашлагачикъ, въ нижней ея части, въ 70 саженьхъ ниже възда въ анадольское лѣсничество, преграждена земляною плотиною; прежній переѣздъ черезъ балку перенесенъ на плотину, которая сдѣлана, въ виду этого, шириною по верху вездѣ не меньше 2 сажень; копаный водосливъ проведенъ въ лѣвомъ берегу и примыкаетъ къ пологой ложбинкѣ, проводящей весеннюю воду въ балку.

Плотина имѣетъ длину 47 погон. саж., при наибольшей высотѣ въ 2,34 саж.; ширина по верху измѣняется отъ 2—2¹/₂ сажень; внутренній откосъ 1 : 3¹/₂, наружный—полуторный. Объемъ насыпи равенъ 423 куб. саж.

Водосливъ, шириною 5 саж., съ двойными откосами, проведенъ въ лѣвомъ берегу.

Водохранилище, образуемое плотиною, имѣетъ 1,700 кубич. саж., при площади зеркала воды въ 3,350 квадр. сажень¹⁾.

Откосы плотины подлежатъ обсаженію кустарными породами; средняя часть должна быть шоссирована, а черезъ водосливъ устроенъ мощный проѣздъ.

¹⁾ Одна кубическая сажень насыпи Въздной плотины обошлась 1 р. 54 к. Полная стоимость 652 руб.

Устройство водохранилища № 9 (Верхнее). Прудъ заложенъ въ верховья балки Кашлагачикъ, на мѣстѣ прежде существовавшаго пруда (меньшихъ размѣровъ). Длина плотины, образующей водохранилище, 42 пог. саж., наибольшая высота ея 1,55 саж.; ширина по верху 1,5 саж.; внутренній откосъ 1:3, наружный полукторный; водосливъ естественный, въ лѣвомъ берегу; объемъ насыпи плотины составляетъ 190 куб. саж.

Водоохранилище, образуемое плотиною, имѣетъ объемъ въ 800 кубич. саж., при площади зеркала воды въ 1,900 кв. саж.

Цѣли устройства водохранилища тѣ же, что и у другихъ прудовъ Великоанадольской дачи.

Кромѣ перечисленныхъ выше трехъ водохранилищъ, на *Великоанадольскомъ* участкѣ исправлена плотина *Парковаго пруда*; именно правое крыло ея подсыпано на высоту до 0,30 саж. и выкопано ложе новаго водослива, шириною 3 сажени, длиною 60 пог. сажень; объемъ выемки въ водосливѣ составляетъ 96 кубич. саж. Черезъ водосливъ устроенъ мощный переѣздъ на площади 57 кв. саж. (изъ нихъ 21 кв. сажень—двойной мостовой, въ средней части проѣзда, и 36 квадр. саж. одиночной, по бокамъ проѣзда).

Для укрѣпленія гребня и откосовъ плотины № 8, осенью было заготовлено 7 куб. саж. хвороста изъ желтой акаціи и 300 шт. берестовыхъ кольевъ; матеріалъ этотъ предполагалось примѣнить въ видѣ фашинъ и плетней, расположенныхъ по откосу насыпи, но, влѣдствіе раннихъ морозовъ, работы отложены до весны.

На участкѣ въ 1893 году выкопаны 3 колодца:

а) у пруда № 8 колодезь, глубиною $3\frac{1}{4}$ сажени, выложенный камнемъ; внутренній діаметръ колодца на верху 2 аршина, внизу $1\frac{1}{2}$ арш. ¹⁾.

¹⁾ Стоимость такого колодца—40 рублей.

б) У пруда № 9—такой-же колодезь.

в) У метеорологической станціи № 7 — колодезь, съ деревяннымъ срубомъ, шириною 2 аршина; лѣсъ на этотъ колодезь заготовленъ хозяйственнымъ способомъ, вырубкою деревьевъ изъ Великоанадольской лѣсной дачи, поврежденныхъ насѣкомыми.

Задачи устройства колодцевъ, въ сущности, тѣ же, что и на другихъ участкахъ Экспедиціи.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607
U.S.A.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

ПРИЛОЖЕНІЕ 1.

Инструкція для наблюденій надъ проходомъ весеннихъ водъ.

Наблюденіями должны быть достигнуты три цѣли:

- 1) Опредѣленіе *максимума расхода* воды въ изслѣдуемомъ потокѣ.
- 2) Опредѣленіе *всего количества* весенней воды, прошедшей черезъ изслѣдуемое сѣченіе.
- 3) Опредѣленіе *времени и продолжительности прохода* весеннихъ водъ.

Всѣ три фактора прохода весеннихъ водъ опредѣляются занесеніемъ въ журналъ слѣдующаго ряда данныхъ. Весною, съ наступленіемъ оттепелей, слѣдуетъ записывать время первыхъ признаковъ таянія снѣга (разрыхленіе его, лужи по снѣгу, проталины и пр.) и время перваго появленія воды въ оврагахъ, начинающееся, обыкновенно, еще подъ снѣгомъ.

Когда потокъ въ оврагѣ станетъ доступенъ наблюденіямъ, въ немъ выбирается участокъ, по возможности, прямолинейный и однообразный на протяженіи 10—15 саж.; по серединѣ его дѣлается промѣръ, нормальный къ оси оврага,—ватерпасомъ или нивелиромъ (смотря по степени крутизны); при опредѣленіи профиля оврага, забиваются прочные колья вровень съ землею, а рядомъ—*сторожевые колы*, съ надписаннымъ номеромъ пикета. По обѣ стороны промѣра, во взаимномъ разстояніи до 100 фут., забиваются вѣхи на той и другой сторонѣ оврага такъ, чтобы плоскости, образуемая парюю вѣхъ (*a, a* и *b, b*), были нормальны къ оси оврага (рис. 15).

Опредѣленіе *скорости* движенія воды въ потокѣ производится слѣдующимъ образомъ: въ потокъ, нѣсколько выше пары вѣхъ *а, а*, бросаютъ поплавокъ ¹⁾ на середину потока и замѣчаютъ на часахъ, съ секундной стрѣлкой время прохода поплавка мимо пары вѣхъ *а, а*; затѣмъ, быстро переходя ко второй парѣ вѣхъ *б, б*, снова замѣчаютъ время прохода поплавка мимо этой пары; разность показанній дастъ время прохода поплавкомъ разстоянія между двумя *створами* вѣхъ. Если разстояніе это, выраженное въ футахъ, раздѣлить на найденное число секундъ, то получимъ скорость движенія воды на поверхности потока. А такъ

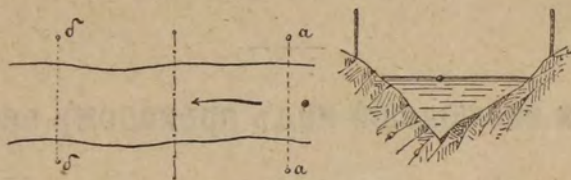


Рис. 15-й.

какъ *средняя скорость* струи равняется 0,9 *скорости на поверхности*, то, слѣдовательно, эта *средняя скорость* *v* опредѣлится такъ:

$$V = 0,9 \frac{l}{t},$$

гдѣ *l*—разстояніе между створами вѣхъ; *t*—время прохода поплавка отъ створы до створы.

Для полученія болѣе точныхъ результатовъ, необходимо дѣлать наблюденія не менѣе трехъ разъ, не принимая въ расчетъ тѣхъ, когда поплавокъ случайно отклонится отъ фарватера; изъ полученныхъ цифръ выводится *средняя скорость течения по поверхности* (или среднее время прохода поплавка), и по этой цифрѣ вычисляется средняя скорость потока.

Одновременно съ опредѣленіемъ скорости, отмѣчаютъ *горизонтъ* воды слѣдующимъ приѣмомъ: рейку, раздѣленную на сотыя доли сажени, ставятъ на ближайшей къ поверхности воды коль пикета и записываютъ дѣленіе рейки, совпадающее съ горизонтомъ воды (напр., 0,245 саж. надъ коломъ пикета № 5). На

¹⁾ Поплавокъ можетъ служить закупоренная бутылка, обрубокъ дерева, пробка и проч.

вычерченномъ, въ крупномъ масштабѣ, промѣръ отъ соответствующаго пикета откладываютъ измѣренную высоту вверхъ и проводятъ наблюденный горизонтъ воды; площадь живого сѣченія вычисляется на профили—планиметромъ или аналитически—въ квадр. саж.; полученное число, умноженное на 49, выразить *площадь живого сѣченія* въ квадр. футахъ (P); произведение площади P на среднюю скорость v дастъ *секундный расходъ* потока въ куб. футахъ:

$$Q = Pv.$$

Наблюдения необходимо дѣлать не рѣже одного раза въ сутки, а при сильныхъ колебаніяхъ расхода—и чаще.

Когда, такимъ образомъ, будутъ опредѣлены расходы потока въ разное время, можно будетъ опредѣлить:

1) *Максимальный расходъ* воды,—выбравъ наибольшій изъ наблюденныхъ секундныхъ расходовъ.

2) *Полное количество* весенней воды опредѣлится такъ: вычисляютъ расходъ воды за каждые сутки (произведение средняго секунднаго расхода на 8640); сумма же расходовъ за весь промежутокъ времени прохода воды дастъ полное количество весенней воды.

3) Для опредѣленія *времени продолжительности* прохода, а также для нагляднаго изображенія элементовъ водополя, примѣняется графическій методъ: по горизонтальному направленію откладываются промежутки времени, по вертикальному—секундные расходы потока. Кривая расходовъ, начинаясь у горизонтальной линіи въ началѣ времени водополя, пройдетъ максимумъ и закончится въ концѣ періода.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

О типах гидротехнических сооружений, применимых к цѣлямъ, намѣченнымъ Экспедиціею.

Разсматривая общій проэктъ опытныхъ работъ Экспедиціи съ технической точки зрѣнія,—всѣ гидротехническія сооружения, необходимыя для осуществленія намѣченныхъ цѣлей, можно раздѣлить на слѣдующіе отдѣлы:

I) Сооруженія, служащія для укрѣпленія дѣйствующихъ овраговъ, пріостановки ихъ роста и заиленія дна (*кольматированіе*), для огражденія рѣчныхъ руслъ отъ засоренія обвалами береговъ и пр.

II) Сооруженія, служащія для собиранія влаги въ водохранилищахъ, для цѣлей орошенія, увлаженія, подъема горизонта грунтовыхъ водъ и пр.,—вообще, *устройство водохранилищъ*.

III) Сооруженія, служащія для орошенія, какъ лиманнаго, такъ и правильнаго,—той или другой системы.

Придерживаясь приведеннаго порядка и разсматривая, преимущественно, сооружения, применимыя для цѣлей, поставленныхъ Экспедиціею *въ первую очередь*, ниже перечисляются различные типы гидротехническихъ сооружений *первыхъ двухъ категорій*.

I. Сооруженія, регулирующія овраги.

Укрѣпленіе дѣйствующихъ овраговъ. Какъ извѣстно, ростъ оврага происходитъ отъ размывающаго дѣйствія воды, что является послѣдствіемъ слѣдующихъ факторовъ: 1) большого количества весенней и ливневой воды и 2) большой скорости воды, при зна-

чительномъ паденіи дна оврага; кромѣ того, сильному размыванію подвергаются овраги, лежащіе въ слабомъ грунтѣ.

Нерѣдко ростъ овраговъ вызывается выходомъ въ него ключей.

Сообразно съ этимъ, устранить размываніе, а слѣдовательно, и ростъ оврага можно слѣдующими приѣмами:

- а) задержаніемъ части весенней воды на пути къ оврагу;
- б) уменьшеніемъ скорости пробѣгающей по оврагу воды;
- в) укрѣпленіемъ русла и береговъ оврага въ мѣстахъ размыва.

Для *первой* цѣли могутъ служить, во-первыхъ, водоудержательныя плотины, расположенныя выше по балкѣ, задерживающія всю воду или часть ея; во-вторыхъ, различная система преградъ, удерживающихъ воду на пути къ оврагу и заставляющихъ ее просачиваться въ грунтъ. Къ такимъ преградамъ, помимо лѣсонасажденій и извѣстной системы обработки земли, слѣдуетъ отнести *канавы, земляные валики и прерывающіяся запрудки* изъ кольевъ, фашинь, дерева или камня, расположенныя, по горизонталямъ мѣстности, въ предѣлахъ бассейна укрѣпляемой части оврага.

Для *уменьшенія скорости пробѣгающей по оврагу воды*, слѣдуетъ уменьшать на отдѣльныхъ участкахъ оврага паденіе дна, путемъ *перепадовъ*, что лучше всего достигается устройствомъ легкихъ *запрудокъ*, поставленныхъ на днѣ оврага, нормально къ его оси, въ разстояніи, равномъ длинѣ подпора нижней запруды; онѣ могутъ быть четырехъ типовъ.—

Типъ 1. *Живая запруда* изъ ивовыхъ кольевъ, переплетенныхъ хворостомъ, съ выложеннымъ хворостомъ *флутбетомъ*.

Типъ 2. *Фашинная запруда на свайкахъ*, съ хворостянымъ флутбетомъ.

Типъ 3. *Деревянная запруда ряжевая или на сваяхъ*, съ фашиннымъ или мощенымъ камнемъ флутбетомъ.

Типъ 4. *Запруды, выложенныя изъ каменной кладки, насухо или на растворѣ*.

Укрѣпленіе русла и береговъ оврага въ слабомъ грунтѣ можетъ быть достигнуто слѣдующими типами укрѣпленій.—

Типъ 1. *Выстиланіе хворостомъ*, съ прикрѣпленіемъ его фашинными канатами или слегами.

Типъ 2. *Укрѣпленіе рядами полисадъ*, съ замощеніемъ между ними камнями или съ закладкою хворостомъ.

Типъ 3. *Приданіе поверхности русла лоткообразной формы*, съ замощеніемъ ея камнемъ, и выравниваніе подъ одиночный или полуторный откосъ, съ замощеніемъ,—при укрѣпленіи береговъ.

Типъ 4. *Дернованіе*, преимущественно *откосовъ*, причемъ эти послѣдніе дернутся или сплошь, или въ «клетку», съ приближеніемъ отдѣльныхъ дернинъ *спицами* или *живыми ивовыми кольями*.

Для укрѣпленія исключительно береговъ *овраговъ* примѣнимы слѣдующія способы.—

Типъ 5. *Приданіе обрыву устойчивой профили*, съ проекціей сообразно грунту, въ полтора до шести разъ болѣе высоты, съ прерываніемъ откоса *бермой* черезъ $1\frac{1}{2}$ —2 сажени по высотѣ, а въ случаѣ надобности съ покрытіемъ откоса или только части его одеждою: *ивовыми посадками*, *задерненіемъ*, *выстиланіемъ дерномъ* и т. д.

Типъ 6. *Укрѣпленіе плетнями живыми* или *мертвыми*, расположенными вдоль откоса въ нѣсколько ярусовъ,—при сухомъ, сыпучемъ грунтѣ.

Типъ 7. *Укрѣпленіе оползней забитыми въ рядъ сваями*, схваченными *анкерами* или подпертыми *подкосами*, съ заложеніемъ за сваи *жердей*, *досокъ* или *пластинъ*.

Типъ 8. Укрѣпленіе обрыва въ пловучемъ грунтѣ путемъ *про- рыванія откоса глубокими воронками*, — открытыми или заполненными камнемъ.

Типъ 9. Въ пловучемъ же грунтѣ *укрѣпленіе сполза* путемъ *перерыванія водоноснаго пласта* съ нагорной стороны вдоль укрѣпляемаго берега *водосборною галлереею*; эта послѣдняя должна имѣть выходъ въ оврагъ ниже по теченію укрѣпляемаго берега и состоять изъ *траншеи*, заполненной на высотѣ водоноснаго пласта, обусловливающаго сползъ, водо пропускающимъ матеріаломъ,—*булыжнымъ камнемъ*, *щебнемъ*; или же въ траншеѣ укладывается дренирующій проводъ—каналъ изъ кирпича, камня, или, наконецъ, *дренажная труба*—гончарная или цементная.

Типъ 10. Укрѣпленіе сплывающаго обрыва путемъ *правильнаго дренированія всей поверхности откоса*.

Кромѣ перечисленныхъ типовъ, слѣдуетъ отмѣтить сооруженія, не укрѣпляющія непосредственно, а служащія лишь къ отведенію размывающей струи въ сторону; къ такимъ сооруженіямъ относятся.—

Типъ 11. *Поперечныя полузатруды* изъ различныхъ матеріаловъ, преимущественно плетневые, на прочно забитыхъ кольяхъ.

II. Устройство водохранилищъ.

Устройство водохранилищъ въ долинахъ сухихъ балокъ и постоянно текущихъ рѣкъ, съ цѣлями увлажненія, обводненія и орошенія, вообще, для образованія запаса воды, поднятой на извѣстную высоту, достигается прегражденіемъ долинъ *плотинами*, расположенными въ оврагѣ (средняя часть плотины) и по берегамъ его (лѣвое и правое крылья плотины). Все подобное сооруженіе состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

1) собственно плотина;

2) части, проводящія черезъ плотину весеннюю, ливневую, а въ случаѣ плотины на постоянномъ потокѣ, и, вообще, излишнюю воду; такія части плотины носятъ названіе *водослива* и *водоспуска* (*полумлюзъ*);

3) части, проводящія собранную воду къ намѣченной цѣли: на *орошаемыя площади* или для *вододѣйствія*; онѣ носятъ названіе *рабочаго водоспуска* и *воддема*—въ томъ случаѣ, когда вода выводится изъ плотины трубою, той или другой конструкціи.

Независимо отъ матеріала, изъ котораго сооружена плотина, по способу проведенія лишней воды, плотины раздѣляются на два главныхъ типа ¹⁾: 1) *глухія* и 2) *створчатыя*.

Глухія плотины преграждаютъ русло сухой балки или живого потока до требуемой высоты, а проходъ избыточной воды совершается въ нихъ при помощи особаго водосливнаго канала, вырытаго въ сторонѣ отъ плотины, или же вода переливается черезъ гребень; въ зависимости отъ этого глухія плотины можно раздѣлить на:

а) *плотины со свободнымъ водосливомъ* и

б) *водосливныя плотины*.

Створчатыя плотины имѣютъ въ своемъ тѣлѣ *прорѣзъ* (водоспускъ), закрываемый тѣми или другими *створами*; весенняя и ливневая воды проходятъ въ этихъ плотинахъ черезъ открытыя створы.

Всѣ эти типы плотинъ въ равной степени примѣнимы для цѣлей, намѣченныхъ Экспедиціей; выборъ того или другого типа

¹⁾ Здѣсь не упоминается о другихъ типахъ плотинъ (разборчатыхъ, самоѣйствующихъ), какъ непримѣнимыхъ для цѣлей, намѣченныхъ Экспедиціей.

зависитъ отъ условій мѣстности, а также отъ имѣющагося въ распоряженіи матеріала.

Матеріаломъ для плотинъ могутъ служить: *земля, дерево и камень*. По роду матеріала и—формы, въ какой онъ примѣняется, плотины могутъ быть: *земляныя*—съ фашинною, деревянною и каменною одеждою, со свайнымъ остовомъ; *фашинныя*—съ каменною одеждою; *деревянныя*—съ земляными, фашинными и каменными устоями; *ряжевыя*—съ землянымъ или каменнымъ заполненіемъ; *каменныя*—накидные или изъ правильной кладки и, наконецъ, *бетонныя* плотины.

Независимо отъ типа плотинъ и рода матеріала, изъ котораго онѣ сооружаются, въ каждой плотинѣ различаютъ три основныя части: 1) основаніе, 2) тѣло плотины и 3) верхнее строеніе.

Основаніе плотины, заложенное на материкѣ, по роду и глубинѣ заложенія, можетъ состоять изъ того же матеріала, какъ и вся плотина (земля, камень, фашина) или же, въ случаѣ глубокаго залеганія материка и сильной водопроницаемости верхнихъ пластовъ,—изъ *шпунтового ряда*, забитаго подъ осью плотины въ одну или двѣ линіи, съ заполненіемъ, въ послѣднемъ случаѣ, между рядами водонепроницаемымъ матеріаломъ (*глина, бетонъ, каменная кладка*).

Въ первомъ случаѣ, основаніе носитъ названіе *замка* и состоитъ изъ заполненнаго водонепроницаемымъ матеріаломъ рва, шириною не меньше 0,5 саж., и доходящаго до материка.

Въ виду незначительнаго *давленія плотины* на единицу площади *материка*, особенно при невысокихъ плотинахъ, примѣняемыхъ къ цѣлямъ, намѣченными Экспедиціей, все вниманіе при проектированіи основанія плотины должно быть обращено на его *водонепроницаемость*; ибо данные размѣры и конструкція основанія, обеспечивающіе водонепроницаемость, всегда будутъ удовлетворять условіямъ прочности противъ *осадки, сдвига и опрокидыванія*, могущихъ произойти какъ отъ собственнаго вѣса плотины, такъ и бокового давленія на нее воды.

Тѣло плотины, разсматриваемое, какъ подпорная стѣнка, должно удовлетворять условіямъ прочности и противостоятъ внѣшнимъ разрушающимъ усиліямъ.

Вообще, въ зависимости отъ различныхъ внѣшнихъ условій, дѣйствующихъ на плотины, можно принять слѣдующіе основныя размѣры ихъ.—

1) Въ плотинахъ, построенныхъ изъ земли, фашинъ, а также деревянныхъ, съ землянымъ заполненіемъ, высота сухого гребня (не сливного) надъ наивысшимъ уровнемъ воды должна быть 0,5 саж.; для каменныхъ и бетонныхъ плотинъ—не менѣе, какъ 0,20 саж.

2) Въ плотинахъ, построенныхъ изъ земли и фашинъ, ширина гребня должна быть не меньше 1,5 саж.; для плотинъ съ землянымъ заполненіемъ надо принимать въ соображеніе, что слой глины, толщиною отъ 0,3 до 0,5 саж., заложенный въ тѣло плотинъ, вполне задерживаетъ просачиваніе; при бетонной или каменной на цементѣ кладкѣ, гребень долженъ имѣть ширину не меньше 0,4 саж.

3) Для устойчивости *противъ скользянія по подошвѣ и противъ опрокидыванія* земляныхъ и фашинныхъ плотинъ, толщина должна составлять $\frac{2}{3}$ высоты, причемъ всякій откосъ увеличиваетъ прочность; для плотины изъ другихъ матеріаловъ, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, размѣры плотины должны быть опредѣлены на основаніи *теоріи устойчивости сооруженій*.

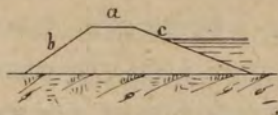


Рис. 16-й.

4) Въ земляныхъ плотинахъ необходимо закладывать такъ называемый *стержень* изъ однороднаго и непроницаемаго для воды матеріала — *глины*, толщиною отъ 0,5 саж., или *суглинка*, причемъ толщину стержня слѣдуетъ дѣлать *вдвое больше*.

Верхнее строеніе плотины вполне зависитъ отъ типа ея, того матеріала, изъ котораго она сооружена, и отъ внѣшнихъ условій.

Въ *земляной плотинѣ* внѣшнему очертанію придаютъ форму трапеціи, причемъ (рис. 16) *гребень a* дѣлается со скатомъ къ водѣ, дабы дождевая вода не размывала внѣшняго откоса *в*. Въ зависимости отъ рода земли, изъ которой сооружается плотина, внѣшній откосъ дѣлаютъ отъ *полуторнаго* до *двойного*; если предполагается укрѣпленіе откоса, то его можно дѣлать *одиночнымъ*. При высотѣ откоса, превышающей $1\frac{1}{2}$ — 2 саж., его раздѣляютъ по высотѣ берами, шириною отъ 0,3—0,5 саж.

Внутренній откосъ *с*, къ водѣ, не слѣдуетъ дѣлать круче тройного, въ виду размывающаго дѣйствія воды; вообще, меньшую по-

логость откоса можно допускать въ прудахъ, гдѣ будетъ происходить энергичное заиленіе; въ сухихъ же балкахъ, съ малымъ бассейномъ, дно и откосы обыкновенно не заиляются или очень мало.

На высотѣ постояннаго горизонта воды за плотиною или въ предѣлахъ колебанія его, откосъ укрѣпляется *фашинами, досками, плетнями, мощеніемъ* и т. п., или же онъ прерывается бермою, шириною отъ 0,5 саж.

Что касается верхняго *строенія* плотинъ, сооружаемыхъ изъ другихъ матеріаловъ, то оно вполне зависитъ отъ типа плотины и рода матеріаловъ и должно быть проектируемо отдѣльно для каждаго частнаго случая.

Переходя, далѣе, къ разсмотрѣнію и оцѣнкѣ различныхъ видовъ плотинъ, необходимо замѣтить, что въ приведенномъ ниже очеркѣ типы плотинъ расположены въ порядкѣ возрастающей степени трудности ихъ исполненія; а такъ какъ простота конструкции является наиболѣе желательною для цѣлей Экспедиціи, то на первые, болѣе простые, типы плотинъ и слѣдуетъ обращать главное вниманіе. Впрочемъ, эти простѣйшіе типы не всегда примѣнимы къ условіямъ мѣстности, въ виду чего въ нижеслѣдующемъ описаніи включены и болѣе сложные образцы плотинъ, могущіе имѣть мѣсто при будущей практикѣ испытанія различныхъ приѣмовъ устройства водохранилищъ.

Глухія плотины, со свободнымъ водосливомъ.

Сущность дѣла заключается въ томъ, что оврагъ преграждается глухою плотиною, гребень которой возвышается надъ высшимъ горизонтомъ воды около 0,5 саж. въ сторонѣ же отъ плотины вырывается каналъ, соотвѣтствующій, по размѣрамъ, наибольшему расходу воды ¹⁾).

Типъ I. *Глухая земляная плотина, съ замкомъ, съ глинянымъ стержнемъ, безъ одежды*, примѣнима на сухихъ балкахъ любой глубины. Условіемъ ея примѣнимости является близость мате-

¹⁾ О типахъ водосливныхъ каналовъ см. ниже, стр. 84.

ріала, изъ котораго она сооружается, т. е. глины на среднюю часть плотины (*стержень*) и любой земли на *откосы* (въ большинствѣ случаевъ, можно пользоваться землею, вынимаемою изъ водосливнаго канала, если онъ расположенъ вблизи плотины). Основаніе плотины составляетъ замокъ, шириною не меньше 0,5 саж., доходящій до водонепроницаемаго пласта и засыпанный глиною; откосамъ придается: для внутренняго—четверное заложение (даже пятерное), для внѣшняго—полуторное или двойное; на высотѣ нормальнаго горизонта располагается берма; ширина по верху задается равной высотѣ плотины и не меньше $1\frac{1}{2}$ саж.

При отсутствіи камня, кустарника для фашинъ и при большой цѣнности лѣса, данный типъ является самымъ выгоднымъ и наиболѣе желательнымъ.

Типъ 2. *Глухая земляная плотина, съ фашиннымъ стержнемъ, безъ одежды*, примѣнима при прегражденіи живыхъ потоковъ, воду которыхъ нельзя отвести въ сторону. Въ такихъ случаяхъ, до приступленія къ насыпкѣ плотины, роютъ водосливный каналъ на проектномъ горизонтѣ, а затѣмъ выводятъ изъ фашинъ стержень плотины до той высоты, пока вода не пойдетъ въ водосливный каналъ. Наконецъ, производятъ насыпку плотины изъ земли, придавая ей профиль перваго типа; все остальное, сказанное о первомъ типѣ, примѣняется и здѣсь.

Типъ 3. *Глухая земляная плотина, съ одеждою*, примѣнима на сухихъ балкахъ (тогда съ глинянымъ стержнемъ) или на живыхъ потокахъ (съ фашиннымъ стержнемъ). Откосы подъ одежду дѣлаются круче: до двойного внутренняго и одиночнаго внѣшняго. Для одежды примѣняются: *камень*, въ видѣ *мостовой* (*простой тычкомъ* или *съ кляткой* изъ болѣе крупнаго камня); *дернованіе* для внѣшняго откоса (*въ клятку, сплошное* или въ видѣ *дерновой кладки*); *фашины* (въ формѣ *фашинной кладки* для очень крутыхъ откосовъ или въ формѣ *выстиланія фашинами*, съ прибавкою ихъ кольями, съ фашинными канатами); *плетни*, лежачіе или уступами. Въ предѣлахъ колебанія горизонта воды устраиваютъ *высокій плетень* или *досчатый заборъ*, предназначенный для уничтоженія ударовъ волнъ.

Типъ 4. *Глухая земляная плотина на шпунтовомъ основаніи* примѣняется на сухихъ балкахъ и живыхъ потокахъ въ тѣхъ случаяхъ, когда *материкъ* лежитъ глубоко, а верхніе пласты водопроницаемы; шпунтовые ряды забиваются въ одну или двѣ линіи и доходятъ, по возможности, до высоты подпорнаго го-

ризонта воды; земляная насыпь имѣетъ ту же форму, какъ въ 1-омъ, 2-омъ и 3-мъ типахъ.

Типъ 5. *Глухая земляная плотина, со свайными, ряжевymi или каменными продольными подпорными стѣнками.* При высокихъ плотинахъ, для уменьшенія земляной насыпи въ оврагахъ, вмѣсто пологого верховаго откоса, дѣлаютъ подпорную стѣнку изъ забитыхъ въ землю свай, съ заборкою ихъ досками и пластинами, или изъ ряжевой кладки, или, наконецъ, изъ каменной кладки, на-сухо или на гидравлическомъ растворѣ.

Типъ 6. *Глухая фашинная плотина* примѣняется при запруживаніи большихъ живыхъ потоковъ.

Глухія водосливныя плотины.

Сущность дѣла заключается въ томъ, что излишняя вода переводится непосредственно черезъ всю плотину или черезъ часть ея; слѣдовательно, гребень плотины (или часть его) располагается на нормальномъ горизонтѣ воды (горизонтъ рабочей воды). *Примѣнимы* онѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда нельзя вырыть въ сторонѣ отъ плотины водосливнаго канала; *выгодны* лишь въ случаяхъ небольшого расхода излишней воды, когда въ формѣ водослива обдѣливается лишь небольшая часть плотины или когда вода сливается по всей ширинѣ плотины незначительнымъ слоемъ, не требующимъ солиднаго укрѣпленія нижняго откоса и *рисбермы* (мѣсто удара струивъ днѣ оврага).

Типъ 7. *Глухая водосливная земляная плотина, съ каменною одеждою*, пригодна при малыхъ расходахъ воды, или когда подпоръ отъ плотины настолько незначителенъ, что, во время весеннихъ паводковъ, плотина совершенно закрывается водою; откосы, какъ верхній, такъ и нижній, дѣлаются очень пологими, и вся плотина замащивается крупнымъ камнемъ въ одинъ или два ряда; дно оврага ниже плотины тоже закидывается камнемъ.

Типъ 8. *Глухая водосливная ряжевая плотина*; ряжевые ящики набиваются глиною; водосливное ребро обшивается досками; рисберма въ одинъ или два яруса устраивается или въ видѣ досчатаго помоста, или каменною отсыпью; съ верховой стороны дѣлается земляная отсыпь.

Типъ 9. *Глухая водосливная деревянная плотина, съ каменнымъ заполненіемъ*, примѣнима на сухихъ балкахъ и живыхъ по-

токахъ. Поперегъ русла забивается два или три шпунтовыхъ ряда, промежутки между которыми заполняются каменною или бетонною кладкой; *панурный полъ* составляетъ каменная или земляная, одѣтая камнемъ, отсыпь; рисберма или досчатая, или изъ каменной кладки на-сухо, удерживаемой на мѣстѣ сваями съ насадками.

Типъ 10. *Глухая водосливная каменная плотина* строится изъ камня на гидравлической извести, съ тщательною облицовкою снаружи, или изъ монолитной бетонной кладки; примѣняется для потоковъ съ постояннымъ и большимъ расходомъ воды.

Створчатыя плотины.

Створчатыя плотины состоятъ изъ двухъ частей, — береговыхъ устоевъ и водоспускной части, которая, въ свою очередь, состоитъ изъ пола, стоекъ и створовъ различныхъ системъ. Такія плотины примѣняются въ тѣхъ же случаяхъ, какъ и глухія водосливныя, но при большихъ расходахъ воды. По роду матеріала, изъ котораго устроены береговые устои и полъ, онѣ могутъ быть раздѣлены на *земляныя, фашичныя, ряжесвыя и каменныя.*

Типъ 11. *Створчатая земляная плотина, съ деревянною трубою*, примѣняется на сухихъ балкахъ, съ малымъ расходомъ воды.

Типъ 12. *Створчатая ряжесвая плотина на стлани* примѣнима на живыхъ потокахъ въ мѣстности, изобилующей лѣсомъ; основаніе дѣлается изъ еловыхъ жердей, расположенныхъ вдоль теченія; съ верховой стороны располагаютъ плотную отсыпь; водоспускъ и устои рубятся изъ бревень.

Типъ 13. *Створчатая ряжесвая плотина на шпунтовомъ основаніи* примѣнима въ тѣхъ же случаяхъ, какъ и предыдущая, но при слабомъ материкѣ; подъ водоспускомъ забивается не менѣе трехъ рядовъ шпунтовыхъ свай.

Типъ 14. *Створчатая плотина, со стойками и шпунтовыми подпорными стѣнками, на шпунтовомъ и свайномъ основаніи*, представляетъ наиболѣе совершенный типъ створчатыхъ деревянныхъ плотинъ. Береговые земляные устои здѣсь поддерживаются шпунтовыми стѣнками; пролетъ водоспускной части раздѣляется системою стоекъ (*бѣлоголовокъ* — постоянныхъ или съемныхъ) на отдѣльные пролеты, закрываемые деревянными щитами.

Типъ 15. *Створчатая каменная плотина.* При изобилии камня и небольшомъ пролетѣ водоспуска, устои и полъ водоспускной части выгодно дѣлать изъ каменной кладки на гидравлическомъ растворѣ или изъ бетона; подъ основаніе забиваются два или три шпунтовыхъ ряда.

О типахъ водосливныхъ каналовъ въ глухихъ плотинахъ.

Чтобы пополнить описаніе глухихъ плотинъ, слѣдуетъ рассмотреть устройство водосливныхъ каналовъ, которые, какъ и замѣчено выше, устраиваются въ сторонѣ отъ плотины или въ береговыхъ крыльяхъ ея; въ общемъ случаѣ, такой каналъ имѣетъ форму дуги, огибающей плотину. Высшая точка дна канала должна быть расположена на высотѣ нормальнаго горизонта воды; каналъ долженъ проводить наибольшій расходъ воды во время паводка или ливня; толщина слоя воды въ каналѣ задается не болѣе 0,5 саж., слѣдовательно, въ этомъ случаѣ дно канала должно быть заложено ниже гребня, приблизительно, на 1 саж.

Наиболѣе желательнымъ является типъ канала въ выемкѣ, безъ укрѣпленія дна и откосовъ, для чего размѣры и формы его должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- 1) *откосы* не должны быть круче двойныхъ;
- 2) *уклонъ дна и площадь живого сѣченія* должны быть таковы, чтобы, при наибольшемъ расходѣ воды, скорость теченія не превышала допускаемаго предѣла (такая скорость, при которой не происходитъ размыва дна и откосовъ, для средняго грунта—около 1 фута въ секунду).

Если каналу нельзя придать на всемъ протяженіи надлежащаго уклона, то устраиваютъ въ каналѣ перепады, или, на небольшомъ протяженіи, придаютъ дну уклонъ, развивающій скорость до 3—4 футовъ; въ этихъ случаяхъ, какъ перепады, такъ и участки съ большимъ уклономъ укрѣпляютъ *каменью, деревомъ* или *фашинами*, распространяя укрѣпленіе внизъ до того мѣста канала, гдѣ скорость теченія станетъ нормальною.

Если каналъ проходитъ въ глубокой выемкѣ, то, для уменьшенія земляной работы, можетъ оказаться выгоднѣе дѣлать крутые откосы, укрѣпляя ихъ одеждою, или же примѣнять различнаго типа подпорныя стѣнки (*свайныя съ распорками* или *анкерами*,—*каменные, фашинные, изъ дерновой кладки* и пр.).

Иногда является возможность, при известном подъемѣ воды за плотиною, выпускать излишекъ воды, пользуясь естественною ложбиною, расположенною около оврага, безъ искусственныхъ сооружений; такой типъ водослива носитъ названіе *естественнаго свободнаго водослива*.

Слѣдующій по простотѣ типъ—*свободный водосливный каналъ*, вырытый въ грунтѣ. Къ болѣе сложнымъ, по устройству, принадлежатъ: *свободный водосливный каналъ, съ укрѣпленіемъ береговъ и дна, и свободный водосливъ съ перепадомъ*; этотъ послѣдній типъ водослива можетъ быть примѣненъ при крутыхъ берегахъ долины, во избѣжаніе длинныхъ и глубокихъ выемокъ, и ограничить, по сущности устройства, съ глухими водосливными плотинами.

О типахъ рабочихъ водоспусковъ и водоемовъ въ плотинахъ.

Выше было указано на части плотины, предназначаемыя для проведенія воды изъ водохранилища на *орошаемые* участки или для *вододѣйствія*; части эти носятъ названіе *рабочихъ водоспусковъ и водоемовъ*.

Типъ 1. *Рабочіе водоспуски* строятся въ плотинѣ или крыльяхъ ея и могутъ быть деревянными или каменными съ различными *створами* (щитами); они сооружаются при большихъ расходахъ воды, въ плотинахъ съ большимъ напоромъ *рабочей воды*, въ 1¹/₂, 2 и болѣе саж. Для малыхъ плотинъ и напоровъ практичнѣе *водоемы*, иначе, — трубы, заложенныя въ тѣлѣ плотины на высотѣ нижняго горизонта рабочей воды, запираемыя различными приспособленіями. По роду матеріала, водоемы могутъ быть деревянные, чугунные и каменные, по способу запиранія ихъ, 1) *водоемы съ колодцами* и 2) *безъ колодцевъ*.

Типъ 2. *При водоемѣ съ колодцемъ*, затворъ располагается по серединѣ трубы, а надъ затворомъ выводится до гребня плотины *шахта*.

Типъ 3. *Въ водоемѣ безъ колодца* затворъ располагается чаще въ верхней, а иногда и въ нижней части трубы; второе расположеніе представляетъ преимущество въ томъ отношеніи, что затворомъ легче управлять; при расположеніи же затвора въ верхнемъ концѣ трубы, для управленія имъ, приходится строить особые подмости.

Деревянные водоемы сооружаются въ видѣ трубы, прямоугольнаго сѣченія, изъ шпунтовыхъ досокъ на обвязкѣ или изъ отдѣль-

ныхъ клепокъ, связанныхъ обручами, на подобіе бочки; закрываются трубы при помощи щитовъ, поднимаемыхъ *воротомъ*, *зубчаткой съ кремальерой* или *винтовымъ подъемомъ*.

Чугунныя трубы укладываются на прочномъ основаніи, съ заливкою муфты свинцомъ; онѣ закрываются или *чугуннымъ щитовымъ краномъ*, или различнаго вида *клапанами* на цѣпяхъ, или, наконецъ, *деревянными щитами* (какъ и деревянныя трубы).

Каменные трубы устраиваются, обыкновенно, изъ кирпича; кладка ведется на цементѣ; закрываются онѣ, преимущественно, *деревяннымъ щитомъ*, также какъ и трубы, построенныя изъ *бетона*.

ПРИЛОЖЕНІЕ 3.

Инструкціи для технического выполненія работъ по устройству такъ называемыхъ главныхъ оросительныхъ каналовъ.

Для большей наглядности и удобства изложенія техническихъ приемовъ, употребляемыхъ при проведеніи главныхъ оросительныхъ каналовъ,—этой основной артеріи въ группѣ сооружений, предназначаемыхъ для правильнаго орошенія, наша инструкція построена на частномъ примѣрѣ, *могущемъ* имѣть мѣсто на Старобѣльскомъ участкѣ, при устьѣ Криничнаго яра, въ случаѣ успѣшности *кольматированія* дна оврага (см. выше стр. 37).

Выборъ направленія канала.

Канальъ начинается у плотины, а дно его должно залегать на высотѣ дна водохранилища, дабы можно было перепустить главную массу собранной воды ¹⁾. Канальъ проводится по направленію къ орошаемому участку, по ровной мѣстности, имѣющей однообразный уклонъ; но при этомъ не надо строго слѣдовать за всѣми ничтожными измѣненіями рельефа, ибо тогда канальъ излишне удлиннится и будетъ имѣть много поворотовъ.

Первоначальное изысканіе направленія канала производится слѣдующимъ образомъ: начавъ съ точки выхода канала у плоти-

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. IX.

тины, отмѣриваютъ цѣпью 100 сажень по направленію, «на глазъ горизонтальному», и, задавшись опредѣленнымъ уклономъ (положимъ, 0,00025), опредѣляютъ паденіе p дна канала на первой сотнѣ сажень; оно будетъ:

$$p = 0,00025 \cdot 100 = 0,025 \text{ саж.}$$

Установивъ нивеллирь въ 50 саженьяхъ отъ начала канала, дѣлаютъ отсчетъ на *задней* рейкѣ (положимъ, 0,625 саж.); прибавивъ къ заднему чтенію величину паденія p (0,025 с.), выставляютъ рейку на передней точкѣ и подвигаютъ ее вверхъ или внизъ по склону, — пока отсчетъ ни будетъ равенъ $0,625 + 0,025 = 0,650$ с.; тогда забиваютъ въ этомъ мѣстѣ коль до той высоты, когда отсчетъ по рейкѣ, поставленной на немъ, будетъ строго равняться 0,650 с. Поставивъ у этой точки вѣху, снова отмѣриваютъ новыя 100 сажень, оцѣнивая уклонъ мѣстности на глазъ и снова отыскиваютъ нивеллиромъ точку, гдѣ паденіе составляетъ 0,025 с.

Намѣченное такимъ образомъ направленіе спрямляютъ, сообразуясь съ мѣстностью, и вновь нивеллируютъ, ставя пикеты чаще, до 40 сажень взаимнаго разстоянія. Вычертивъ затѣмъ профиль, можно будетъ опредѣлить по ней достоинство проектированнаго направленія.

Далѣе, по выбранной окончательно линіи канала, располагаютъ *основныя пикеты*, черезъ 20 саж., съ промежуточными на буграхъ, и въ овражкахъ по линіи канала проводится окончательная нивеллировочная профиль, на основаніи которой намѣчаютъ *дно канала* и вычисляютъ объемы *насыпей* и *выемокъ*.

Поперечныя размѣры канала и внѣшнее строеніе его.

Глубина канала опредѣляется въ каждой точкѣ по профили, причемъ среднюю глубину назначаютъ, обыкновенно, 0,5 саж., причемъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ глубина канала оказывается меньше 0,50 саж., тамъ должна быть подсыпка до полусажени. Ширина по дну для даннаго частнаго примѣра опредѣлена вездѣ въ 0,25 саж.

Откосы канала, какъ въ выемкѣ, такъ и въ насыпи—вездѣ двойные. Земля изъ канала складывается по обѣ стороны съ такимъ расчетомъ, чтобы *нагорный кавальеръ*, образующій *защитную дамбу для канала*, имѣлъ слѣдующіе размѣры: высота 0,40 саж., ширина по верху не меньше 0,50 саж., откосы полоторные;

нижній кавальеръ, смотря по остающейся землѣ, поднимается до 0,30 саж., при полуторныхъ откосахъ ¹⁾).

По обѣ стороны канала, между верхней его *бровкой* и *подош-вой кавальеровъ*, оставляется берма, шириною 0,30 саж.

При пересѣченіи частныхъ водораздѣловъ, каналъ приходится значительно углублять въ землю, въ виду соблюденія прямизны, а также для того, чтобы получить глину для насыпей. Въ этихъ, его мѣстахъ, не требующихъ большой *нагорной дамбы*, кавальеры складываются ниже, съ такимъ расчетомъ, чтобы отъ дна канала до гребня нагорнаго кавальера было 0,90 саж. (0,50 + 0,40), а до гребня нижняго кавальера 0,80 (0,50 + 0,40); если же земля нужна для насыпей, то нижняго кавальера можно не складывать. Гребни кавальеровъ дѣлаются съ поперечнымъ склономъ отъ *кана-ла*. Въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ каналъ пересѣкаетъ частныя лож-бинки и гдѣ можно ожидать весной скопленія воды за нагор-

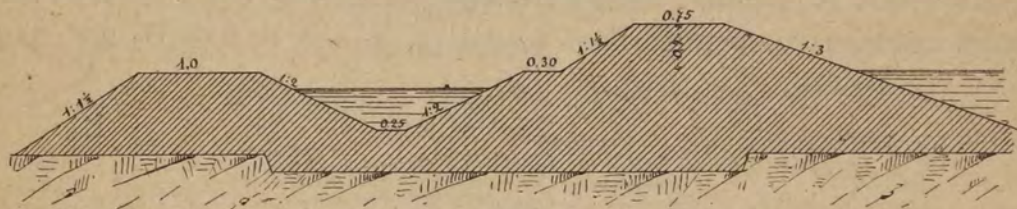


Рис. 17-й.

нымъ кавальеромъ, необходимо проводить нагорныя канавки, собирающія воду въ одно мѣсто и выпускающія ее чрезъ каналъ деревяннымъ лоткомъ; размѣры такой канавки слѣдующіе: ширина дна—0,15 саж. (ширина лопаты); откосы полуторные; берма между подошвой кавальера и верхней бровкой—0,30 саж. ²⁾).

Въ мѣстахъ перехода канала чрезъ значительныя овражки, гдѣ можно предполагать застой воды, профиль его долженъ быть слѣдующій (рис. 17): лѣвая берма на высотѣ 0,5 саж. отъ дна, шириною въ 1 саж.; внѣшній откосъ полуторный; правая берма—0,30 саж.; правая дамба въ 0,40 саж. высотой, съ полуторнымъ къ каналу откосомъ; ширина дамбы по верху—0,75 саж., внутреній откосъ тройной; подъ каналомъ долженъ быть замокъ до глины, и вся насыпь возведена изъ глины же; въ сторонѣ надъ каналомъ долженъ быть деревянный лотокъ, отводящій весеннюю воду.

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. IX. Профиль канала въ выемкѣ.

²⁾ См. Атласъ картъ и чертежей табл. IX. Профиль канала, частью въ выемкѣ.

О разбивкѣ канала въ натурѣ и о производствѣ земляной работы.

1. О закругленіяхъ.

Ось канала, намѣченная пикетами, представляетъ, обыкновенно, ломанную линію. Если вырыть каналъ, слѣдуя рѣзкимъ изгибамъ проектной линіи, то внѣшніе откосы на поворотахъ будутъ подыматься водой, и съ теченіемъ времени ось канала расположится по плавной кривой, какъ показано на рис. 18, *a*, причемъ внѣшній откосъ всегда будетъ значительно круче внутренняго; дабы избѣжать этого, повороты необходимо закруглить. Такое закругленіе удобнѣе и скорѣе всего производится по параболѣ, пользуясь слѣдующимъ приемомъ.

Въ обѣ стороны отъ вершины угла (рис. 18, *b*) откладываютъ равныя величины $A-1$, $1-2$, $2-3$ и $3-B$ по одну

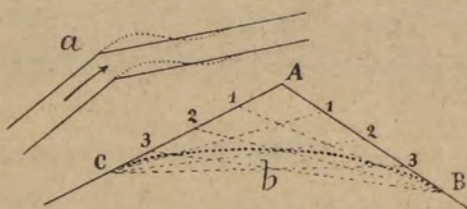


Рис. 18-й.

сторону и $A-1$, $1-2$, $2-3$ и $3-C$ по другую. Точки В и С соединяють, послѣдовательно, съ точками 1, 2, 3 противоположной стороны и т. д.; пересѣченіе линій $C-1$ съ $B-3$, $C-2$ съ $B-2$ и $C-3$ съ $B-1$ дадутъ намъ точки закругленія. Въ натурѣ точки обозначаются вѣхами, а точки закругленія отыскиваются, выставляя одновременно рабочаго съ вѣхой по двумъ направленіямъ, напр., $C-3$ и $B-1$, и т. д. При крутыхъ поворотахъ канала, закругленіе дѣлають на 10 саж., выставляя вѣхи резъ 2,5 саж. ($A-1=2,5$ саж.); при меньшихъ—на 5—6 саж., выставляя вѣхи тоже чрезъ 2—3 саж. и, наконецъ, при очень слабыхъ поворотахъ, ограничиваются тѣмъ, что переставляютъ угловой пикетъ внутрь на 0,10—0,20 саж. и дѣлають закругленіе на глазъ.

Если при разбивкѣ закругленія угловой пикетъ оказывается далеко въ сторонѣ, то отъ него дѣлается *выноска* уровнемъ или

нивеллиромъ на новое мѣсто и отъ этой точки ведется дальнѣйшая разбивка, какъ сказано ниже. При вычисленіи земляной работы, *уменьшеніе выемки*, вслѣдствіе укороченія оси канала отъ закругленія, въ расчетъ не принимается; съ другой стороны, земляная работа не увеличивается и не уменьшается въ случаѣ, если отъ закругленія каналъ отошелъ вверхъ или внизъ по высотѣ, и, вообще, объемъ земляной работы ведется *по вычисленной выпискѣ, а не по обмѣру въ натурѣ*.

2. Профили, гдѣ глубина канала 0,50 саж. и больше.

Въ *выпискѣ* земляной работы дается глубина канала отъ пикета до дна и, считая въ поперечномъ сѣченіи мѣстность горизонтальною, вычисляется ширина по верху, площадь поперечнаго сѣченія и пр. Въ натурѣ верхняя бровка лѣваго и праваго берега канала опредѣляется такъ: положимъ, для выбраннаго частнаго примѣра разбивка канала производится между пикетами 32 и 33; по *выпискѣ* земляныхъ работъ (стр. 94)

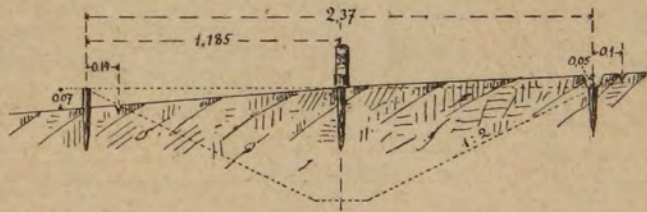


Рис. 19-й.

берутся соответствующія данныя и отъ пикета по обѣ стороны откладывается по половинѣ «ширины по верху», т. е. для 32-го пикета — $\frac{2,37}{2} = 1,185$ саж., и въ полученныхъ точкахъ выставляются колышки на одной высотѣ съ пикетнымъ коломъ (рис. 19); при уклонѣ поверхности земли къ лѣвому берегу канала, лѣвый колъ будетъ возвышаться надъ поверхностью земли (положимъ, на 0,07 саж.), а правый ставится къ ямкѣ (положимъ, на 0,05 саж. ниже поверхности земли). Тогда отъ лѣваго кола откладываютъ внутрь двойную его *высоту* (ибо откосы двойные) = 0,14 саж., а отъ праваго, наружу его, двойную «*глубину*» = 0,10 саж. Сдѣлавъ то же на смежныхъ пикетахъ, *обрызгаютъ по шнуру* дернъ, обозначая въ натурѣ мѣсто выемки. Если между двумя пикетами есть бугорокъ или ложбина, то

выставляют промежуточный пикетъ (не вошедшій въ нивелировку) слѣдующимъ образомъ: допустимъ, что между 32 и 33 пикетами есть маленькая ложбина, въ восьми саж. отъ 32-го пикета (рис. 20); тогда выставляютъ на линіи пикетовъ коль А, а около пикета 32 (низшаго изъ смежныхъ 32 и 33) забиваютъ коль выше пикетнаго на 0,13 саж., т. е. на разность глубинъ выемокъ у 32-го пикета (0,53 саж.) и у 33-го (0,66 саж.). Затѣмъ, поставивъ визирки на пикетъ 33 и на вновь забитомъ колѣ В у пикета 32, выставляютъ по третьей визиркѣ коль у точки А и производятъ здѣсь разбивку, принимая коль А за пикетный, а данныя взявъ тѣ же, что и для большаго изъ смежныхъ пикетовъ, т. е. пикета 33 (глубина — 0,66, ширина по верху — 2,64, считая этотъ верхъ у вершины кола А); въ этомъ случаѣ и правый, и лѣвый колья будутъ возвышаться надъ землею, и, слѣдовательно, двойную ихъ высоту надо будетъ откладывать внутрь.

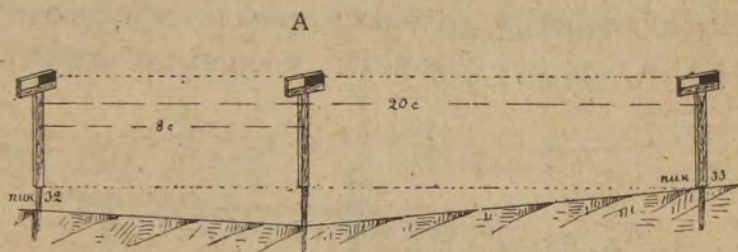


Рис. 20-й.

Когда, такимъ образомъ, будетъ обчерчена верхняя бровка канала на достаточномъ для начала работъ протяженіи, обрѣзаютъ дернъ по линіи подошвы кавальевровъ, т. е. въ разстояніи 0,30 саж. отъ бровки канала и переносятъ пикеты на нижнюю берму (*льзую*), пользуясь *рейкой* и *уровнемъ* или же *нивеллиромъ*; коль съ подписью № пикета забиваютъ у новой точки, поставленной на бермѣ строго противъ прежняго мѣста.

Когда начнется работа выемки, у трехъ смежныхъ пикетовъ (т. е. чрезъ 20 саж.) выставляютъ *визирныя рамы*, состоящія изъ тщательно выструганной *рейки*; онѣ прибиваются горизонтально къ двумъ кольямъ, забитымъ по обѣ стороны канала; рамы должны быть длиною до 2-хъ саж.; ставятся онѣ надъ пикетами на высотѣ *равной дополненію глубины канала до какой-либо определенной и постоянной величины*, — для даннаго примѣра — 0,75 саж. Такъ, напр., визирная рама у пикета 32 должна быть прибита на высотѣ $0,75 - 0,53 = 0,22$ саж. (рис. 21); у пикета

33 — на высотѣ $0,75 - 0,66 = 0,09$ саж. Кромѣ трехъ визирныхъ рамъ, необходимо имѣть визирку—брусокъ съ окованнымъ жестью нижнимъ концомъ и съ планкой на верху (рис. 21, *к*); отъ верха планки до нижняго конца визирки должно быть $0,75$ саж.

Визирныя рамы и визирка помѣчаются марками — черной и бѣлой краской, какъ показано на рисункѣ. Когда установлены всѣ три рамы, то верхнія грани ихъ должны составлять одну плоскость, какъ говорятъ: «визирныя рамы должны сойтись»; это служить повѣркой нивеллировки и самой установки рамъ.

Когда рамы установлены точно, старыя пикеты могутъ быть уничтожены, — ихъ замѣнять вынесенные пикеты.

Для правильной выборки откосовъ, первый штыкъ земли долженъ рыться, отступая отъ бровки на аршинъ; откосы можно провѣрять по шаблону; шаблоны устраиваются изъ досокъ для одного откоса или для цѣлой профили.

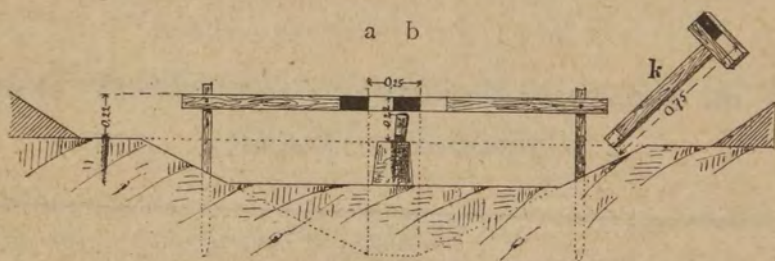


Рис. 21-й.

Поверхность дна канала повѣряется визиркой; для этой цѣли ее ставятъ вертикально въ выемку и смотрятъ по направленію верхнихъ граней визирныхъ рамъ: если грань визирки совпадаетъ съ плоскостью визирныхъ рамъ, то выемка доведена до проектной линіи. Ширина дна повѣряется или по шаблону, или частными промѣрами, или же помощью отвѣса и мѣтокъ *а* и *б* на визирныхъ рамахъ (рис. 21).

3. Профили, гдѣ глубина канала меньше $0,50$ саж.

Сначала разбивка ведется способомъ, описаннымъ выше (стр. 90) затѣмъ у пикета выставляютъ коль на высотѣ отъ дна $0,50$ саж., т. е., если глубина выемки $0,36$ саж. (рис. 22), то ставятъ коль выше пикета на $0,14$ с. ($0,50 - 0,36 = 0,14$) и откладываютъ отъ него, по горизонтальному направленію въ обѣ стороны, по

1,125 саж. ($[\frac{2 \cdot (0,5 \cdot 2) + 0,25}{2}] = 1,125$); вершинки кольевъ отмѣтятъ бровку канала въ насыпи; далѣе отмѣчаютъ берму, шириною 0,30 саж. съ нагорной стороны, и гребень лѣвой подсыпки, шириною 1 саж. ¹⁾).

Въ мѣстахъ, гдѣ насыпная часть превышаетъ 0,30—0,40 саж., необходимо подъ каналомъ и нагорною дамбою вырыть замокъ, и тогда весь профиль канала слѣдуетъ вести въ насыпи изъ глины до высоты отъ дна канала на 0,35 саж., поднимая стержень въ дамбѣ еще на 0,30 саж.

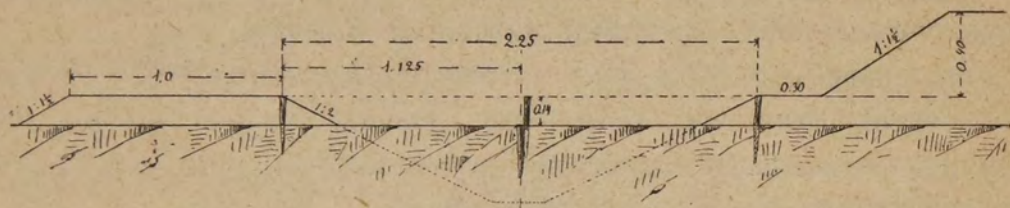


Рис. 22-й.

Выписка на земляную работу по устройству главнаго оросительнаго канала.

№. пикетовъ.	Разстоянія.	Размѣры канала.			Объемъ.
		Глубина.	Ширина.		
			Дна.	По верху.	
31	—	0,50		2,25	—
—	20	—	Вездѣ 0,25 саж.	—	33,196
32	—	0,53		2,37	—
—	20	—		—	17,596
33	—	0,66		2,64	—
—	20	—		—	13,978
34	—	0,35		1,65	—

¹⁾ См. Атласъ картъ и чертежей, табл. IX. Профиль канала, частью въ выемкѣ.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

Глава I. Общая часть.

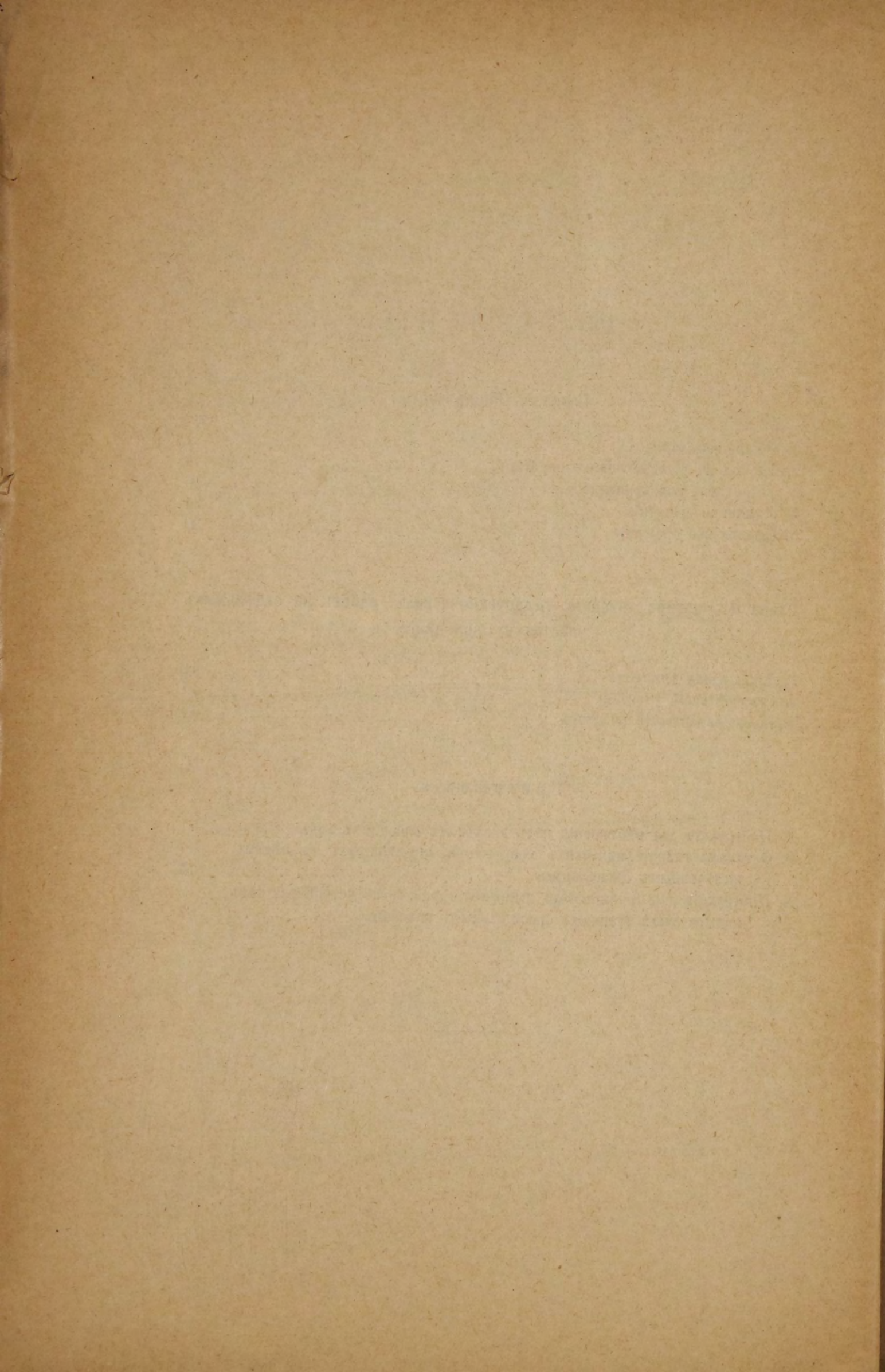
	СТР.
1. Общія изысканія	1
2. Работы по урегулированію овраговъ.	4
3. Устройство водохранилищъ	10
4. Лиманное орошеніе	24
5. Правильное орошеніе	30

Глава II. Частное описаніе гидротехническихъ работъ на отдѣльныхъ участкахъ Экспедиціи.

1. Хрѣновской участокъ	41
2. Старобѣльскій участокъ	49
3. Великоанадольскій участокъ	63

Приложенія.

1. Инструкціи для наблюденія подъ проходомъ весеннихъ водъ	71
2. О типахъ гидротехническихъ сооружений, примѣнимыхъ къ цѣлямъ, намѣченнымъ Экспедиціею	74
3. Инструкціи для технического выполненія работъ по устройству такъ называемыхъ главныхъ оросительныхъ каналовъ	87



Типографія Е. Евдокимова, Троицкая улица, д. № 18.

Тур у д ц и э н с л н д м л ц к и л р о ф . д с) к у ч а н в а . — о т д ъ л ь , п р а к т р а б о т ь , т о м ь , в ы п . 1 .