Г. У. З. и З.
ОТДѢЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

В. А. ВАСИЛЬЕВЪ.
Инженеръ Путей Сообщенія.

ОЧЕРКЪ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ ВЪ МУРГАБСКОМЪ ГОСУДАРЕВОМЪ ИМѢНІИ.

Матеріалы къ проекту орошенія долины р. Чу въ Семирѣченской области.

ВЫПУСКЪ IV.

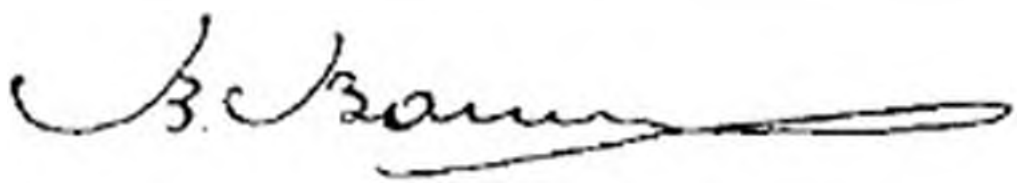
ПЕТРОГРАДЪ.
1915.

Настоящая работа представляетъ собою докладъ, читанный мною въ XV-омъ мелiоративномъ Отдѣлѣ Императорскаго Техническаго Общества.

Матеріалами для него послужили довольно многочисленные печатные труды, неизданныя замѣтки, работы по изысканіямъ на р. Мургабѣ, чертежи, предоставленные въ мое распоряженіе Главнымъ Управленіемъ Удѣловъ, построенныхъ сооруженій, бесѣды съ рядомъ лицъ, принимавшихъ участіе въ работахъ имѣнія и, наконецъ, личныя впечатлѣнія, какъ лица, прожившаго тамъ свыше года и, по роду обязанностей своихъ близко соприкасавшагося съ технической жизнью оросительныхъ предпріятій.

Въ своемъ изложеніи я стремился къ объективности и касался лишь тѣхъ вопросовъ, которые представляютъ интересъ для дѣятелей по техникѣ ирригаціи.

Работа отнюдь не претендуетъ на исчерпывающую полноту: дѣло ирригаціи столь широко, и такъ тѣсно связано съ различными сторонами жизни, что мало-мальски полнымъ описаніемъ ирригаціоннаго хозяйства имѣнія можетъ быть лишь изложеніе, стоящее въ полной связи съ ирригаціоннымъ хозяйствомъ всего Мургабскаго оазиса въ его цѣломъ. Для такой работы еще нѣтъ достаточныхъ матеріаловъ.



г. Петроградъ, 1915 г.

Литература.

И. И. Поклевскій-Козелло. Пояснительная записка къ проекту возстановленія плотины „Султана".

В. М. Карловичъ. Сооруженія Мургабскаго Государева Имѣнія.

Коллинъ Скоттъ Монкриффъ и Ш. Каттара. Донесеніе по дѣлу о сооруженіи Султанъ-Бента и орошенію въ долинѣ Мургаба.

Ю. Андреевъ. Проектъ орошенія Государева Имѣнія въ Мервскомъ оазисѣ.

Л. Карауль щиковъ. Мургабское Государево Имѣніе.

А. М. Валуевъ. Пояснительная записка къ устройству водохранилищъ въ Мургабскомъ Государевомъ Имѣніи.

Э. Р. Барцъ. Орошеніе въ долинѣ р. Мургаба и Мургабское Государево Имѣніе.

С. П. Максимовъ. Общій отчетъ изысканій на р. Мургабѣ въ цѣляхъ изученія обезпеченности орошенія Мургабскаго Государева Имѣнія. 1907—1909 г.

Б. Х. Шлегель. Докладъ Кіевскому Меліоративному Съѣзду о Мургабскомъ Государевомъ Имѣніи.

В. Г. Гофмейстеръ. Использованіе сѣмянъ хлопчатника въ Средней Азіи.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

I. Введеніе 1

Рѣка Мургабъ 3

Долина рѣки Мургабъ 11

Правовыя положенія, легшія въ основу взаимоотношеній между имѣніемъ и уѣздомъ 13

Орошаемая площадь въ долинѣ р. Мургаба 15

II. Краткое изложеніе выполненныхъ до настоящаго времени работъ по орошенію имѣнія 16

Древняя плотина Султанъ-Санджара . . . . . —

Плотина инженера Поклевскаго-Козелло 17

Нѣкоторые выводы изъ работъ Поклевскаго 27

Работы инженера Андреева 31

Положенія и матеріалы, легшіе въ основаніе предположеній Андреева . . . . . —

Проектъ инженера Андреева 35

Гиндыкушскія водохранилища и системы Царскаго канала 36

Окончаніе работъ по смерти инженера Андреева 39

Нѣкоторые выводы изъ работъ по проектамъ инженера Андреева 44

Проектныя предположенія инженера С. П. Максимова . . 45

Работы инженера А. М. Валуева 46

Краткое описаніе исполненныхъ сооруженій 53

Стр.

Насосная установка 59
Нѣкоторыя свѣдѣнія о производствѣ работъ по плотинѣ . 60
Ирригаціонная сѣть . . . . . —
Сооруженія на сѣти 62

III. Хозяйство въ имѣніи 67
Примѣрный учетъ доходности предпріятія 68

ВВЕДЕНІЕ.

Туркестанъ, по площади превышающій европейскія владѣнія Франціи, Италіи, Австро-Венгріи и Германіи, вмѣстѣ взятыя, даетъ въ настоящее время свыше 85% всего русскаго хлопка, около 50% всего потребляемаго въ Россіи и легко можетъ удовлетворить весь спросъ на хлопокъ (какъ извѣстно, хлопчато-бумажная промышленность по цѣнности вырабатываемаго продукта превышаетъ 20,4% цѣнностей всей нашей обрабатывающей промышленности). Помимо своего значенія, какъ источника хлопка, Туркестанъ является колоніей съ богатѣйшими рессурсами въ отношеніи животноводства, фруктоводства и другихъ отраслей сельскаго хозяйства и даетъ весьма богатыя перспективы для русскаго переселенія. И все великое прошлое, богатое настоящее и богатѣйшее будущее въ Туркестанѣ является слѣдствіемъ орошенія.

Одно орошеніе даетъ возможность утилизировать то колоссальное количество солнечной энергіи, которое получаетъ Туркестанъ, и которая, не будучи утилизирована и оцѣнена въ должной мѣрѣ, мститъ за отсутствіе иниціативы въ людяхъ или за ея недостаточную широту, обращая плодородныя равнины въ пески.

Далекое прошлое страны окутано красивыми легендами и теряется въ сѣдой, глубокой старинѣ. По берегамъ Оксуса и Яксарта [1]) бродили арійскія племена, до выхода

---

[1]) Аму-Дарья и Сыръ-Дарья.

ихъ изъ Азіи. Есть основанія полагать, что здѣсь зародилась одна изъ красивѣйшихъ религій востока, религія Зороастра, столь отвѣчающая природѣ Туркестана. Арена однѣхъ изъ наиболѣе жестокихъ міровыхъ трагедій, гдѣ города покоятся нынѣ на днѣ глубокаго озера, залитые его водами послѣ грозныхъ тектоническихъ процессовъ [1]), или—расцвѣтъ культурной жизни другихъ изъ нихъ прерывался нахлынувшими дикими кочевыми ордами, и милліонное населеніе ихъ вырѣзывалось [2]). Здѣсь, въ условіяхъ Туркестана, уживались рядомъ дикія орды номадовъ скотоводовъ, кочующія въ необъятныхъ безводныхъ степяхъ, и высоко-культурные народы—въ оазисахъ по берегамъ рѣкъ.

Какъ передаетъ легенда, Ормуздъ, создавъ прежде всего первую обитель благословенія и изобилія, чистый Иранъ, сотворилъ затѣмъ и другія мѣста благословенія, въ томъ числѣ Согдъ (Согдіана—бассейнъ р. Зеравшана), Меру (Маргіана—Мервъ), Багди (Бактріана—нынѣ Балхъ), Гери (Аріана—Гератъ), Хинду (Индія) и др.

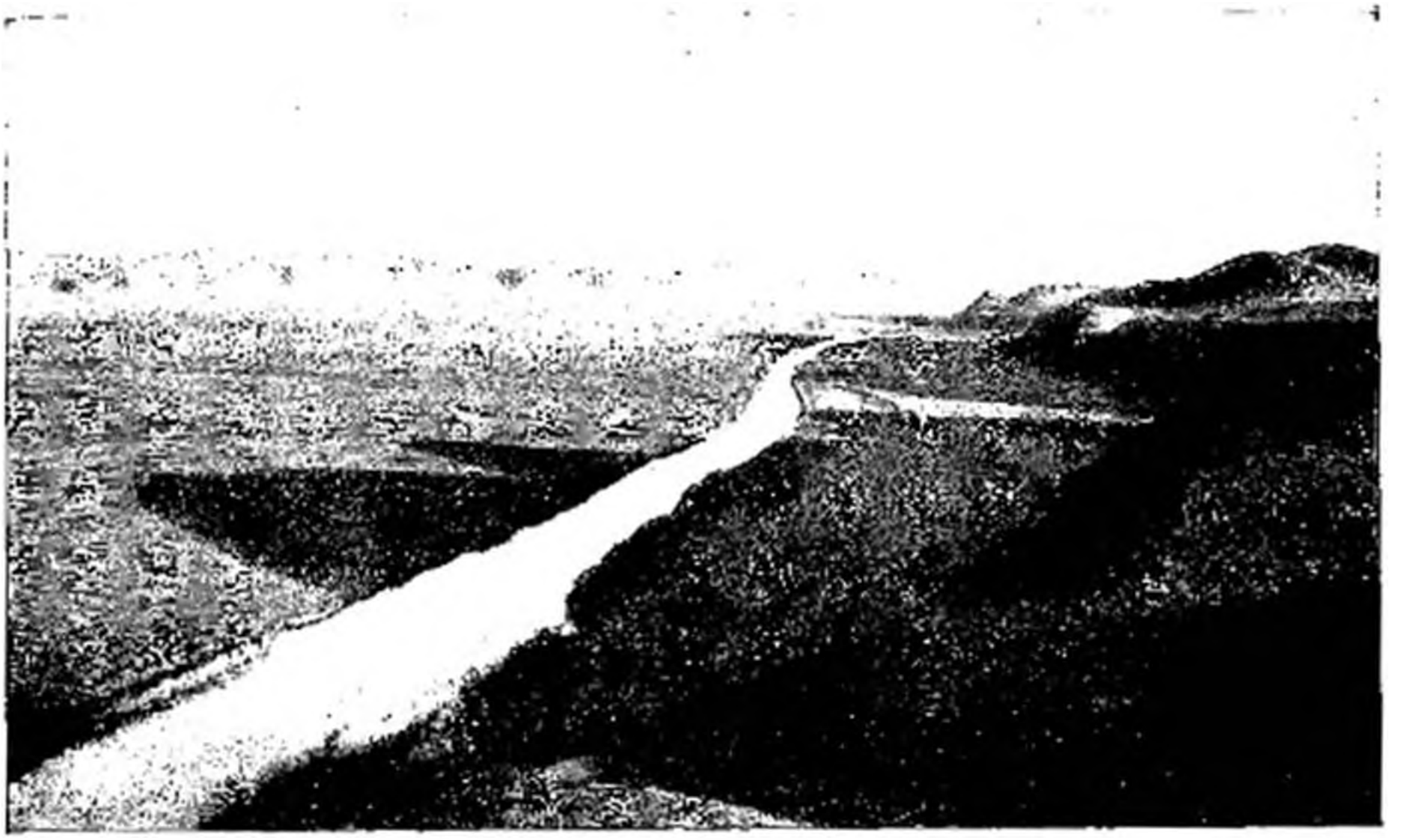
Согдъ и Маргіана лежатъ въ предѣлахъ русскаго Туркестана и нынѣ, черезъ рядъ тысячелѣтій, въ теченіе которыхъ многократно смѣнялись и народы и культуры, на руинахъ древней Маргіаны вновь возникла культурная жизнь: Волею Императора Александра III 6 августа 1887 года здѣсь образовано Мургабское Государево Имѣніе.

Созданіе имѣнія явилось однимъ изъ первыхъ крупныхъ шаговъ русской культуры въ краѣ и коснулось самаго жизненнаго вопроса его—ирригаціи. Опытъ этого піонера ирригаціи въ Туркестанѣ столь широкъ и инте-

---

[1]) На днѣ озера Иссыкъ-куль видны развалины города (м. „Кайсоры"), откуда извлекаются предметы домашняго обихода.

[2]) Въ 1219 г. Тулиханъ, сынъ Чингизъ-Хана, покоряетъ Мервъ и разрушаетъ его, вырѣзавъ все населеніе города, состоявшее тогда изъ 1.300.000, не считая жителей окрестныхъ селеній.



Мургабъ въ Афганистанѣ.



Мургабъ у Русско-Афганистанской границы.

ресенъ, что, безусловно, составляетъ этапъ въ развитіи культурной жизни всего края.

Расположенное на мѣстѣ древней Маргіаны—Мерва, имѣніе занимаетъ площадь около 104.000 десятинъ въ низовой части рѣки Мургаба, входя, на правахъ уѣзда, самостоятельною частью въ Мервскій оазисъ.

Долина р. Мургаба составляетъ лучшую часть Мервскаго уѣзда, но, благодаря небогатымъ водянымъ рессурсамъ рѣки, площадь орошенныхъ земель въ ней невелика, составляя лишь около 90.000 десятинъ или 0,8% отъ площади всего уѣзда.

Рѣка Мургабъ.

Источникъ жизни всего оазиса, р. Мургабъ беретъ свое начало въ предѣлахъ Афганистана, въ горныхъ хребтахъ Бентъ и—Туркестана, Сефидъ-Кухъ и Фирюзъ-Кухъ, съ высотами до 1.240 и даже 1.570 сж.; рѣка течетъ здѣсь въ крутыхъ, каменистыхъ, частью покрытыхъ лѣсомъ берегахъ. Въ русскіе предѣлы Мургабъ вступаетъ болотистой рѣкой, окаймленной высокими камышами, въ долину, ограниченную рядами полупесчаныхъ холмовъ—баировъ. Съ границы вдали видны высокія Афганскія горы. Теченіе рѣки Мургаба здѣсь очень быстро и порожисто, во многихъ мѣстахъ берега видны выходы конгломератовъ, тамъ и сямъ выступающихъ и со дна рѣки. Ширина рѣки здѣсь около 8—10 саж., уклонъ около 0,002, скорость въ высокую воду доходитъ до 2 саж./сек. и выше, составляя, въ среднемъ, около 0,8—1,00 саж./сек. Ширина долины—-отъ 400 саж. до 1,5 версты.

Видъ рѣки въ Афганистанѣ, непосредственно у границы, совершенно иной, чѣмъ въ Россіи,—тамъ Мургабъ течетъ узкой прямой лентой, перейдя же границу, онъ начинаетъ бросаться изъ стороны въ сторону, развивая свою длину до двойной и болѣе.

У самой границы, съ правой стороны, Мургабъ принимаетъ притокъ Кайсоръ. Далѣе, пройдя пограничный

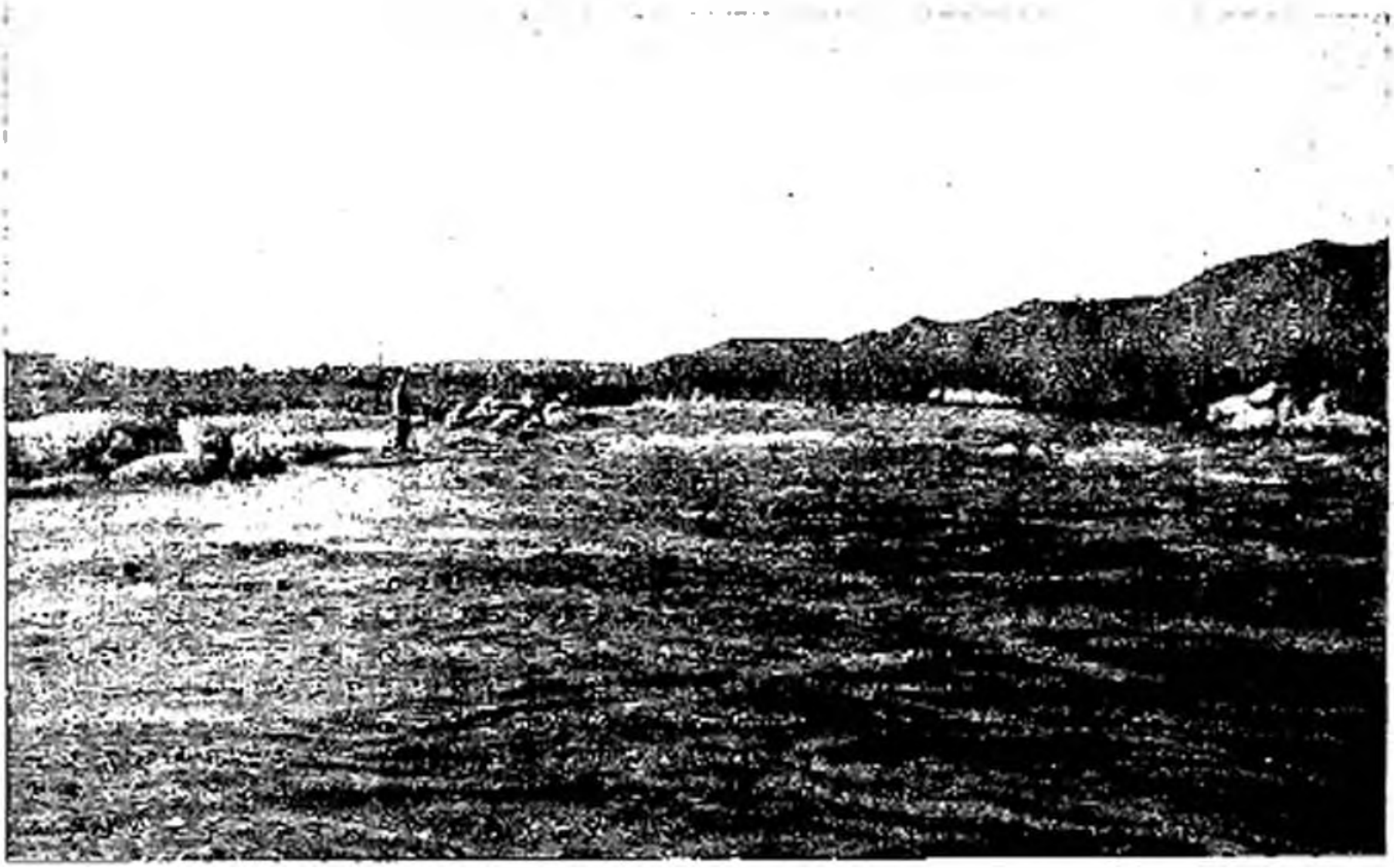
постъ Караулъ-Хана и Меручакъ, Мургабъ оставляетъ съ лѣвой стороны покинутое имъ ложе, прегражденное древней плотиной Бентъ и Надиръ. По дну этого старорѣчья течетъ первый значительный арыкъ Наухана, орошающій верхнюю часть долины р. Мургаба, такъ называемый Пендинскій оазисъ.

Начиная уже съ Меручака, Мургабъ обогащается наносами—продуктами разрушенія береговъ. Принявъ съ лѣвой стороны Кашъ и, ниже поселка Тахта-базаръ, Кушку, Мургабъ, уже сильно отягощенный наносами, еще болѣе нагружается ими, отхватывая въ половодье, то здѣсь то тамъ, громадные куски береговыхъ легко размываемыхъ породъ, и образуетъ массу старорѣчій и покинутыхъ береговъ, тугаевъ, все глубже и глубже, съ вѣками зарываясь въ грунтъ.

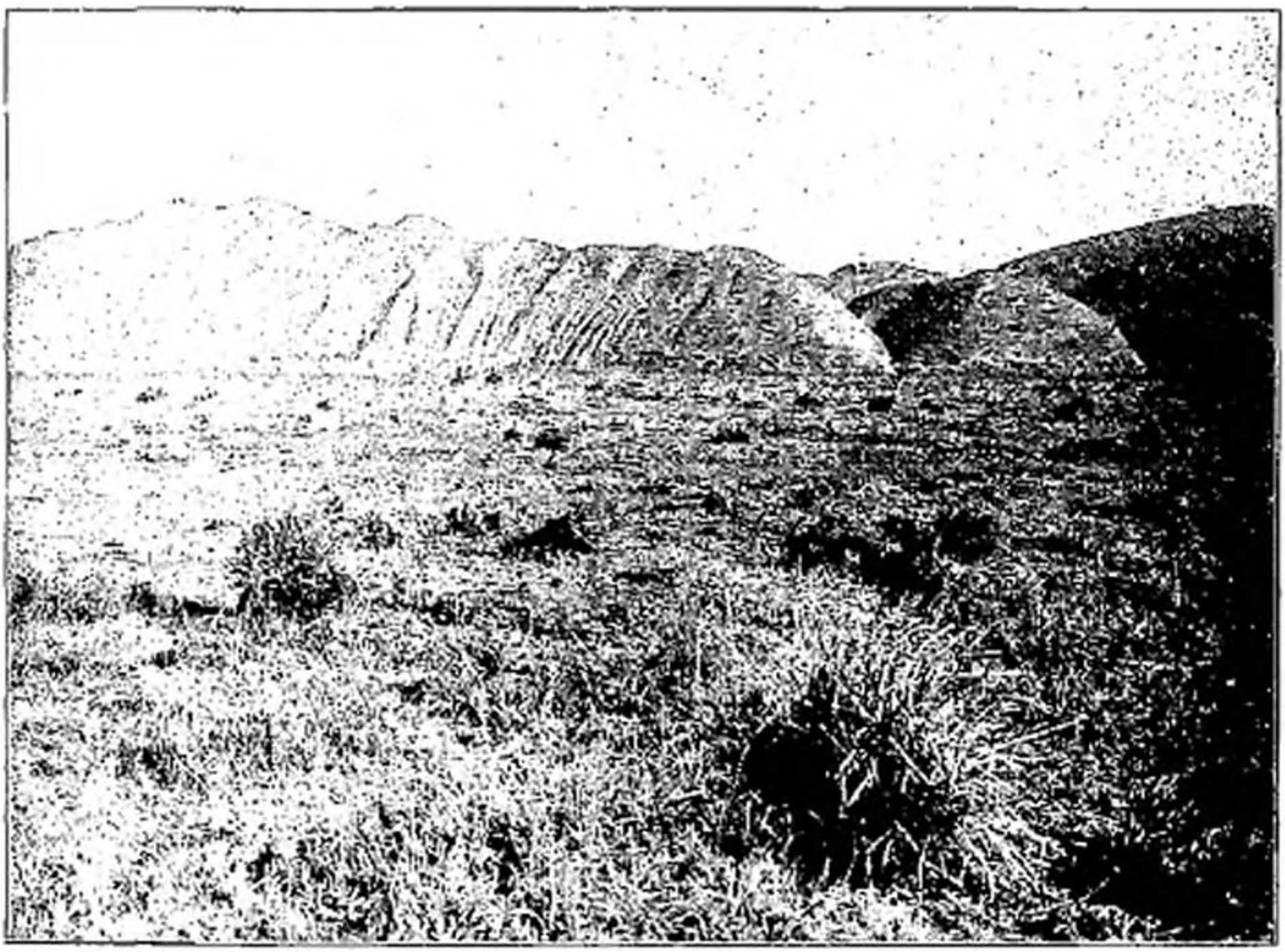
Пройдя около 340 верстъ отъ границы, Мургабъ впервые встрѣчаетъ преграду, созданную ему руками человѣка,—систему Казыклы-бентскихъ плотинъ, служащихъ для вывода большого арыка Ханы-Ябъ, для котораго въ послѣдніе годы выстроенъ кирпичный регуляторъ, и незначительныхъ арыковъ Баба-Гембаръ и Кизылъ-Ябъ.

Устроенныя здѣсь плотины являются весьма первобытными сооруженіями и требуютъ ежегоднаго громаднаго ремонта; онѣ построены изъ тяжелыхъ фашинъ и кольевъ (казыкъ), откуда и названіе плотины; интересно ихъ расположеніе, позволяющее, до нѣкоторой степени, регулировать рѣку. Арыкъ Ханы-Ябъ и отчасти Баба-Гембаръ орошаютъ около 10.000 десятинъ въ Іолотанскомъ оазисѣ.

Пройдя Казыклы-бентъ и, нѣсколько ниже его, порогъ Чахлокъ, являющійся, по всей вѣроятности, остаткомъ вліянія расположенной ниже древней плотины, рѣка, развивъ громадные тугаи, подходитъ къ одному изъ наиболѣе замѣчательныхъ мѣстъ долины, Султанъ-бентской плотинѣ, служившей въ прошлые годы для вывода Сул-



Выходъ конгломератовъ на р. Мургабѣ, у пограничнаго поста Меручакъ.



Характеръ холмовъ „бляровъ", близъ м. Тахта-базаръ.

танъ-Ябсмъ воды въ древній Мервъ (Маргіану). Нынѣ на мѣстѣ древней плотины Султанъ-Санджара построено грандіозное сооруженіе, описаніе котораго будетъ дано ниже. Выше плотины образовался резервуаръ, Султанъ-бентское водохранилище, проектированное на объемъ до 7 милліоновъ куб. саж. Пройдя Султанъ-бентъ, рѣка вновь преграждается Іолотанскою плотиной, расположенной верстъ на 20 ниже и служащей для образованія въ руслѣ рѣки Іолотанскаго водохранилища, примѣрно, на тотъ же объемъ. Обѣ плотины снабжены затворами системы Стоней.

Далѣе Мургабъ подходитъ къ Гиндыкушской плотинѣ—системы Пуаре, выше которой беретъ свое начало, такъ называемый, Царскій каналъ для орошенія Имѣнія и расположена гидро-электрическая станція. Плотина имѣла также цѣлью образовать водохранилище, но нынѣ оно совершенно заилено.

Пройдя Гиндыкушскую плотину, Мургабъ подходитъ къ плотинѣ Каушутъ Ханъ-бентъ, наглухо его преграждающей и дѣлящей его на два большихъ канала—Отамышъ и Тохтамышъ; каналы орошаютъ земли текинскихъ племенъ того же имени близъ Мерва. Каушутъ Ханъ-бентъ представляетъ глухую плотину изъ фашинъ и земли, съ двумя ряжевыми всдовпусками на каналахъ.

Оставаясь нѣкоторое время сухимъ, русло Мургаба, спустя нѣсколько верстъ, мало по малу вновь заполняется водой, отчасти сбрасываемой, отчасти дренирующейся съ орошаемыхъ земель, и къ Мерву Мургабъ вновь принимаетъ видъ рѣки; ниже Мерва въ 7 верстахъ онъ преграждается послѣдней постоянной плотиной Эгри-Гюзаръ-бентъ, отъ которой выходитъ лишь одинъ арыкъ, и далѣе пропадаетъ въ пескахъ. Лишь въ многоводные годы удается еще разъ захватить воды Мургаба плотиною Кизылъ-бентъ въ сорока верстахъ ниже Мерва. Русло Мургаба и далѣе замѣтно на большомъ протяженіи, почти до котловины,

отмѣченной Лессаромъ Area Palus, представляющей изъ себя дно когда-то бывшаго здѣсь большого озера. Общая длина рѣки около 1.200 верстъ, изъ коихъ въ русскихъ предѣлахъ—около 850 верстъ.

Мургабъ по режиму своему является рѣкой съ рѣзко выраженнымъ весеннимъ подъемомъ воды; максимальный расходъ его падаетъ на мартъ, апрѣль и май.

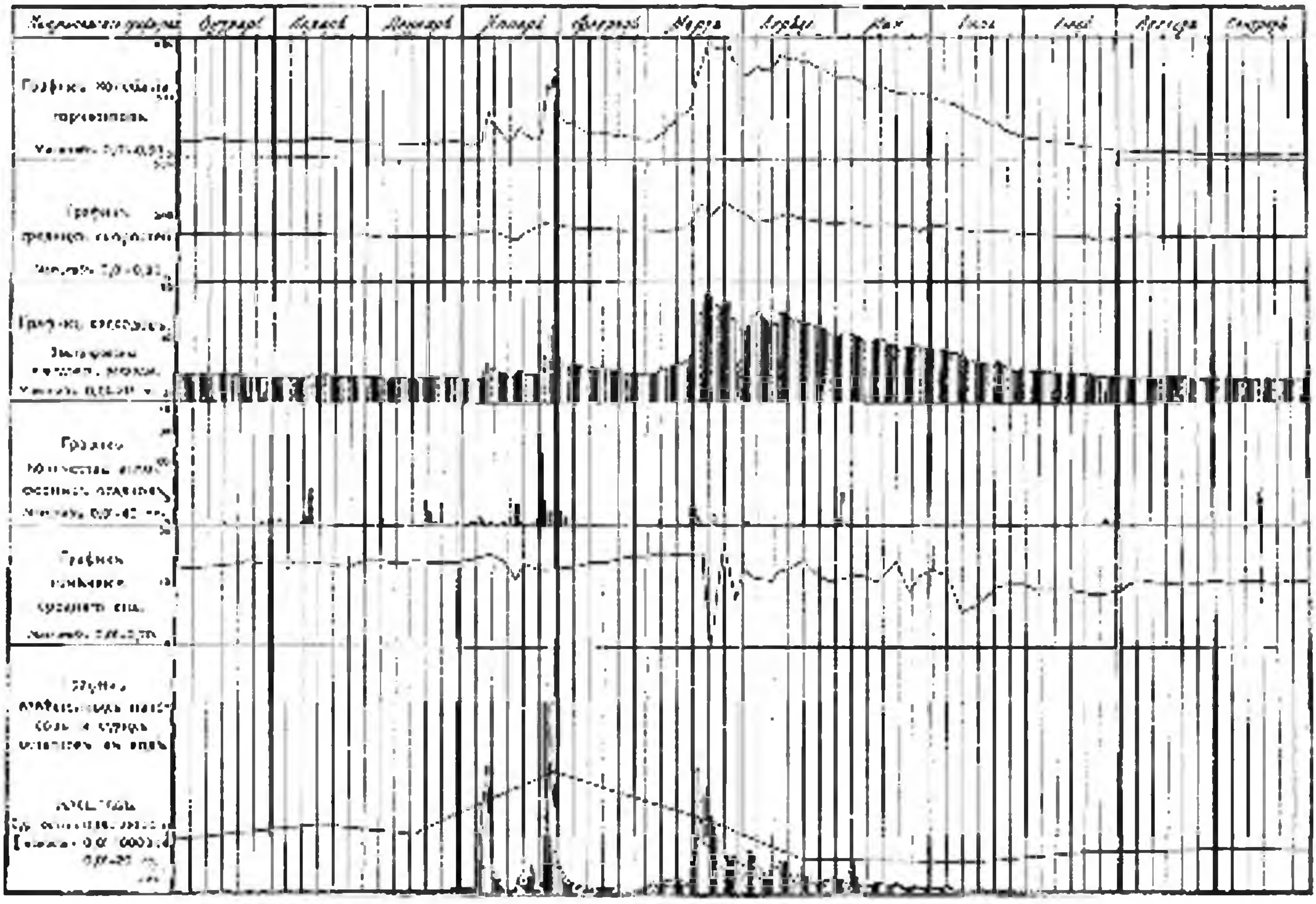
Повидимому, въ питаніи рѣки главную роль играютъ снѣга и дожди, благодаря незначительной высотѣ горъ, составляющихъ его бассейнъ, что, до нѣкоторой степени, подтверждается обработкой метеорологическихъ станцій въ средней и низовой частяхъ рѣки. При многоснѣжныхъ зимахъ и при низкой весенней температурѣ, т. е. при задержкѣ во времени таянія снѣговъ, значительные весенніе дожди и быстрый стокъ снѣговыхъ водъ являются причиною такихъ грозныхъ паводковъ, какъ паводокъ 1903 года. Низкій расходъ рѣки въ 1902 году отвѣчаетъ равномѣрному выпаденію осадковъ въ теченіе зимняго періода, при очень высокой средней температурѣ декабря 1901 года и января и февраля 1902 года.

Годовой расходъ р. Мургаба у Гиндыкуша въ многоводные годы достигаетъ до 280.600.000 куб. саж., въ маловодные падаетъ до 73.800.000 куб. саж., составляя въ среднемъ за 14 лѣтъ около 144.000.000 куб. саж. Максимальный секундный расходъ рѣки доходитъ до 40 куб. саж./сек., минимальный падаетъ до 1,7 куб. саж./сек. При такомъ небольшомъ расходѣ рѣка несетъ громадное количество наносовъ,—въ среднемъ около 250.000 куб. саж. въ годъ, а въ максимальные годы—и до одного милліона куб. саж.

Наносы, какъ уже указывалось выше, обязаны своимъ происхожденіемъ разрушенію береговъ. Воды, поступающія къ намъ изъ Афганистана, весьма чисты: насыщенность водъ рѣки наносами доходила въ 1908 году по станціи у

Гидрометрическая станція въ Тау-Капри

съ 1/с 07 г. по 1/х 08 года.



Составилъ Инженеръ

Ташъ-Кепри до 2,4% по вѣсу или около 1,7% по объему. Максимумъ ихъ падаетъ на первый паводокъ и повышается при значительномъ выпаденіи въ это время атмосферныхъ осадковъ, что и понятно, такъ какъ высохшіе за бездождную зиму берега жадно подглощаютъ воду и рушатся. Въ зависимости отъ своего происхожденія относительное количество наносовъ растетъ внизъ по теченію. Такъ 30/I—1908 г. въ Тахта-базарѣ было 12 грм./литр., тогда какъ въ Ташъ-Кепри—19,9 грм./литр. Въ отношеніи своихъ удобрительныхъ качествъ, наносы рѣки малоцѣнны, представляя изъ себя слои перемытой почвы. Они могутъ быть раздѣлены на двѣ категоріи по содержанію въ нихъ кремнезема. Наносы съ большимъ содержаніемъ SiO_2, песчаные, содержатъ очень небольшое количество питательныхъ веществъ. Содержаніе углекислыхъ Ca и Mg довольно значительно, но меньше, чѣмъ въ почвахъ Мургаба. Калія, фосфорной кислоты, азота и гумуса въ нихъ гораздо меньше, чѣмъ въ любой почвѣ долины Мургаба. Въ отношеніи вліянія своего на структуру почвъ, наносы этой категоріи скорѣе вредны, чѣмъ полезны,—полезны они лишь для тяжелыхъ суглинистыхъ почвъ.

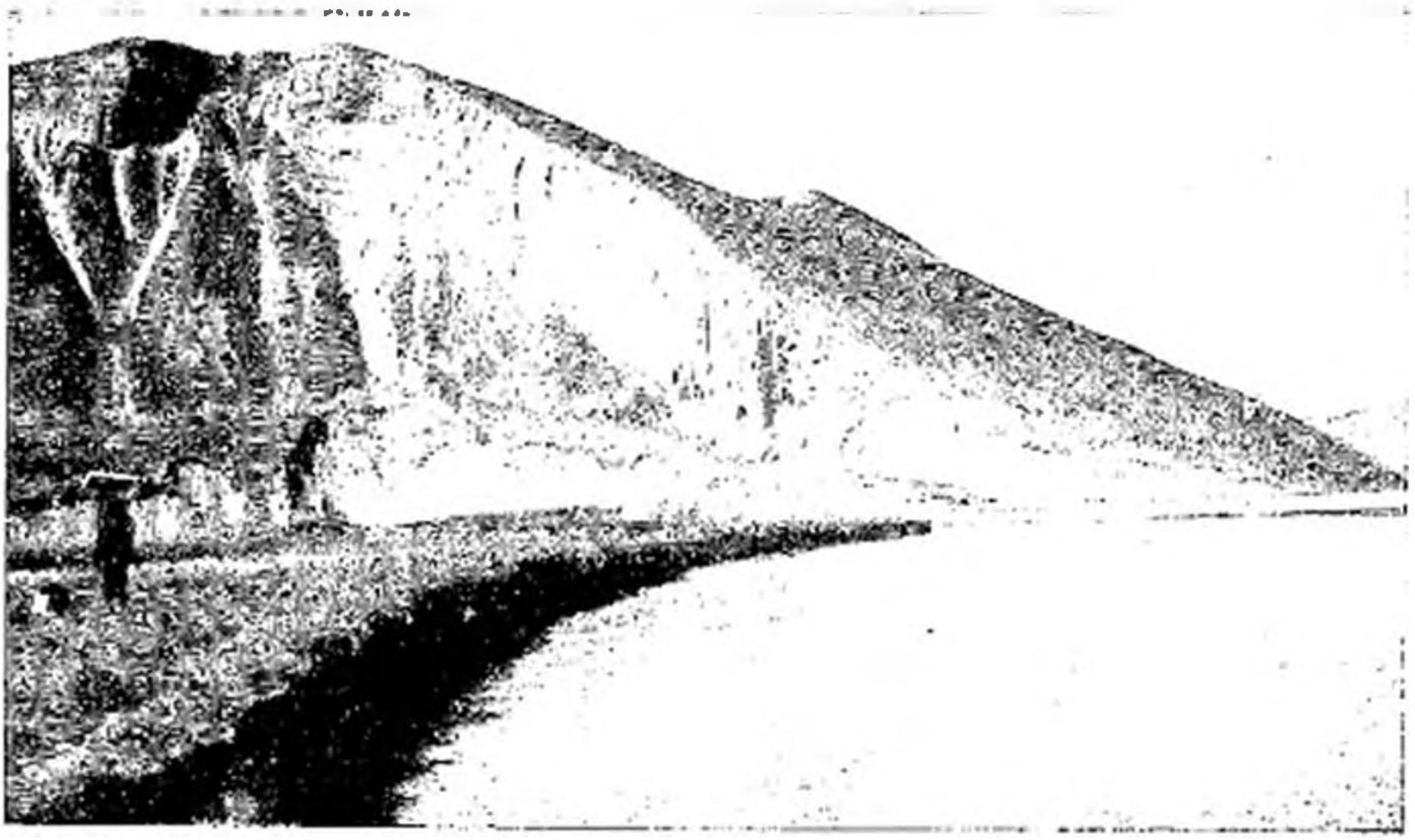
Наносы съ малымъ содержаніемъ SiO_2, илистые, содержатъ большое количество полуторныхъ окисловъ (Al_2O_3 и Fe_2O_3); количество карбонатовъ въ нихъ огромно и превосходитъ содержаніе ихъ въ почвахъ Мургабской долины. Фосфорной кислоты и азота они содержатъ значительно больше, но все же крайне недостаточно. Въ отношеніи вліянія на структуру почвъ долины, эту категорію наносовъ можно считать значительно выше, т. к. она усиливаетъ связность песчаныхъ почвъ, коими богата долина. Благодаря имъ становится возможнымъ завоевываніе новыхъ культурныхъ пространствъ среди сыпучихъ песковъ, окружающихъ долину, и роль ихъ въ этомъ отношеніи громадна. Обычно мѣстные жители выводятъ воду Мургаба

въ котловинки между барханами (движущимися песками) и поливаютъ небольшіе клочки, на которыхъ остается какъ бы корка, связывающая подвижныя частицы и облегчающая закрѣпленіе растеній. На слѣдующій годъ здѣсь сѣютъ пшеницу. Барханъ, окруженный со всѣхъ сторонъ закрѣпленными площадями, мало по малу теряетъ свою подвижность и частью зарастаетъ, частью развѣвается и исчезаетъ. Вѣковая работа населенія весьма замѣтно сказалась на расширеніи культурной полосы въ долинѣ рѣки и на характерѣ и структурѣ почвъ ея.

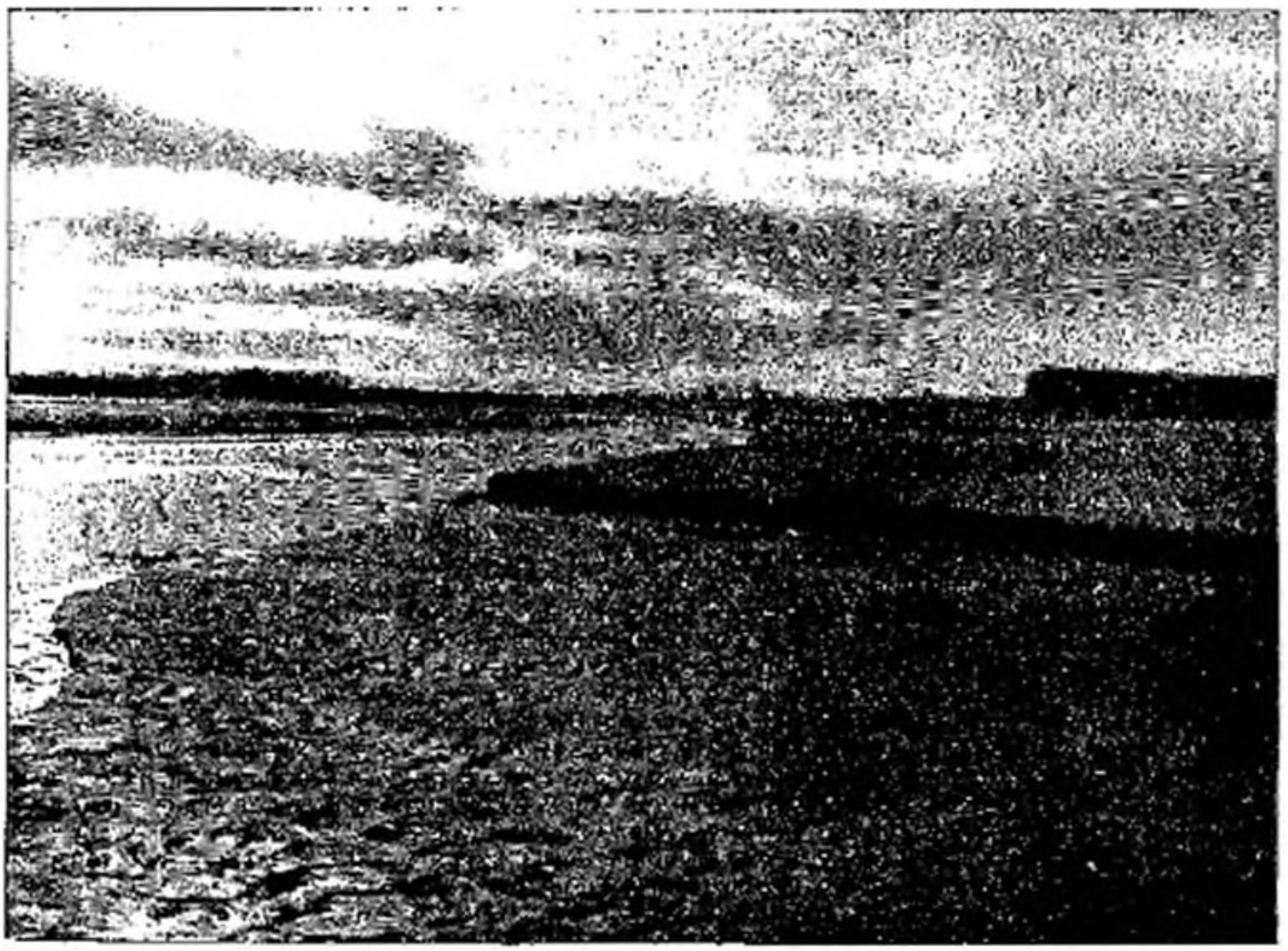
Помимо наносовъ, Мургабъ несетъ значительное количество растворенныхъ минеральныхъ солей. Въ своемъ верхнемъ теченіи воды рѣки слабо минерализованы, заключая въ себѣ отъ 0,24 грм./литр. до 0,38 грм./литр., по даннымъ 1908 и 1909 г.г. Внизъ по теченію рѣка значительно обогащается солями. Увеличеніе содержанія солей въ водѣ происходитъ благодаря размыванію береговъ и растворенію содержащихся въ грунтахъ солей, смыванію съ береговъ солевыхъ выцвѣтовъ, образующихся вслѣдствіе инфильтраціи, притоку двухъ соленыхъ рѣкъ—Куша и Кушки, смыванію солей дождями, колебанію уровня грунтовыхъ водъ, просачиванію съ полей отработавшей воды и испаренію.

Уже въ средней части рѣки содержаніе солей въ водѣ доходитъ до 0,68 грм./литр. (Сары-язы 10 марта 1909 года) и даже до 0,888 грм./литр., послѣ выпаденія дождя (Гашъ-Кепри 20 февраля 1909 года). Въ межень содержаніе солей падаетъ. Крайне интересными являются, какъ предѣльныя цифры, данныя для поливной воды г. Мерва, которая 13 августа 1908 года, т. е. во время поливовъ, содержала въ себѣ 1,3024 грм./литр. солей, а въ мартѣ 1909 г., во время производства весеннихъ поливовъ, содержаніе солей въ водѣ повысилось до 1,5023 грм./литр.

Въ болотахъ, образующихся отъ отработавшей воды,



Пещеры на правомъ берегу Мургаба у мѣст. Тахта-базаръ.



Устье рѣки Кушки.

содержаніе солей повышается до 6,5 грм./литр. и до 13,5 грм./литр., а при высыханіи болотъ на ихъ мѣстѣ образуется толстая соленая корка. При громадныхъ величинахъ испаренія, вода, собранная въ водохранилищахъ, должна значительно минерализироваться.

Въ средній годъ рѣка у Гиндыкуша проноситъ около 10 милліоновъ пудовъ солей. Составъ солей въ среднемъ слѣдующій: карбонатныхъ солей Ca и Mg—8,19%; потеря при прокаливаніи—8,3%; SiO_2 — 1,58%; $MgSO_4$—17,01%; $CaSO_4$—19.5%; Na_2SO_4—3,5%; Na_2CO_3—33,28%; K_2CO_8 — 5,76%.

Для полноты характеристики рѣки приведемъ нѣкоторыя данныя о потеряхъ воды въ ней путемъ фильтраціи и испаренія. За періодъ съ 1 октября 1907 года по 1 октября 1908 г. рѣка пронесла по отдѣльнымъ станціямъ слѣдующія годовыя количества воды:

Станція Акъ-Теле	201.639.000 кб. с.
Ташъ-Кепри	203.894.000 „ „
Казыклы-бентъ (ниже плотины) . .	181.871.000 „ „
Султанъ-бентъ.	167.480.000 „ „

Повышеніе расхода у Ташъ-Кепри объясняется впаденіемъ выше ея р. Кушки; паденіе расхода между Ташъ-Кепри и Казыклы-бентомъ объясняется потерею по пути и выводомъ воды въ каналы Ханы-Ябъ и Баба-Гембаръ; потери же между Казыклы-бентомъ и Султанъ-бентомъ происходятъ исключительно отъ испаренія и, главнымъ образомъ, фильтраціи, составляя около 0,11% на версту.

О величинахъ потерь въ водохранилищахъ можно судить по слѣдующимъ даннымъ: ниже Гиндыкушской плотины, въ старомъ руслѣ рѣки, по теченію Царскаго канала устроены водохранилища; при учетѣ притока воды въ нихъ, колебанія уровня, расхода изъ нихъ, потеря отъ испаренія

и фильтраціи опредѣлилась въ 5.746.000 куб. саж., что при площади ихъ около 1.967.500 кв. саж., даетъ толщину потерянаго слоя 2,95 саж. или *6,24 метра*. Объемъ водохранилищъ около 1.649.000 куб. саж. или, водохранилища теряютъ воды въ 3½ раза болѣе, чѣмъ сберегаютъ. Какъ выводъ, слѣдуетъ тщательно избѣгать устройствъ мелкихъ водохранилищъ, типа приведенныхъ, въ проницаемыхъ супесчаныхъ грунтахъ, а тѣмъ болѣе — наполнять ихъ отстоенной освѣтленной водой. Подобныя водохранилища истребляютъ воду въ жаркомъ климатѣ Туркестана, а не сохраняютъ ее.

Коснувшись общихъ потерь отъ фильтраціи и испаренія, выдѣлимъ послѣднее. Данныя о величинѣ испаренія съ поверхности рѣки и водохранилищъ по показаніямъ испарителя Любославскаго-Лермантова [1]) слѣдующія: для мѣстъ на рѣкѣ, защищенныхъ отъ сильнаго вѣтра, потери отъ испаренія колеблются отъ 1,4 до 1,8 мтр. въ годъ; въ мѣстахъ на рѣкѣ, открытыхъ для вѣтровъ, колеблются около 2,2 мтр. въ годъ; для Гиндыкушскихъ водохранилищъ потеря на испареніе составляетъ около 3 мтр. въ годъ.

Вычитая изъ полученной выше цифры общихъ потерь потери на испареніе, величину потерь отъ фильтраціи въ Гиндыкушскихъ водохранилищахъ опредѣляемъ въ 3,24 мтр. въ годъ. Небольшая часть потерь отъ фильтраціи въ верхнемъ водохранилищѣ возвращается въ рѣку, потери же въ нижнемъ, преобладающія, идутъ на образованіе грунтовыхъ водъ и для рѣкъ пропадаютъ (см. ниже графики).

Температура воды въ Мургабѣ повышается на 4° отъ Тахта-базара до Гиндыкуша. Въ 1886 г. Мургабъ замерзъ. Грунтовыя воды обязаны своимъ происхожденіемъ Мургабу и питаемымъ имъ оросительнымъ системамъ и весьма бо-

---

[1]) Какъ показали изслѣдованія, ошибки годовыхъ показаній испарителя колеблются около 11%.



Мургабъ у м. Сары-Язы.



Мургабъ у Имамъ-Баба.

гаты солями; глубина залеганія грунтовыхъ водъ весьма разнообразна—намъ довелось лично измѣрить глубину колодца въ пустынѣ Кара-кумъ въ 89 саженей.

Долина рѣки на бо́льшую глубину сложена изъ одно- Долина рѣки Мургаба.
роднаго измельченнаго матеріала; лишь въ верховьяхъ рѣки, какъ уже указывалось, наблюдаются выходы конгломератовъ, каковые уже у ст. Ташъ-Кепри были констатированы лишь на глубинѣ около 10 саженей. Почвы долины могутъ быть раздѣлены на два основныхъ класса: 1) почвы аллювіальныхъ отложеній рѣки и 2) почвы кольматированныхъ песковъ, — рѣзкой границы между ними провести нельзя. Рѣчной аллювій представляетъ мощныя слоистыя отложенія, часто называемыя здѣсь лессомъ. Почвы въ высшей степени проницаемы и обладаютъ малой способностью капиллярнаго поднятія. Съ точки зрѣнія сельскохозяйственной, почвы Мургаба не являются богатыми: онѣ требуютъ удобреній, какъ азотистыхъ, такъ и фосфорныхъ.

Почвы по механическому составу своему могутъ быть охарактеризованы въ отношеніи содержанія въ нихъ частицъ меньшихъ 0,01 мм. діаметромъ, т. е. физической глины. Содержаніе въ нихъ физической глины свыше 50% дѣлаетъ ихъ столь тяжелыми, что онѣ мало пригодны къ культурѣ. Содержаніе въ почвахъ солей свыше 1% не даетъ возможности развиваться хлопку; лучшія почвы содержатъ солей не болѣе 0,15%. Соли сѣрно-кислыя преобладаютъ надъ хлористыми.

Въ долинѣ, въ особенности въ низовой части ея, имѣются значительныя площади солонцевъ. Отъ нихъ въ настоящее время страдаетъ имѣніе, не имѣющее дренажной сѣти. Солонцы обычно появляются въ двухъ случаяхъ: во-первыхъ, отъ напусковъ большихъ количествъ воды съ большимъ содержаніемъ ила, благодаря чему образуется на поверхности почвъ какъ бы корка; послѣ образованія водонепроницаемой корки вода испаряется съ поверхности

и сильно минерализуется.—все мѣсто, покрытое водой, въ случаѣ высыханія его, превращается въ солонецъ; таковы солонцы въ болотахъ близъ Мерва; во-вторыхъ, солонцы образуются отъ наличія неглубокой грунтовой воды. Предѣльная глубина стоянія воды, при которой можетъ образоваться солонецъ, различна для различныхъ почвъ,—для глинистыхъ она не превосходитъ 50 стм., для супесчаныхъ—1-2 мтр.

Все изложенное рисуетъ долину скорѣе съ отрицательной стороны: рѣка невелика, прихотлива, наносы неплодородны, воды довольно солоны, почвы не блещутъ плодородіемъ. Чѣмъ же обусловлено богатство края, почему здѣсь развилась въ первые годы своей жизни человѣческая культура?

Все прошлое, настоящее и будущее долины, всего края въ обиліи солнца, свѣта и орошеніи. Энергія солнца здѣсь столь интенсивна, что безъ воды сжигаетъ все, при наличіи воды даетъ баснословные эффекты; становится вполнѣ понятнымъ возникновеніе культа солнца въ этой странѣ, гдѣ его власть неограничена. Въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ долина Мургаба получаетъ отъ 93% до 99% солнечной энергіи; облачность падаетъ даже до 0,5%. Осадковъ въ это время почти не выпадаетъ, да и общее годовое количество ихъ невелико, составляя въ среднемъ около 150 мм. въ годъ и колеблясь отъ 68,5 мм. до 225 мм. Наибольшее количество осадковъ выпадаетъ въ мартѣ. Конецъ февраля, мартъ и иногда начало апрѣля крайній срокъ, когда пустыня, благодаря наличію нѣкотораго количества влаги, цвѣтетъ. За этотъ короткій срокъ она покрывается ярко-красными маками, разнообразными представителями луковичныхъ, зонтичныхъ, изъ которыхъ асафетида поражаетъ своимъ могучимъ развитіемъ, возвышаясь высокими стволами съ громадными листьями. Крайне оригинально и красиво цвѣтутъ кустарники Caligonum, Halo-



Плотина „Казыклы-бентъ".



Плотина „Казыклы-бентъ".

xylon ammodendron и, нѣсколько позже, тамарискъ. Въ началѣ апрѣля пустыня умираетъ,—жизнь остается только въ оазисахъ и у водныхъ источниковъ. Только стада барановъ и верблюды нарушаютъ безжизненность общаго ландшафта. Средняя температура іюля и августа свыше 30° С, средняя годовая + 16,1° С, самый холодный мѣсяцъ январь, средняя температура котораго + 0,1° С. Такимъ образомъ лѣто теплѣе, чѣмъ подъ экваторомъ: восемь мѣсяцевъ въ году имѣютъ высокую температуру. Климатъ рѣзко континентальный: колебанія температуры громадны, доходя: суточныя до 30°, мѣсячныя—до 34°, годовыя—до 60° и болѣе. Влажность очень невелика, колеблясь отъ 3,7 мм. до 8,3 мм. абсолютная и отъ 26,4% до 72,3% (январь) относительная.

Въ виду того, что съ сѣвера долина Мургаба совершенно открыта дѣйствію вѣтровъ, преобладающіе въ мартѣ-апрѣлѣ и сентябрѣ сѣверные и сѣверо-западные вѣтры вызываютъ иногда поздніе весенніе и ранніе осенніе заморозки. Длина безморознаго періода составляетъ 218 дней, при длинѣ этого періода въ Ташкентѣ—211 дней, въ Голодной Степи—197 дней, въ Андижанѣ—217 дней. Сумма среднихъ суточныхъ температуръ за время безморознаго періода составляетъ 5225,4, противъ 4364,8 въ Ташкентѣ, 4454,4 въ Голодной Степи и 4398,3 въ Андижанѣ [1]).

Мургабская долина является мѣстомъ наиболѣе одареннымъ солнечной энергіей въ Туркестанѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и во всей Россіи.

Присоединеніе къ Россіи долины Мургаба послѣдовало въ 1885 году, послѣ сраженія на р. Кушкѣ. Правовыя положенія, легшія въ основу взаимоотношеній между имѣніемъ и уѣздомъ.

Образованіе имѣнія произошло въ 1887 году по указу Правительствующему Сенату отъ 6 августа, въ коемъ значится:

---

[1]) Нѣкоторое расхожденіе по безморозному періоду съ приведенными данными въ статьѣ: „Мургабское Государево Имѣніе", въ запискѣ И. Р. Т. О. (№ 6—7. 1915 г.) объясняется тѣмъ, что среднія числа дней выведены за разные періоды.

„Признавъ за благо обратить въ составъ Государевыхъ Имѣній часть земель, вновь присоединенныхъ въ Средней Азіи, повелѣваемъ:

1. Всѣ впустѣ лежащія земли по теченію р. Мургаба, на которыя, по сооруженіи плотины, извѣстной подъ названіемъ Султанъ-бентской, будетъ возможно распространить орошеніе, безъ ущерба, однако-же, для прочихъ, орошаемыхъ уже водами этой рѣки, частей Мервскаго оазиса, признать собственностью Царствующаго Императора, съ наименованіемъ Мургабскимъ Государевымъ Имѣніемъ.

2. Управленіе симъ имѣніемъ возложить на Департаментъ Удѣловъ, съ отнесеніемъ на счетъ удѣльныхъ суммъ всѣхъ расходовъ по сооруженію Султанъ-бентской плотины, проведенію ирригаціонныхъ каналовъ, заселенію имѣнія и введенію въ немъ соотвѣтствующей мѣстнымъ условіямъ культуры.

3. По возмѣщеніи Департаменту Удѣловъ изъ доходовъ съ Мургабскаго Государева Имѣнія расходовъ, которые имъ будутъ произведены на устройство онаго и управленія, часть сихъ доходовъ, по соглашенію Министровъ Императорскаго Двора и Финансовъ, обращать въ пользу Государственнаго Казначейства".

Въ 1890 году Высочайше утверждено „Временное положеніе объ Управленіи Закаспійской областью", коимъ земля и вода признаются собственностью Государства, но отдаются въ пользованіе туземнаго населенія по обычаю.

12 декабря 1906 года подъ предсѣдательствомъ и. д. Туркестанскаго генералъ-губернатора Генералъ-Лейтенанта Маціевскаго, состоялось совѣщаніе, на которомъ за имѣніемъ было установлено право на пользованіе водой изъ живого сѣченія рѣки въ опредѣленномъ отношеніи по мѣсяцамъ. Постановленія этого совѣщанія легли въ основу

проекта орошенія имѣнія, составленнаго инженеромъ Валуевымъ.

9 марта 1909 года, по соглашенію между Министрами Императорскаго Двора и Удѣловъ, съ Высочайшаго Его Императорскаго Величества соизволенія, послѣдовавшаго 14 марта 1909 года, учрежденъ особый Мургабскій Водяной Комитетъ, причемъ на его обязанность возложено завѣдываніе всею водою рѣки Мургаба и наблюденіе за ирригаціонною системою этой рѣки. Предсѣдателемъ Комитета является Начальникъ Закаспійской области, Товарищемъ его—Управляющій Мургабскимъ Государевымъ Имѣніемъ, Члены—два изъ состава администраціи области, по назначенію Начальника области, и два изъ чиновъ Мургабскаго Имѣнія.

Одновременно съ образованіемъ этого комитета было измѣнено дѣленіе воды рѣки Мургаба между имѣніемъ и уѣздомъ въ пользу перваго.

Орошаемая площадь въ долинѣ р. Мургабъ.

По даннымъ за 1907 годъ въ Пендинскомъ приставствѣ орошалось отъ 5.000 до 5.700 дес., въ Іолотанскомъ отъ 10.000 до 11.600 дес. и въ Мервскомъ оазисѣ до 60.000 десятинъ, причемъ въ маловодные годы, какъ напримѣръ въ 1897 году, послѣдняя площадь сокращалась до 33.000 дес. Въ томъ же году въ имѣніи орошалось 12.779 десятинъ. Изъ всей площади орошаемыхъ земель въ Мургабскомъ оазисѣ (около 88.000 дес.) около 29,8% было засѣяно озимыми, около 31,6% яровыми хлѣбами, около 33,7% хлопкомъ и около 4,9% люцерной. Нынѣ въ имѣніи орошается отъ 20.000 до 23.391 дес., изъ коихъ подъ хлопкомъ 60%, зерновыми хлѣбами 35%, люцерной 3,85%, бахчами и огородами 0,3%, прочими культурами 0,85%.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНІЕ ВЫПОЛНЕННЫХЪ ДО НАСТОЯЩАГО ВРЕМЕНИ РАБОТЪ ПО ОРОШЕНІЮ ИМѢНІЯ.

По порученію князя Дондукова-Корсакова, Главноко-мандующаго на Кавказѣ, инженеръ И. И. Поклевскій-Козелло рекогносцировкою обслѣдовалъ долину Мургаба и зимой 1885—1886 г.г. составилъ предварительный проектъ возстановленія плотины Султанъ-Санджара [1]) и дѣйствовавшей изъ нея оросительной системы канала Султанъ-Ябъ.

Древняя плотина Султанъ-Санджара.

Древняя плотина Султанъ-Санджара представляла изъ себя земляную водоудержательную плотину съ кирпичнымъ водосливомъ у праваго берега, длиною около 140 саженей, при высотѣ ея надъ меженью около 6 саж. (полная высота, слѣдовательно, около 7 саж.), ширина ея поверху была около 10 саж. Съ низовой стороны откосъ плотины былъ крутой, съ напорной—болѣе пологій и одѣтъ хворостомъ. Повидимому, въ основаніе плотины были заложены фашины изъ хвороста и колючки. Водосливъ, построенный изъ кирпича на гидравлическомъ растворѣ, имѣлъ длину по оси плотины 47,6 саж., высота порога его надъ меженью рѣки Мургаба въ 1885 г. была около 4 саж. Флютбетъ имѣлъ ширину около 11 саженей и на немъ былъ построенъ

---

[1]) Плотина Султанъ-Санджара была расположена близъ мѣста нынѣ построенной невдалекѣ отъ ст. жел. дор.—Султанъ-бентъ.

арочный кирпичный мостъ въ девять пролетовъ, по 3 саж. каждый. Шесть быковъ имѣли толщину по 3 саж., а два по 1 саж. Водобойная часть плотины состояла изъ 2-хъ ступеней, длиною каждая по оси потока около 3-хъ саж. Весь водосливъ не имѣлъ глубокаго фундамента и былъ разрушенъ рѣкою. Повидимому, чтобы спасти водосливъ отъ окончательнаго разрушенія, часть земляной плотины была прорвана и въ нее спущена рѣка, которая и текла, такимъ образомъ, по новому руслу. Отъ плотины отходили два большихъ магистральныхъ канала „Яба", изъ коихъ лѣвобережный былъ заложенъ на двѣ сажени выше правобережнаго и, повидимому, относился къ болѣе древнимъ временамъ, когда, слѣдовательно, подпоръ былъ выше. На правомъ каналѣ существовалъ кирпичный мостъ. Щитовъ или иныхъ приспособленій, регулирующихъ впускъ въ каналъ, не было. Голова канала была расположена вблизи плотины, и вода подводилась къ ней отдѣльнымъ русломъ, создававшимъ особое продольное теченіе у ея устоевъ. Этимъ продольнымъ теченіемъ плотина подмывалась, благодаря чему, быть можетъ, и произошло ея разрушеніе. Конструкція этой плотины тѣмъ интересна, что она въ значительной мѣрѣ повліяла на характеръ сооруженій, запроектированныхъ инженеромъ Поклевскимъ.

Плотина инженера Поклевскаго-Козелло.

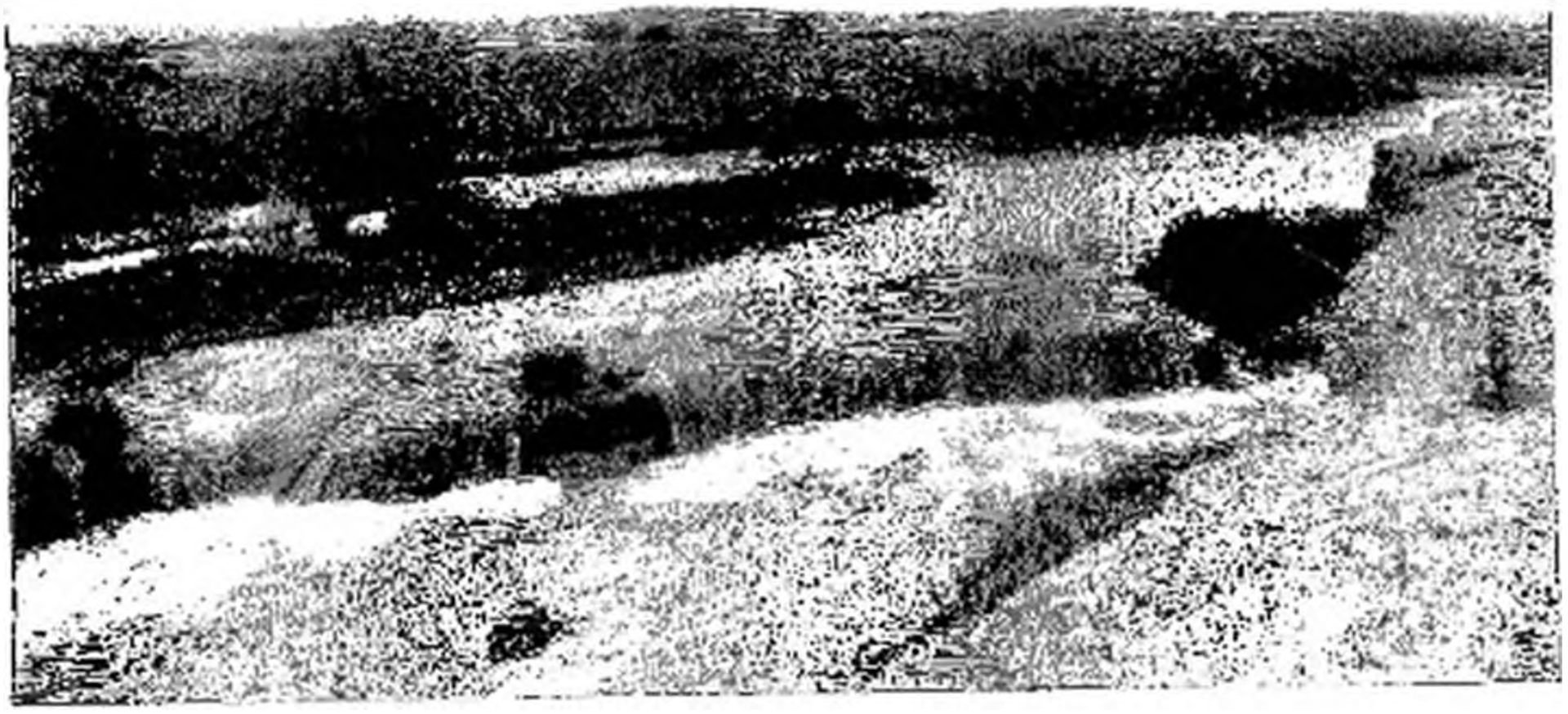
Составленный инженеромъ Поклевскимъ предварительный проектъ возстановленія древней плотины въ маѣ 1886 года поступилъ на разсмотрѣніе комиссіи подъ предсѣдательствомъ т. с. Герсеванова. Въ составъ комиссіи входили между другими И. В. Мушкетовъ, проф. Горнаго Института, инженеръ Шуляченко, инженеръ Карловичъ, инженеръ Максимовичъ и другіе. Комиссія, признавъ проектъ возстановленія плотины вполнѣ цѣлесообразнымъ и исполнимымъ, обратила вниманіе на крайнюю недостаточность имѣющихся мѣстныхъ данныхъ: „предположенному устройству поливной сѣти для всего оазиса должны были

бы предшествовать самыя тщательныя изслѣдованія рѣки и всей предположенной къ орошенію мѣстности помощью нивеллировокъ и буреній и составленіе общаго плана оросительныхъ и кольматажныхъ работъ. Постройка плотины Султанъ-бентъ составляетъ лишь незначительную часть оросительныхъ работъ въ Мервскомъ оазисѣ, и, ограничившись оною, нельзя ожидать въ ближайшемъ времени тѣхъ благопріятныхъ для края результатовъ, о которыхъ упоминаетъ въ своей пояснительной запискѣ инженеръ Поклевскій". Проектъ въ своемъ первоначальномъ видѣ не былъ осуществленъ.

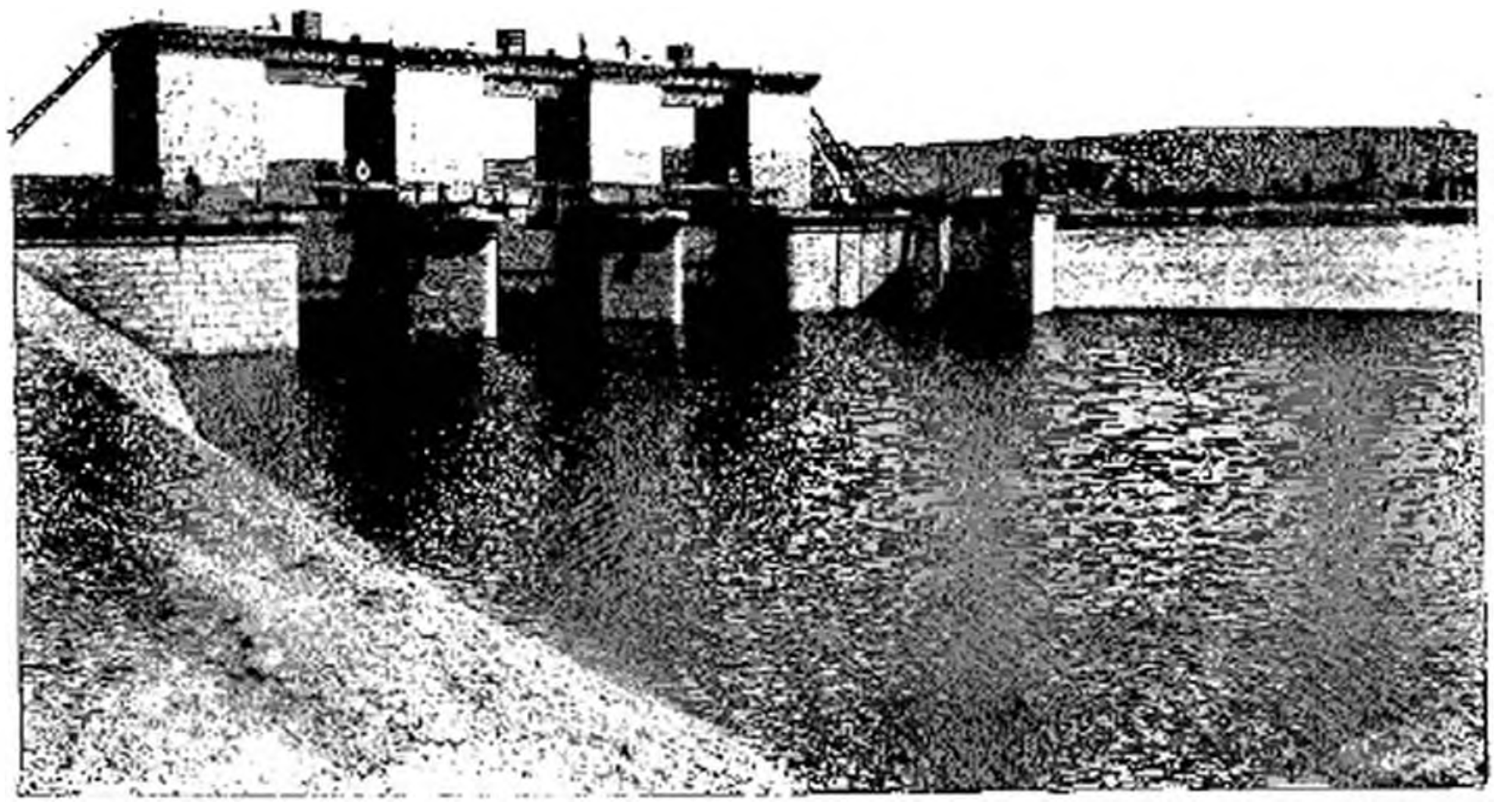
На основаніи заключенія комиссіи Герсеванова, былъ сдѣланъ Высочайшій докладъ, и 6 августа 1887 года, какъ уже указывалось, было образовано Мургабское Имѣніе.

Въ октябрѣ 1888 года инженеромъ Поклевскимъ былъ представленъ послѣ дополнительныхъ изысканій другой проектъ, для разсмотрѣнія котораго при Департаментѣ Удѣловъ была образована комиссія подъ предсѣдательствомъ Генералъ-Лейтенанта Паукера. Комиссія ограничилась разсмотрѣніемъ проекта, собственно, Султанъ-бентскихъ сооруженій и совершенно не касалась вопросовъ водо- и землепользованія всей долины и даже проектовъ оросительной сѣти.

Между тѣмъ данныя изслѣдованій, положенныя инженеромъ И. И. Поклевскимъ въ основаніе своего проекта, были недостаточны и ошибочны. Въ запискѣ къ князю Дондукову-Корсакову отъ 25 іюня 1886 года Поклевскій указываетъ на возможность орошенія въ долинѣ Мургаба, при условіи улучшенія туземной сѣти, до 640.000 десятинъ, изъ коихъ 150.000 десятинъ въ Мургабскомъ Государевомъ Имѣніи; расходъ рѣки Мургаба въ нормальную воду считаетъ 8 куб. саж./сек., въ большую—въ мартѣ, апрѣлѣ, маѣ и



Водопадъ Чахлэкъ.



Султанъ-бентская плотина (видъ сверху).

іюнѣ—въ 32 куб. саж./сек.; допускаетъ увеличеніе расхода рѣки внизъ по теченію отъ притока подземныхъ водъ и, наконецъ, о лессѣ говоритъ какъ о твердомъ неразмываемомъ грунтѣ. Департаментъ Удѣловъ для экспертизы по вопросу о возможности орошенія земель Мургабскаго Имѣнія пригласилъ извѣстнаго англійскаго инженера Колинъ-Скоттъ Монкриффа и французскаго инженера Коттара. Соображенія, высказанныя этими инженерами, столь интересны, что ниже о нихъ будетъ сообщено болѣе подробно, здѣсь же отмѣтимъ только, что инженерами, работавшими у Поклевскаго, были сообщены экспертамъ иныя цифры расходовъ рѣки Мургаба [1]), значительно меньшія приведенныхъ выше. На основаніи этихъ данныхъ, по нормамъ поливовъ въ другихъ странахъ, инженеры опредѣлили полную оросительную способность рѣки Мургаба въ 136.000 десятинъ. Крайне интересно отмѣтить, что названные инженеры дѣлили культуры, на орошаемыя лѣтомъ, и на весенніе зерновые хлѣба (озимые); первыхъ считаютъ 67.000 десят., вторыхъ около 69.000 десят. Такимъ образомъ, ими была отмѣчена возможность хозяйствъ приспособляться къ режиму рѣки и утилизировать весеннюю паводочную воду безъ устройства водохранилищъ.

Инженеръ Поклевскій, въ возраженіяхъ отъ 20 ноября 1890 года иностраннымъ инженерамъ, вновь настаиваетъ на возможности орошенія 600.000 дес., ссылаясь на данныя 1885—1886 годовъ, но въ концѣ своей записки приходитъ къ выводу о возможности орошенія 300.000 десятинъ, изъ коихъ 100.000 дес. хлѣба, 100.000 дес. хлопка, 50.000 дес. люцерны и огородовъ и 50.000 дес. лѣсныхъ насажденій и виноградниковъ. Инженеръ Поклевскій принималъ годовую норму въ 270 куб. саж. на орошеніе десятины, считая и потери въ пути.

---

[1]) Расходы, на которыхъ базировались инженеры, слѣдующіе: въ апрѣлѣ 9,3 кб. сж./сек., въ маѣ—10,8 кб. сж./сек., въ іюнѣ—9,0 кб. сж./сек., въ іюлѣ—6,7 кб. сж./сек., въ августѣ—6,7 кб. сж./сек.

Останавливаясь на самомъ проектѣ возстановленія плотины Султанъ-Санджара, слѣдуетъ отмѣтить тѣ положенія, кой были приняты въ основаніе проекта-авторомъ ея. Инженеръ Поклевскій, указавъ, что мѣсто подъ древнюю плотину было выбрано въ высшей степени удачно, ставитъ слѣдующіе тезисы.

1) Слѣдуетъ по возможности придерживаться данныхъ, выработанныхъ мѣстнымъ долголѣтнимъ опытомъ.

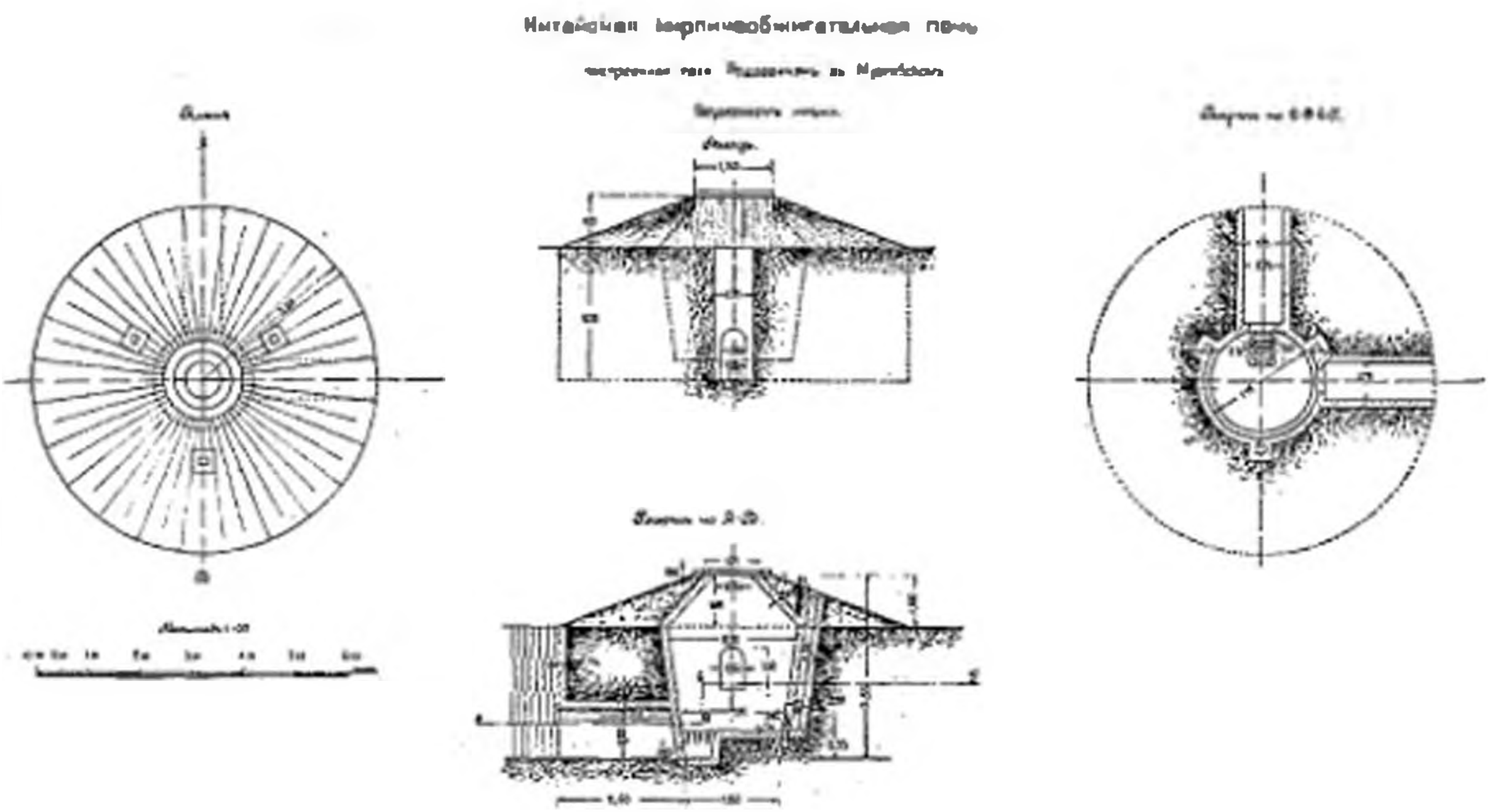
2) Слѣдуетъ воспользоваться существующими земляными работами.

3) Произвести всѣ постройки, пользуясь дешевымъ мѣстнымъ матеріаломъ.

4) При производствѣ работъ примѣняться, насколько возможно, къ мѣстнымъ способамъ и пріемамъ.

Въ своемъ проектѣ инженеръ Поклевскій размѣры водослива и типъ его принялъ изъ соображеній со старыми, подчеркивая, что водосливъ построенъ такимъ образомъ, что давленіе распредѣлено на большую площадь, и въ уцѣлѣвшей части его нельзя замѣтить трещинъ отъ неравномѣрной осадки Онъ считаетъ, что подмывъ разрушенныхъ быковъ произошелъ отъ нарочной порчи, а не по естественнымъ причинамъ. Грунтъ въ мѣстѣ расположенія плотины называетъ очень плотнымъ и непроницаемымъ и отмѣчаетъ, что древніе каналы протрассированы вполнѣ удачно. Инженеръ Поклевскій широко воспользовался мѣстными условіями при производствѣ работъ: крайне интересно поставилъ выработку мѣстныхъ строительныхъ матеріаловъ (кирпича и гидравлической извести), широко примѣнилъ и мѣстный опытъ по фашиннымъ работамъ. Кирпичъ для постройки примѣнялся двухъ сортовъ—китайскій и желтый. Первый сортъ обжигался въ китайскихъ печахъ. главныя отличительныя особенности которыхъ заключаются въ купольномъ сводѣ, покрывающемъ печь, съ отверстіемъ въ немъ, въ устройствѣ приспособленій для

пропуска дыма и пара при закрытомъ отверстіи въ куполѣ печи и, наконецъ, въ томъ, что вся печь покрыта землей. Обжигъ продолжается 8 и 9 дней, причемъ равномѣрность обжига регулируется постепеннымъ закрытіемъ отверстія въ куполѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ измѣненіемъ направленія огня сверху внизъ. По окончаніи обжига печь наглухо закрывается, отверстіе совершенно закладывается и засыпается



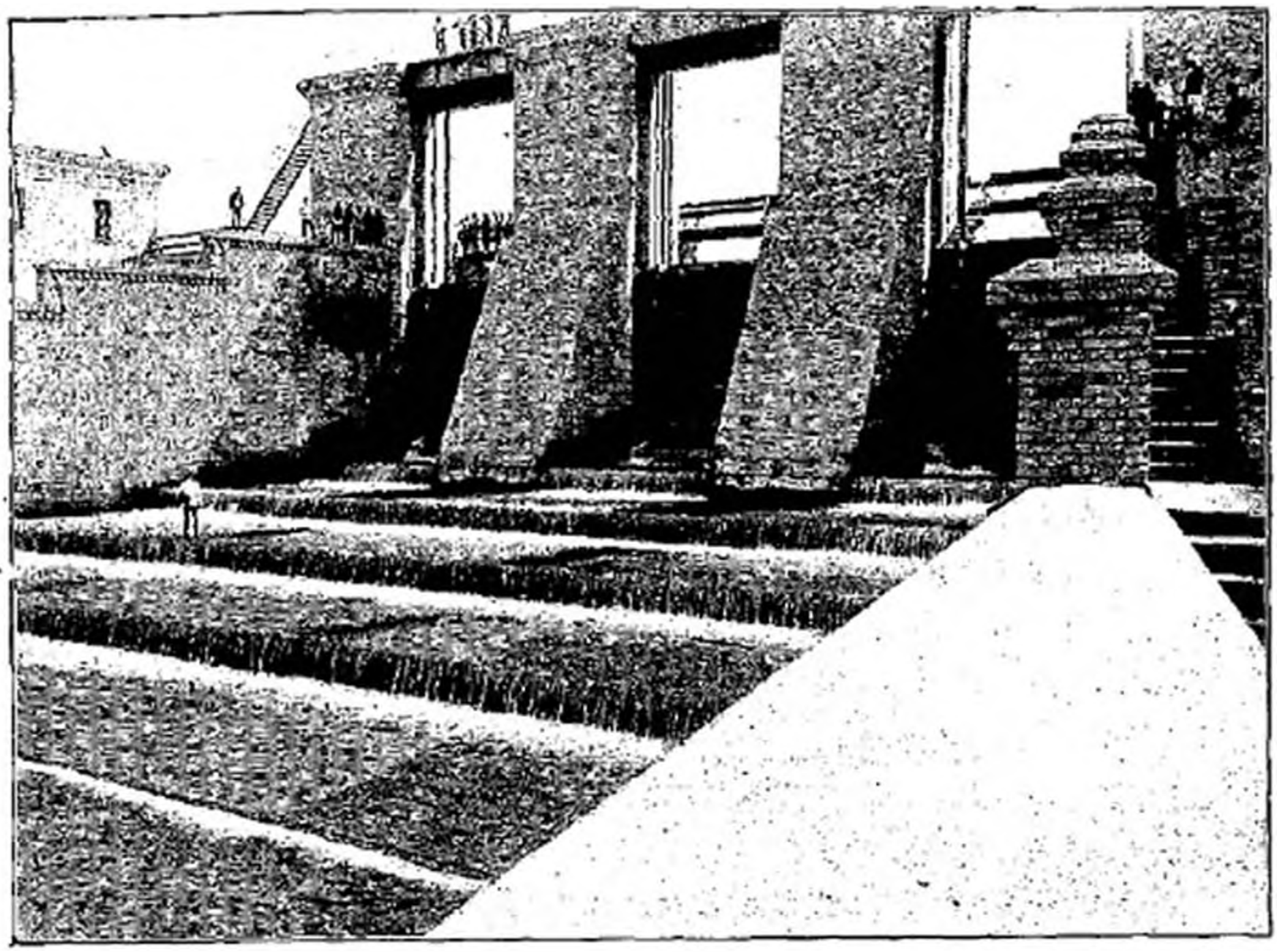
землей; наверху печи устраивается изъ земли бассейнъ, куда начинаютъ лить воду. Вода, проникая черезъ рыхлую землю и черезъ кладку, закрывающую отверстіе въ куполѣ, наполняетъ, такимъ образомъ, всю печь водяными парами. Поливка эта продолжается три дня, послѣ чего открываютъ печь и кирпичъ выгружаютъ. Въ печахъ этого типа кирпичъ получается очень красивый—сѣрый, стального цвѣта. Размѣры кирпичей были инженеромъ Поклевскимъ измѣнены противъ нормальныхъ и древнихъ и приняты 8 × 4 × 2

вершк., тогда какъ размѣры древняго $8 \times 8 \times 1^1/_4$. О способѣ этомъ, насколько намъ извѣстно, литература крайне ограничена. Наиболѣе подробное изложеніе его приводится въ статьѣ E. Blanc [1]), который наблюдалъ его во время научнаго путешествія въ 1890—1891 г.г. Blanc указываетъ, что способъ этотъ примѣняется въ западной части Монголіи и въ Джунгаріи и производится дунганами и таранчами. „Этимъ племенамъ", говоритъ онъ, „приходится подвергаться лѣтомъ сильнымъ жарамъ, а зимой суровымъ морозамъ. При такихъ условіяхъ, когда почти всѣ естественные камни вывѣтриваются, кирпичи, обожженные китайскимъ способомъ, хотя и приготовленные изъ той же глины, превосходно противостоятъ колебаніямъ температуры и кромѣ того обнаруживаютъ крайне высокую крѣпость и прочность".

Гидравлическая известь, послужившая для кладки и бетона Куанье, вырабатывалась на мѣстѣ изъ извести, доставляемой изъ Асхабада, въ видѣ пушонки, и мѣстной глины, отложившейся въ старыхъ каналахъ. Известь-пушонка содержала свыше 30% частицъ непроходящихъ черезъ сито въ 900 отверстій на кв. стм. Частицы эти не распускались въ водѣ и не давали известковаго молока. Глина была вполнѣ хорошей и содержала незначительную примѣсь мелкаго песка. Тщательно размоченную глину (мочили не менѣе 12 часовъ) смѣшивали въ теченіе 10—11 часовъ въ большихъ творилахъ съ четвертнымъ количествомъ извести. Изъ полученной массы формовали кирпичи, для чего давали массѣ подсохнуть, и, послѣ 2—3-хъ дневной сушки во время лѣтней жары, ихъ обжигали въ теченіе 4—6 дней въ обыкновенныхъ, открытыхъ сверху, кирпичныхъ печахъ, доводя температуру обжига до свѣтло-краснаго каленія. Полученная такимъ образомъ гид-

---

[1]) См. Comptes rendues de l'Academie. Paris 1892, p. 115.



Султанъ-бентская плотина (видъ снизу).



Гиндыкушская плотина.

равлическая известь не вполнѣ гасилась, почему пришлось прибѣгнуть къ измельченію, которое производилось у печи на глиняномъ полу деревянными трамбовками, при одновременной поливкѣ водой. Полученный продуктъ на ситѣ въ 900 отверстій оставлялъ болѣе 35% крупныхъ частицъ гидравлической извести.

Интересно отмѣтить еще широкое примѣненіе фашинныхъ работъ и ихъ конструкцію. Въ рисбермѣ плотины былъ устроенъ фашинный тюфякъ, въ основаніи котораго была заложена сѣтка изъ прутяныхъ канатовъ, діаметромъ каждый около 3-хъ вершковъ, съ размѣрами ячеекъ около 1 аршина. Сѣтка въ мѣстахъ пересѣченія канатовъ хорошо связывалась проволокою, свободные концы которой укрѣплялись на колышкахъ, вбитыхъ въ точкахъ пересѣченія канатовъ. Сѣтка наполнялась корзинами съ битымъ кирпичемъ, толщиною отвѣчающею толщинѣ 2-хъ діаметровъ прутяныхъ канатовъ. Полученная такимъ образомъ сплошная постель нагружалась еще двумя рядами корзинъ съ кирпичнымъ боемъ и закрывалась вновь сѣткой изъ прутяныхъ канатовъ. Верхняя сѣтка притягивалась къ нижней въ мѣстахъ пересѣченія канатовъ проволокою. Въ верхнюю сѣтку въ узлахъ забивались колья, которые проходили черезъ весь тюфякъ въ грунтъ. Промежутки между кольями въ продольномъ и поперечномъ направленіяхъ забивались плетнемъ, и образовавшіеся ящики заполнялись ломанымъ кирпичемъ. Общая толщина тюфяка около 2-хъ аршинъ.

За этимъ тяжелымъ типомъ тюфяка, ниже по теченію, шелъ второй—мягкій, предназначенный слѣдить за подмывами грунта, могущими произойти въ концѣ тюфяка. Онъ былъ устроенъ также, съ тою лишь разницею, что между верхней и нижней сѣткой вмѣсто тяжелыхъ загруженныхъ корзинъ уложенъ просто хворостъ.

Какъ уже указывалось, типъ плотины Поклевскаго былъ весьма близокъ типу древней плотины и представ-

лялъ изъ себя земляную водоудержательную плотину съ каменнымъ водосливомъ. Земляная плотина имѣла длину 358 саженей, при ширинѣ поверху 8,00 саж., откосомъ съ напорнаго бьефа 1 : 3, съ низового—1 : 1½. Устройство насыпи, повидимому, велось весьма небрежно. Это можно видѣть изъ актовъ, составленныхъ по ремонту дамбы въ 1910 и 1911 г.г. техническимъ надзоромъ имѣнія. Изъ этихъ актовъ видно, что въ тѣлѣ плотины наблюдались значительные неразбитые комья и пустоты; мѣста сопряженія земляной плотины съ каменнымъ водосливомъ заливались известковымъ прыскомъ.

Каменный водосливъ имѣлъ ширину въ 30 саженъ между береговыми устоями. Пролетъ этотъ раздѣленъ на 15 отверстій 14-ю промежуточными быками, длиною каждый въ 6 саженей, при ширинѣ въ 1,00 саж. Къ береговымъ устоямъ примыкали полубыки толщиною въ 0,50 саж.. Высота быковъ надъ порогомъ водослива 2,15 саж.. Толщина быковъ уменьшена до 0,86 саж., съ напорной стороны на длину 1,85 саж., съ низовой на длину 1,00 саж.. Водосливъ имѣлъ понурую часть, флютбетъ, водосливную часть и рисберму. Понурая часть имѣла по проекту толщину 0,50 саж. (1,35 саж. на дѣлѣ), длину 10 саж. (2,71 саж. на дѣлѣ), ширину 30 саж. по дну, причемъ она же покрывала лѣвый откосъ до подпорнаго горизонта (на 2 саж. выше отмѣтки понура). Повидимому, выше флютбета была устроена перемычка глубиною заложенія отъ 0,80 до 0,53 саж.. Водобойная часть имѣла по проекту длину, равную длинѣ быковъ, 6 саж., толщину 1,5 саж. (1,35 саж. на дѣлѣ). Водобойной части данъ уклонъ 0,0125. Водосливная часть имѣла по проекту длину шесть саженей (4,285 с. на дѣлѣ) при ширинѣ въ началѣ 30 саж., въ концѣ 31,5 саж. и при толщинѣ въ 1,00 саж.. Очертаніе водосливной части было дано по параболѣ и геликоидальной развертkѣ. Длина рисбермы тяжелой конструкціи 10,00 саж.; повидимому,

такой же длины проектировалась рисберма облегченнаго типа.

Береговые устои съ обратными стѣнками имѣли длину 6 саженъ, длина обратныхъ стѣнокъ также равнялась шести саженямъ; толщина прямой стѣнки поверху равна 1,00 саж., понизу 1,40 саж. Въ быкахъ были сдѣланы пазы для двойного ряда шандоръ. Быки было предположено перекрыть полуциркульными сводами, поверхъ которыхъ былъ проектированъ мостъ съ проѣзжей частью шириною въ 3,33 саж., съ парапетами съ каждой стороны шириною въ 1 аршинъ. Въ сводахъ были проектированы щели для маневрированія затворными желѣзными плоскими щитами съ деревянною обшивкою, помощью катучаго крана. Щитъ на любой высотѣ задерживался собачками; собачки для опусканія освобождались. На разстояніи 170 саженей ниже перваго водослива проектировался второй водосливъ. Цѣлью его было нѣсколько уменьшить разность между уровнями въ подпорномъ и низовомъ бьефахъ перваго водослива. При постройкѣ были допущены значительныя отступленія отъ проекта: такъ, инженеры Монкриффъ и Коттаръ, отмѣчая отсутствіе техническихъ документовъ, указываютъ, что вся постройка покоилась на флютбетѣ изъ бетона въ $^1/_2$ саж. толщины, простирающемся на большое пространство вверхъ и внизъ по рѣкѣ, съ 5-ю защитными стѣнками, изъ коихъ главная имѣетъ минимумъ $2^1/_2$ саж. глубины. Перепадъ, высотою въ 4 саж., считая отъ порога водослива до уровня Мургаба, въ нижнемъ бьефѣ раздѣленъ на три уступа, изъ коихъ два каменныхъ, защищенныхъ каждый съ верховья фашинами, залитыми бетономъ, а третій, впослѣдствіи разрушенный, былъ весь изъ укрѣпленныхъ кольями фашинъ, нагруженныхъ камнемъ и залитыхъ также бетономъ Куанье. Сливы и быки были сдѣланы изъ бетона Куанье и одѣты кирпичемъ въ одинъ рядъ.

Регуляторъ въ головѣ Султанъ-Яба имѣлъ порогъ,

поднятый на ½ сажени надъ порогомъ водослива. У сдного изъ устоевъ его проектировался проходъ шириною въ 2,00 саж. для пропуска судовъ; проходъ закрывался поворотнымъ мостомъ и желѣзными воротами. Остальная часть была раздѣлена на 9 пролетовъ по 1 саж. каждый, при бычкахъ толщиною въ 1,00 саж., кромѣ раздѣльнаго между собственно регуляторомъ и судовымъ пролетомъ, толщиною значительно большей.

Расчетный расходъ и скорость въ основномъ водосливѣ:

Q=49,55 куб. саж./сек.,
V= 1,65 саж./сек.;

регулятора въ Султанъ-Ябѣ:

Q=16,50 куб. саж./сек.,
V= 1.00 саж./сек..

Прежде чѣмъ строить въ новомъ прокопѣ каменный водосливъ для подъема горизонта рѣки, въ руслѣ ея начали строить фашинную запруду. Постройку запруды объясняли необходимостью впуска воды въ Султанъ-Ябъ черезъ проектируемое въ немъ сооруженіе, порогъ котораго былъ заложенъ на 4,6 саж. выше горизонта воды рѣки въ межень и на 1,5 саж. выше дна Султанъ-Яба. Порогъ основного водослива также былъ выше дна Султанъ-Яба на 0,5 саж.

Постройка запруды велась подъ напоромъ и съ переливомъ черезъ нее; работа продолжалась 2½ года, стоила очень дорого и вызвала массу осложненій. Когда плотина была поднята на 3 саж. выше ординара, начали постройку каменнаго водослива, который строился въ сдѣланномъ прокопѣ, при отмѣткѣ заложенія фундамента надъ ординаромъ *1,11 саж.* Длина прокопа была 500 саж., ширина понизу отъ 20 до 40 саж.; онъ былъ устроенъ въ руслѣ стараго канала, подводящаго воду къ древнему водосливу.



Начало Царскаго канала.



Гиндыкушское рѣчное заиленное водохранилище.

Осенью 1890 года, послѣ окончанія постройки второго и третьяго водослива, а также флютбета и быковъ перваго водослива и шлюза, подняли запруду настолько, что вода направилась черезъ водосливъ. Менѣе чѣмъ черезъ 4 дня третій водосливъ былъ подмытъ и разрушенъ, вслѣдъ за этимъ оказался поврежденнымъ второй водосливъ, который черезъ двѣ недѣли осѣлъ и образовалъ нѣсколько трещинъ.

Изъ опасенія за цѣлость основного сооруженія рѣшили спустить воду черезъ запруду, но не смогли ее быстро разобрать. Сдѣлали канаву по оврагу, и рѣка, прорывъ здѣсь себѣ новое русло, ушла, оставивъ на суху и водосливъ и запруду. Въ моментъ катастрофы быки въ водосливѣ были доведены лишь до пятъ сводовъ, были заготовлены части крана для подъема щитовъ и щиты. Крайне интересно отмѣтить, что щиты должны были двигаться на каткахъ по рельсамъ, укрѣпленнымъ въ устояхъ. Вѣсъ щита 137 пудовъ, подъемная сила крана 1.000 пудовъ.

Катастрофой и скончился первый періодъ ирригаціонныхъ работъ. Къ этому времени уже была разбита усадьба, построены зданія. Усадьба питалась водою изъ туземнаго арыка системы Каушутъ-Ханъ-бентской плотины.

Нѣкоторые выводы изъ работъ Поклевскаго.

Объявивъ, на основаніи кратковременныхъ наблюденій въ многоводные 1885 и 1886 г.г. и при нормѣ на пашнѣ десятины въ 270 кб. саж., оросительную способность рѣки въ 640.000 десятинъ, инженеръ И. И. Поклевскій вызвалъ крайне упрощенный взглядъ на возможность орошенія земель имѣнія.

Уже 1890 годъ, когда расходъ Мургаба былъ незначителенъ, въ самихъ строителяхъ зародилось сомнѣніе о степени легкости осуществленія поставленной цѣли безъ ущерба для интересовъ населенія, если разсматривать имѣніе какъ самостоятельное предпріятіе. Приглашенные инженеры-экс-

перты указываютъ на неясность самой цѣли работъ и на необходимость расширить ихъ значеніе, подчеркивая, что работы, начатыя Удѣльнымъ Вѣдомствомъ, прежде всего являются дѣломъ общественной пользы для всей долины Мургаба и отнюдь не ограничиваются нуждами Государева Имѣнія.

Повидимому, инженеръ И. И. Поклевскій самъ имѣлъ гораздо болѣе широкіе планы, чѣмъ только орошеніе земель праваго берега въ предѣлахъ имѣнія. До нѣкоторой степени на это указываетъ и непонятное съ иной точки зрѣнія повышеніе порога водослива на сажень выше отмѣтки Султанъ-Яба. При такой отмѣткѣ и высотѣ подпора отъ щитовъ до 2-хъ саженей становится вполнѣ возможнымъ и питаніе лѣвобережнаго канала.

Эксперты выразили удивленіе, что не озаботились съ самаго же начала произвести изслѣдованія основныхъ данныхъ для всего предпріятія, и признали обязательнымъ безъ замедленія приступить къ детальному обмѣру обрабатываемыхъ земель во всемъ уѣздѣ и опредѣленію потребнаго для орошенія ихъ количества воды, при разумномъ пользованіи ею. Озабоченные единственно соображеніями о запрудѣ, инженеры, какъ кажется, упустили изъ виду, что отъ вышеуказаннаго вопроса зависитъ и судьба исполняемаго ими предпріятія.

По подсчету экспертовъ, имѣніе можетъ разсчитывать лишь на излишки воды въ рѣкѣ во время паводковъ и на водохранилище выше Султанъ-бента на объемъ около 5.000.000 куб. саж., если принять во вниманіе потерю отъ испаренія и фильтраціи толщиною слоя въ 1 мтр., что дастъ возможность лишь удовлетворить водою усадьбу Байрамъ-Али и какихъ-нибудь 2—3 тысячи десятинъ орошаемыхъ посѣвовъ. Далѣе они весьма рѣзко подчеркиваютъ, что предпріятіе можетъ разсчитывать на успѣхъ, если его разсматривать, какъ часть единаго и цѣлесообразнаго хо-



Разрушеніе береговъ сбросными водами.



Среднее заиленное водохранилище.

зяйства по всей рѣкѣ. Лишь при такой постановкѣ дѣла возможно получить воду изъ живого сѣченія рѣки, если заселить вновь орошенныя земли туземцами, владѣющими правами на воду.

Если нѣсколько исправить цифровые подсчеты Монкриффа и Коттара, въ ошибочности коихъ виноваты не они, то основное положеніе, выставленное ими, является единственно вѣрнымъ рѣшеніемъ вопроса объ орошеніи имѣнія по существу. Цѣль, поставленная при образованіи имѣнія, была широко культурная и ее возможно было достигнуть лишь рѣшеніемъ вопросовъ земле - и водопользованія для всей долины.

Какъ было отмѣчено иностранными инженерами, при осуществленіи ирригаціонныхъ задачъ строители слишкомъ увлеклись узкой технической стороной вопроса, постройкой самой плотины, и крайне неполно освѣтили физико-географическія и бытовыя условія жизни долины. Систематическихъ изслѣдованій на рѣкѣ не велось, опредѣленія количества воды, потребной на поливъ, не дѣлалось. Расходъ рѣки переоцѣнили по даннымъ за многоводные 1885 и 1886 г.г. О наносахъ въ рѣкѣ никакихъ данныхъ не собиралось. Все предпріятіе инженера Поклевскаго носило характеръ красивой мечты, мечты неясной въ своей реальности, но увлекательной—„создать вновь культурный оазисъ на мѣстѣ развалинъ когда-то цвѣтущихъ городовъ“

Энергіи и увлеченію инженера Поклевскаго имѣніе обязано своимъ происхожденіемъ; быть можетъ, если бы онъ оставался и далѣе во главѣ предпріятія, работы не ограничились бы рамками, въ какія онѣ вылились въ настоящее время, а выразились бы въ работахъ по устройству новой ирригаціонной сѣти въ имѣніи и переустройству всей оросительной сѣти р. Мургаба, каковая задача и нынѣ стоитъ передъ Государствомъ.

Конструкція третьяго водослива не выдерживаетъ ни-

какой критики; какъ справедливо отмѣтилъ преемникъ инженера Поклевскаго, инженеръ Андреевъ, конструкція фашинъ, залитыхъ бетономъ, совершенно непонятна: въ ней фашины теряютъ свое наиболѣе цѣнное качество—гибкость, а бетонъ—прочность. Конечно, сооруженія такой конструкціи совершенно не могли противодѣйствовать напору воды снизу, благодаря своему незначительному вѣсу, и облегчали проходъ воды подъ свое основаніе.

Слѣдуетъ ли считать работы инженера Поклевскаго техническимъ lapsus'омъ? Отнюдь нѣтъ. Ихъ возможно было исправить, какъ на то указывали и иностранные инженеры, а идея орошенія всего Мервскаго оазиса и утилизаціи созданнаго подпора, какъ для правобережнаго, такъ и лѣвобережнаго каналовъ, была утеряна послѣдующими дѣятелями, и объ этомъ слѣдуетъ глубоко жалѣть.

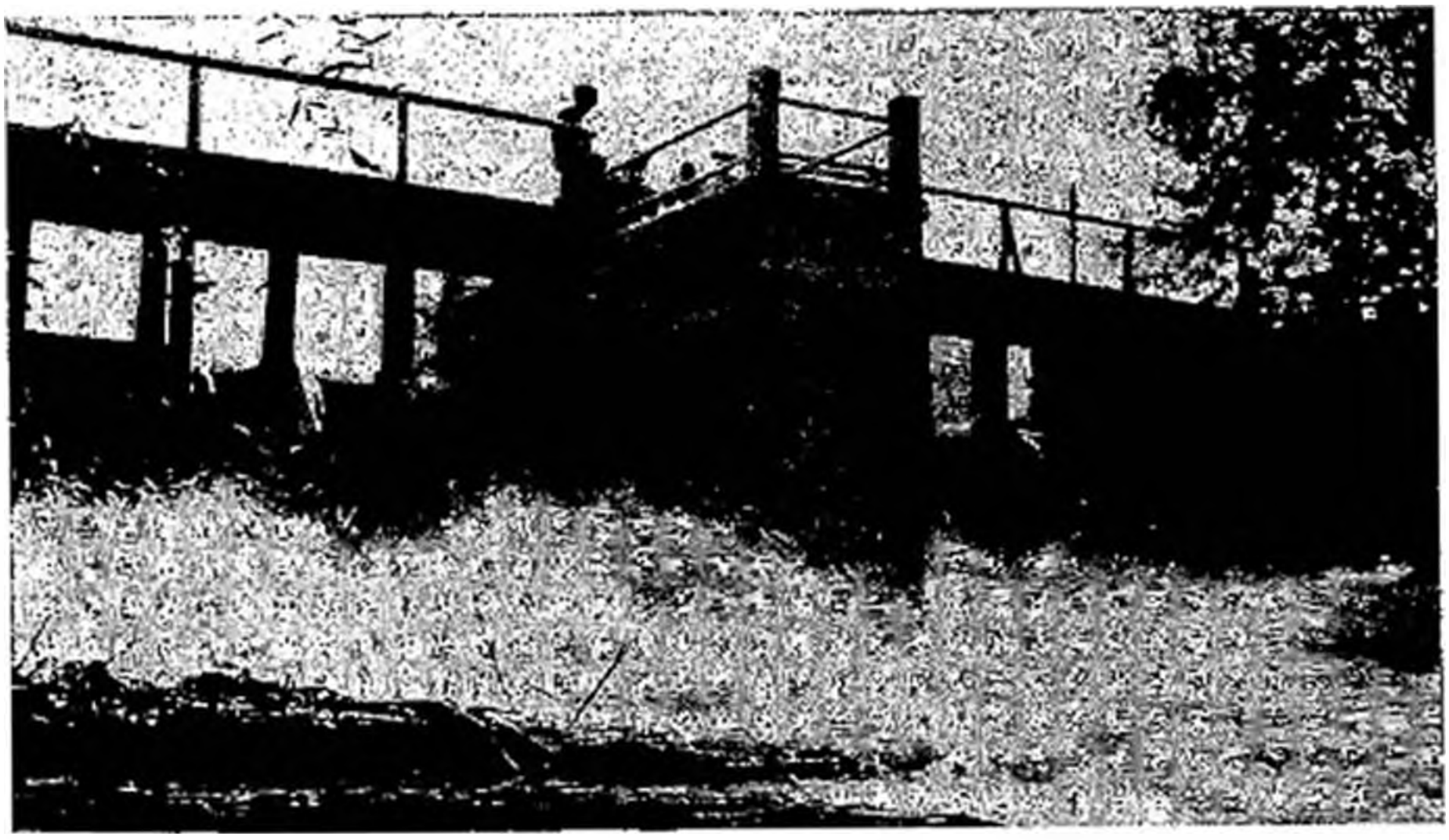
Монкриффъ и Коттаръ дали весьма лестный отзывъ о сооруженіяхъ, несмотря на то, что несчастіе произошло во время ихъ пребыванія въ краѣ.

Слѣдуетъ признать, какъ показалъ опытъ, что гидравлическая известь и бетонъ Куанье явились матеріаломъ дешевымъ, вполнѣ пригоднымъ для подводныхъ частей сооруженій, не подверженныхъ рѣзкимъ колебаніямъ температуры и влажности, и такіе выводы можно сдѣлать при крайне первобытныхъ способахъ выработки гидравлической извести; нѣтъ сомнѣнія, что, при болѣе совершенномъ производствѣ, продуктъ могъ быть значительно улучшенъ.

Кирпичъ, примѣняемый при постройкѣ, китайскій и просто лессовый, жадно поглощалъ влагу; такъ какъ на всѣхъ частяхъ, покрытыхъ водой и впослѣдствіи обнаженныхъ, онъ лопался. Китайскій—лопался мелкими, острыми осколками. Инженеръ Андреевъ полагалъ, что въ виду того, что древній кирпичъ въ постройкахъ сохранился отлично, неудовлетворительныя качества его въ постройкахъ Поклевскаго слѣдуетъ видѣть въ неправильно выбранномъ



Плотина Каушутъ-Ханъ-бентъ.



Водосливъ плотины Каушутъ-Ханъ-бентъ.

размѣрѣ: древній кирпичъ имѣлъ значительно меньшую толщину—1¼ вершк., чѣмъ, повидимому, достигался его лучшій обжигъ.

Что касается кирпича изъ лесса, то, какъ показалъ дальнѣйшій опытъ имѣнія, онъ является вполнѣ удовлетворительнымъ матеріаломъ для гидротехническихъ сооруженій.

Работы инженера Андреева.

Послѣ катастрофы инженера Поклевскаго смѣнилъ инженеръ Андреевъ.

Положенія и матеріалы, легшіе въ основаніе предположеній Андреева.

Въ основаніе своего проекта инженеръ Андреевъ положилъ тезисы:

1. Получить воду для орошенія Государева Имѣнія, совершенно излишнюю для туземнаго орошенія.

2. Отнюдь не касаясь туземныхъ полей, производить улучшеніе ирригаціи, чтобы воспользоваться водой, которая при существующей системѣ приноситъ только вредъ мѣстной культурѣ.

Обоснованіемъ перваго пункта онъ считаетъ, что количество воды въ Мургабѣ въ апрѣлѣ, маѣ и даже іюнѣ превышаетъ потребности въ ней туземнаго населенія. Эти избытки вмѣстѣ съ зимней водой онъ исчисляетъ въ 40.000.000 куб. саж. въ годъ. Для сбереженія излишней воды инженеръ Андреевъ проектировалъ устройство четырехъ водохранилищъ, а именно: Казыклы-бентскаго, Султанъ-бентскаго, Іолотанскаго и Каушутъ-Ханъ-бентскаго, причемъ головные регуляторы магистральныхъ каналовъ располагалъ у второго и четвертаго водохранилищъ; остальныя же два проектировалъ, какъ подспорье нижележащимъ резервуарамъ. Кромѣ упомянутыхъ водохранилищъ, Андреевъ проектировалъ еще водохранилища въ оврагѣ старорѣчья—у Гиндыкуша [1]).

---

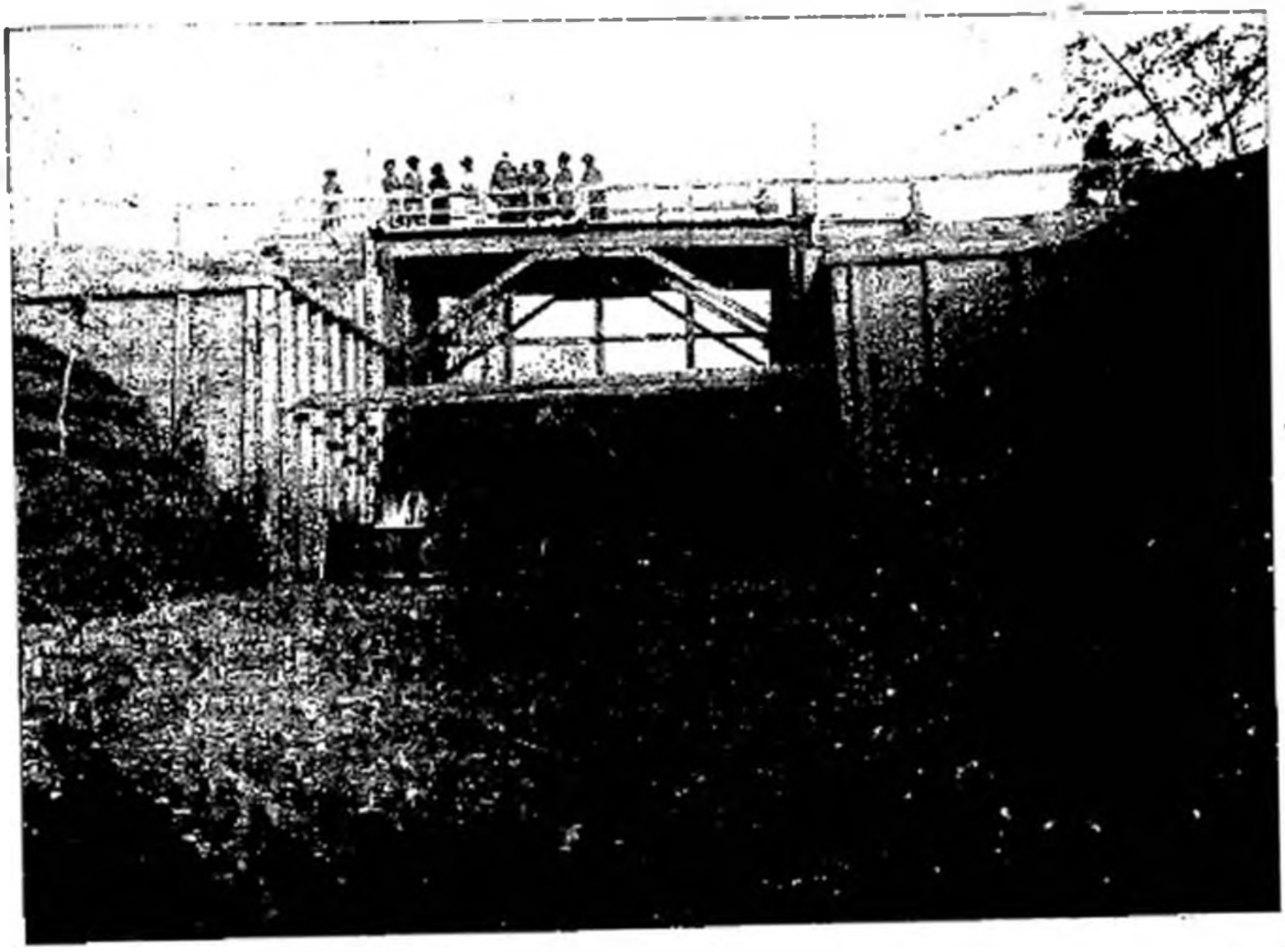
[1]) Мысль эта высказана Монкриффомъ и Коттарсмъ.

Въ своихъ предположеніяхъ инженеръ Андреевъ базировался на значительно болѣе серьезномъ матеріалѣ, чѣмъ его предшественникъ: на произведенныхъ имъ изысканіяхъ. Велись наблюденія надъ расходами рѣки, наносами и потерями отъ испаренія и фильтраціи. Расходы рѣки опредѣлялись вертушкой и, въ общемъ довольно близки къ дѣйствительности.

Наблюденія надъ количествомъ проносимыхъ рѣкою наносовъ велись инженеромъ Андреевымъ довольно грубо: вода бралась съ поверхности и отстаивалась въ мензуркѣ съ дѣленіями. Наибольшее наблюдаемое имъ количество наносовъ падало на весеннее половодье и доходило до 3% по объему.

Наблюденія надъ величиной испаренія съ поверхности воды велись инженеромъ Андреевымъ помощью блюдца отъ обычнаго эвапорометра, каковое было врѣзано въ плотикъ такъ, что при спускѣ плотика на воду дно блюдца находилось въ водѣ. Величины полученнаго имъ испаренія для мая—6,5 м. м. въ сутки, для іюня—7,9 м./м., для іюля—7,/8 м./м., августа—6,8 м./м., сентября—4,9 м./м., октября—1,9 м./м., ноября—1,3 м./м., декабря—0,7 м./м. Полученныя данныя приводятся инженеромъ Андреевымъ, какъ доказательство незначительныхъ потерь на испареніе въ водохранилищахъ. Между тѣмъ потери отъ испаренія въ текучей водѣ, въ узкомъ руслѣ съ высокими берегами, гдѣ вода постоянно перемѣшивается и защищена отъ вѣтровъ, совершенно иныя, чѣмъ въ водоемахъ со стоячей водой, широко открытыхъ дѣйствію вѣтровъ, что подтвердили изслѣдованія 1907—1909 годовъ инженера Максимова.

Потери отъ фильтраціи инженеромъ Андреевымъ наблюдались на рѣкѣ и на каналѣ Ханы-Ябъ, питающемъ Іолотанскій оазисъ. Полученныя имъ величины потерь для Мургаба въ маѣ—0,06%, іюнѣ—0,06% и іюлѣ—0,05% не показываютъ характернаго увеличенія потерь въ рѣкѣ при



Плотина Эгри-Гюзаръ-бентъ.



Царскій каналъ.

подъемѣ горизонта, что отмѣчено и самимъ инженеромъ Андреевымъ, и что показали данныя изслѣдованій съ 1907—1909 г.г. Потери въ каналѣ Ханы-Ябъ опредѣлены въ 0,1% на версту

Данныя эти получены изъ 2-хъ наблюденій: въ одномъ случаѣ при разстояніи между пунктами наблюденія въ 25 верстъ и начальномъ расходѣ въ 1,09 саж.^{3}/сек. получилась убыль расхода 0,02 саж.^{3}/сек., или менѣе 2% отъ расхода, во второмъ—при разстояніи между пунктами наблюденія въ 30 верстъ, начальномъ расходѣ 0,55 саж.^{3}/сек. получилась разность въ 0,02 саж.^{3}/сек., или въ 3,64%.

Какъ можно видѣть, оба наблюденія находятся въ предѣлахъ возможныхъ ошибокъ при измѣреніи расходовъ вертушкой, тѣмъ болѣе старой системы Вольтмана, и выводы изъ нихъ никоимъ образомъ не могутъ считаться сколько нибудь достовѣрными. Между тѣмъ данныя инженера Андреева вошли въ литературу, на нихъ ссылаются, совершенно не разбираясь въ ихъ цѣнности.

Сравнивая полученныя данныя о потеряхъ на фильтрацію съ данными другихъ мѣстностей, инженеръ Андреевъ подчеркиваетъ малыя величины ихъ для долины Мургаба и объясняетъ это явленіе свойствами лесса, близкаго глинѣ, и быстрымъ заиленіемъ откосовъ и дна канала. Нельзя здѣсь не отмѣтить, что инженеромъ Андреевымъ не были учтены нѣсколько иныя условія, въ коихъ будетъ находиться ирригаціонная сѣть, питаемая изъ водохранилищъ, и неправильно приведено сравненіе Мургабскаго „лесса“ съ глиной. Какъ показали изслѣдованія 1907—1909 гг., почвы долины весьма разнообразны, но въ общемъ содержатъ въ себѣ значительное количество песку и являются крайне проницаемыми, благодаря чему, если въ нихъ и можно ожидать малыхъ потерь отъ фильтраціи, то только при условіи ихъ сильнаго заиленія (кольматажа), каковое имѣло мѣсто въ каналѣ Ханы-Ябъ; но при водѣ,

отстсенной въ водохранилищахъ, питающей новую сѣть, если заиленіе и будетъ происходить, то въ крайне незначительныхъ размѣрахъ. Дальнѣйшій ирригаціонный опытъ имѣнія показалъ, что потери отъ фильтраціи въ каналахъ сѣти имѣнія громадны.

Вопроса о содержаніи въ водѣ растворенныхъ солей инженеръ Андреевъ совершенно не касался.

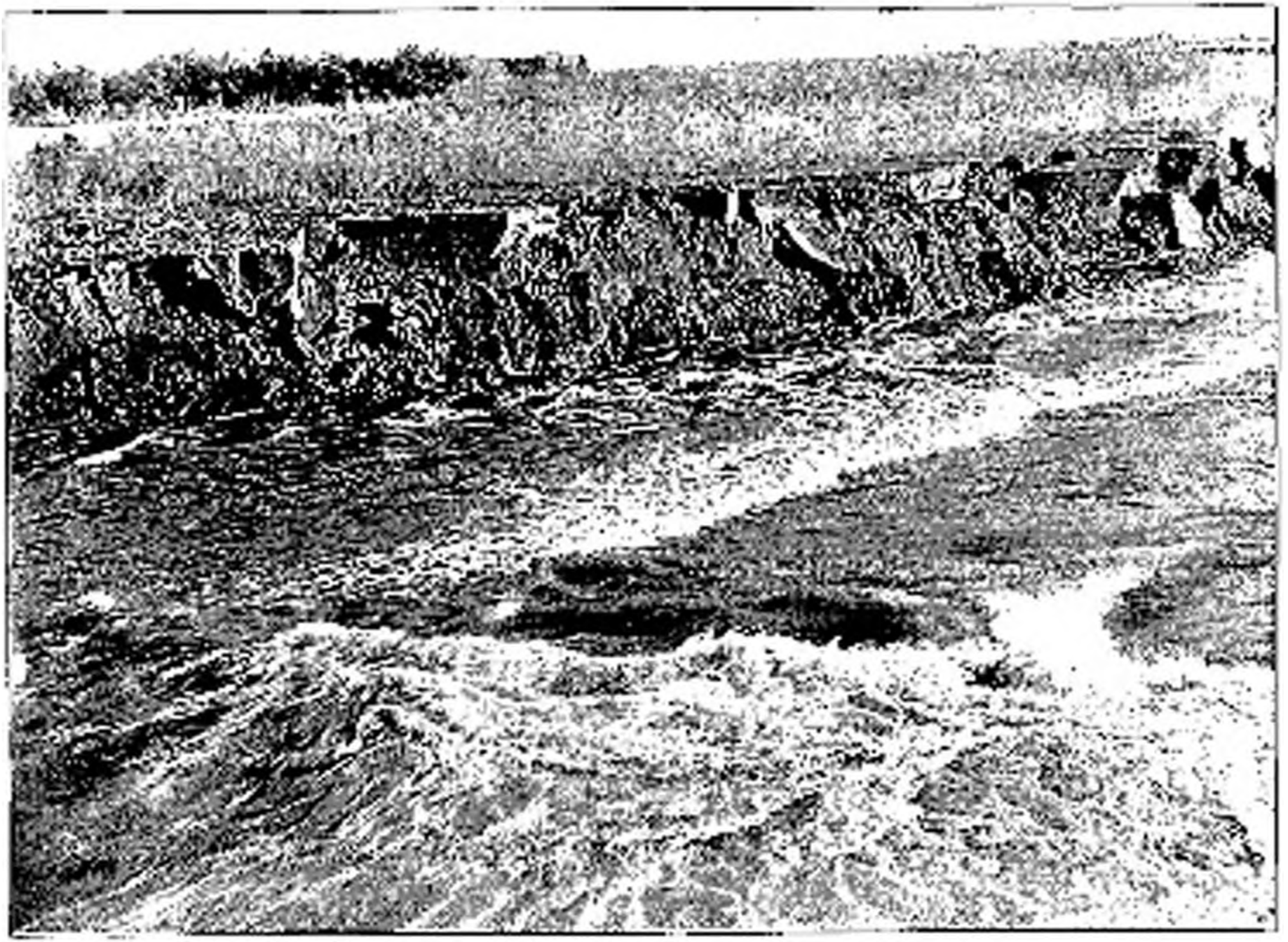
Въ вопросѣ о борьбѣ съ заиленіемъ будущихъ водохранилищъ инженеръ Андреевъ ограничился теоретическимъ подсчетомъ, которымъ пытался доказать возможность промыва ихъ попусками воды изъ вышележащихъ водохранилищъ. На самомъ дѣлѣ явленіе это заслуживало гораздо большаго вниманія, и, какъ видно изъ фотографіи, рисующей попытку промыва Гиндыкушскаго водохранилища, происходитъ въ ограниченномъ руслѣ. Быстрое заростаніе заиленныхъ мѣстъ въ водохранилищахъ тамарискомъ, кустарникомъ съ чрезвычайно глубокими корнями, еще болѣе затрудняетъ явленіе размыва.

Въ отношеніи количествъ воды, потребной на поливъ десятины, инженеръ Андреевъ опирался на опыты, произведенные въ имѣніи Черноглазовымъ въ теченіе 4-хъ лѣтъ. Опыты произвсдились на выбранныхъ участкахъ и дали слѣдующія цифры:

Джугара	за 5 пол.	израсходовано	410 кб. с.
Хлопокъ	3 „	„	510 „ „
Пшеница	2 „	„	214 „ „
Кунжутъ	4 „	„	384 „ „
Люцерна	5—7	„	550—770 кб. с.

Расходы воды даны *безъ потерь по пути.*

Потери по пути были учтены Андрсевымъ по наблюденіямъ надъ арыкомъ Ханы-Ябъ и исчислены въ 0,1% на версту. Принимая среднюю длину пути воды до поля въ



Характеръ размывовъ береговъ и мѣра сохранности при быстромъ откосѣ Гандыкушской плотины.

43 версты, онъ исчислялъ всѣ потери въ каналахъ въ 4,3% отъ расхода въ головѣ. Какъ показалъ опытъ имѣнія, потери эти слѣдуетъ считать около 50% отъ расхода въ головѣ, или выше, чѣмъ принялъ Андреевъ, въ *11,6 раза*.

Проектъ инженера Андреева.

Въ первую очередь къ исполненію было предположено Султанъ-бентское водохранилище. Инженеръ Андреевъ уже не задавался широкою цѣлью орошенія всѣхъ земель Мервскаго оазиса, почему и въ основаніе проекта Султанъ-бентской плотины имъ была положена мысль возможно полнѣе использовать образовавшійся выше плотины резервуаръ воды. Для этой цѣли порогъ плотины имъ былъ понижелъ на сажень противъ проекта Поклевскаго, отмѣтка же горизонта воды въ водохранилищѣ повышена на 0,50 саж. Благодаря этимъ измѣненіямъ изъ водохранилища предполагалось пользоваться слоемъ въ $3^1/_2$ саж. вмѣсто 2 саж., предположенныхъ у Поклевскаго. Плотина проектировалась изъ 12 отверстій, въ 0,93 саж. шириною каждое. Отверстія группировались по три, для чего въ плотинѣ были проектированы три коренныхъ быка толщиною каждый въ 1,00 саж.; между ними были проектированы желѣзныя стойки для опоры щитовъ. Общая длина плотины между устоями 16,72 саж. Устои имѣли высоту 4,30 саж. Отверстія закрывались въ нижней части желѣзными щитами на высоту 1,3 саж., въ верхней—шандорами. Маневрированіе щитами предположено было помощью крана. Максимальный подпоръ отъ щитовъ 3,5 саж.; общая высота плотины надъ дномъ рѣки 4,70 саж..

На 2.300 саж. ниже отъ Султанъ-бентской плотины инженеръ Андреевъ проектировалъ, такъ называемую, Мургабскую плотину. Главное назначеніе ея уменьшить напоръ на Султанъ-бентскую плотину путемъ образованія нижняго бьефа. Объемъ, полученный такимъ образомъ въ Султанъ-бентскомъ водохранилищѣ, инженеръ Андреевъ исчислялъ въ 7.500.000 куб. саж..

По проекту предполагалось путемъ сбереженія зимней и частью паводочной воды орошать въ имѣніи около 45.610 дес. хлѣбовъ и 18.333 дес. другихъ культуръ, а всего 63.943 десятины.

Проектъ въ 1892—93 г.г. разсматривался въ комиссіи подъ предсѣдательствомъ инженера генерала-лейтенанта Паукера и не получилъ осуществленія, въ виду возникшихъ по иниціативѣ генерала Куропаткина вопросовъ водопользованія. Генералъ Куропаткинъ считалъ, что воды Мургаба всецѣло принадлежатъ туркменамъ, какъ коренному населенію оазиса.

Въ 1893 году инженеръ Андреевъ составилъ проекты трехъ водохранилищъ въ рѣкѣ и оврагѣ у Гиндыкуша: одного рѣчного и двухъ въ тугаяхъ по правому берегу Мургаба и въ Гиндыкушскомъ оврагѣ на общій объемъ до 2.886.000 кб. с. Послѣдній проектъ былъ осуществленъ въ видѣ опыта.

Гиндыкушскія водохранилища и системы Царскаго канала.

Для образованія водохранилищъ у Гиндыкуша рѣка перегорожена плотиною системы Пуаре, съ напоромъ 4,75 саж., изъ коего 2,75 саж. падаетъ на основаніе и 2 саж. на затворную часть. Затворная часть состоитъ изъ 28 фермъ и закрывается щитами Буле размѣрами 0,50×0,25 саж.. При опущенныхъ фермахъ максимальный расходъ водослива составляетъ 52 кб. саж./сек..

Тѣло плотины и устои сдѣланы изъ бетона. Песокъ для раствора доставлялся изъ бархановъ за 10 вер. Песокъ очень мелкій, количество пустотъ въ немъ отъ 38% до 40%. Кладка производилась частью на цементномъ растворѣ Новороссійскаго завода, частью на растворѣ изъ гидравлической извести, приготовляемой на мѣстѣ. Бетонъ приготовлялся въ бетоньеркахъ, при кирпичномъ щебнѣ, съ механическимъ приводомъ отъ паровой машины. Къ гидравлическому раствору добавлялась цемянка.

Слой бетона подъ полами сдѣланъ на гранитномъ

щебнѣ, полученномъ отъ обтески камня или брака изъ штучныхъ камней самаркандскаго гранита, коими были облицованы ступени и лицевыя стѣны устоевъ въ предѣлахъ движенія воды. Стоимость квадратной сажени облицовки при толщинѣ ея въ 1/2 аршина выражалась въ 250 руб.. Другія части бетона облицовывались кирпичемъ, обожженнымъ по китайскому способу.

Въ первоначально исполненномъ сооруженіи понурой части не было. Передъ водобойной частью, ниже ея и въ концѣ водосливной части забиты шпунтовые ряды. Шпунты водобойной части продолжены въ обѣ стороны до конца крыльевъ. Вдоль устоевъ также забиты шпунтовые ряды. Шпунтовыя сваи вначалѣ забивались до глубины 1,60 саж. ручными копрами и добивались до глубины 2,10—2,40 саж. паровымъ копромъ системы инженера Арцишъ. Сваи передъ забивкой, въ виду крайняго ихъ высыханія, размачивались въ водѣ. Забивка на глубину болѣе 2-хъ саж. представлялась крайне затруднительной, отчего успѣхъ работъ былъ невеликъ.

Металлическія фермы были изготовлены на Путиловскомъ заводѣ; другія менѣе громоздкія части приготовлялись въ мѣстныхъ мастерскихъ.

Лѣсъ доставлялся изъ удѣльныхъ дачъ Симбирской губерніи. Стоимость 13 арш. 6-вершковаго бревна съ доставкой къ мѣсту работъ обходилась около 14 рублей.

Водосливная часть первоначально состояла изъ 4-хъ ступеней въ 0,5 саж. высотою и 2 саж. шириной каждая. Флютбетъ на ширину 2-хъ саженей отъ верхового обрѣза одѣтъ самаркандскимъ гранитомъ, а ниже досками по ростверку, заложенному въ бетонъ.

Рисберма вначалѣ была построена фашинная: основаніе ея изъ тяжелыхъ фашинъ, а откосы обдѣланы однокомельной фашинной кладкой. Фашинныя работы производились изъ мѣстнаго кустарника, гребенщика, въ сыромъ видѣ тону-

цаго въ водѣ. Связку прутяныхъ канатовъ, фашинныхъ тюфяковъ и тяжелыхъ фашинъ приходилось, за отсутствіемъ пригоднаго для этой цѣли ивняка, дѣлать изъ желѣзной оцинкованной проволоки: по мѣстнымъ условіямъ смоляная веревка и проволока были въ одной цѣнѣ. Тюфяки загружались кирпичемъ, добываемымъ изъ развалинъ.

Весенній паводокъ въ 1896 году въ 17 куб. саж./сек. разрушилъ рисберму и размылъ грунтъ передъ плотиной. Временное исправленіе было сдѣлано подъ защитою щитовъ, причемъ три раза въ сутки приходилось спускать воду изъ водохранилища. Вынесенная часть рисбермы была замѣнена тяжелыми фашинами, наброской изъ гранита и бетонныхъ массивовъ. Причина размыва заключалась въ недостаточномъ отношеніи высоты ступеней въ водосливной части къ ихъ ширинѣ (1:4) въ высокую воду. При заложенномъ нижнемъ рядѣ щитовъ, вода шла сплошнымъ потокомъ безъ перепадовъ и всею силою била въ рисберму. При открытыхъ щитахъ, вслѣдствіе отсутствія понурой части, подмывъ происходилъ и впереди сооруженія; образовавшаяся яма глубиною до 2-хъ саженей была забросана мѣшками съ землей и бетонными массивами.

При исправленіи была добавлена пятая массивная бетонная ступень, фашинная обдѣлка береговъ была замѣнена кирпичной набережной на бетонномъ фундаментѣ, а основаніе рисбермы сдѣлано изъ накидной булыжной кладки толщиною 0,5 саж., заключенной между сваями, по которымъ положены насадки, а по насадкамъ настланъ деревянный полъ изъ пластинъ, уложенныхъ съ промежутками въ $1^1/_2$ вершка. Работы по исправленію производились въ маловодье осенью и зимой, половина расхода рѣки отводилась въ обходъ плотины.

Гиндыкушская плотина строилась на прокопѣ. Послѣ окончанія работъ по ея постройкѣ рѣка была запружена глухой земляной плотиной. Для постройки послѣдней съ

обоихъ береговъ рѣки выдвигали шпунтовые ряды, пока рѣка не была сжата до 8½ саж. ширины. Шпунтовая линія подъ земляной плотиной являлась продолженіемъ верхняго ряда Гиндыкушской каменной плотины, въ лѣвый берегъ рѣки она была врѣзана на 3—4 сажени. Сжатое русло рѣки было закрыто фашинной плотиной, выше и ниже которой была сдѣлана земляная присыпка.

Фашинная запруда дѣлалась слѣдующимъ образомъ: на дно рѣки были уложены фашинные тюфяки общей длиною по теченію 15 саж. и шириною около 5 саж.. На нихъ спускались тяжелыя фашины длиною около 3 саж., толщиною въ діаметрѣ 0,50 саж.. Фашины связывались между собою и привязывались къ береговымъ сваямъ проволокою; кромѣ того, гдѣ возможно, пришивались длинными прочными кольями. Всѣхъ фашинъ пошло до 800 штукъ. Въ сопряженіи фашинъ съ берегами были забиты шпунтовыя сваи. Послѣ закрытія рѣки и пропуска ея черезъ каменный водосливъ, поверхъ сдѣланной части плотины была насыпана дамба до отмѣтки мостика на фермахъ Пуаре.

Постройка плотины была закончена къ 15 іюля 1899 года уже безъ участія инженера Андреева, который въ 1894 году, по болѣзни, принужденъ былъ уйти съ работъ и въ концѣ 1895 года умеръ отъ скоротечной чахотки.

Окончаніе работы по смерти инженера Андреева.

Для орошенія имѣнія отъ Гиндыкушскаго водохранилища беретъ начало магистральный каналъ „Царскій“, на которомъ расположены два остальныхъ Гиндыкушскихъ водохранилища.

Первый регуляторъ канала построенъ въ глубокой (до 7½ саж.) выемкѣ и состоитъ изъ двухъ пролетовъ по 1,00 саж. каждый, раздѣленныхъ быкомъ толщиною въ 1,00 саж.. Отверстія въ регуляторѣ закрываются двойными щитами, двигающимися въ одной желѣзной рамѣ. При подъемѣ верхній щитъ упирается въ желѣзную раму и поднимаетъ ее за собой вмѣстѣ съ нижнимъ щитомъ. По-

рогъ регулятора расположенъ на 0,65 саж. ниже порога плотины. Напоръ на щиты около 3-хъ саж.. Флютбетъ горизонтальный и одѣтъ досками. Толщина бетоннаго массива подъ средней частью 1,00 саж., съ верховой же и низовой сторонъ до 1,50 саж. Вдоль всего регулятора забитъ шпунтовый рядъ. Ими же отдѣлены и устои отъ пролетной части. Рисберма первоначально была сдѣлана изъ тяжелыхъ фашинъ, затѣмъ передѣлана на каменную. Регуляторъ построенъ изъ бетонной кладки, за исключеніемъ промежуточнаго быка. Послѣдній построенъ изъ кирпичной кладки на цементномъ растворѣ. Флютбетъ и часть береговыхъ устоевъ построены на цементномъ растворѣ, верхнія части устоевъ на гидравлической извести.

Пройдя глубокой выемкой около 600 саж. ниже регулятора, Царскій каналъ входитъ въ первое водохранилище въ оврагѣ Гиндыкушъ. Работа по выкопкѣ этой части канала первоначально производилась кетменями (кирки-лопаты), которыми грунтъ разрубался на комья. Выбрасываніе земли на недалекое разстояніе производилось при помощи тѣхъ же кетменей, а на болѣе далекое разстояніе обыкновенными желѣзными лопатами. Отвозка земли производилась на разстояніе до 20 саж. сартовскими тачками, поднимающими отъ 3-хъ до 5-ти пудовъ земли. На болѣе значительное разстояніе земля отвозилась на азіатскихъ арбахъ или по дековилевской дорогѣ. Для перевозки земли пользовались отчасти и верблюдами, къ которымъ привязывали легкія цементныя бочки. Выбитое дно бочки замѣняли бездоннымъ мѣшкомъ, который завязывался при нагрузкѣ землею и развязывался при выгрузкѣ. Въ виду выяснившейся огромной стоимости работъ по постройкѣ канала въ 6-ти саж. выемкѣ въ твердомъ лессовомъ грунтѣ изложеннымъ способомъ, при легкой размываемости лесса, работы продолжались помощью размыва.

Первоначально для опыта былъ установленъ насосъ на расходъ 0.02 кб. саж./сек., поднимающій воду изъ рѣки Мургаба на высоту 5.00 саж.: вода подводилась къ каналу узкой канавой. Насосомъ удалось отмыть лишь концы канала на длину около 80 саж. при большомъ ихъ уклонѣ и отчасти смочить грунтъ, послѣ чего выработка его пошла значительно легче. Послѣдующая выемка производилась слоями: верхній слой до 2½ саж. разрабатывался съ отбросомъ грунта въ бермы, дальнѣйшая работа велась при отвозкѣ грунта большими караванами верблюдовъ съ бочками, въ которыхъ земля отвозилась въ дамбу, сопрягающую Гиндыкушскую плотину съ высокими берегами. Отвозка нижняго слоя производилась на вагонеткахъ по дековилевской жел. дор. Работа въ длинной узкой траншеѣ, шириною по дну около одной сажени, затруднялась тѣмъ, что благодаря прослойкамъ песку въ нижней части выемки и смоченности грунта происходили оползни и обвалы. Пришлось увеличить откосы до половинныхъ. Вообще работы велись въ опасныхъ условіяхъ.

Въ февралѣ мѣсяцѣ 1895 г. черезъ регуляторъ была пущена вода съ расходомъ, постепенно доводимымъ до 2½ куб. саж./сек. при уклонѣ въ 0,002; вода весьма быстро размыла каналъ въ ширину понизу до 15 саж. и поверху до 25 саж., увеличивъ и общую глубину канала до 7 саж. Обвалы, доходившіе въ отдѣльныхъ мѣстахъ до 50 куб. саж., быстро размывались водой. Дальнѣйшее движеніе воды для размыва было прекращено. Вода, насыщенная грунтомъ, спускалась въ Мургабъ.

Послѣ окончанія работъ по выемкѣ было приступлено къ устройству земляныхъ дамбъ въ береговыхъ водохранилищахъ. При насыпкѣ дамбъ, въ виду крайней сухости грунта, лесса и неспособности его уплотняться при трамбованіи въ сухомъ видѣ, его смачивали. Для этого образовывали площадку, обносили ее валиками и заливали водой.

Иногда дѣлали поливку водой настолько, чтобы возможно было укатать грунтъ, либо затрамбовать его. Первый способъ далъ лучшіе результаты, причемъ послѣдующую засыпку дѣлали прямо въ воду. При раскопкѣ устроенная такимъ образомъ дамба оказалась крайне плотной и однородной. Передъ насыпкой дамбы верхній слой растительной земли съ корнями травъ и растеній снимался. Среднее водохранилище отдѣлено отъ Мургаба 7-мью участками дамбъ, всего на протяженіи около 3-хъ верстъ. Нижнее водохранилище имѣетъ замыкающихъ дамбъ 2 — общею длиною въ 268 саж. и три береговыхъ длиною въ 3 версты 300 саж. Наибольшая высота дамбъ 4,83 саж.. Ширина ихъ поверху около 8,15 саж.. Откосъ въ водѣ двойной, выше горизонта и наружу полуторный. Для лучшаго сопряженія съ грунтомъ въ послѣднемъ сдѣлана траншея. Выемка подъ дамбу дѣлалась уступами въ 0,15, 0,30 и 0,50 саж. Дамбы, насыпанныя безъ полива, даже при незначительныхъ напорахъ не удовлетворяли своему назначенію.

При постройкѣ, такъ называемыхъ, средней и нижней плотинъ, отдѣляющихъ среднее водохранилище отъ нижняго и нижнее водохранилище отъ Царскаго канала, обнаружилась невозможность забивки шпунтовыхъ свай въ сухой грунтъ глубже чѣмъ на 0,66 саж.. Подъ дамбу былъ выкопанъ кюветъ, въ части котораго былъ забитъ шпунтъ на глубину въ 0,66 саж., часть его была заполнена тщательно утрамбованной землей. Подъ основаніемъ регуляторовъ № 2 и № 3 были забиты круглыя сваи на глубину до $1^1/_2$ саж.. Каменныя части регулятора № 3 согласно проекта были углублены въ грунтъ на $1^1/_2$ саж.. Регуляторъ же № 2 былъ углубленъ лишь на 0,40—0,60 саж. и то въ мѣстахъ перемычекъ.

Послѣ пропуска воды и образованія верхняго горизонта грунтовыхъ водъ во второмъ регуляторѣ обнаружи-

лись перекрестныя трещины; устои разошлись на 0,66 мм., потомъ трещины были обнаружены и въ нижней части береговыхъ устоевъ. Въ виду появившихся трещинъ подпоръ на регуляторѣ былъ уменьшенъ на 1,00 саж. (вмѣсто 1,49 саж. остановились на 0,50 саж. [1]).

Царскій каналъ, являющійся магистральнымъ для сѣти, былъ запроектированъ во время производства работъ по устройству водохранилищъ. Въ виду низкаго расположенія порога головного регулятора каналъ пришлось провести весьма низко относительно окружающей мѣстности, что крайне невыгодно отразилось на всей сѣти; съ самаго же начала пришлось строить въ каналѣ подпорныя сооруженія. Рабочими при постройкѣ канала были туземцы. Полная длина канала около 24 1/2 верстъ. Первоначально, принимая слишкомъ низкій модуль, ему были даны недостаточные размѣры: ширина по дну 1,00 саж., одиночные откосы, глубина воды въ 0,55 саж., уклонъ въ головной части 0,00014; наибольшій расходъ канала не превосходилъ 0,30 кб. саж./сек.. Въ послѣдующіе годы жизни имѣнія каналъ уширялся, и откосы его замѣняли полуторными для увеличенія его пропускной способности. Изъ сооруженій на немъ интересно отмѣтить регуляторъ № 4, построенный въ 5-ти верстахъ ниже 3-го регулятора, который соединенъ съ водосбросомъ черезъ оврагъ Гатынъ-Доре въ Мургабъ. Водосбросъ этотъ имѣлъ свое назначеніе служить для промывки водохранилищъ отъ наносовъ. Въ виду недоразумѣній съ администраціей уѣзда, роль свою онъ исполнялъ недолго.

Первоначально регуляторы строились деревянными и впослѣдствіи были замѣнены каменными.

Въ мѣстахъ отвѣтвленій мелкихъ каналовъ устроены каменные распредѣлители, которые имѣютъ въ планѣ самый

---

[1]) При осуществленномъ въ послѣдніе годы подъемѣ воды въ водохранилищахъ регуляторъ былъ укрѣпленъ контрфорсами.

разнообразный видъ. Почти въ каждомъ распредѣлителѣ устроены пороги. Распредѣлители сложены изъ кирпича на растворѣ 1 : 3 и 1 : 4.

Каналомъ, на которомъ до нѣкоторой степени воспользовались опытомъ предыдущаго строительства, считаютъ каналъ № 16. Онъ былъ прорытъ въ 1902 и 1903 годахъ. Головное сооруженіе его находилось на 5-мъ каналѣ въ 3½ верстахъ отъ 5-го регулятора.

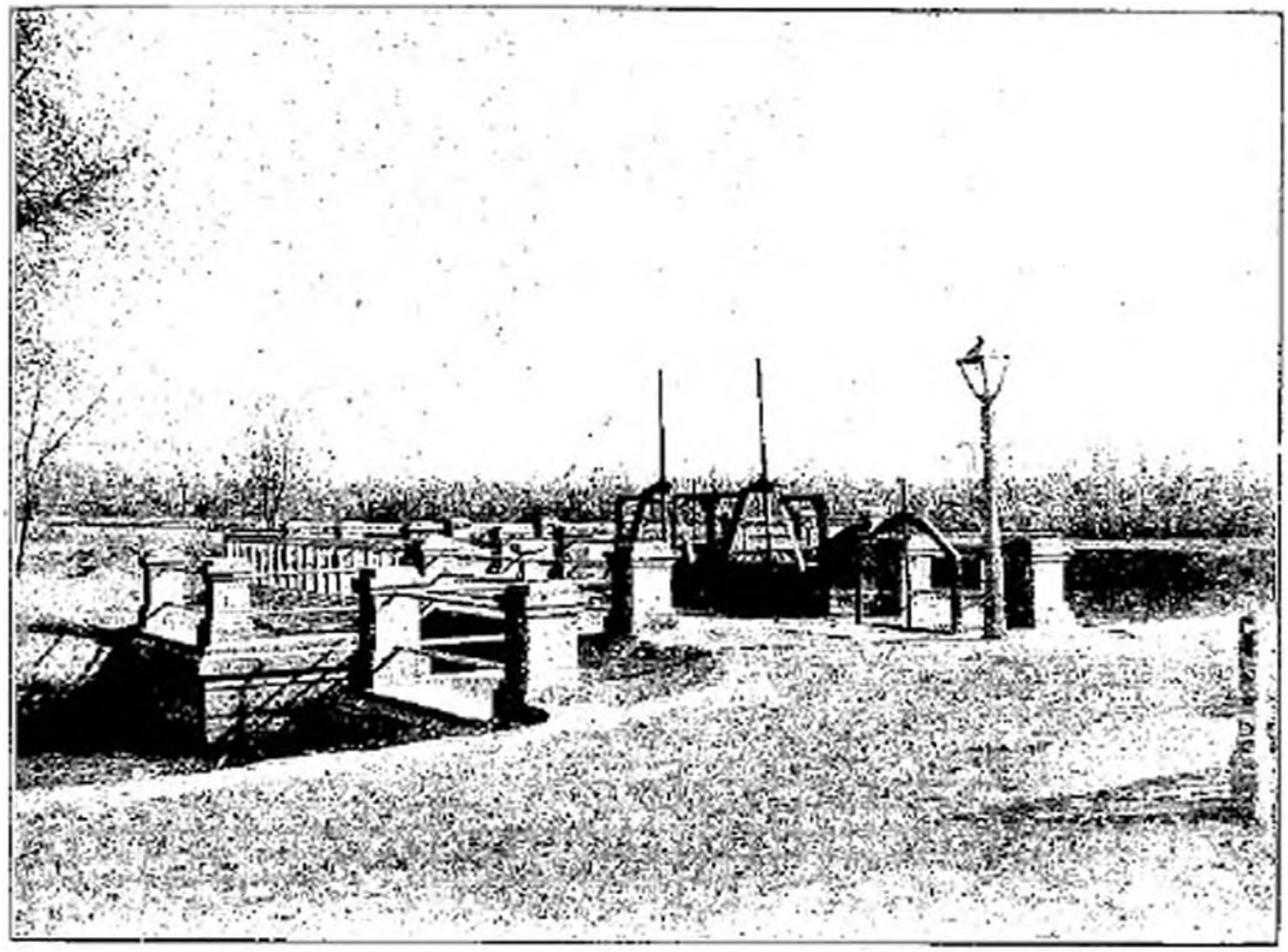
Каналъ прошелъ по возвышенному мѣсту почти параллельно 5-му каналу за Средне-Азіатской жел. дор. Дорогу онъ пересѣкаетъ каменнымъ сифономъ, далѣе раздѣляется на нѣсколько мелкихъ каналовъ. Полная длина канала около 16 верстъ, откосы полуторные, глубина воды 0,60, уклонъ канала 0,0002, расходъ 0,50 кб. саж./сек. На каналѣ 11 сооруженій. на боковыхъ распредѣлителяхъ построено 18 регуляторовъ. Примѣрами конструкцій регуляторовъ могутъ служить регуляторъ № 5, на расходъ около 0,8—0.9 кб. саж./сек., на Царскомъ каналѣ и тройной регуляторъ на перекопѣ для соединенія канала № 17 и № 19 на расходъ около 0.5 кб. саж./сек..

Оба регулятора, въ особенности второй, даютъ впечатлѣніе слишкомъ тяжелыхъ конструкцій. Должно отмѣтить, что регуляторъ № 5, выстроенный около 1900—1901 г.г., является болѣе облегченнымъ типомъ, чѣмъ построенные ранѣе его регуляторы № 1, № 2, № 3 и № 4.

Интересно лишь обратить вниманіе на вполнѣ удовлетворительную работу обожженнаго кирпича изъ лесса, работающаго уже въ теченіе 15—20 лѣтъ, правда съ ремонтомъ, но не выходящимъ изъ ряда, обычно встрѣчаемаго.

Нѣкоторые выводы изъ работъ по проектамъ инженера Андреева.

Подводя итоги, можно сказать, что до 1907 г. ни одинъ изъ проектовъ, задуманныхъ инженерами Поклевскимъ и Андреевымъ не былъ осуществленъ въ полной мѣрѣ. Призракъ несчастья на работахъ Поклеевскаго сузилъ размахъ



Регуляторъ № 4 на Царскомъ каналѣ.



Типы туркменъ.

работъ до размѣра Гиндыкушскаго опыта орошенія 6000—8000 десятинъ.

Опытъ этотъ нельзя назвать удачнымъ: черезъ 13 лѣтъ рѣчное водохранилище заилилось окончательно, среднее на каналѣ—также. Осталось лишь нижнее водохранилище, которое, наполняясь чистой отстоенной водой, теряетъ ея гораздо болѣе, чѣмъ сохраняетъ. Въ развившемся хозяйствѣ имѣнія опять сталъ ощущаться острый недостатокъ воды; было выработано новое соглашеніе о дѣленіи воды между уѣздомъ и имѣніемъ, каковое приведено выше, и было рѣшено приступить къ работамъ по постройкѣ новыхъ водохранилищъ согласно планамъ инженера Андреева.

Какъ уже указывалось, инженеръ Андреевъ полагалъ построить четыре водохранилища, но разработалъ проектъ лишь Султанъ-бентскаго. Главное Управленіе Удѣловъ не остановилось на проектѣ инженера Андреева и рѣшило его вновь пересмотрѣть, воспользовавшись опытомъ Гиндыкушскаго водохранилища.

Проектныя предположенія инженера С. П. Максимова.

Для пересмотра былъ приглашенъ инженеръ С. П. Максимовъ, который составилъ къ апрѣлю 1906 г. записку съ техническими соображеніями о новыхъ работахъ въ имѣніи. Инженеръ С. П. Максимовъ опредѣлилъ объемъ потребныхъ водохранилищъ въ среднемъ около 18 милліонов куб. саж. для скопленія зимней и весенней воды. На основаніи, главнымъ образомъ, результатовъ изысканій инженера Андреева, онъ полагалъ устроить земляныя—лессовыя плотины, съ водонепроницаемыми желѣзными діафрагмами, причемъ нижняя часть діафрагмы должна была состоять изъ желѣзнаго шпунтового ряда, верхняя—изъ сплошного желѣзнаго листа, толщиною отъ 8 до 12 мм. Въ плотинѣ полагалъ устроить водосливъ, съ порогомъ примѣрно на уровнѣ дна долины р. Мургаба, съ тремя отверстіями по 3,75 саж., закрываемыми щитами Стонея, съ общей пропускной способностью около 40 куб. саж./сек.,

Толщину быковъ принималъ въ 2,25 саж.. Длину понура опредѣлялъ въ 5 саж.. передъ фундаментомъ водобоя проектировалъ желѣзный шпунтъ при средней глубинѣ въ 4,50 саж.. Длину водобойной и водосливной частей принималъ въ 30 саж., при 5-ти уступахъ, съ высотою стѣнки перепада въ нихъ въ 0,9 саж.. Во избѣжаніе трещинъ отъ неравномѣрной осадки и измѣненія температуры, каждый уступъ отдѣлялся отъ послѣдующаго вертикальнымъ швомъ.

Инженеръ С. П. Максимовъ намѣчалъ три плотины: Султанъ-бентскую, Мургабскую и Іолотанскую, но предполагалъ возможнымъ строить лишь двѣ плотины—Султанъ-бентскую и Іолотанскую. Для веденія хозяйства въ имѣніи на 50.000 десятинахъ, при 21.000 дес. орошенной земли, считалъ необходимымъ измѣненіе дѣленія воды между имѣніемъ и уѣздомъ.

Инженеръ С. П. Максимовъ указывалъ, что имѣющіяся данныя по изысканіямъ недостаточны и что необходимо ихъ пополнить, въ частности, наблюденіями надъ испареніемъ и наносами. Свой проектъ считалъ лишь эскизнымъ.

Работы инженера А. М. Валуева.

Разработку детальныхъ проектовъ и постройку новыхъ водохранилищъ принялъ на себя инженеръ А. М. Валуевъ. Въ основу проекта Главное Управленіе Удѣловъ положило орошеніе 50.000 десятинъ, изъ коихъ $^{5}/_{12}$ площади ихъ подъ посѣвы и $^{7}/_{12}$ подъ паръ.

Разработанные инженеромъ А. М. Валуевымъ проекты водохранилищъ поступили на разсмотрѣніе Инженернаго Совѣта Министерства Путей Сообщенія. Проектъ здѣсь въ общемъ подвергся незначительнымъ измѣненіямъ: былъ уменьшенъ пролетъ въ отверстіяхъ плотины до 3-хъ саж. противъ 3,75 саж., въ главномъ регуляторѣ Султанъ-Яба сдѣлано два отверстія противъ одного, одобрена программа дополнительныхъ изысканій для производства дальнѣйшихъ работъ по орошенію Мургабскаго Государева Имѣнія и выясненія мѣръ борьбы съ заиленіемъ водохранилищъ.

Проектъ инженера Валуева въ общемъ является разработкой эскизныхъ предположеній инженера С. П. Максимова, сохраненъ и типъ плотины, системы затворовъ, основные размѣры.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію конструкціи нынѣ уже выстроенныхъ сооруженій интересно выяснить, въ какой мѣрѣ были использованы драгоцѣнныя указанія опыта по постройкѣ Гиндыкушскихъ водохранилищъ. Опытъ далъ два кардинальныхъ указанія: 1) Гиндыкушское водохранилище было выстроено въ 1896 году на объемъ въ 1.200.000 кб. саж., въ 1902 году объемъ его по фактическимъ замѣрамъ оказался равнымъ 666.000 кб. саж., а въ 1905 году составилъ лишь 557.000 кб. саж. 2) Количество воды, потребной для орошенія десятины въ имѣніи, опредѣлилось примѣрно въ 1500 куб. саж. при измѣреніи расхода въ головѣ канала.

Много было говорено по первому вопросу въ Инженерномъ Совѣтѣ, но всѣ разсужденія базировались лишь на приведенныхъ выше данныхъ инженера Андреева и данныхъ объ уменьшеніи Гиндыкушскаго водохранилища. Рѣшающимъ для дѣла являлось лишь положеніе, высказанное представителемъ Удѣловъ, что если 10—14 лѣтъ водохранилища будутъ существовать, то Удѣлы вернутъ затраченный ими на постройку капиталъ, а дальше все же по Султанъ-Ябу будетъ итти вода въ количествѣ до 19.000.000 кб. саж. въ годъ, каковая позволитъ вести и послѣ заиленія водохранилища небольшое хозяйство [1]).

Такими заявленіями вопросъ о постройкѣ былъ рѣшенъ, и совѣщаніе при Инженерномъ Совѣтѣ приняло характеръ техническаго разсмотрѣнія конструкціи сооруженій.

---

[1]) См. докладъ по разсмотрѣнію водохранилищъ д. с. с. Николаи, стр. 32, и журналъ совѣщ. по разсмотрѣнію проекта № 3 отъ 4 мая 1907 г., стр. 5.

Одинокимъ было мнѣніе, высказанное д. ст. с. В. Е. Тимоновымъ въ письмѣ на имя предсѣдателя подкомиссіи д. ст. с. Николаи отъ 26 іюня 1907 г. за № 1094, въ коемъ онъ указывалъ на невозможность постройки новыхъ водохранилищъ безъ выясненія способа борьбы съ заиленіемъ, на дефекты конструкціи, облегчающіе скорѣйшее заиленіе водохранилищъ, недостаточную ея обоснованность и необходимость произвести опыты по расчисткѣ Гиндыкушскаго водохранилища.

Въ заключеніе инженеръ Тимоновъ говоритъ, что онъ находитъ „осуществленіе одобреннаго подкомиссіею къ исполненію проекта сопряженнымъ съ техническимъ и экономическимъ рискомъ, недопустимымъ въ дѣлѣ такой высокой важности, въ которомъ крайне неудачное исполненіе предшествующихъ работъ такого же рода уже нанесло столь глубокій ущербъ престижу русскаго инженернаго строительства".

Рѣшеніе вопроса орошенія земель имѣнія, какъ части общаго вопроса земле- и водопользованія всей долины Мургаба, какъ-то предлагали инженеры Монкриффъ и Коттаръ, въ совѣтѣ не обсуждалось, также какъ и вопросъ о ненормально большомъ потребленіи воды на орошеніе земель имѣнія, который освѣтилъ бы и иную сторону предпріятія по устройству водохранилищъ, а именно, громадныя потери въ нихъ отъ испаренія и фильтраціи.

Переходя къ описанію конструкціи самихъ сооруженій слѣдуетъ отмѣтить, что онѣ не отвѣчаютъ типу, обычно принимаемому для водохранилищъ, на что указывалъ и инженеръ Тимоновъ. Обычно въ водоудержательныхъ плотинахъ различаютъ водоспускную часть, служащую для возможно полнаго использованія объема водохранилища и, отчасти, для удаленія наносовъ, водосливную часть, предохраняющую сооруженія отъ случайнаго переполненія водохранилища и, иногда, водовыпускную часть, каковая въ

данномъ случаѣ имѣла мѣсто въ видѣ канала Султанъ-Ябъ.

Водоспускныя приспособленія располагаются обычно въ наиболѣе пониженной части водохранилища и, по возможности, дѣлаются независимыми отъ водосливной части.

Султанъ-бентская и Іолотанская плотины имѣютъ иной типъ: въ нихъ водоспускъ соединенъ съ водосливомъ, благодаря чему порогъ водоспуска поднятъ на 3,86 саж. надъ днемъ рѣки и образуетъ мертвый объемъ въ водохранилищѣ до 680.000 кб. сж., каковой сразу же обрекается на заиленіе. Повидимому, этого мертваго объема можно было и слѣдовало избѣжать, такъ какъ уменьшеніе глубины водохранилища и потеря въ объемѣ его нежелательны—первое въ отношеніи потерь отъ испаренія и заростанія при значительно меньшей глубинѣ и прогрѣваемости, второе въ силу того, что нынѣ мертвый объемъ могъ быть использованнымъ въ ниже расположенныхъ водохранилищахъ—Іолотанскомъ и Гиндыкушскомъ. Защиту этого подъема въ инженерномъ совѣтѣ нельзя отнести къ удачной: указывали, что пластъ ила, отложившагося выше плотины, будетъ служить какъ бы естественнымъ понуромъ,—что, если не дѣлать подъема порога, давленіе на щиты будетъ слишкомъ велико,—что повышеніе порога желательно, какъ одно изъ средствъ, обезпечивающихъ болѣе равномѣрный притокъ къ водосливу воды изъ водохранилища и, наконецъ, указывали на большую стоимость сооруженія при пониженномъ порогѣ.

Первое возраженіе было совершенно правильно опровергнуто инженеромъ Тимоновымъ, что сооруженіе не слѣдуетъ такъ строить, чтобы въ теченіе первыхъ лѣтъ до заиленія его подвергать риску существованія безъ достаточной понурной части; второе—опровергается практикой постройки грандіозныхъ плотинъ, гдѣ давленіе на щиты доходитъ до 30 и болѣе саж., и, наконецъ, произведенный

параллельный подсчетъ стоимости совершенно неправиленъ, такъ какъ былъ отнесенъ къ типу сооруженія открытаго, благодаря чему получились быки громадныхъ размѣровъ. Конечно, при столь основныхъ измѣненіяхъ, введенныхъ въ конструкцію, нужно было мѣнять и ея типъ.

Въ чертежахъ плотинъ рѣзко обращаетъ на себя вниманіе необычайная толщина фундамента водобойной и водосливныхъ частей, массивность всей конструкціи и недостаточное количество температурныхъ швовъ.

Въ пояснительной запискѣ, относящейся къ проектнымъ чертежамъ, можно видѣть, что расчетъ велся въ предположеніи сплошного фундамента, разсматриваемаго въ одномъ случаѣ, какъ балка свободно лежащая, и въ другомъ—закрѣпленная на стѣнахъ плотины. Тамъ же приведенъ и расчетъ, причемъ за величину пролета балки принято лишь разстояніе между центрами быковъ $l=3{,}75+2{,}20=5{,}95$ саж.

При толщинѣ фундамента въ 3,50 сажени, формула изгиба примѣнена въ бетонной балкѣ, имѣющей длину 5,95 [1]) саж. (на самомъ дѣлѣ длина балки значительно меньше), при высотѣ ея въ 3,50 саж.. Отношеніе высоты балки къ пролету $\frac{1}{1{,}7}$. Фундаментъ повѣрялся также и на изгибъ какъ консоль, закрѣпленная въ среднемъ опасномъ сѣченіи и находящаяся подъ дѣйствіемъ вѣсовъ быка и берегового устоя быка, реакціи грунта и давленія воды снизу.

Въ докладѣ инженера Н. Ф. Николаи Инженерному Совѣту [2]) говорится: „Фундаментъ подъ водобойной частью плотины проектированъ бетонный, толщиною въ 3,5 саж.. По приведенному въ пояснительной запискѣ расчету при пролетѣ въ 3,75 саж., наибольшее продольное напряженіе

---

[1]) См. стр. 101 пояснительной записки къ проекту.

[2]) См. стр. 62 доклада.

при изгибѣ опредѣлилось въ ± 1,99 пд./дм.²; наибольшее перерѣзывающее усиліе въ 2,2 пд./дм.², а наибольшее косое напряженіе 2,88 пд./дм.²".

„Оставляя безъ измѣненія величину пролета въ 3,75 саж. и разсматривая реакцію на основаніе, равномѣрно распредѣленной по всей длинѣ плотины,—продольное напряженіе при изгибѣ, при повѣрочномъ расчетѣ, получилось въ ±3,84 пд./дм.², напряженіе недопустимое, такъ какъ крайнимъ предѣломъ можно считать ¼ доли временнаго сопротивленія разрыву, т. е. около $R = \frac{15}{4}$ клгр./стм.² = 3,75 клгр./стм.² = 1,5 пд./дм.².

„Въ виду состоявшагося постановленія Подкомиссіи о возможности уменьшить величину каждаго пролета съ 3,77 саж. до 3 саж. сдѣланъ вторичный расчетъ для измѣненнаго пролета, задаваясь притомъ для бетона предѣльнымъ напряженіемъ на растяженіе при изгибѣ въ 3,75 клгр./стм.² = = 1,5 пд./дм.² и сохраняя безъ измѣненія ранѣе сдѣланныя предположенія относительно реакціи на основаніе. Результаты расчета показали, что толщина бетоннаго фундамента должна быть въ этомъ случаѣ 4,88 саж., или около 5 саж.".

Получивъ такой результатъ докладчикъ указываетъ, что „по сравненію съ существующими сооруженіями такова толщина представляется чрезмѣрной, и невѣроятность результата объясняется, должно полагать, непримѣнимостью въ данномъ случаѣ обычныхъ формулъ изгиба. Въ основу послѣднихъ предположена незначительность поперечныхъ размѣровъ по сравненію съ длиною, между тѣмъ какъ въ данномъ случаѣ высота оказалась въ $\frac{1}{5,5}$ отъ всей длины фундамента и почти вдвое болѣе величины каждаго отдѣльнаго пролета въ свѣту"

„Желая однако исключить возможность работы бетона на растяженіе и въ виду благопріятныхъ результатовъ,

достигнутыхъ въ желѣзобетонныхъ сооруженіяхъ, подкомиссія признала цѣлесообразнымъ примѣнить для фундамента желѣзобетонную конструкцію".

„Задаваясь толщиною фундамента въ 5,33 мтр.=2.5 саж., съ площадью сѣченія фундамента въ 62,52 кв. мтр., отношеніемъ коэффиціента упругости балокъ при сжатіи и растяженіи равнымъ 15, площадью вытянутой арматуры въ крайнихъ частяхъ фундамента въ $\omega = 0{,}0056$ и $\Omega = 0{,}35$ кв. мтр. и площадью сжатой арматуры въ $\omega = 0{,}0024$ и $\Omega = 0{,}15$ кв. мтр., а въ средней части фундамента въ $\omega = 0{,}53$ кв. мтр., и $\Omega = 0{,}27$ кв. мтр., напряженіе бетона на сжатіе оказалось равнымъ $R_c^b = 26{,}3$, клгр./стм.^{2}, напряженіе желѣза на сжатіе $R_c^{\kappa} = 262$ клгр./стм.^{2}, напряженіе желѣза на растяженіе $R = 804$ клгр./стм.^{2}". Нѣсколько ниже докладчикъ замѣчаетъ, что, при толщинѣ фундамента въ 2,5 саж., сваи оказываются на 0,43 саж. выше горизонта низкихъ водъ. Въ виду сего подкомиссія считала безопаснѣе заложить фундаментъ на уровнѣ низкихъ водъ, т. е. сдѣлать его толщиною въ 2,93 саж. *или 3,00 саж.*". Составъ бетона для желѣзобетонныхъ работъ указанъ комиссіей минимумъ въ 1 : 1,5 : 4.

Если же, говоритъ въ заключеніе подкомиссія, фундаментъ будетъ бетоннымъ, то толщину его слѣдуетъ взять не менѣе *3,75 саж.* Послѣднимъ своимъ заявленіемъ подкомиссія свела на нѣтъ вышеприведенные свои расчеты, изъ коихъ толщина фундамента изъ бетона опредѣлилась въ *4,88 саж.*.

Между тѣмъ вполнѣ очевидно, что ошибка заключается въ конструкціи сооруженія.

Расчетъ показалъ, что принятую конструкцію нельзя было разсматривать, какъ сплошное тѣло, для этого она слишкомъ неравномѣрно и тяжело загружена. При желаніи сохранить конструкцію должно было ее разрѣзать швами, отдѣляющими наиболѣе загруженныя части,

подъ которыя и слѣдовало подвести совершенно особые фундаменты.

Пониженія напряженій въ сооруженіи, при стремленіи разсматривать плотину, какъ сплошное тѣло, можно было бы достичь переходомъ къ желѣзобетону во всей конструкціи, включая и бычки, причемъ послѣдніе связать поверху продольной жесткой связью, какъ то сдѣлано въ Ассуанской плотинѣ. Въ этомъ случаѣ моментъ сопротивленія могъ бы быть увеличенъ до нужной величины, и вся конструкція получила бы гораздо болѣе легкій видъ.

При столь слабыхъ грунтахъ примѣненіе типа плотинъ съ большими пролетами и съ сильно загруженными тяжелыми быками является, съ нашей точки зрѣнія, нежелательнымъ; повидимому, типы предложенные первоначально Поклеевскимъ и позже Андреевымъ гораздо изящнѣе разрѣшали задачу, имѣя въ основаніи мысль передать давленіе на возможно большую площадь и распредѣлить его по ней возможно равномѣрнѣе.

Замѣчаніе автора проекта о необходимости пониженія подсшвы фундамента ниже уровня всды въ нижнемъ бьефѣ для насъ также является неубѣдительнымъ въ данныхъ условіяхъ, при наличіи желѣзобетоннаго шпунта и верхняго подпорнаго бьефа.

Типы легкихъ желѣзобетонныхъ плотинъ для водослива также были бы здѣсь вполнѣ умѣстными, при условіи расположенія водоспускныхъ отверстій по длинѣ сооруженія.

Краткое описаніе исполненныхъ сооруженій.

Какъ уже указывалось выше, цѣлью постройки плотинъ являлось образованіе двухъ водохранилищъ—одного у Султанъ-бента, другого у Іолотани на общій объемъ 14.091.613 куб. саж., изъ общаго объема въ 30.000.000 куб. саж., каковой инженеръ А. М. Валуевъ считалъ необходимымъ для полнаго обезпеченія имѣнія водой на орошеніе 50.000 десятинъ при дѣленіи ея между уѣздомъ и имѣніемъ по нормамъ 1906 года.

Инженеръ А. М. Валуевъ принималъ расходы воды на поливъ десятины хлопка въ теченіе лѣта въ *1200 кб. сж.*, и пшеницы въ *800 кб. сж.* съ потерями на пути. При эксплоатаціи построенныхъ сооруженій въ 1912 году на одну десятину въ среднемъ было израсходовано 1530 кб. сж., считая расходъ въ головѣ канала, что даетъ на десятину на 1 поливъ около 400 кб. сж. въ головѣ канала или около 200 кб. сж. на поляхъ.

Объемъ водохранилищъ, подсчитанный въ предположеніи распространенія подпора по кривой Пуаре, на дѣлѣ, послѣ устройства водохранилищъ, оказался нѣсколько меньшимъ и составляетъ, по даннымъ имѣнія за послѣдніе годы, около 12.000.000 кб. саж.

Наибольшій расходъ рѣки, положенный въ основаніе расчета, принятъ въ 37,5 кб. саж./сек., пропускная способность плотинъ значительно выше.

Султанъ-бентская плотина расположена на мѣстѣ плотины Поклевскаго въ сторонѣ отъ русла, въ 25 верстахъ выше Гиндыкушской плотины.

Грунты подъ плотиной лессовидныя глины съ прослойками песка. Ниже рисбермы наблюдается залеганіе плотной синей глины, забивка свай въ которую весьма затруднительна.

Порогъ плотины заложенъ почти на уровнѣ земли, величина подпора надъ порогомъ 3,35 саж., надъ горизонтомъ нижняго бьефа 3,27 саж..

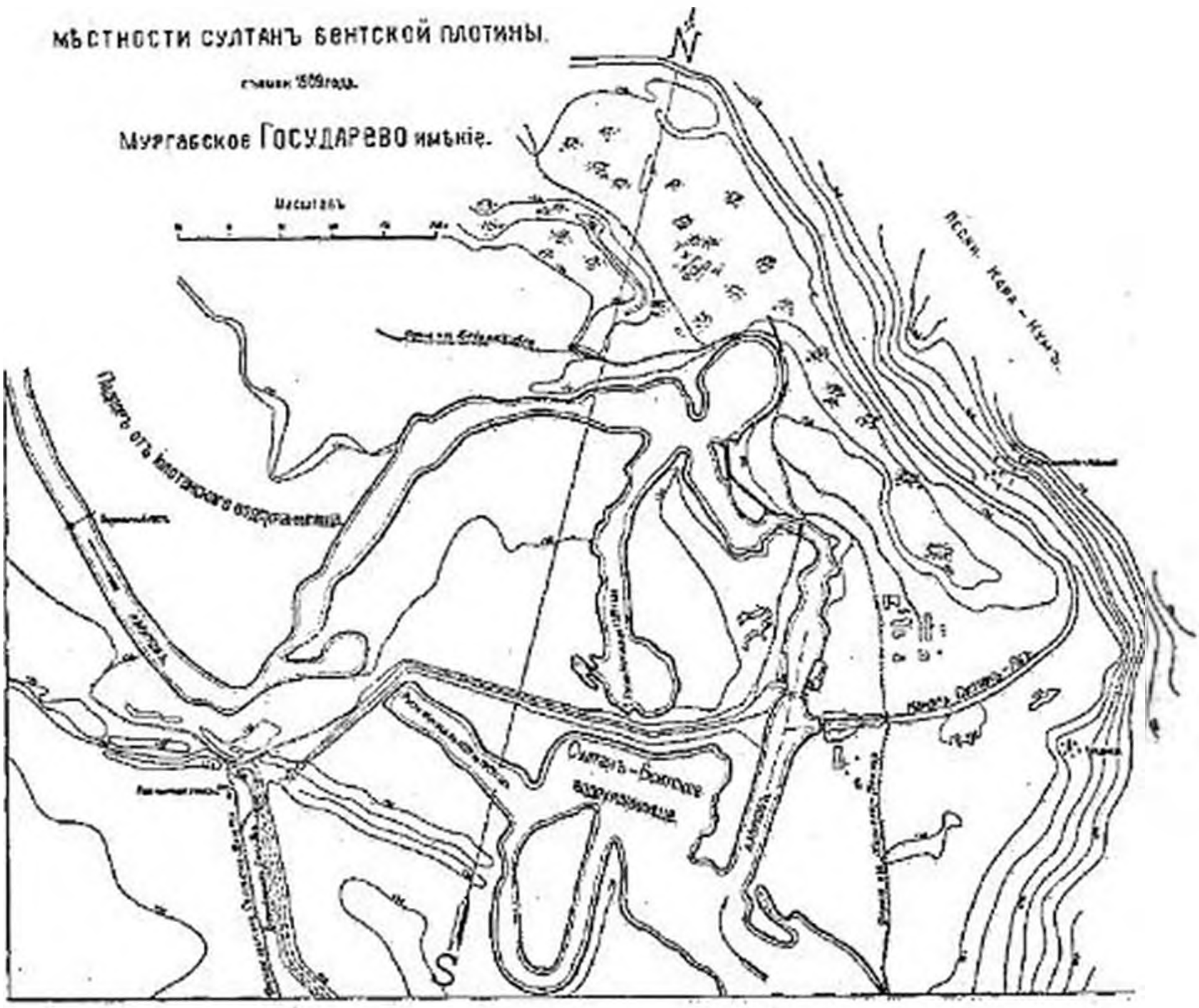
Плотина имѣетъ общій пролетъ въ 13,40 саж., раздѣленный промежуточными быками, толщиною каждый въ 2,20 саж., на 3 отверстія по 3 саж. въ свѣту съ затворными щитами системы „Стоней“. Система затворовъ обусловливаетъ и весьма значительную высоту быковъ, въ 7,5 саж. надъ порогомъ.

Понурая часть плотины имѣетъ длину 11,88 саж., при ширинѣ ея въ началѣ 30 саж. и въ концѣ 13,40 саж.;

толщина ея у корня 2,00 саж. въ серединѣ отъ 1,00 до 0,65 саж. Въ началѣ понура сдѣланъ зубъ въ 2,00 саж. глубиною.

Водобойная часть имѣетъ общую толщину 3,00 саж. Основаніе ея заложено въ котлованѣ, окруженномъ желѣзо-

План



бетонными шпунтовыми рядами изъ свай размѣрами 0,5 × × 0,15 × 6 мтр., и подъ него забиты желѣзобетонныя сваи размѣрами 0,4 × 0,4 × 8 мтр. при разстояніи между центрами свай 1,5 мтр.. Забивкой свай стремились достичь уплотненія грунта, состоящаго изъ лесса. Арматура свай связывалась съ арматурой желѣзобетоннаго ростверка тол-

щиною 0,83 саж.; на ростверкѣ былъ уложенъ бетонный фундаментъ толщиною 2,17 саж. на растворѣ 1 : 3.

Флютбетъ облицованъ Самаркандскимъ гранитомъ.

Быки и устои сложены изъ кирпича на растворѣ 1 : 3 (обратныя стѣнки въ устояхъ на растворѣ 1 : 4) и облицованы гранитомъ на всю высоту соприкосновенія съ текучей водой, а по фасаду на высоту 4 саж.. Быки продолжены до общей высоты въ 7,5 саж. кладкою изъ кирпича при сѣченіи 2 саж. ✕ 2,2 саж..

Поверхъ быковъ, на желѣзныхъ фермахъ перекинутъ служебный мостъ, на которомъ установлены механизмы для подъема затворныхъ частей.

Водосливная часть при общей длинѣ въ 17 саж. имѣетъ 6 уступовъ, каждый въ 3 саж., со стѣнками паденія высотою въ 0,4 саж.. Основаніе подъ водосливной частью сдѣлано изъ бетона на растворѣ 1 : 4, при толщинѣ отъ 1,2 саж. до 1,6 саж.; водосливная часть облицована гранитомъ.

Крылья сливной части построены въ видѣ подпорныхъ стѣнъ изъ кирпичной кладки на особомъ бетонномъ фундаментѣ на деревянныхъ сваяхъ, длиною въ 2,75 саж., съ ростверкомъ. Толщина бетона, состава 1 : 4, колеблется отъ 1,2 саж. до 1,6 саж. Высота ихъ отъ 4 саж. до 2,50 саж.. На высоту 2-хъ саж. крылья облицованы гранитомъ.

Рисберма имѣетъ въ длину 15 саж. и состоитъ изъ булыжнаго камня, забросаннаго между сваями на толщину въ 0,50 саж., и прикрыта досчатымъ настиломъ съ промежутками. Сваи діаметромъ въ 6 вершковъ забиты на разстояніи 1 саж. центръ отъ центра при глубинѣ забивки въ $2^1/_2$ саж. Сваи коротки,—во время ремонта легко вынимались ломомъ. Ремонтъ состоялъ въ забетонированіи рисбермы (бетонъ 1 : 3 : 4). Настилъ на плотинѣ сорвало вмѣстѣ со многими сваями на 2-й годъ эксплоатаціи.

У конца рисбермы разстояніе между береговыми стѣнками имѣетъ длину въ 23 саж.

Русло и берега рѣки на 20 саж. ниже сооруженія покрыты одиночной мостовой.

Какъ уже указывалось, отъ Султанъ-бентской плотины беретъ свое начало каналъ Султанъ-Ябъ.

Въ головѣ канала выстроенъ регуляторъ, соединенный съ плотиной дамбою съ одиночнымъ откосомъ, облицованнымъ кирпичемъ.

Понурая часть въ регуляторѣ имѣетъ длину въ 6 саж., ширину въ началѣ 12,00 саж., передъ флютбетомъ 9,00 саж., и вся она заключена въ шпунтовыя деревянныя 4-хъ дюймовыя стѣнки, забитыя на глубину 1,8 и 2,8 саж.. Въ началѣ понура сдѣланъ зубъ глубиною въ 1,40 саж. и толщиною въ 1,00 саж.. За зубомъ толщина понура 0,70 саж. увеличивается черезъ 3,00 саж. до 1,05 саж. и передъ флюбетомъ достигаетъ 1,8 саж.. Устои регулятора выстроены изъ кирпича на растворѣ 1:3 и облицованы гранитомъ. Вышина устоя съ верховой стороны 3,6 саж.. Пролетъ регулятора раздѣленъ промежуточнымъ бычкомъ размѣрами по низу 5,5×1,5 на двѣ части шириною въ 1,75 саж. каждая.

Флютбетъ устроенъ изъ бетона на растворѣ 1:3 толщиною 2,5 саж. на ростверкѣ, уложенномъ на деревянныхъ сваяхъ длиною 4,00 саж., забитыхъ на разстояніи 0,5 саж. центръ отъ центра.

Основаніе флютбета заключено въ шпунтовыя стѣнки и облицовано гранитомъ.

Рисберма такого же типа, какъ и въ плотинѣ, имѣетъ длину 15 саж.. Откосы канала на протяженіи рисбермы облицованы въ $1^1/_2$ кирпича.

Облицовка упирается на бетонныя стѣнки высотою въ 0,7 саж. и шириною въ 0,4 саж. Въ концѣ рисбермы устроена кирпичная перемычка глубиною въ 1,00 саж. и толщиною 0,50 саж.. Откосы полуторные. Поверху устроены кирпичные тротуары шириною въ 0,5 саж.. Ниже рисбермы

откосы и дно канала покрыты булыжной мостовой на 20 саж., ниже которой забитъ 2-хъ саж. шпунтъ.

Плотины и регуляторъ закрызаются щитами системы „Стонеи". Вѣсъ щита въ плотинѣ около 2200 пуд.. Щитъ состоитъ изъ 6-ти горизонтальныхъ фермъ длиною между центрами опоръ 6,6 мтр. и высотою 7,4 мтр. Обшивка щитовъ изъ 10-мм. желѣза вынесена впередъ на 210 мм. и опирается на двутавровыя балки № 20, приклепанныя къ фермамъ.

Опорныя части фермъ склепаны вмѣстѣ съ вертикальными двутавровыми балками высотою въ 360 мм. (№ 36), которыя и опираются на телѣжки съ катками [1]). Въ быки плотины задѣланы чугунные фасонные рельсы, по которымъ телѣжки и катятся. Для устраненія фильтраціи между стѣнками бычковъ и щитомъ прокладываются мѣдные прутья. Щиты цѣпями Галля поднимаются лебедками, помѣщенными на служебномъ мостикѣ; работа лебедокъ облегчается противовѣсами. Телѣжка съ катками имѣетъ въ верхней части своей блокъ для обычной цѣпи, одинъ конецъ которой прикрѣпленъ помощью упругаго пружиннаго соединенія со служебнымъ мостикомъ, другой соединенъ съ противовѣсомъ. Щиты поднимаются легко и работаютъ отлично.

Щиты на регуляторѣ двухъярусные. Цѣль подобной конструкціи, повидимому, состоитъ въ томъ, чтобы пропускать въ Султанъ-Ябъ, по возможности, верхніе слои воды изъ рѣки, менѣе отягощенные наносами. Въ виду того, что нынѣ вода въ водохранилищѣ является вполнѣ чистой, отстоенной, конструкція щитовъ пока не используется раціонально.

---

[1]) Эксплоатація показала недостатокъ въ конструкціи телѣжекъ, — катки вываливаются и требуютъ замѣны.

Насосная установка.

Для орошенія площади земель между Султанъ-Ябомъ и р. Мургабомъ, въ верхней части канала, въ правомъ устоѣ плотины, устроена насосная станція.

Вода впускается черезъ особый пріемный колодецъ, входъ въ который размѣрами 1,00×1,50 саж. запирается щитомъ Стоней съ противовѣсомъ, маневрированіе которымъ производится ручными лебедками. За колодцемъ вода по подводящей желѣзной трубѣ поступаетъ въ тюрбинную камеру, запираемую особымъ затворомъ, приводимымъ въ движеніе масляннымъ прессомъ; отводящая труба имѣетъ діаметръ 0,8 саж. и сдѣлана изъ бетона.

Тюрбина системы „Френсиса" на расходъ 5700 литр./ск., напоръ $H_{netto}=3,9$ мтр., съ числомъ оборотовъ въ минуту 135 при мощности 225 HP.

Тюрбина приводитъ въ движеніе центробѣжный насосъ, на одной оси съ ней, при производительности его въ 1,450 литр./сек., высота подъема H=7,9 мтр. (манометръ 8,5 мтр.).

Насосъ по желѣзобетонной трубѣ, діаметромъ въ 1,6 мтр., при толщинѣ стѣнокъ 70 мм. (діаметръ арматуры 8 мм), подаетъ воду въ каналъ на поля. Желѣзобетонная труба разрѣзана на звенья длиною въ 3 мтр. каждое, соединенныя особыми кольцами-муфтами. За трубой идетъ открытый каналъ, который ниже переходитъ оврагъ желѣзнымъ сифономъ, уложеннымъ на деревянной эстакадѣ длиною около 250 саж..

Расходъ канала въ 0,15 куб. саж./сек. великъ, такъ какъ площадь, возможная къ орошенію, составляетъ 500—600 десятинъ.

Іолотанская плотина имѣетъ типъ аналогичный Султанъ-бентской, но вмѣсто семи уступовъ имѣетъ четыре.

Нѣкоторыя свѣдѣнія о производствѣ работъ по плотинѣ.

Въ производствѣ работъ по постройкѣ плотины и регулятора слѣдуетъ особенно отмѣтить примѣненіе способа подмыва при опусканіи желѣзобетонныхъ свай и шпунтовыхъ рядовъ, давшій хорошіе результаты въ лессовыхъ грунтахъ. Подмывъ производился насосомъ при давленіи въ 6 атмосферъ.

При работахъ широко примѣнялась туземная рабочая сила, главнымъ образомъ, афганцы.

Плотина строилась насуху. Запруживаніе Мургаба фашинной дамбой, для поворота его теченія черезъ плотину, произведено съ большимъ перерасходомъ противъ предположеній: израсходовано значительно больше и матеріаловъ и времени.

Ирригаціонная сѣть.

Постройка Султанъ-бентскаго водохранилища имѣла цѣлью возобновленіе древней ирригаціонной системы Султанъ-Яба. Ко времени окончанія работъ, земли старой ирригаціонной системы изъ Царскаго канала были въ значительной мѣрѣ истощены и частью засолены.

Вся территорія, подлежащая орошенію, покрыта сѣтью древнихъ арыковъ, ложа которыхъ, благодаря заиленію ихъ, значительно подняты надъ общимъ уровнемъ орошавшейся площади. Столь выгодное расположеніе древнихъ каналовъ и вызвало проектировку новой сѣти въ полномъ соотвѣтствіи съ древней.

Малый уклонъ мѣстности и малыя колебанія скоростей вызвали примѣненіе сжатыхъ сѣченій въ каналахъ.

Султанъ-Ябъ въ своей головной части имѣетъ сѣченіе шириною по дну 2,5 саж., глубиною 1,35 саж., при полуторныхъ откосахъ и продольномъ уклонѣ въ 0,0002. Такія данности отвѣчаютъ скорости при коэффиціентѣ шероховатости $n=0{,}025$ около 0,39 саж./сек., при $n=0{,}0225$ около 0,44 саж./сек. при слабомъ грунтѣ.

Въ остальной части сѣти средняя скорость принята въ 0,33 саж./сек., каковая считается нѣсколько высокой и

способной вызвать скорѣе размывъ, но не отложеніе наносовъ. Предѣльною скоростью зарастанія принята скорость въ 0,27 саж./сек..

Изъ предыдущей практики имѣнія выяснилось, что грунты орошаемой территоріи не выдерживаютъ въ откосахъ каналовъ уклоновъ круче полуторныхъ, каковые и приняты въ новой сѣти.

Между бровкой выемки и дамбой оставлялась берма отъ 0,20 до 1,00 саж. шириною.

Глубина магистральныхъ каналовъ принята въ 1,43 саж..

При принятыхъ сжатыхъ сѣченіяхъ въ магистральныхъ каналахъ устроены подпорные регуляторы, причемъ, преслѣдуя цѣли удобства надзора за водой, при нихъ примѣнили систему сосредоточенныхъ выпусковъ въ распредѣлители. Такая система возможна лишь при мѣстности со слабымъ уклономъ.

Дамбы проектировались изъ соображеній съ кривой депрессіи, каковая принималась за параболу съ горизонтальной осью, и начальномъ пьезометрическомъ уклонѣ въ 0.01; размѣры дамбъ увеличивались изъ боязни порчи ихъ скотомъ и роющими животными.

Для магистральныхъ каналовъ 1-й и 2-й категорій ширина поверху принималась въ 0,60—0,40, при возвышеніи надъ водой въ 0,30—0,20 саж., и для каналовъ съ расходомъ ниже 0,06 саж.^{3}/сек., ширина поверху принималась въ 0,40—0,30 саж., при возвышеніи бровки надъ водой въ 0,20—0,10 саж.. Въ дамбахъ высотою большею 1,00 саж. по оси дѣлался замокъ глубиною отъ 0,50 саж. до 0,80 саж., при одиночныхъ откосахъ. Въ мѣстахъ, гдѣ кривая депрессіи выходила изъ тѣла плотины, съ низовой стороны дѣлались присыпки.

Въ основаніяхъ дамбъ на косогорахъ дѣлались горизонтальныя ступени шириною въ 0,8 саж.. Вода изъ резервовъ отводилась.

Сооруженія на сѣти.

Регуляторы на магистральныхъ каналахъ выстроены, совмѣстно со сосредоточенными при нихъ выпусками въ распредѣлительную сѣть, изъ желѣзобетона.

Какъ видно изъ чертежа, въ регуляторахъ Султанъ-Ябской сѣти можно различать слѣдующія отдѣльныя части конструкціи.

1. Бассейнъ напорнаго бьефа.
2. Затворная часть.
3. Труба (иногда водобой).
4. Водосливная часть.
5. Рисберма.

Бассейны напорнаго бьефа всѣхъ регуляторовъ, кромѣ № 7, имѣютъ периметръ, очерченный вокругъ эллипса съ полуосями 11,35 и 9,32 метр.. Въ седьмомъ регуляторѣ бассейнъ очерченъ по кругу радіуса 11,35 метр.. Для возможности прохожденія наносовъ, главные выпуски каналовъ устроены съ гладкимъ порогомъ или со ступенью внизъ.

Длина трубъ сдѣлана равной примѣрно $3^1/_2$ напорамъ. Водосливная часть (вѣрнѣе водобой) построена въ видѣ ковша, отношеніе длины котораго къ ширинѣ принято какъ 3:2, стѣнки. котораго при полуторномъ откосѣ обдѣланы желѣзобетономъ.

Отдѣльные размѣры ковша были приняты составителемъ проекта въ зависимости отъ основного размѣра ширины отводящаго канала по низу, причемъ ширина ковша была принята равной двойной ширинѣ канала, длина по оси потока вводящей воронки также двойной ширинѣ канала, отводящей воронки—одиночной ширинѣ воронки. Длина укрѣпленной части ниже ковша принята равной двойной ширинѣ канала по дну.

Общая длина укрѣпленной части канала, будучи выбранной въ зависимости отъ случайной ширины канала по дну, является независимой отъ напора. Если ее отнести къ напору, то для третьяго регулятора получаются

величины отношеній длины укрѣпленной части, напримѣръ, въ третьемъ регуляторѣ по Султанъ-Ябу около 13, для канала № 131 около 8,2, для канала № 132 около 10,2, т. е. величины сильно мѣняющіяся и для такихъ грунтсвъ, какъ сильно песчанистый, недостаточныя. Приведенныя величины исчислены въ предположеніи хорошей работы конструкціи и, въ частности, запуска стѣнки, между тѣмъ, какъ показалъ опытъ, всѣ регуляторы этого типа дали трещину между запускомъ и щитовой рамой.

Изъ расчетныхъ допущеній обращаетъ на себя вниманіе расчетъ дна ковша, какъ пластинки, опирающейся свсбодно своими краями на подпорныя стѣнки; опредѣленіе размѣровъ частей сооруженія по наибольшему изъ усилій, напримѣръ, при совмѣстномъ дѣйствіи изгиба и сжатія; балки разсчитывались лишь на изгибъ, добавочныя же напряженія отъ сжатія совершенно игнорировались. Допускаемыя напряженія для бетона принимались въ 25 клгр. стм.^{2}, для желѣза на сжатіе и растяженіе 1000 клгр./стм.^{2}, на срѣзываніе 7 клгр./стм.^{2}. Давленіе на тощій бетонъ въ 10 клгр./стм.^{2}, на лессъ въ 1,5 клгр./стм.^{2}. Уголъ естественнаго откоса при расчетахъ былъ принятъ въ 30° и 35°. Желѣзо-бетонныя подпорныя стѣнки разсчитывались при загрузкѣ ихъ землей по основной плитѣ.

Практика показала ошибочность нѣкоторыхъ положеній: въ отношеніи гидравлическомъ—длина укрѣпленной части оказалась недостатсчной, наблюдалось сильное размываніе откосовъ по выходѣ воды изъ укрѣпленной части канала каковую пришлось удлинять.

Интересно отмѣтить, что въ регуляторахъ безъ ковшей—длина укрѣпленнаго русла, значительно меньшая въ отношеніи напора (отношеніе около 10—12), вполнѣ удовлетворяла условіямъ поглощенія опасныхъ скоростей.

Неудовлетворительность ковшей слѣдуетъ приписать, повидимому, слишкомъ большому углу расширенія входной

воронки въ ковшъ ($13^1/_2{}^0$), недостаточной длинѣ ковша и слишкомъ крутому его замыканію. Струя изъ подъ щита регулятора на протяженіи ковша текла какъ бы въ вдяныхъ боковыхъ стѣнкахъ, коэффиціентъ шероховатости которыхъ близокъ къ нулю.

Какъ уже указывалось, всѣ регуляторы дали трещины между запускной стѣнкой и щитовой рамой.

Въ третьемъ регуляторѣ каналъ № 131 являлся сбросным, почему и оставался послѣ постройки нѣкоторое время сухимъ.

Спустя очень короткій срокъ по постройкѣ, регуляторъ № 131 былъ разрушенъ.

Картина разрушенія, очевидцемъ ея Н. Ф. Нефедовымъ, описывается такъ: первоначально наблюдался подъемъ дна ковша, въ видѣ пузыря, который лопнулъ; прорвавшаяся вода вымыла глубокую яму и снесла стѣнки и весь регуляторъ. Передъ крушеніемъ были замѣчены трещины, какъ и во всѣхъ другихъ регуляторахъ, у щитового порога. Грунтъ подъ регуляторомъ сильно песчаный и очень проницаемый.

Запускная стѣнка была соединена съ рамой регулятора очень тонкой (0,05 до 0,07 мтр.) діафрагмой и обложена влажнымъ грунтомъ.

Котлованы при постройкѣ регуляторовъ, по мысли инженера С. И. Сыромятникова, замачивались; мѣра эта оказалась столь удачной, что впослѣдствіи примѣнялась и въ другихъ постройкахъ съ большимъ успѣхомъ.

Очень удачной частью конструкціи описываемыхъ регуляторовъ слѣдуетъ считать подъемный механизмъ въ нихъ для большихъ щитовъ. Механизмъ состоитъ изъ двухъ коническихъ колесъ, которыми вращающее усиліе отъ ручки передается на вертикальный валъ; на валу, ниже служебнаго мостика, насажено зубчатое колесо, передающее свое движеніе двумъ зубчатымъ колесамъ, соединен-

нымъ съ гайками подъемныхъ щитовыхъ винтовъ. Гайки винтовъ зажаты снизу и сверху между двумя подушками съ шариковыми контактами.

Механизмъ работалъ отлично при щитахъ пролетомъ въ 1,09 саж., и при напорѣ въ 2,6 саж. и стоилъ около 600 рублей.

Описанный типъ сооруженій относится къ, такъ называемой, первой очереди работъ по постройкѣ новой ирригаціоной сѣти въ имѣніи. Во вторую очередь тѣхъ же работъ типъ регуляторовъ былъ измѣненъ. Къ типамъ второй очереди слѣдуетъ отнести—типъ облегченнаго кирпичнаго регулятора и экономическій желѣзо-бетонный типъ. Послѣдній подробно описанъ въ брошюрѣ инж. Л. Н. Лосіевскаго и техн. п. с. Н. Ф. Нефедова.

Типъ облегченнаго кирпичнаго регулятора является тѣмъ же типомъ сосредоточенныхъ выпусковъ, но обращаетъ на себя вниманіе весьма продуманной конструкціей отдѣльныхъ частей и сильно развитой частью русла, закрѣпленной бетонной одеждой, длина которой принята не меньшей 15 напоровъ, не считая укрѣпленія проницаемаго типа рисбермы. Откосы $1^1/_2 : 1$ укрѣплены кладкой въ одинъ кирпичъ, понуръ—кладкой въ $^1/_2$ кирпича. Регуляторъ на практикѣ зарекомендовалъ себя съ наилучшей стороны. Этотъ типъ регуляторовъ принятъ для расходовъ свыше 0,50 куб. саж. сек. и напоровъ большихъ 0,75 саж.. Для меньшихъ расходовъ и напоровъ нынѣ въ имѣніи примѣняется типъ желѣзо-бетонный. Отсылая интересующихся послѣднимъ типомъ регулятора къ брошюрѣ вышеупомянутыхъ авторовъ, здѣсь кратко его охарактеризую. Регуляторъ представляетъ собою коробку изъ тонкаго желѣзобетоннаго полотна, причемъ въ мѣстахъ, гдѣ стѣнки коробки пересѣкаютъ русло канала, въ нихъ вырѣзаны щитовыя отверстія, и стѣнки поддерживаются контрфорсами; въ мѣстахъ, гдѣ стѣнки должны противостоять напору

земли, онѣ положены на грунтъ при откосѣ его 1:1. Подъ стѣнку и контрфорсы подведенъ неглубокій (0,40—0,25 саж.) фундаментъ. Регуляторъ строится безъ формъ благодаря тому, что вмѣсто обычной желѣзной арматуры въ бетонъ задѣлывается тонкій желѣзный листъ, продырявленный пробойникомъ. Длина понурой и водосливной частей вмѣстѣ принята въ 15 напоровъ, изъ коихъ 5 падаетъ на понуръ и 10 на водосливную часть. Рисберма изъ укрѣпленія плетнемъ по колючкѣ сдѣлана на протяженіи 5 напоровъ. Обдѣлка понура и водосливной части имѣетъ толщину въ 0,04 саж., и въ типѣ регулятора послѣдняго времени прямо сдѣлана изъ бетона 1:3. Стоимость такого регулятора составляетъ около 2235 руб.; выключеніе арматуры въ понуръ и водосливъ понижаетъ его стоимость на 590 руб.. Типъ заслуживаетъ самаго глубокаго вниманія.

Въ послѣднее время въ имѣніи произведена еще одна довольно крупная работа, это работа по подъему дамбъ въ Гиндыкушскихъ водохранилищахъ. Въ среднемъ водохранилищѣ дамба повышена на 0,9 саж., въ нижнемъ на 0,6 саж.. Приращеніе объема воды опредѣлилось въ суммѣ около 1.800.000 куб. саж.

ХОЗЯЙСТВО ВЪ ИМѢНІИ.

Вся орошаемая площадь имѣнія разбита на квадраты по 25 дес. каждый и сдается въ аренду преимущественно туземному населенію. Лишь небольшая часть земель имѣнія сдается въ аренду русскимъ (200—300 дес.).

Каждый арендаторъ разбиваетъ свой участокъ на мелкіе, площадью въ 2—3 дес., и отъ себя сдаетъ ихъ въ субъ-аренду „дейханамъ". За арендное пользованіе арендаторъ былъ обязанъ уплачивать имѣнію по 25 руб. за десятину зерновыхъ хлѣбовъ, 60 руб. за десятину клевера и огородовъ, за десятину хлопка—сдать имѣнію $^1/_3$ урожая. Арендаторъ со своей стороны сдавалъ землю дейханамъ на слѣдующихъ условіяхъ: дейханъ получалъ въ свое распоряженіе $^3/_5$ отъ $^2/_3$ урожая и $^2/_5$ отъ двухъ третей урожая поступало въ собственность арендатора (съ 1910 г.—$^1/_{10}$ арендатору и $^4/_{10}$ дейхану, при $^5/_{10}$ поступающихъ въ пользу имѣнія).

Расходы по проведенію боковыхъ каналовъ (отъ существующихъ и построенныхъ средствами имѣнія) ложатся на арендаторовъ. За арендную плату имѣніе даетъ: сѣмена, воду, производитъ ремонтъ каналовъ и сооруженій, чиститъ ихъ, содержитъ всю администрацію, ремонтируетъ земледѣльческія орудія, оказываетъ медицинскую помощь. Въ послѣдніе годы въ имѣніи арендаторовъ двадцатипятидесятинныхъ хозяйствъ стремятся избѣгать, и нынѣ въ имѣніи имѣется до 3-хъ тысячъ мелкихъ арендаторовъ

„дейхановъ", имѣющихъ дѣло непосредственно съ администраціей имѣнія.

Примѣрный учетъ доходности предпріятія.

По отчету за 1913 годъ значится.

Засѣваемая площадь подъ хлопкомъ 13.941 дес., подъ зерновыми посѣвами 8.035 дес., люцерной 637 дес., бахчами и огородами 43 дес., кунжутомъ 0,6 дес. и садами и виноградниками 4,4 дес., всего около 22.661 дес..

Урожай хлопка-сырца въ среднемъ 40 пуд. 25½ фунт..

Средняя цѣна пуда стояла—3 руб. 46 коп..

Аренда взималась въ количествѣ ½ урожая съ 13.933 дес., ½ урожая съ 6 десятинъ и деньгами съ 1,85 дес., что составляетъ въ среднемъ около *70 руб.* съ десятины.

Съ зерновыхъ хлѣбовъ брали въ среднемъ 25 руб. съ десятины, съ люцерны около 55 руб., съ бахчей и огородовъ около 60 руб., съ виноградниковъ и садовъ около 70 руб..

Средняя валовая доходность земель имѣнія по 1913 г., при довольно низкомъ урожаѣ опредѣлилась въ *54 руб.* съ десятины.

Основной капиталъ, затраченный до сего времени на ирригаціонныя сооруженія (не считая усадьбы), составлялъ 7.499.586 руб., изъ коихъ на систему Царскаго канала и Гиндыкушскихъ водохранилищъ упало кругло *2.255.000 руб.* и на новую сѣть и водохранилища Султанъ-бентское и Іолотанское—5.245.000 руб..

За срокъ работы системы Царскаго канала 1896—1910 г.г. въ среднемъ орошалось около 8.550 дес., что даетъ первоначальную затрату по орошенію десятины въ системѣ Царскаго канала около *264 руб.*.

Принимая для упрощенія расчетовъ, что система Царскаго канала должна амортизироваться за срокъ въ 15 лѣтъ при 5% на капиталъ, размѣръ ежегодной уплаты на пога-

шеніе капитала и $^0/_0$ $^0/_0$ по нему составитъ сумму около 25 р. 20 к..

По даннымъ имѣнія расходъ на ремонтъ и администрацію составляетъ сумму около 5 руб. 48 коп. на десятину. Такимъ образомъ ежегодная уплата по процентамъ, амортизаціи и ремонту для сѣти Царскаго канала составляла сумму около *31 руб.*.

Принимая во вниманіе, что урожайность нетронутыхъ земель въ имѣніи была высокая и что до 1909 года съ арендаторовъ брали $^1/_3$ урожая, а не половину, какъ нынѣ, все же валовую доходность имѣнія съ десятины не приходится считать ниже, чѣмъ въ 45 руб. Откуда на расходы по центральному управленію и усадьбѣ оставался чистый остатокъ около 14 руб. на десятину.

Послѣднія работы по орошенію имѣнія стоили, какъ указывалось выше, около 5.245.000 руб.. Объемъ полученныхъ водохранилищъ составляетъ около 13.500.000 куб. саж.. При ежегодномъ заиленіи, въ среднемъ около 250.000 куб. саж., полное заиленіе водохранилищъ произойдетъ примѣрно черезъ 54 года.

Борьба съ заиленіемъ столь дорога, что не сможетъ отвѣтить доходности предпріятія. Наиболѣе дешевый способъ, промывъ водохранилищъ, на что разсчитывалъ въ своемъ проектѣ инженеръ Андреевъ, невозможенъ, благодаря, съ одной стороны быстрому зарастанію водохранилищъ кустарниками и, въ частности, тамарискомъ, съ другой—благодаря ограниченной сферѣ вліянія промывной волны. Землечерпаніе и землесосаніе дорого, не дешевле 2 руб. 50 коп. за куб. саж., да и, кромѣ того, транспортированіе такого колоссальнаго количества грунта, какъ 250,000 куб. саж., потребуетъ совершенно исключительныхъ средствъ отвозки. Нельзя закрывать глаза и на то вліяніе, какое окажетъ выбрасываніе столь громаднаго количества

наносовъ на заболачиваніе окружающихъ пространствъ и вмѣстѣ съ тѣмъ на развитіе маляріи, являющейся бичемъ долины и, нѣсколько, сократившейся за послѣдніе годы.

Обычно принимаютъ срокъ амортизаціи меліоративныхъ сооруженій въ 30 — 35 лѣтъ. Принимая послѣднюю цифру и размѣръ ежегодно орошаемой площади около 20.000 дес. въ среднемъ, затрату на орошаемую десятину опредѣляемъ въ 262 руб., очень близкую къ затратамъ по системѣ Царскаго канала, и размѣръ ежегодной уплаты на амортизацію и $^0/_0{}^0/_0$ на построечный капиталъ опредѣляются въ *14 руб. 42 коп.*.

Добавляя сюда расходы на содержаніе и ремонтъ сѣти въ 5 р. 48 к., получаемъ остатокъ въ пользу имѣнія около *24 руб.* съ десятины, изъ какового и должны производиться затраты на амортизацію построекъ, $^0/_0{}^0/_0$ на капиталъ и текущіе расходы въ усадьбѣ имѣнія. Приводимая цифра расходовъ на администрацію, ремонтъ и содержаніе сѣти въ 5 р. 48 к. составляется изъ расходовъ: на администрацію (включая сюда канцелярскіе расходы, освѣщеніе и отопленіе) 3 р. 26 к., ремонтъ искусственныхъ сооруженій и зданій 0,76 руб., ремонтъ дорогъ и мостовъ 0,27 руб., очистка каналовъ 0,79 руб., мелкіе расходы 0,20 руб., общая сумма расходовъ по ремонту, включая сюда и мелкіе расходы, составляетъ *2 руб. 02 коп.*. Изъ расходовъ по ремонту обращаетъ на себя вниманіе громадный расходъ по ремонту дамбъ въ 0,44 руб., или около 22% отъ всей стоимости его.

Особнякомъ стоятъ расходы на содержаніе гидрометрическихъ станцій 0,03 руб. и на устройство временныхъ деревянныхъ трубъ и акведуковъ и временныхъ перемычекъ 0,17 руб., каковые, быть можетъ, слѣдовало бы отнести къ поливу. Значительность послѣдняго расхода вызываетъ

предположеніе о желательности замѣны временныхъ трубъ и перемычекъ постоянными мелкими регуляторами.

Кромѣ текущаго расхода по ремонту зданій и сѣти, имѣніе ежегодно затрачиваетъ около 1 руб. 50 коп. на постройку новыхъ зданій и расширеніе старыхъ, улучшеніе транспорта, улучшеніе и расширеніе дорогъ и мостовъ, проведеніе новой мелкой сѣти (50%), возобновленіе меблировки и проч.. Имѣніе относитъ эти расходы къ капитальнымъ.

Приведенныя цифры слѣдуетъ считать повышенными по слѣдующимъ соображеніямъ: имѣніе ведетъ залежное хозяйство, вообще говоря недопустимое на орошаемыхъ земляхъ, и, такимъ образомъ, выстроило сѣть на 38.800 десятинъ, а дѣйствительно ежегодно орошаетъ около 22.000 десятинъ. Цифры отнесены на десятину ежегодно орошаемой площади, по смыслу же техники должны быть отнесены на десятину, возможную къ орошенію. Относя ее къ площади въ 38.800 дес. получаемъ расходы по администраціи 1 руб. 85 коп.. ремонтъ 1 руб. 14 коп., поливъ и гидрометрія 0,11, а всего *3 руб. 10 коп.*. Расходы по расширенію и улучшенію сѣти и средствъ сообщенія составляютъ въ этомъ случаѣ *0,85 руб.*. Нынѣ на земляхъ имѣнія наблюдается сильное засоленіе: садъ въ усадьбѣ гибнетъ, засолена и часть земель арендаторовъ. Сказывается отсутствіе дренажа. Повидимому, къ работамъ по устройству дренажа всего имѣнія приступаютъ въ ближайшее время. Дренажъ въ усадьбѣ уже сдѣланъ въ 1914 году.

Послѣ заиленія водохранилищъ грандіозныя сооруженія въ имѣніи еще долго смогутъ служить. Для полной ихъ эксплоатаціи долженъ быть урегулированъ правовой вопросъ пользованія водой. Къ тому времени стоимость сооруженій будетъ погашена и работа ихъ будетъ какъ бы преміей на затраченный ранѣе капиталъ.

Будущее имѣнія находится въ полной зависимости отъ урегулированія воднаго вопроса во всемъ Мервскомъ оазисѣ [1]). Будущее же оазиса обусловливается, какъ физико-географическими и техническими условіями, такъ и условіями бытовыми и экономическими.

Если обратиться къ сравненію режима р. Мургаба съ режимомъ другихъ рѣкъ Туркестана, то рѣзко бросается въ глаза наличіе въ немъ ранняго паводка.

Малое количество воды въ рѣкѣ, при наличіи громаднаго фонда свободныхъ земель, и примитивное понятіе о техникѣ оросительнаго дѣла, оказало сильное вліяніе на характеръ мѣстнаго хозяйства.

Съ другой стороны, исключительная выгодность культуры хлопчатника въ Туркестанѣ вызвала стремленіе ввести его въ возможно большей площади въ хозяйство.

Но два приведенныхъ импульса другъ другу до нѣкоторой степени противорѣчатъ: Мургабъ дастъ много воды весной, а хлопокъ требуетъ ея много лѣтомъ.

Можетъ быть два основныхъ способа примиренія въ этомъ вопросѣ,—или перенести высокія воды на лѣто, сберегая весенній паводокъ, или ограничить размѣръ культуры хлопка въ предѣлахъ имѣющейся лѣтней воды.

Изъ предыдущаго изложенія видно, что имѣніе шло по первому пути, устраивая водохранилища въ средней части р. Мургаба.

Туземное хозяйство пошло по второму пути. Путемъ долголѣтней практики оно приспособилось къ режиму рѣки, отведя хлопку въ сѣвооборотѣ мѣсто, отвѣчающее лѣтнему

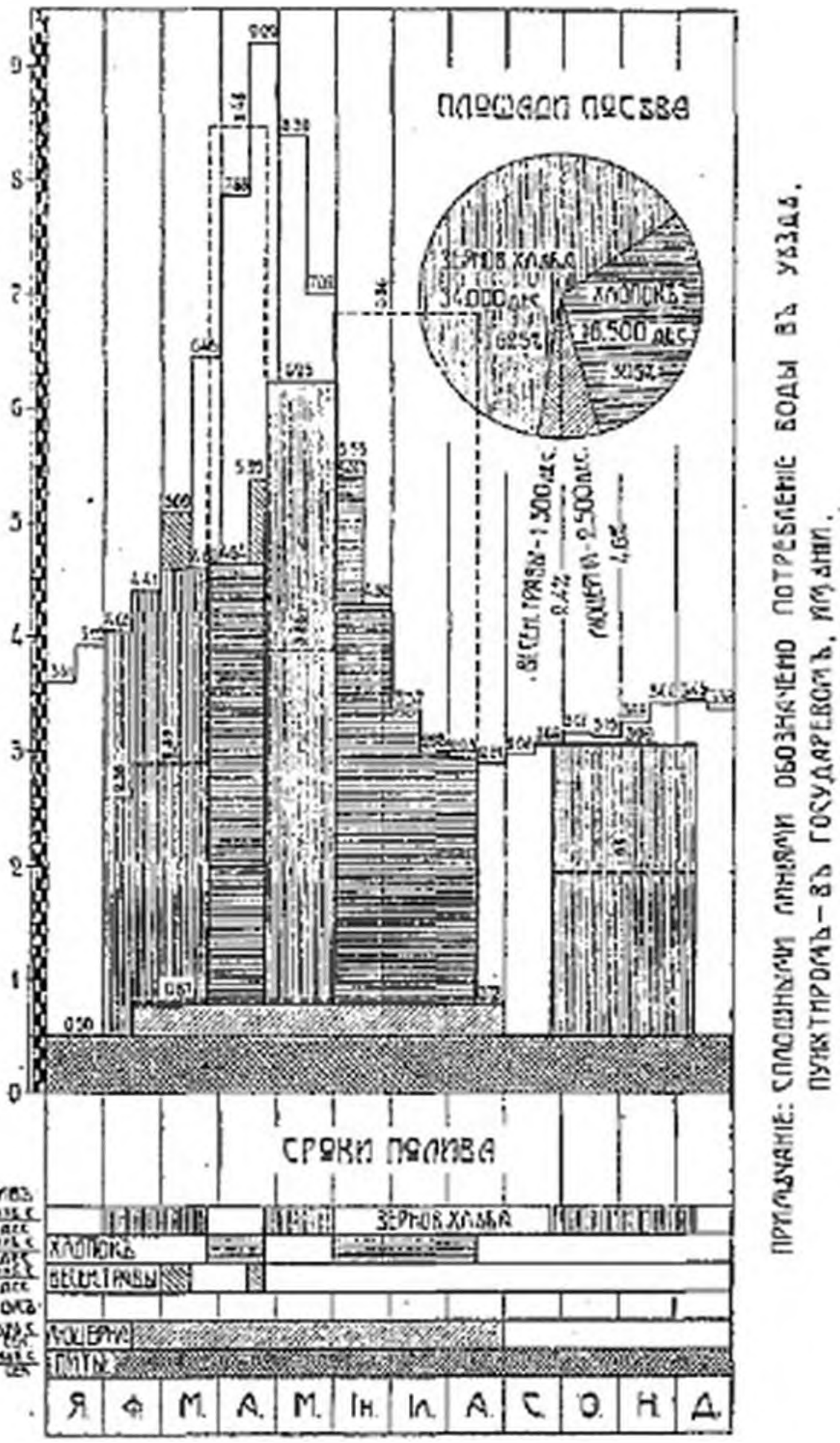
---

[1]) Вопросъ о проведеніи въ Мервскій и Теджекскій оазисы воды изъ Аму-Дарьи, мысль о коемъ подана М. Н. Ермолаевымъ, разрабатывается. Грандіозность предпріятія заставляетъ отнести его не къ первоочереднымъ.

расходу рѣки, и усиливъ культуру растеній, требующихъ весенняго полива, озимыхъ хлѣбовъ.

ГРАФИКЪ

СРЕДНИХЪ СЕКУНДНЫХЪ ПОЛУМѢСЯЧНЫХЪ РАСХОДОВЪ
Р. МУРГАБА И ПОТРЕБЛЕНІЯ ВОДЫ НА ОРОШЕНІЕ 54.300 ДЕС.



ПРИМѢЧАНІЕ: СПЛОШНЫМИ ЛИНІЯМИ ОБОЗНАЧЕНО ПОТРЕБЛЕНІЕ ВОДЫ ВЪ УЗЛАХЪ, ПУНКТИРОМЪ — ВЪ ГОСУДАРЕВОМЪ, ИЛЬЯНИ.

На приводимой діаграммѣ сдѣлана попытка выяснить, насколько мѣстное хозяйство сможетъ использовать рѣку, не устраивая водохранилищъ.

Діаграмма построена придерживаясь данныхъ мѣстной статистики о соотношеніи площадей, занятыхъ отдѣльными культурами, и данныхъ о срокахъ поливовъ и вегетаціи хлопка. Въ примѣчаніи [1]) приводится таблица сроковъ по фенологіи хлопчатника. Въ виду значительнаго спроса на корма сдѣлана попытка, введеніемъ раннихъ кормовыхъ травъ, использовать весеннюю воду. Изъ діаграммы видно, что трудно достичь полнаго использованія рѣки при современныхъ условіяхъ веденія хозяйства; предѣлъ полному использованію со своей стороны ставитъ и техника ирригаціи, такъ какъ представляется весьма затруднительнымъ запроектировать сѣченіе канала при большихъ колебаніяхъ расходовъ въ немъ.

---

[1]) **Ходъ фенологическихъ періодовъ Американскаго хлопчатника.**

(Числа даны по старому стилю).

	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905
1) Начало времени посѣва	21 III	25 III	28 III	18 III	19 III	22 III	20 III	1 и 4 IV	31 III	27 III
2) Первые всходы хлопчатника	9 IV	13 IV	12 IV	6 IV	9 IV	8 IV	10 IV	17 IV	15 IV	12 IV
3) Начало цвѣтенія хлопчатника	—	30 VI	26 VI	13 и 29 VI	29 VI	5 VI	19 VI	20 VI	22 VI	6 VI
4) Созрѣваніе и открываніе первыхъ коробочекъ	—	—	—	16 VIII	1 VIII	20 VII	7 VIII	2 VIII	12 VIII	22 VII
5) Остановка роста хлопчатника	5 X	2 X	9 X	12 X	17 X	8 X	18 X	8 X	2 X	14 X
6) Поврежденіе цвѣтовъ и листьевъ утренниками	15 IX	—	10 и 16 IX	—	12 IX	7 X	14 и 15 IX	28 IX	18 IX	—
7) Число вегетаціонныхъ дней	179	172	180	188	192	163	191	174	160	185

Избытки воды будутъ, какъ въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ, такъ и во время высокихъ водъ.

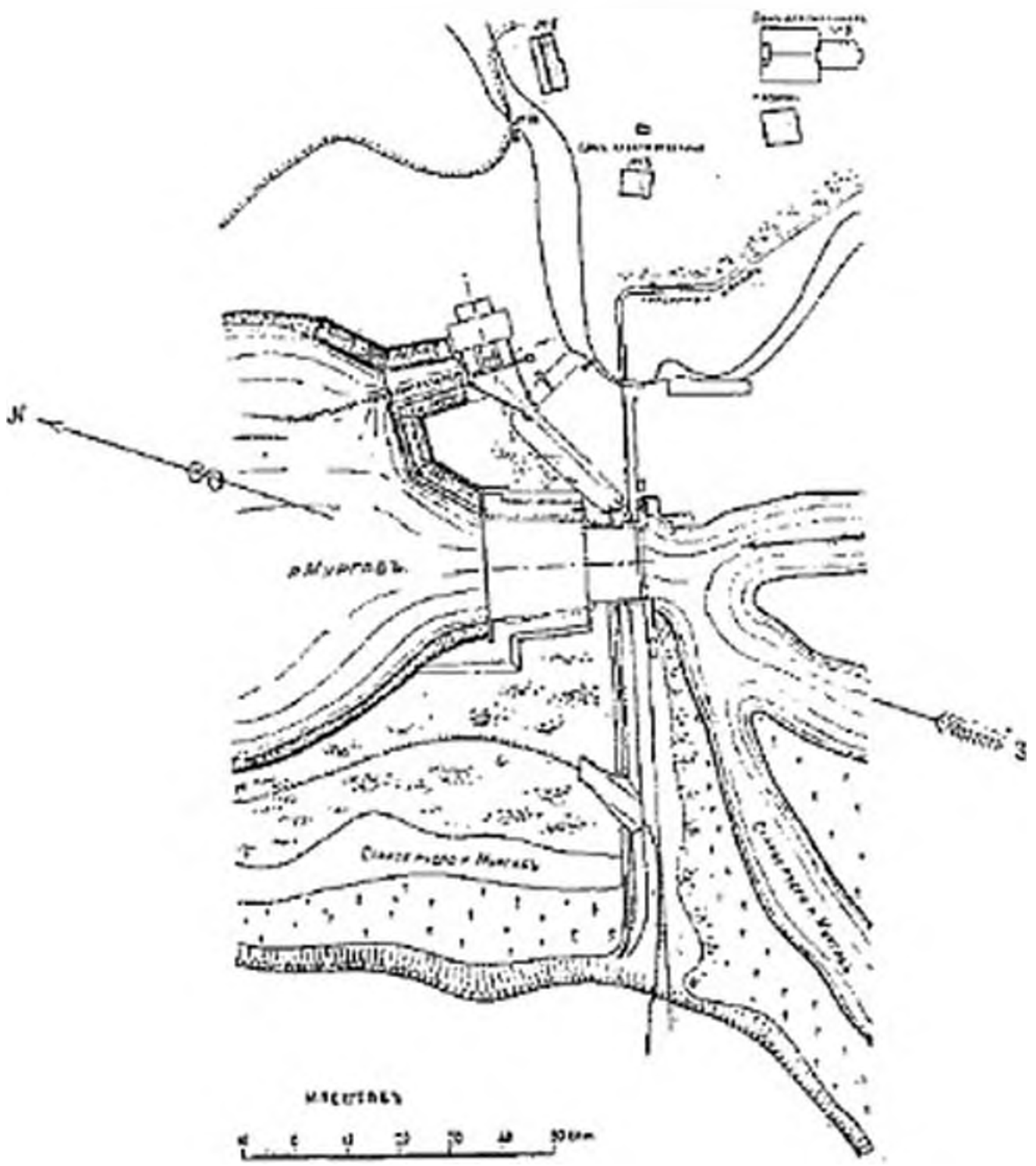
Такимъ образомъ задача полнаго использованія рѣки рѣшается, повидимому, смѣшаннымъ путемъ при наличіи водохранилищъ на объемъ не менѣе 17.000.000 куб. саж..

Нераціональность устройства водохранилищъ въ средней части рѣки заставляетъ искать мѣсто для нихъ въ верхней части рѣки, гдѣ оно и найдено при изысканіяхъ, произведенныхъ имѣніемъ, близъ пограничнаго поста Меручакъ на объемъ въ 20—25 милл. куб. саж. при высотѣ плотины въ 10—12 саж..

Въ настоящее время положеніе имѣнія слѣдуетъ считать ненормальнымъ: обладая наиболѣе совершенными въ техническомъ отношеніи сооруженіями, гарантирующими возможность единовременнаго орошенія до 40.000 десятинъ, сдавая землю почти исключительно туземному населенію, имѣніе не можетъ расширить своего ирригаціоннаго хозяйства на площадь большую, чѣмъ въ 20.000—23.000 десятинъ изъ-за неимѣнія правъ на воду, каковая находится по закону въ пользованіи туземцевъ, часть коихъ арендуетъ земли имѣнія. Туземная же сѣть находится въ первобытномъ состояніи: нѣтъ ни одного мало-мальски совершеннаго сооруженія, вода выливается въ болота, ею же образованныя и проч..

Нынѣ на нижнюю часть Мервскаго оазиса обращено вниманіе Главнымъ Управленіемъ Землеустройства и Земледѣлія въ лицѣ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній, въ связи съ вопросомъ о проведеніи въ оазисѣ воды изъ р. Аму-Дарьи. Казалось бы слѣдовало обратить вниманіе и на настоятельную необходимость обслѣдованія всего орошенія оазиса для возможности переустройства его ирригаціоннаго хозяйства, тѣмъ болѣе, что одна изъ важнѣйшихъ причинъ, отъ коихъ зависитъ наиболѣе раціональное использованіе р. Мургаба для орошенія, кроется въ вопросахъ воднаго

вымъ проводамъ при 825 желѣзныхъ столбахъ. Конструкція станціи видна на чертежѣ. Странно видѣть чрезвычайно тяжелую конструкцію основанія, если имѣть въ виду за-



ключеніе Инженернаго Совѣта при разсмотрѣніи проекта въ коемъ имѣется прямое указаніе лишь на предѣльное давленіе на грунтъ не свыше 0,5 пуд. кв. дм. или 1,27 клгр. кв. стм..

Требованіе это могло быть удовлетворено другой конструкціей основанія, хотя бы свайнымъ или желѣзо-бетоннымъ ростверкомъ.

Построечная стоимость гидро-электрической станціи съ линіей передачи на разстояніе 38 киломстровъ по отчету имѣнія составляетъ 1.773.097 руб. 32 коп., что при мощ-

права, законопроектъ по коему внесенъ въ Законодательныя учрежденія Отдѣломъ Земельныхъ Улучшеній.

Въ настоящей статьѣ я попытался, оставаясь исключительно на почвѣ фактовъ, прослѣдить развитіе оросительныхъ работъ въ имѣніи. Для русскихъ инженеровъ, работающихъ въ области ирригаціи, опытъ имѣнія даетъ много цѣнныхъ данныхъ, какъ въ отношеніи общихъ вопросовъ ирригаціи, такъ и въ техническихъ деталяхъ.

Но отвѣта на поставленную въ ВЫСОЧАЙШЕМЪ УКАЗѢ Правительствующему Сенату задачу еще не дано; площадь земель, на которую, говоря словами Указа, „будетъ возможно распространить орошеніе безъ ущерба, однако же, для прочихъ, орошаемыхъ уже водами этой рѣки, частей Мервскаго оазиса“ до настоящаго времени неизвѣстна.

Нельзя считать рѣшеніемъ вопроса рѣшеніе на основаніи мѣстныхъ опросныхъ данныхъ.

Всѣ работы имѣнія носили характеръ работъ частновладѣльческихъ. Размѣръ арендныхъ обязательствъ слѣдуетъ признать высокимъ для мѣстнаго населенія и если онс на нихъ идетъ, то это служитъ косвеннымъ показателемъ недостатка воды въ уѣздѣ.

Система хозяйствъ въ имѣніи до сихъ поръ залежная. Выпаханныя земли бросаются на отдыхъ. Лишь съ 1909 года въ имѣніи вводятъ трехполье и дѣлаются опыты по удобренію земель.

Помимо работъ по орошенію, имѣніе владѣетъ отлично поставленнымъ заводомъ по очисткѣ хлопка, маслянымъ и мыловареннымъ.

Имѣніе выстроило, главнымъ образомъ, для нуждъ заводовъ гидро-электрическую станцію на мощность въ 1000 kw. у плотины Гиндыкушъ.

Энергія отъ станціи передается токомъ съ напряженіемъ въ 16.500 вольтъ на 38 километровъ по аллюминіе-

ности станціи въ 1000 KW, даетъ затрату на 1 KW мощности въ 1.773 руб. или на 1 лошадиную силу въ 1300 руб. Цифра необычайно высокая.

За 1913/14 годъ было отпущено потребителямъ *2.471.450 KWH* brutto или 1.852.043 KWH netto.

Стоимость KWH для 1913 года составляетъ 7,5 коп..

Ранѣе я позволилъ себѣ указать, что богатые дары солнца Туркестану являются дарами для избранныхъ: ими надо умѣть воспользоваться, и всякая ошибка, въ виду мощности всѣхъ явленій въ Туркестанѣ, влечетъ за собой гораздо болѣе серьезныя послѣдствія, чѣмъ въ другихъ мѣстностяхъ Россіи. Если бы передъ началомъ строительныхъ работъ были поставлены широкія изысканія, на необходимость коихъ указывала и Комиссія Герсеванова, иностранные эксперты Монкриффъ и Коттаръ, помощникъ инженера Поклевскаго, инженеръ Сахаровъ, и, наконецъ, профессоръ В. Е. Тимоновъ, то коренныхъ ошибокъ имѣніе избѣжало бы. Но, къ сожалѣнію, подробныя изысканія были произведены лишь въ 1907—1909 годы, въ серединѣ строительныхъ работъ послѣдняго періода, и выводы, къ коимъ онѣ пришли, имѣли, при такихъ условіяхъ, интересъ болѣе теоретическій, чѣмъ практическій.

Въ Туркестанѣ за имѣніемъ останется честь перваго иниціатора правильной ирригаціи въ Туркестанѣ, иниціатора, опытъ и ошибки котораго дали возможность нынѣ зарождающейся широкой меліораціи Туркестана стать на твердую почву. Но если дѣятельность имѣнія, какъ и всякое человѣческое дѣяніе несовершенна, то идея о необходимости возрожденія Туркестана, высказанная покойнымъ ГОСУДАРЕМЪ АЛЕКСАНДРОМЪ ТРЕТЬИМЪ при образованіи имѣнія, вызываетъ глубокое чувство преклоненія передъ ея творцомъ.

ПЛАНЪ

Мургабскаго ГОСУДАРЕВА имѣнія.

Масштабъ

N

S

ЗЕМЛИ КАЗЕННАГО ВѢДОМСТВА

ЗЕМЛИ КАЗЕННАГО ВѢДОМСТВА

ОБЩЕСТВЕННЫЯ ЗЕМЛИ САРЫКОЛЬ МЕРВСКАГО УѢЗДА

Условныя обозначенія.

Литографія Кенигсонъ (прежнѣ Якоби).
Пет. Сѣ., Большая Зеленина д. № 7. Тел. 499-83.