

6
А-1

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ СООРУЖЕНИЙ

Ф. Н. НАДЖИМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУСТОРОННЕГО
ПЛОТИННОГО ВОДОЗАБОРА НА ПРЕДГОРНОМ
УЧАСТКЕ РЕКИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК УЗССР

Ташкент—1962

Бурное развитие гидротехнического строительства в Советском Союзе, его большой научный и практический опыт послужили одним из условий, позволивших Советскому народу приступить к сооружению величайших в истории человечества энерго-ирригационных узлов на Волге, Днестре и Амударье и успешно завершить строительство Волго-Донского канала.

Осуществление великих строек коммунизма выдвигает перед советскими учеными и инженерами новые и сложные задачи.

Одной из сложных задач в гидротехнике является забор из реки воды, освобожденной от донных и крупных взвешенных наносов, которые, заиляя каналы, нарушают плановое водопользование и вызывают эксплуатационные затруднения и значительные затраты средств на работы по очистке каналов.

Поэтому изучение и обобщение опыта эксплуатации построенных водозаборных сооружений, наряду с экспериментальными исследованиями являются необходимым в деле правильного выбора схемы водозаборных сооружений и назначения режима их работы при проектировании.

Настоящая диссертационная работа имеет своей целью проведение исследования двустороннего плотинного водозабора на предгорном участке реки, а также разработку мероприятий по реконструкции конкретного водного узла.

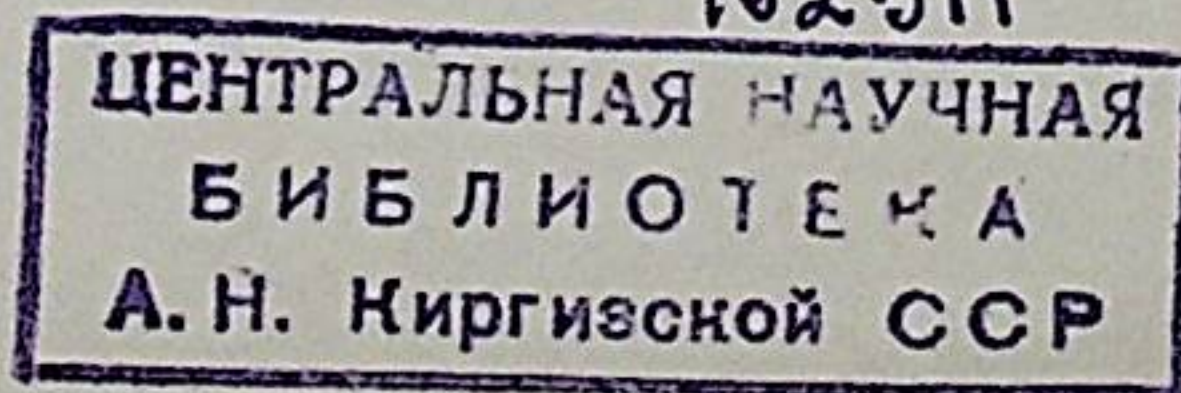
Выполнение поставленной задачи и изучение опыта эксплуатации существующих плотинных водозаборов дали возможность автору проработать вопрос о создании схемы двустороннего плотинного водозабора на предгорных участках рек.

Опыт эксплуатации узла показал, что существующее состояние его не обеспечивает потребного забора воды в регуляторы и успешной борьбы с донными наносами.

Проведенные с участием автора эксплуатационные меро-

102311

1



приятия на узле по улучшению водозабора в регуляторы не дали необходимых результатов.

Создавшиеся затруднения в эксплуатации плотины требуют реконструкции последней для обеспечения планового водозабора в регуляторы и недопуска в каналы донных наносов как в настоящее время, так и в будущем с учетом увеличения площади орошения.

1. Анализ работы двустороннего плотинного водозабора на предгорном участке реки за период эксплуатации

Двусторонний плотинный водозабор осуществлен по принципу отстаивания наносов в карманах с периодической промывкой их.

По этой схеме река перегорожена низкой водосливной плотиной, поставленной поперек течения реки. На обоих береговых концах водосливной части плотины расположены промывные шлюзы с выдвинутыми в верхнем бьефе стенками, создающими карманы-отстойники перед водоприемниками.

Водозабор в регуляторы производится непосредственно из карманов по схеме бокового отвода воды (рис. 1-а).

Изменение естественного режима реки после постройки плотины вызвало в первые годы ее работы до 1937 года занесения верхнего бьефа донными наносами и размыв нижнего бьефа.

В 1951 году в верхнем бьефе уклон русла достиг величины 0,0043 и постепенно приближается к уклону естественного русла—0,0047.

По данным съемок 1951 года средняя отметка дна нижнего бьефа поднялась над проектной в среднем на 1,5 метра, что осложняло промывку карманов. Водосливная часть плотины, после занесения верхнего бьефа до отметки ее гребня и с приближением уклона реки верхнего бьефа к бытовому постепенно теряла свое назначение по регулированию горизонтами воды.

В настоящее время регулирующим сооружением на узле при водозаборе являются отдельные стенки карманов, которые работают как водозахватные шпоры у регуляторов.

Многолетний опыт эксплуатации показал, что при расходах воды в реке больше 500—600 м³/сек наблюдалось протекание потока по всей ширине верхнего бьефа и в отношении забора необходимых расходов воды правобережный и левобережный каналы, затруднений не возникало. При расходах меньше чем 400—500 м³/сек основная часть расхода реки (примерно 70—80%) до 1949 года проходила вдоль левого берега, а в последующие годы по правому берегу.

Прохождение расхода реки то у левого, то у правого берега вызывало неравномерное распределение воды в створе плотины и значительно ухудшало условия водозабора и работу отдельных частей сооружений.

Это ухудшение заключается в том, что при одностороннем и косом подходе потока происходит завал наносами кармана и невозможно осуществить забор воды в один из каналов в соответствии с графиком потребления.

Боковое расположение регуляторов является крупным недостатком этой схемы водозабора, так как при подходе к регуляторам происходил резкий поворот потока и создавались неблагоприятные условия для осаждения наносов в карманах. Это положение усугублялось еще тем обстоятельством, что из-за одностороннего подхода потока в реке, равномерного поступления воды по всей ширине карманов не происходило. По проекту скорости в карманах не должны были превышать 0,8—1,0 м/сек, но в действительности при одностороннем косом подходе скорости у отдельных стенок достигали величины 1,2—1,8 м/сек, вследствие чего в карманы поступали крупные фракции песка, гравий и даже галька.

Наибольшие затруднения в водозаборе испытывал правобережный канал при подходе потока слева. Недобор воды в правобережный канал достигал в среднем 15—25% и по продолжительности составлял 30—40 дней в году.

Забор воды в правый регулятор в соответствии с графиком потребления требовал учащенных продолжительных промывок правого кармана и прекращения подачи воды на орошение по правобережному каналу.

Во избежание занесения правобережного канала и недопуска перерывов в водоподаче, производилось подпитывание правобережного канала через старые головы, расположенные ниже створа плотины.

Периодическая промывка карманов вызывала перерыв в водоподаче, который отрицательно отражался на поливе сельскохозяйственных культур и на работе гидростанции, расположенной на левобережном канале, а также на устойчивость откосов каналов.

Вследствие недостаточности промывных расходов и неблагоприятных условий подхода потока к карманам, длительность промывок, вместо установленных проектом 2—4 часов, доходила до 8—15 часов и даже одних суток.

Необходимо указать также как на крупный недостаток этой схемы водозабора—участие промывных шлюзов карманов в пропуске паводковых расходов реки.

Опыт эксплуатации плотины показал, что при одновременном водозаборе в регуляторы и сбросе через промывные шлюзы происходит сильное забрасывание каналов крупными наносами.

Поэтому управление эксплуатации вынуждено было отказаться от использования промывных шлюзов и, не прекращая водоподачи в регуляторы, пропускать весь паводковый расход через водосливную часть плотины. При этом положение нижнего бьефа становилось тяжелым, так как происходил размыв рисбермы и сливной части.

Размыв нижнего бьефа в глубину в 1936 году достиг величины 7 метров. Для предотвращения возможного разрушения плотины был произведен капитальный ремонт нижнего бьефа, путем установки бетонных тетраэдров. Для улучшения условия гашения энергии в нижнем бьефе по подошве водослива были установлены гребенчатые трамплины. К весьма существенному недостатку плотины нужно отнести еще непригодность ее к работе в зимних условиях, так как никаких устройств для пропуска шуги и льда в нижний бьеф не было предусмотрено в проекте. Наличие на канале гидростанции требовало бесперебойной подачи воды, поэтому для сброса шуги и льда пришлось устроить специальное окно на водосливе, а также установить запань в левом кармане и шандоры в крайнем отверстии промывного шлюза левобережного регулятора.

Серьезные затруднения в эксплуатации плотины представляет также правобережная струенаправляющая дамба, исключительное плохое состояние ее создает реальную угрозу обхода плотины со стороны правого берега.

Для улучшения водозабора в каналы в течение всего периода эксплуатации на узле проводились нижеследующие мероприятия:

1. Регулировочные работы в верхнем бьефе для забора воды из основного протока в правобережный или левобережный регулятор в зависимости от подхода потока к плотине.

2. Регулировочные работы ниже створа плотины для подпитывания каналов через старые головы.

3. Устройство барража параллельно водосливу от верхнего конца левой отдельной стенки с целью отклонения части потока к правобережному регулятору.

4. Частичное временное перекрытие водослива на длине от 20 м до 30 м на высоту до 1,5 м в период прохождения расходов в реке, — 300—400 м³/сек.

5. Установка шандор по всей длине водослива на высоту до 1,0 м, при зимних расходах в реке 35—60 м³/сек.

6. Устройство постоянного порога на высоте 0,20 м по всей длине гребня водослива.

7. Периодический промыв русла в верхнем бьефе через промывные шлюзы проводимый в дни промывок карманов.

Однако, эти мероприятия, несмотря на большие затраты средств, материалов и рабочей силы, не давали существенного эффекта.

Поэтому в ближайшее время необходимо осуществить реконструкцию этого водного узла.

2. Лабораторные исследования по реконструкции двустороннего плотинного водозабора на предгорном участке реки

Для разработки мероприятий по реконструкции водного узла, с максимальным использованием конструктивных элементов существующей плотины и минимальными затратами средств при ее переустройстве, в лаборатории были проведены исследования шести схем. Опыты проводились применительно к условиям предгорным участкам рек. Модели русла и сооружения были выполнены в масштабе горизонтальный 1:100 и вертикальный 1:33.

Расходы и наносы моделировались в соответствии с принятыми масштабами.

Все намеченные к исследованию схемы по реконструкции плотины были разделены на мероприятия, требующие проведения:

1. Минимальной реконструкции и
2. Коренной реконструкции.

В первой группе были проведены исследования по двум схемам:

1. На водосливной части плотины были установлены щиты, участок верхнего бьефа перед плотиной сужался береговыми шпорами, карманы перед регуляторами были устранены. Перед регуляторами были устроены криволинейные пороги (рис. 1-б).

2. Установлены щиты на водосливе и отдельные стенки карманов заменены криволинейными порогами с переменной высотой (рис. 1-в).

Результаты проведенных опытов показали, что вышеуказанные схемы, несмотря на простоту их в осуществлении, не обеспечивают лобового забора воды в регуляторы и бокового сброса в нижний бьеф через промывные шлюзы и тем самым эффективная борьба с наносами не достигается.

Во второй группе проводились исследования по четырем схемам:

1. Для регулирования горизонта воды в верхнем бьефе и обеспечения двустороннего забора воды устраивалась разборчатая плотина по линии концов отдельных стенок карманов. Карманы сохранялись (рис. 1—д).

Опыты показали, что картина протекания потока в верхнем бьефе подобна условиям работы существующей плотины, а именно, в верхнем бьефе ее не создается устойчивого русла и манипуляцией щитами невозможно обеспечить лобового подхода воды к карманам и бокового сброса через отверстия плотины.

Таким образом, рассматриваемая схема не отличается от условий работы существующего водного узла в отношении поступления донных наносов в регуляторы. Указанная схема имеет преимущества перед ней только лишь в отношении регулирования горизонта воды в верхнем бьефе.

2. Под действием струенаправляющей шпоры поток в верхнем бьефе, для создания условий последовательного водозабора, отклонялся к левому берегу, и ширина подводящего русла была доведена до 100 метров. Правый карман устраняется, промывной шлюз используется для сброса основного расхода с целью обеспечения лобового забора воды в правобережный регулятор (рис. 1—д).

При подходе потока к плотине происходит неравномерное его распределение и в правобережный канал поступает значительное количество наносов и тем самым вопрос борьбы с наносами при этой схеме не разрешается. Кроме того, возведение струенаправляющей шпоры большой длины потребует значительных затрат средств.

3. Для создания одностороннего левобережного устойчивого русла устраивалось подводящее русло шириной равной ширине плотины (100 м). При этом водосливная часть плотины заменяется разборчатой на длине 64 м. Правобережный регулятор переносится на 122 м по направлению стрелы потока параллельно самому себе и в его пороге устроены были донные галереи (рис. 1—в).

Опыты показали, что наносы в регуляторы поступают в очень незначительном количестве, но, несмотря на это, в условиях существующей плотины донные галереи могут быть осуществлены только широкими и небольшой высоты. Следовательно, они будут работать при небольших погонных расходах.

Вследствие недостаточности напора на плотине и при наблюдаемом поднятии дна нижнего бьефа будет происходить завал наносами выходных отверстий галерей.

4. Для создания условий лобового забора и бокового сброса воды в нижний бьеф устраивалась разборчатая пло-

тина по форме полукруга. Водосливная плотина разбиралась на 1,8 м по всей длине, и карманы перед регуляторами устранялись (рис. 1—ж).

Проведенные опыты по указанной схеме показали, что во всех случаях подхода потока к плотине режим наносов, поступающих в сброс и каналы, неустойчив.

При сбросе воды в нижний бьеф плотины через крайние глубокие отверстия наблюдалось бурное течение, которое потребует исключительно сложной системы гасителей.

Выполнение этой схемы почти не использует существующую плотину и приведет к постройке нового сооружения.

В силу вышеуказанных обстоятельств рассмотренные схемы не могут быть рекомендованы.

Следует отметить, что в 1943—1945 гг. в САНИИРИ также проводились исследования по реконструкции плотины по схеме последовательного водозабора в регуляторы, которая обеспечивала условия нормального водозабора и борьбы с наносами. Но, однако, принятие этой схемы требовало бы внесения значительных изменений в конструкцию существующей плотины, а также больших затрат средств (рис. 1—з).

На основе анализа результата опытов исследованных шести схем и опыта эксплуатации существующих плотинных водозаборов была принята схема, предусматривающая внесения нижеследующих изменений в конструкцию существующей плотины:

1. В теле водосливной плотины, отступая по 10 м от отдельных стенок обоих карманов, устраиваются по два глубоких щитовых отверстия по 9 м каждое на уровне отметки дна карманов.

2. На гребне оставшейся части водослива устраивается разборчатая плотина из семи щитовых отверстий, тоже по 9 м каждое.

3. Карманы сохраняются, и во входной их части устраиваются криволинейные в плане пороги высотой 2,0 м (рис. 2).

При двустороннем подходе воды к плотине, вследствие расположения глубоких сбросных отверстий по краям ее проходит усиленная разработка береговых протоков и участка верхнего бьефа перед этими отверстиями.

Расположение щитовых отверстий в средней части плотины на высоких отметках, с одной стороны, дает возможность регулировать необходимые горизонты на плотине и осуществлять пропуск части паводковых расходов и, с другой стороны, вызывает образование острова длиной 300—350 м и шириною 50—80 м.

Указанный остров способствует отжиму потока к берегам и создает условия лобового подхода воды к карманам. При сосредоточении сброса воды через крайние глубокие отверстия и заборе воды в регуляторы, происходящем при закрытых отверстиях промывных шлюзов, образуется подпор воды в карманах и спад по направлению к сбросным отверстиям. Разница горизонтов воды в карманах и перед сбросными отверстиями плотины, в зависимости от забора и сброса воды, колеблется в пределах 0,2—1,0 м. В результате этого перед карманами возникает поперечная циркуляция с направлением поверхностных струй в карманы и донных струй с донными наносами в сторону сбросных отверстий плотины.

При сбросах воды через крайние глубокие отверстия плотины с погонными расходами, достигающими до 8—12 м³/сек, происходит интенсивное движение донных наносов вдоль отдельных стенок по направлению к сбросу.

Для предотвращения возможного подмыва отдельных стенок карманов от продольного течения сбросными расходами первые крайние глубокие отверстия в теле плотины делаются отступая 10 м от отдельных стенок карманов.

Наличие донных криволинейных в плане порогов перед карманами способствует равномерному поступлению воды в них и отклонению наносов от карманов в сторону сбросных отверстий.

Устройство крайних глубоких отверстий в теле существующей плотины не только улучшает условия водозабора и борьбы с наносами, но и работу нижнего бьефа, так как при сосредоточенном сбросе излишней воды через эти отверстия с большим погонным расходом против них образуется глубокое отводящее русло, которое будет способствовать транспортированию наносов вниз по течению.

Результаты проведенных опытов при различных условиях подхода потока к плотине, распределение воды и наносов по отводам показаны в таблице № 1. В этой таблице также приводятся данные опытов описанных ранее схем.

Из рассмотрения приведенных данных в таблице следует, что рассматриваемая схема для двустороннего подхода потока к плотине при расходе 300 м³/сек, и водозаборе в оба регулятора 48,5% и сбросе 51,5%, процент захвата наносов составил в правобережный канал 0,5—3,6% и в левобережный 2,3—6,6% в нижний бьеф—98,3—89,7%

При расходе 470 м³/сек и водозаборе в оба регулятора 36,7% процент захвата наносов составил в правобережный канал 0—0,48% и левобережный 0,4—2,0% и нижний бьеф—97,5%—99,6%.

Для левобережного подхода потока к плотине при расходе 300 м³/сек при водозаборе в оба регулятора 49,0% процент захвата наносов составил в правобережный канал 1,3—6,0% в левобережный 0,3—1,1% и в нижний бьеф—93,9—98,4%.

При расходе 470 м³/сек и водозаборе 36,7% процент захвата наносов в правобережный канал составил 0,46%, а наносы в левобережный регулятор не поступали. Такой большой процент захвата наносов в правобережный регулятор по сравнению с захватом их в левобережный объясняется тем, что водозабор в левый карман был лобовым, а в правый—боковым.

Таким образом, проведенные опыты показывают, что указанная схема в отношении борьбы с наносами дает лучшие результаты, чем описанные выше схемы.

Чтобы уменьшить проценты захвата наносов необходимо периодически промывать карманы и русла верхнего бьефа. В целях изучения эффективности промывок верхнего бьефа и карманов был проведен ряд опытов при различных условиях подхода потока к плотине.

1. В случае двустороннего подхода потока к плотине, в зависимости от состояния заиления, проводилась промывка левого или правого протока, путем открытия глубоких отверстий плотины соответственно у левого или у правого кармана. При этом, ввиду незначительности расхода в промываемом протоке, водоподача в питаемый им регулятор прекращалась и вся вода для большей эффективности использовалась для промывки русла через глубокие отверстия плотины, затем последние закрывались и одновременным открытием щитов промывных шлюзов проводилась промывка самого кармана.

2. В случае подхода потока к плотине со стороны левого берега открывались правые глубокие отверстия у правого кармана и проводилась промывка участка русла непосредственно перед плотинной. При этом водоподача в правый и левый регуляторы не прекращалась.

По окончании промывки русла, глубокие отверстия у правого кармана, а также правый регулятор закрывались и производилась промывка кармана одновременным открытием щитов правого промывного шлюза. В это время водоподача в левый регулятор продолжалась, и ввиду лобового подхода потока к карману наносы в последний не поступали.

Таким образом рассматриваемая схема обеспечивает нормальные условия двустороннего водозабора в регуляторы и незначительное поступление наносов в каналы и требует

минимальных затрат средств при переустройстве существующей плотины, поэтому указанная схема нами рекомендуется для составления проекта реконструкции данной конкретной плотины. Для разработки более общих решений нами было проведено дальнейшее исследование новой схемы.

3. Исследование новой схемы двустороннего плотинного водозабора на предгорных участках рек

Анализ работы существующих низконапорных плотинных водозаборных узлов, эксплуатируемых в условиях рек Средней Азии, и изучение результатов лабораторных исследований этих сооружений показывает, что наряду с положительной работой их они имеют целый ряд недостатков.

Основной причиной больших затруднений этих узлов в отношении борьбы с наносами является недостаток в сбросных расходах воды, способных отвлекать донные наносы от водоприемника и транспортировать их в нижний бьеф плотины.

Особенно недостаток в воде испытывается в маловодные годы и в годы среднего паводка, когда расходы реки значительно превышают расходы, необходимые для орошения. Так, на некоторых двусторонних плотинных водозаборах борьба с донными наносами осуществляется по принципу расслоения потока по высоте, т. е. верхние чистые слои направляются в регулятор, а нижние слои с донными наносами поступают через донные галереи в нижний бьеф плотины.

На одной плотине, кроме донных галерей для осуществления борьбы с крупными взвешенными наносами, перед регуляторами устроены многокамерные отстойники.

Данные эксплуатации плотины показывают, что для промывки отстойника необходимо пропустить в зависимости от крупности наносов через каждую камеру расход порядка 15—25 м³/сек, причем на смыв одного кубометра наносов расходуется 10—30 тыс. кубометров воды.

Свободная вода в таких количествах не всегда, имеется, начиная с апреля по июль, ввиду большого процента водозабора (75—87%), промывка отстойника почти невозможна.

В последнее время для успешной борьбы с наносами запроектированы и построены ряд сооружений, основанные на использовании принципа поперечной циркуляции, гидротехническое применение которой впервые предложено советским ученым профессором Потаповым М. В.

Основная идея этой схемы состоит в лобовом водозаборе в регулятор и боковом сбросе воды через плотину, которые достигается путем устройства криволинейного в плане подводящего русла и расположения плотины под углом к регулятору.

Такая схема расположения водозабора обеспечивает устойчивое течение потока в подводящем русле и приводит к возникновению в потоке поперечной циркуляции с направлением поверхностных слоев воды в регулятор и донных слоев, насыщенных крупными наносами, в отверстия плотины.

По этому принципу построены плотины на реках Узбекистана (Ферганский тип водозабора). По данным лабораторных исследований и эксплуатации при водозаборе свыше 70%, вследствие ослабления влияния поперечной циркуляции в потоке и недостаточности сбросных расходов, происходит завлечение донных наносов в каналы, превышающее 18%.

По данным наших исследований в рекомендуемой для реконструкции схеме борьба с донными наносами успешно достигалась при проценте водозабора в оба канала до 50%, который фактически требуется по плану водопользования.

При увеличении водозабора в левый регулятор из левобережного протока 64% для двустороннего подхода потока к плотине при расходе реки 300 м³/сек процент захвата наносов в левобережный канал достиг величины 6,7%, вследствие недостаточности сбросных расходов и ослабления влияния поперечной циркуляции перед карманами. При дальнейшем увеличении водозабора процент завлечения будет еще большим и потребуются частая промывка верхнего бьефа и карманов, что возможно только при прекращении водоподачи.

Стремясь дать лучшее решение вопроса борьбы с донными наносами, при больших процентах водозабора, автор на основе результатов исследований и изучения недостатков существующих водных узлов разработал схему двустороннего плотинного водозабора на предгорных участках рек. С этой целью в лабораторных условиях проводились исследования этой схемы применительно к предгорным участкам рек. Модель русла и сооружения выполнена в масштабе 1:50.

В результате проведенных лабораторных исследований была разработана схема, особенность которой заключается в следующем:

1. Регулятор в отличие от принятой схемы реконструкции существующей плотины располагается на одной линии с плотиной и тем самым обеспечивается лобовой водозабор.

Таблица 1

м участке реки

Линия	Распределение донных наносов в процентах			
	нижний бьеф	правобережный канал	левобережный канал	
8	9	10	11	
Линии				
1. Установленный канал	1,9	79,9	14,7	5,4 ¹⁾
2. Установленный канал	0,2	77,2	6,3	6,6 ¹⁾
Функции				
1. Разборка наносов	22,0 74,0 25,0	78,0 95,0 45,0	4 1,5 49,0	18 ²⁾ 3,5 ³⁾ 6 ¹⁾
2. После фронта	22,0 12,2	93,0 87,4	7,0—10,7 1,62	0—1,9 ¹⁾ 0 ¹⁾
3. Фронт ширины	28,0 2,2	98,4 100,0 99,81	0 0,19	0 ¹⁾ 0 ¹⁾
4. Разборка наносов в круге	22,0 20,2	91,5 78,2	2,3 0,4	6,2 ²⁾ 21,4 ²⁾
Суше в разрыве порога	30,3 22,0 17,2	93,3—89,7 99,6—97,5 99,6—100	0,5—3,8 0,—0,5 0,—0,2	1,2—6,7 ³⁾ 0,4—2 ³⁾ 0—0,3 ³⁾
повле	13,2	100	0	0 ²⁾
отверстия	11,5	100	0	0 ³⁾
	31,2	98,4—93,9	13—6,0	0,3—1,1 ¹⁾
	22,0	99,5—100	0—0,5	0 ¹⁾
	11,6	100	0	0 ¹⁾
Регуляторной частью над дном	5 1,7 3	87,5—96,4 97,9—99,1 85,3—90,0	3,2—7,8 0,5—1,4 5,3—10,3	0,4—4,7 ³⁾ 0,4—0,7 ³⁾ 4,2—4,4 ⁴⁾

2. В реке устраивается водосливная плотина небольшой высоты и глубокие сбросные отверстия, расположенные по краям ее до отметки панура, которые создают устойчивый остров перед средней частью плотины. Наличие острова и глубоких сбросных отверстий по краям плотины, а также высоких горизонтов воды в карманах и при сосредоточенном сбросе вызывают поперечную циркуляцию перед карманами.

3. На гребне водослива устраивается разборчатая плотина для поддержания необходимых горизонтов в верхнем бьефе и пропуска части максимальных паводковых расходов реки.

4. Карманы перед регуляторами сохраняются, но только на дне их устраиваются донные лотки (прямоугольного сечения), обеспечивающие постоянную водоподачу в регуляторы и непрерывную промывку наносов из карманов.

5. Входная часть кармана устраивается криволинейно в плане (с радиусом кривизны, увеличивающимся к верховому концу отдельной стенки) и возвышается над дном реки на 1,5—2 м.

6. В теле отдельной стенки кармана устраивается открытая сбросная галерея, в которую выходят донные лотки. Сбросная галерея выходит из тела отдельной стенки в нижний бьеф вблизи глубоких отверстий плотины.

7. Подводящая часть верхнего бьефа на длину 4—5 ширины фронта сооружения делается прямолинейной (рис. 3).

Ширина подводящего русла складывается из длины водосливной части плотины и двух ширин береговых протоков; все три элемента легко поддаются расчетам.

Перед крайними глубокими отверстиями, через которые сосредоточенно сбрасывалась излишняя вода погонными расходами 8—10 м³/сек, происходила усиленная разработка береговых протоков.

В зависимости от расхода воды в реке (300—450 м³/сек) указанный остров менялся по ширине и длине.

При расходе 450 м³/сек остров размывался со стороны протоков, а при расходе 300 м³/сек удлинялся и расширялся за счет отложения наносов. Наибольшая длина его достигала 200—300 м и по ширине 30—40 м.

Указанный остров способствовал отжиму потока к берегам и на подходе к плотине создавал устойчивое русло в верхнем бьефе, который обеспечивал лобовой забор воды в карман.

При расходе 425—455 м³/сек и водозаборе в оба регулятора 51,5% сброс всей излишней воды в нижний бьеф производился, главным образом, через крайние отверстия

Лабораторные исследования схем двустороннего плотинного водозабора на предгорном участке реки

Название схем	Расходы в м ³ /сек.				Распределение воды в процентах			Распределение донных наносов в процентах		
	верхний бьеф	нижний бьеф	правобережный канал	левобережный канал	нижний бьеф	правобережный канал	левобережный канал	нижний бьеф	правобережный канал	левобережный канал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Исследование схем по первой группе — требующие минимальной реконструкции

1. Установлены щиты на гребне водослива и русло сужается береговыми шпорами	470,0	298,0	69,0	103,0	63,4	14,7	21,9	79,9	14,7	5,4 ¹⁾
2. Установлены щиты на водосливе и отдельные стенки заменены криволинейными порогами	560,0	388,0	69,0	103,0	66,3	13,5	20,2	77,2	6,3	6,6 ¹⁾

Исследование схем по второй группе, основанных на коренной реконструкции

1. Разборчатая плотина по линии конца отдельных стенок карманов.	445,0	243,0	104,0	98,0	55,0	23,0	22,0	78,0	4	18 ²⁾
	420,0	220,0	100,0	100,0	52,0	24,0	24,0	95,0	1,5	3,5 ³⁾
2. Последовательный водозабор в каналы	400,0	206,0	94,0	100,0	51,0	24,0	25,0	45,0	49,0	6 ¹⁾
	470,0	208,0	69,0	103,5	63,3	14,7	22,0	93,0	7,0—10,7	0—1,9 ¹⁾
	900,0	720,0	70,0	110,0	80,0	7,8	12,2	87,4	1,62	0 ¹⁾
3. Фронт разборчатой плотины сокращается до ширины подводящего русла.	450,0	278,0	69,0	103,0	71,6	15,4	28,0	98,4	0	0 ⁴⁾
	900,0	720,0	7,0	110,0	8,0	7,8	12,2	100,0	0,19	0 ⁴⁾
4. Разборчатая плотина в плане по форме полукруга	470,0	298,0	69,0	103,0	63,3	14,7	22,0	99,81	2,3	6,2 ³⁾
	510,0	308,0	105,0	103,0	58,9	20,9	20,2	78,2	0,4	21,4 ²⁾

Исследование рекомендуемой схемы

Существующая часть водослива переустроена в разборчатую плотину с переменной отметкой порога. В семи средних отверстиях щиты установлены на гребне водослива и по два крайние отверстия на отметке промывных шлюзов	309,0	160,7	53,6	94,7	51,7	17,5	30,3	93,3—89,7	0,5—3,8	1,2—6,7 ³⁾
	470,0	293,0	69,0	103,0	63,3	14,7	22,0	99,6—97,5	0,—0,5	0,4—2 ³⁾
	600,0	428,0	61,0	103,0	71,3	11,5	17,2	99,6—100	0,—0,2	0—0,3 ³⁾
	780,0	503,0	61,0	103,0	78,0	8,8	13,2	100	0	0 ³⁾
	900,0	728,0	69,0	103,0	80,7	7,8	11,5	100	0	0 ³⁾
	303,0	152,5	54,0	94,5	51,0	17,8	31,2	98,4—93,9	13—6,0	0,3—1,1 ⁴⁾
	470,0	298,0	69,0	103,0	63,3	14,7	22,0	99,5—100	0—0,5	0 ⁴⁾
	892,0	720,0	69,0	103,0	80,6	7,8	11,6	100	0	0 ¹⁾

Схема двустороннего водозаборного узла автора

Регуляторы расположены в одну линию с плотинной. Перед регуляторами устроены карманы, в которых расположены донные лотки, входная часть их устроена криволинейно и возвышается над дном реки.	300,0	31,0	142,0	124,0	11,5	47,0	41,5	87,5—96,4	3,2—7,8	0,4—4,7 ³⁾
	450,0	219,5	142,0	88,5	48,8	31,5	13,7	97,9—99,1	0,5—1,4	0,4—0,7 ³⁾
	300,0	34,0	142,	124,	15,5	47,2	41,3	85,3—90,0	5,3—10,3	4,2—4,4 ⁴⁾

¹ Подход потока к плотине по середине русла.

² " " " со стороны правого берега

³ Подход потока к плотине со стороны обоих берегов

⁴ " " " левого берега

плотины и частично через донные лотки. При этом вследствие сосредоточенного сброса воды через глубокие отверстия перед карманами возникала поперечная циркуляция с направлением поверхностных струй в карманы и донных струй, насыщенных наносами, в крайне глубокие отверстия плотины.

Для установления эффективности работы донных лотков в отношении борьбы с наносами при большом проценте водозабора в регуляторы 88,5% опыты проводились при закрытых щитах плотины и подходе потока как со стороны обоих берегов, так и со стороны одного левого берега. Сброс излишней воды при указанном водозаборе производился через донные лотки в правом и левом карманах.

Как показали исследования профессора Шаумяна В. А. и наши опыты, что движение воды в донных лотках происходит винтообразно.

Винтовое движение в донных лотках образуется под действием продольных скоростей течений в лотке и скорости входа воды в них по периметру лотка.

Замерами трубкой Пито установлено, что скорости воды в донных лотках достигали величины в среднем 2,0—3,0 м/сек и они вполне обеспечивают транспортирование наносов в нижний бьеф плотины. Как показали опыты, при большом проценте водозабора (88,5%) все наносы реки поступали в карманы. Борьба с наносами в карманах осуществлялась гидравлическим методом непрерывно промываемыми донными лотками.

Результаты проведенных опытов по этой схеме для различных условий подхода потока к плотине приведены в таблице (см. табл. № 1).

Из указанных в таблице данных следует, что для двустороннего подхода потока к плотине при расходе $450 \text{ м}^3/\text{сек}$ в водозаборе в оба регулятора 51,5% процент захвата наносов в каналы составил в правобережный 0,5—1,4%, левобережный 0,4—0,7% и в нижний бьеф 97,9—99,1%.

При расходе $300 \text{ м}^3/\text{сек}$ и водозабора в оба регулятора 88,5%, процент захвата наносов составил в правобережный канал 3,2—7,8% и левобережный—0,4—4,7% и в нижний бьеф 86,5—96,4%, а при левобережном подходе потока к плотине процент захвата наносов составил в правобережный канал 5,8—10,3%, в левобережный—4,2—4,4% и нижний бьеф—83,3—90,0.

Большой процент захвата наносов в правобережный канал объясняется тем, что в левый карман осуществляется лобовой водозабор, а в правый—боковой. Следовательно, при большом проценте водозабора в каналы успешно обеспечивает-

ся борьба с наносами и главная масса их поступает в нижний бьеф плотины. Сбросные расходы, составляющие 11,5 % не в состоянии транспортировать наносы по реке и поэтому несомненно произойдет завал нижнего бьефа плотины.

Для предотвращения этого явления необходимо производить периодическую промывку нижнего бьефа в периоды прохождения паводковых расходов.

В случае невозможности предотвращения завала нижнего бьефа промывкой необходимо производить механическую очистку.

Опыт эксплуатации конкретного двустороннего плотинного водозаборного узла на предгорном участке реки показал, что этот узел не обеспечивает условия двустороннего забора воды в регуляторы и борьбы с наносами. Это положение еще усугубляется тем, что водосливная часть плотины после занесения наносами до ее гребня не оказывает влияния на горизонты воды в верхнем бьефе. Создавшееся затруднение в эксплуатации требует реконструкции этого водного узла.

В результате лабораторных исследований шести схем разработаны мероприятия по реконструкции плотины, обеспечивающие плановый водозабор в регуляторы и незначительное поступление донных наносов в каналы, а также позволяющие максимально использовать конструктивные элементы существующей плотины с минимальными затратами средств.

Стремление дать лучшее решение вопроса борьбы с донными наносами при двустороннем водозаборе и большом проценте забора воды в регуляторы побудило автора разработать в лабораторных условиях новую схему.

Проведенные исследования показывают, что расположение регуляторов по одной линии с плотиной и устройство непрерывно промывающихся донных лотков в карманах, а также наличие глубоких сбросных отверстий по краям плотины, дают лучшие результаты в отношении борьбы с донными наносами, при больших процентах водозабора (88,5 %), чем существующие плотинные водозаборы.

В дальнейшем необходимо продолжить теоретическое и лабораторное исследования в направлении уточнения оптимальных размеров отдельных элементов сооружения.

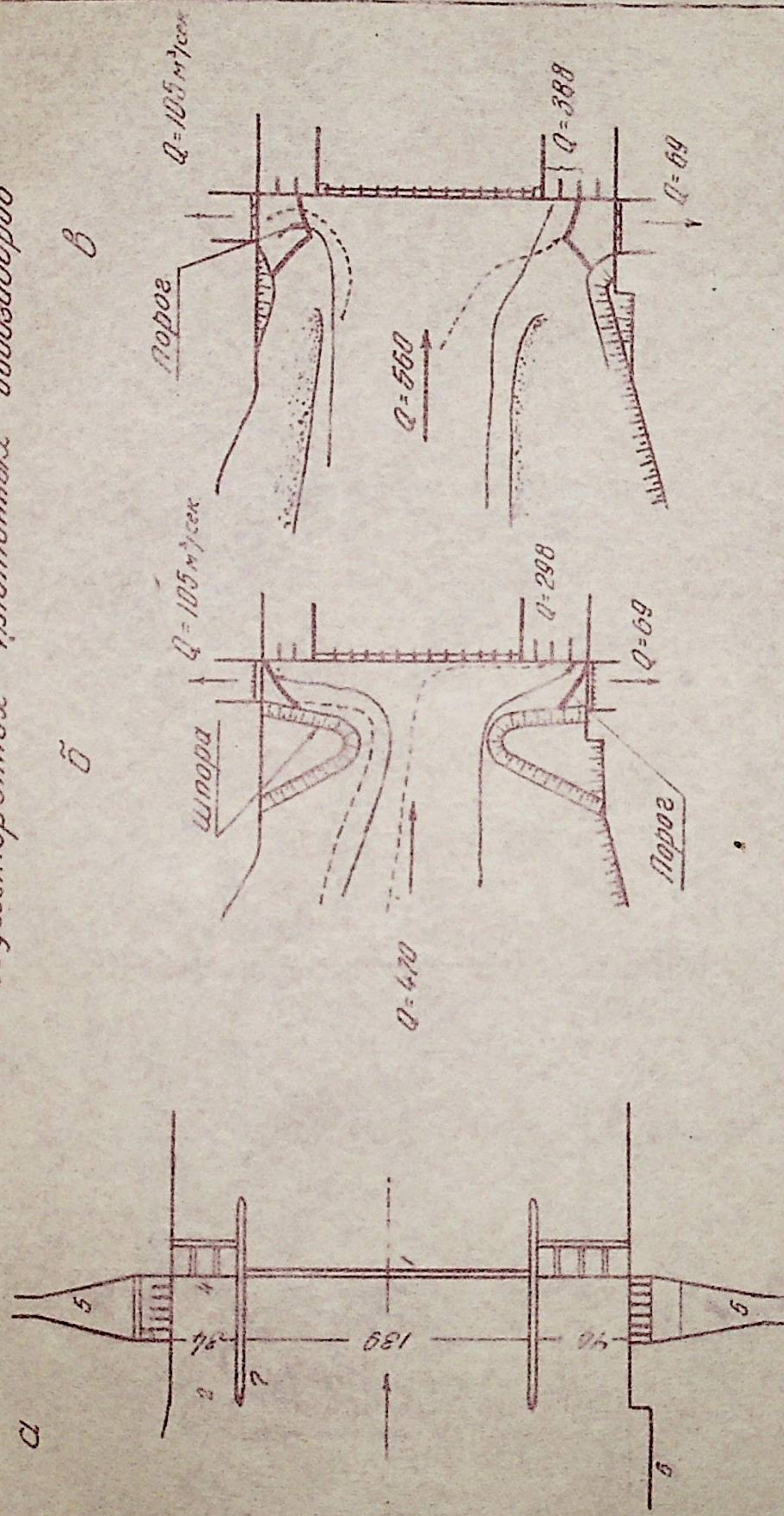
102311

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

Р03343. Подписано к печати 2/VI-52. Бумага $60 \times 92^{1/16} = 0,5$ бум., —
1 печ. Изд. л. 1. Тираж 100.

Типография Из-ва АН УзССР, Ташкент—1952 г. Заказ № 673.

Схемы двухсторонних плотинных водозаборов



- 1 - водосливная плотина;
- 2 - карман;
- 3 - регулятор;
- 4 - промывной шлюз;
- 5 - канал;
- 6 - берегозащитная дамба;
- 7 - разделительная стенка.

Рис 1

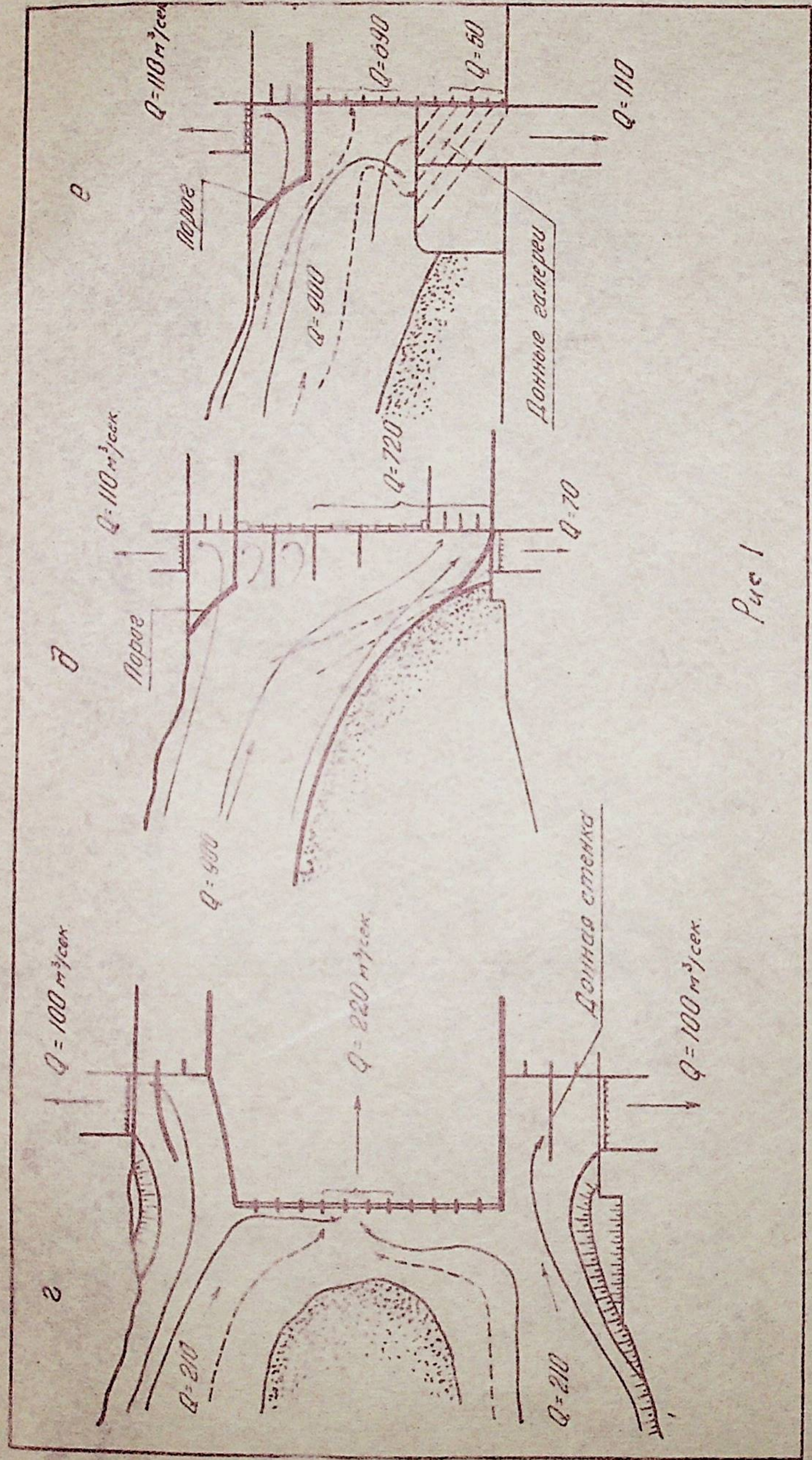


Рис 1

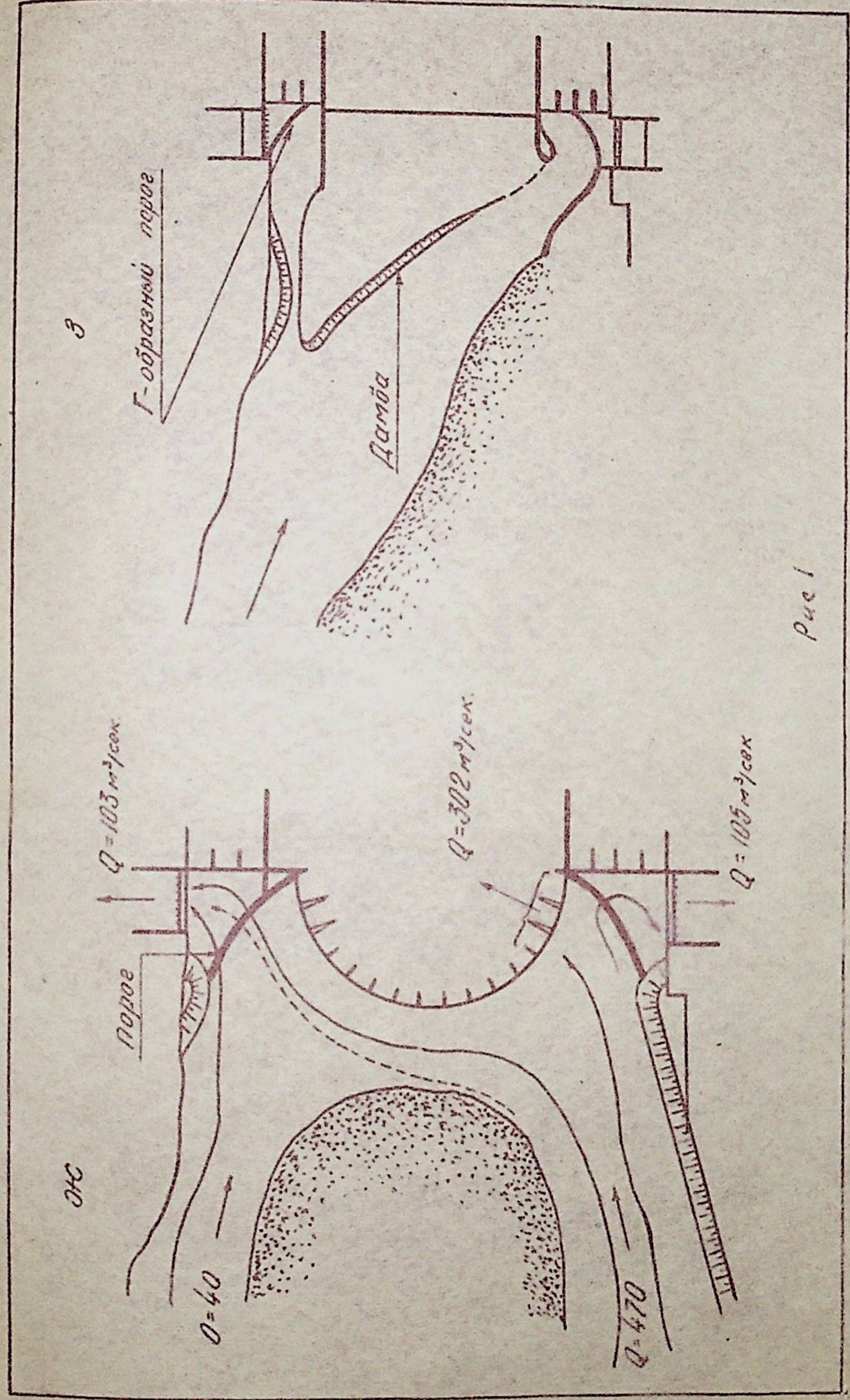
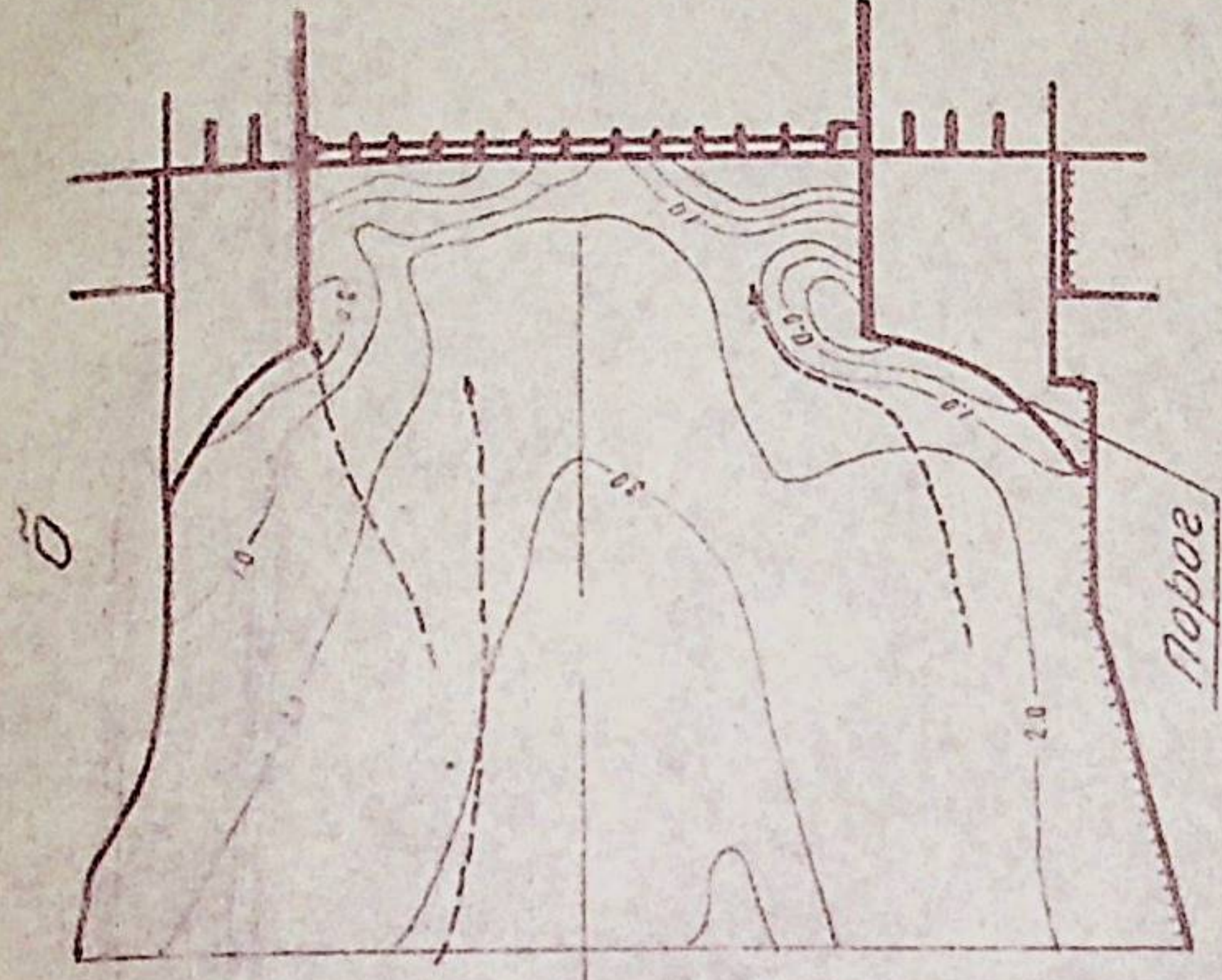
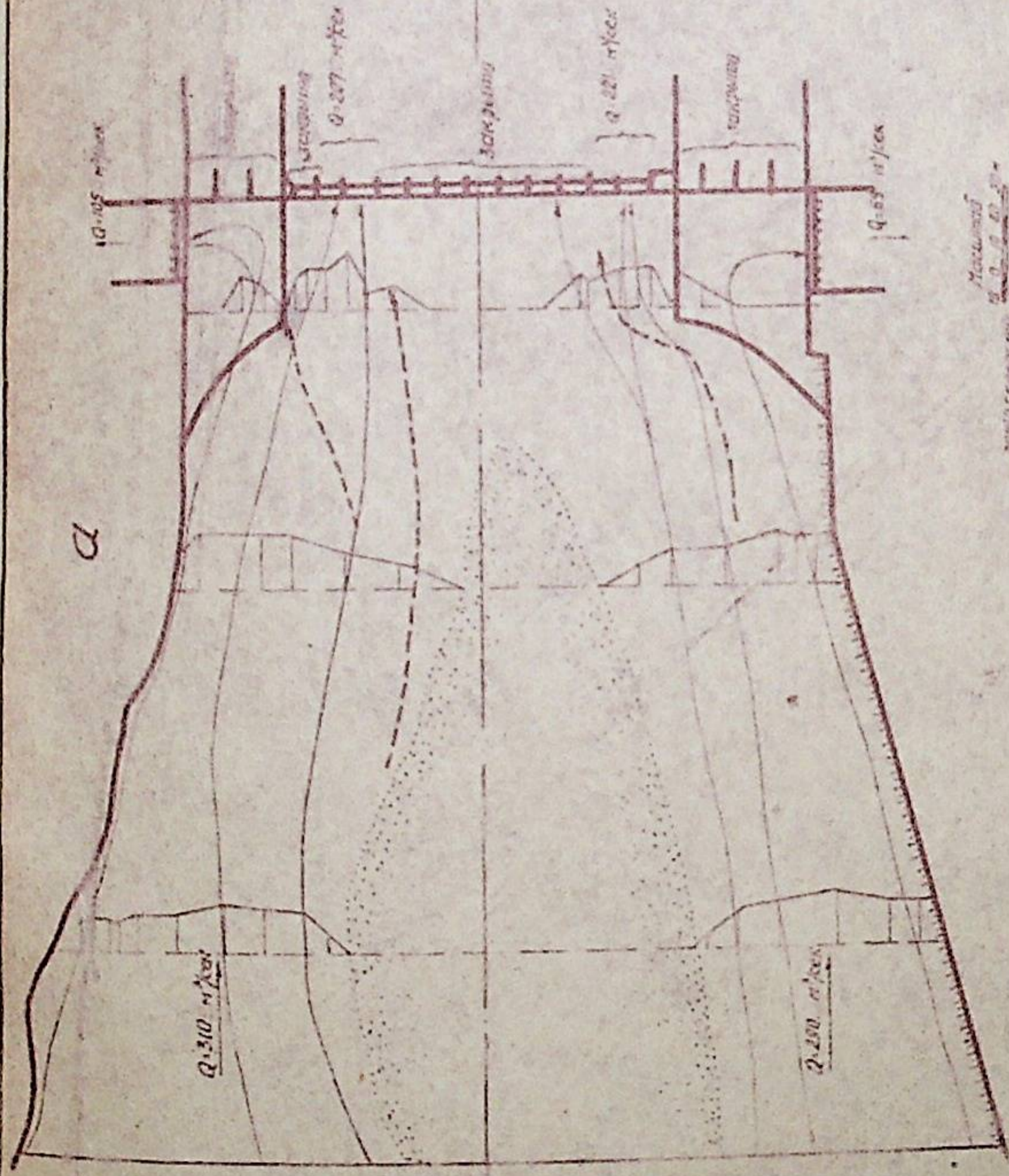


Рис 1



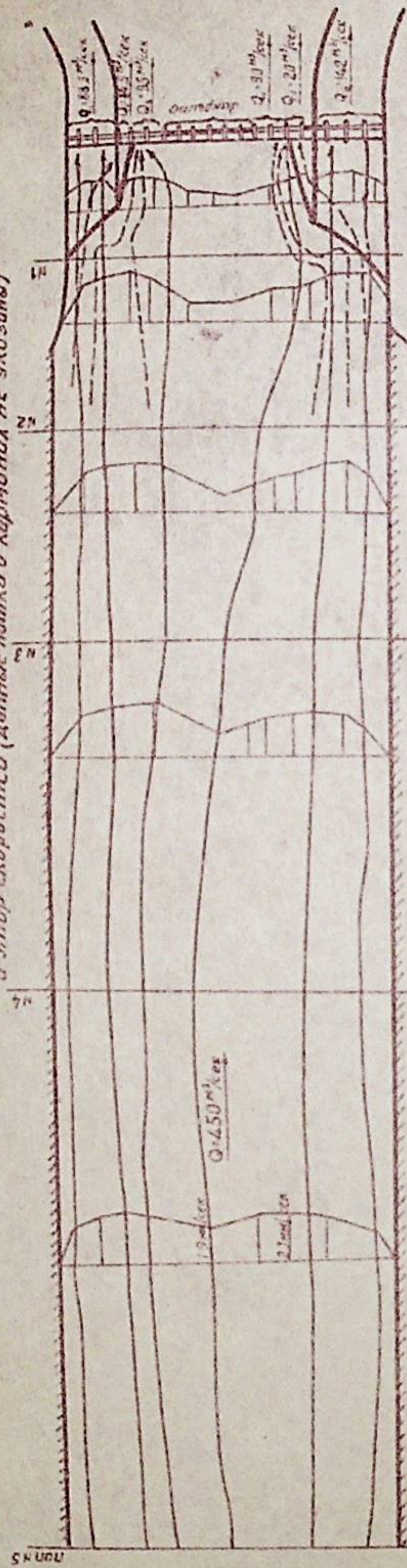
Двухсторонний подход потока (любой) с забором воды из карманов, перед последним устройством криволинейный порог. Плотина с переменным уклоном порога, глубокое отбегание у разделных стенок.

а. Направление поверхности поверхности и донные струи и эяры поверхности скорости

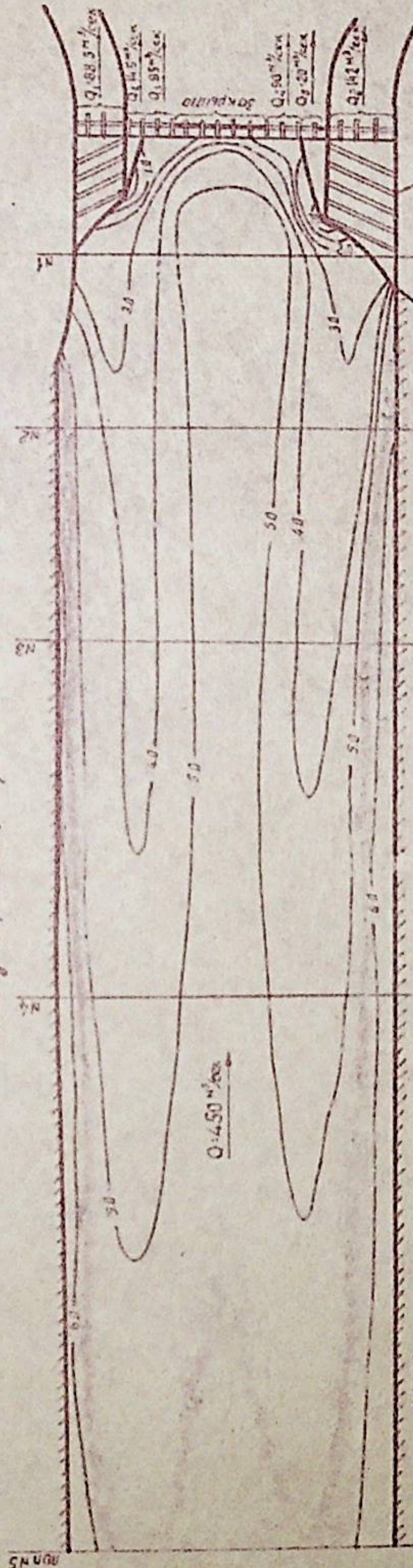
б. План русла в горизонтале. Рис 2

План

модели с указанием поверхностных и донных струй иזור скоростей (Данные лотки в карманах не указаны)



план дна русла в горизонталях после опыта



Рыт, пущенный лотком со стороны донной перегородки при расходе реки $Q = 4.50 \text{ м}^3/\text{сек}$. Сборос воды в лотке был выполнен через отверстие в донной перегородке, расположенное в кармане.