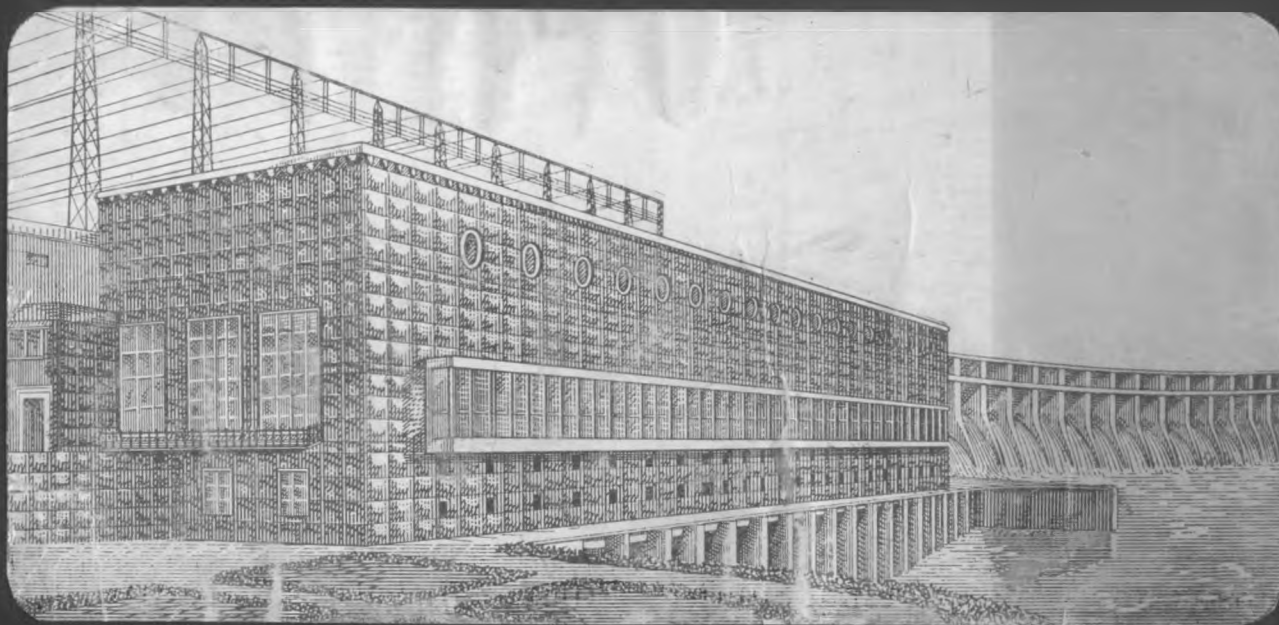


590181

31.5

В 78

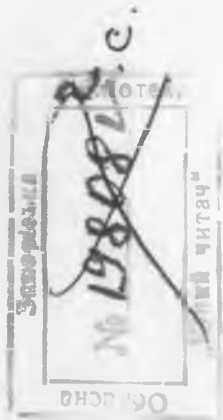
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДНЕПРОВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА



61. 021.311.21 31.5
В-78

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДНЕПРОВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ имени В. И. ЛЕНИНА

СБОРНИК СТАТЕЙ
ПОД РЕДАКЦИЕЙ НАЧАЛЬНИКА ДНЕПРОСТРОЯ
Ф. Г. ЛОГИНОВА



Э
590181
7
K

Запорожская
обл. библиотека
им. А. М. Гоголя



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1947 ЛЕНИНГРАД

ПЕРЕВЕРЕНО

Работы по восстановлению Днепровской гидроэлектрической станции им. В. И. Ленина были начаты немедленно после изгнания врага и потребовали героических усилий восстановителей Днепрогэс в условиях еще продолжавшейся войны.

В настоящем сборнике помещены материалы, посвященные первому этапу работ.

Сборник состоит из ряда статей, написанных инженерами, непосредственными участниками восстановления.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СБОРНИКА:

Ф. Г. Логинов (отв. редактор), П. И. Иванов, И. И. Кандалов, П. А. Медведев, К. И. Мельниченко, И. Е. Подрюцкий, Г. А. Шацкий, М. С. Эскин, В. Н. Накаряков (отв. секретарь).

Редактор издательства *И. И. Бронштейн.*

Технический редактор *А. Д. Чаров.*

Сдано в пр-во 30/1 1947 г. Подписано к печати 21/VIII 1947 г. Объем 14 п. л., 11,7 уч.-авт. л. Тираж 2000 экз.
А-09253 Формат бумаги 84×108^{1/16} 33430 тип. знаков в печ. л. Зак. № 22.

Типография Госэнергоиздата МЭС. Москва, Шлюзовая наб., 10

СОДЕРЖАНИЕ

Днепровская гидроэлектростанция будет полностью восстановлена	7
<i>Инженеры А. А. Руденко и С. И. Тайчер</i> — Состояние плотины после разрушений	11 ✓
<i>Инженер М. И. Тясто</i> — Состояние судоходного шлюза	23 ✓
<i>Главный инженер Днепростроя И. И. Кандалов</i> — Методы восстановления Днепрогэс	31
<i>Инженер М. С. Эскин</i> — Принципы восстановления сооружений Днепровской гидроэлектростанции	50
<i>Инженер А. А. Руденко</i> — Мероприятия по восстановлению плотины	59
<i>Инженер Д. Д. Инцерт</i> — Мероприятия по восстановлению щитовой стенки и здания гидроэлектростанции	73
<i>Инженер М. И. Тясто</i> — Некоторые вопросы реконструкции судоходных устройств	79
<i>Главный архитектор Днепростроя Г. М. Орлов</i> — Архитектура Днепровской гидроэлектростанции	87
<i>Инженер И. Е. Подруцкий</i> — Пропуск строительных расходов в период восстановительных работ	91
<i>Канд. техн. наук. А. Н. Адамович</i> — Основные принципы и особенности цементации плотины Днепрогэс	98
<i>Начальник Планового отдела Днепростроя В. В. Шипилин</i> — Месячное планирование и ежедневная оперативная отчетность	106
<i>А. М. Лейтес</i> — Труд на Днепрострое	109

МОСКВА, КРЕМЛЬ

**Председателю Совета Министров Союза ССР
товарищу СТАЛИНУ И. В.**

ДОРОГОЙ ИОСИФ ВИССАРИОНИВИЧ!

Коллектив строительства «Днепростроя» очастлив доложить Вам, что гордость нашего народа — Днепровская гидростанция имени В. И. Ленина, варварски разрушенная немецкими захватчиками, поднята из руин и вступила в строй действующих электростанций.

3 марта 1947 года первый гидроагрегат мощностью 72 тыс. квт дал электроэнергию промышленности Приднепровья.

Немецкие изверги в своей звериной злобе к Советскому Союзу взорвали Днепровскую гидроэлектростанцию; щитовое отделение, здание гидростанции, все девять агрегатов по 60 тыс. квт были полностью уничтожены; бетонная плотина, шлюз и порт были сильно разрушены.

Наша доблестная Красная Армия в ожесточенной борьбе предотвратила полное уничтожение всех сооружений Днепровской ГЭС, с начала восстановительных работ нами извлечено и обезврежено свыше 360 тонн взрывчатых веществ, заложенных немцами.

Восстановительные работы гидростанции были начаты в феврале 1944 года, когда страна продолжала еще вести борьбу с немецкими захватчиками.

Коллектив Днепростроя за это время во много раз увеличился и достиг 11 200 человек; в процессе работ выросли многие и многие специалисты, показавшие образцы трудовых подвигов.

Вводом в эксплуатацию первого агрегата Днепрострой завершил большой и трудный этап восстановительных работ.

За время с начала восстановительных работ освоено 285 млн. рублей капиталовложений; в тело плотины, щитовую стенку и другие сооружения уложено 146 тыс. кубм бетона, восстановлено здание гидростанции на 3 агрегата, изготовлено и смонтировано 11 000 тонн металлоконструкций; наш коллектив изготовил и смонтировал слож-

ные 75-метровые металлические переходы через р. Днепр, обеспечив этим самым снабжение энергией Запорожстали и передачу ее в Донбасс.

... Пуск первого агрегата — это начало большой работы, которую нужно выполнить коллективу Днепростроя. В 1947 году по утвержденному Правительством плану мы должны смонтировать и включить в эксплуатацию еще два агрегата, закончить восстановление шлюза и порта и открыть оквзовое судоходство, до конца новой сталинской пятилетки гордость нашей страны, крупнейший гидроэнергетический узел — Днепровская ГЭС им. В. И. Ленина будет восстановлена нами во всей своей мощи и еще лучше, чем она была до разрушения.

Заверяем Вас, Иосиф Виссарионович, наш дорогой вождь и учитель, что эти ответственные задачи днепростроевцы выполнят с честью.

Все свои силы, все знания мы отдадим для дальнейшего укрепления мощи родной страны.

От всей души желаем Вам, дорогой Иосиф Виссарионович, здоровья и долгих лет жизни на счастье нашей Родины.

Начальник Днепростроя **Ф. ЛОГИНОВ.**

Главный инженер Днепростроя **И. КАНДАЛОВ.**

Парторг ЦК ВКП(б) на Днепрострое **А. АРТЕМЕНКО.**

Председатель стройкома **Н. ИЗВЕКОВ.**

Комсорг на Днепрострое **Г. КАМАЕВ.**

ЗАПОРОЖЬЕ. 3 марта 1947 г.

ЗАПОРОЖЬЕ

Днепровская гидроэлектростанция имени Ленина

**товарищам ЛОГИНОВУ, КАНДАЛОВУ,
АРТЕМЕНКО, ИЗВЕКОВУ, КАМАЕВУ**

Поздравляю рабочих, инженеров, техников и служащих Днепростроя с производственной победой — завершением основных работ по восстановлению Днепровской гидроэлектростанции имени Ленина и пуском в работу первого агрегата мощностью 72 тыс. киловатт.

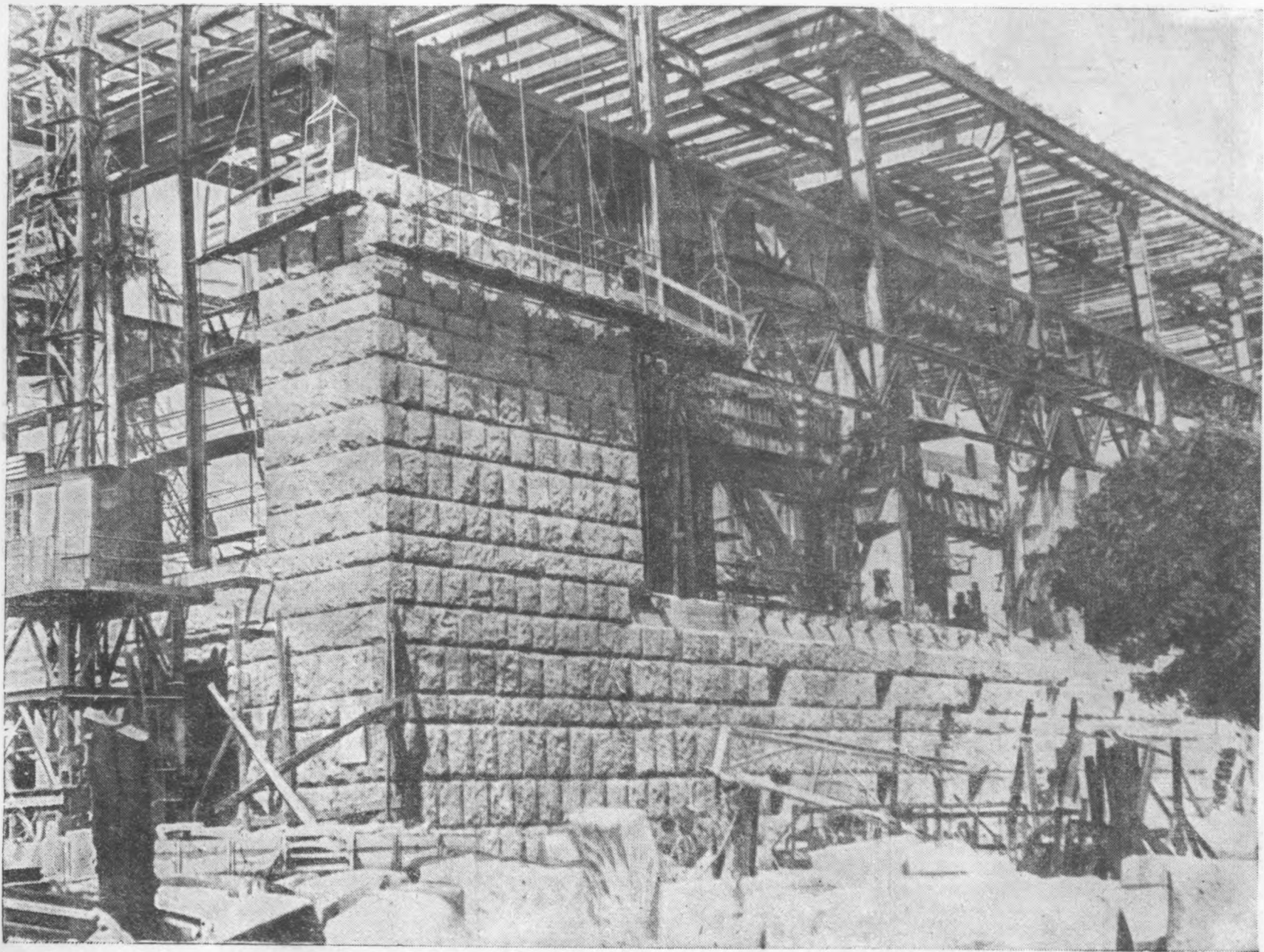
Партия и Правительство придают особое значение быстрейшему восстановлению Днепровской гидроэлектростанции — творению и гордости нашего народа.

Успешное восстановление Днепрогэса показывает, что советский народ полон решимости быстрее залечить раны, нанесенные войной, и обеспечить дальнейшие успехи нашей Родины.

Перед вашим коллективом стоит новая серьезная задача: смонтировать и пустить в 1947 г. второй и третий агрегаты, закончить восстановление плотины, шлюза и открыть сквозное судоходство в навигацию этого года и в дальнейшем завершить полное восстановление Днепровской гидроэлектростанции.

Желаю вам дальнейших успехов.

И. СТАЛИН.



Машинный зал (октябрь 1945 г.).

ДНЕПРОВСКАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ БУДЕТ ПОЛНОСТЬЮ ВОССТАНОВЛЕНА

Протекая по богатым землям Украины, имея свободный выход через Черное море к мировым рынкам, Днепр издавна привлекал к себе внимание как исключительно важная водная магистраль. Для восточно-европейских славян Днепр составлял важнейшую часть исторического водного пути «из варяг в греки», который много способствовал экономическим и культурным связям восточных славян с Византией.

Однако, значение Днепрового водного пути снижалось многочисленными порогами, создававшими непреодолимое препятствие для судоходства на участке протяженностью около 70 км, между городами Днепропетровск и Запорожье. Здесь река пересекает мощную гранитную гряду, являющуюся отрогом Карпат. Дно реки на этом участке усеяно многочисленными гранитными обнажениями, образующими крупные нагромождения—«пороги».

Кроме имеющихся на Днепре 9 порогов есть еще около 25 менее крупных нагромождений—«заборов». Отметка дна порожистого участка реки колеблется от 13,87 (порог Вильный) до 44,81 м (порог Кайдакский).

Первые попытки улучшения судоходных условий Днепра были сделаны в конце XVIII в., но успехом не увенчались. С тех пор, вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции, было составлено несколько десятков различных проектов, неоднократно начинались кое-какие работы, но обычно вскоре же приостанавливались «за малоуспешностью».

Только с победой Великой Октябрьской социалистической революции проблема Днепра была возведена на уровень большого государственного дела. По поручению

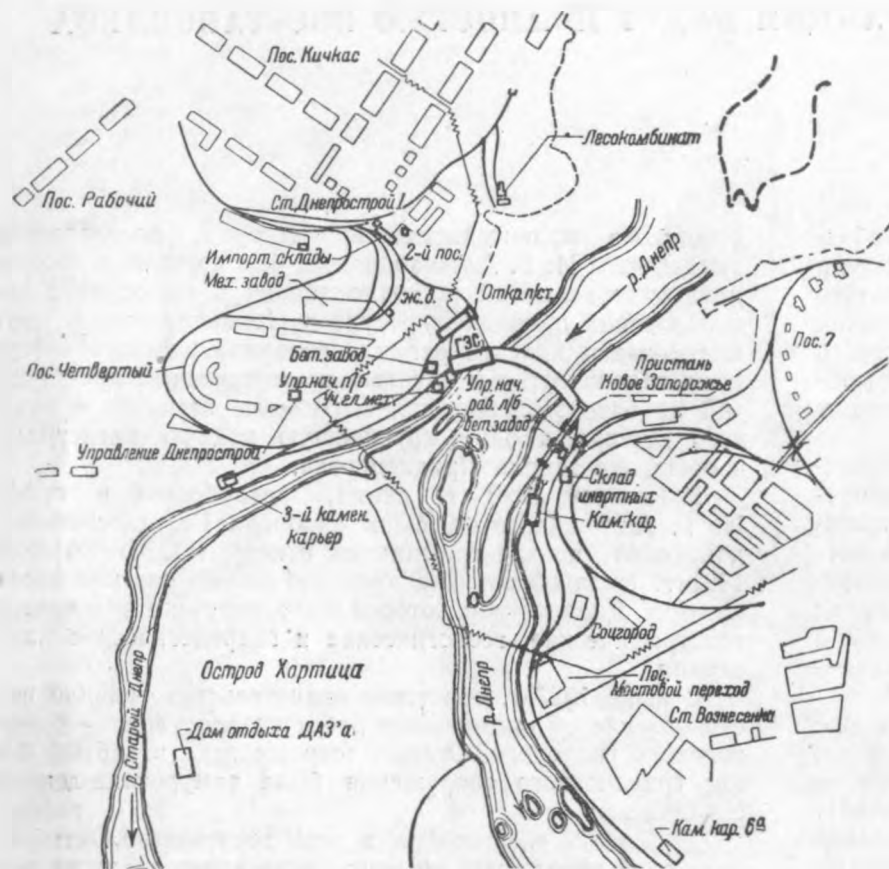
советского правительства профессором, впоследствии академиком И. Г. Александровым был составлен проект, предусматривающий широкие задачи всестороннего использования природных ресурсов Приднепровья. В комплекс задач проекта входило создание мощного источника гидроэнергии и крупных промышленных предприятий на базе этой энергии, соединение верхнего и нижнего Днепра в одну крупнейшую водную магистраль и орошение земель Приднепровья.

В конце 1920 г. схема, разработанная проф. И. Г. Александровым, была одобрена Государственной комиссией по электрификации России (ГОЭЛРО), а в 1921 г. была образована проектно-изыскательская организация Днепрострой, которой было поручено произвести топографические, геологические и гидрологические изыскания.

В июне 1927 г. советское правительство приняло постановление об организации работ по сооружению Днепрового гидроузла. Осенью того же года в первый бетон грандиозного сооружения была замурована доска с надписью:

«1927 г., 8 ноября, в день десятилетия Октябрьской революции, во исполнение заветов вождя мирового пролетариата В. И. Ленина, усилиями трудящихся масс первого в мире рабочего государства Союза Советских Социалистических Республик, заложена правительствами СССР и УССР Днепро-ская гидроэлектростанция мощностью в 650 тысяч лошадиных сил—могучий рычаг социалистического строительства СССР».

В процессе строительства выяснилось, что заводами



Фиг. 1. Расположение сооружений Днепрогэс, поселков и вспомогательных предприятий.

могут быть изготовлены турбины значительно большей мощности, чем предполагалось. Поэтому установленную мощность гидростанции было решено повысить до 810 тыс. л. с.

Днепровская гидроэлектрическая станция им. В. И. Ленина была пущена в эксплуатацию 10 октября

1932 г. Создание гидростанции потребовало грандиозных усилий строителей. За пять лет днепростроевцы уложили в сооружения гидроузла 1180 тыс. м³ бетона и железобетона, смонтировали 16 тыс. т металлоконструкций и около 19 тыс. т оборудования, построили 139 тыс. м³ производственных и 570 тыс. м³ жилых зданий, проложили 103 км железнодорожных путей. С постройкой плотины уровень воды поднялся на 37 м, что было вполне достаточным для затопления порогов. Плотина и шлюз Днепровского гидроузла сделали Днепр судоходным от верховьев до Черного моря.

Все новейшие технические достижения советских ученых, конструкторов и инженеров были вложены в «жемчужину советской гидроэнергетики». Каждая турбина Днепрогэс имела мощность 90 тыс. л. с., т. е. мощность всей Волховской гидроэлектростанции. Вес каждой турбины составлял около 660 т. Мощность каждого генератора равнялась 62 тыс. квт. Вес генератора составлял 780 т, в том числе ротора с валом — 430 т. Диаметр ротора равнялся 10,2 м.

Около 3 млрд. квтч электроэнергии вырабатывала ежегодно Днепровская гидроэлектростанция. На базе дешевой электрической энергии непрерывно росла промышленность Запорожья и Приднепровья. Металлургический и алюминиевый комбинаты, построенные на левом берегу Днепра, встали в ряд крупнейших промышленных гигантов страны.

Война помешала дальнейшему развитию промышленности Приднепровья. В августе 1941 г. советские войска, отступая перед фашистскими ордами, подорвали несколько пролетов плотины и демонтировали часть оборудования.

В конце 1943 г., изгоняемые с территории Днепрогэс

немецкие захватчики подвергли жесточайшим разрушениям сооружения гидроузла. Они в нескольких местах подорвали плотину, разрушив или частично повредив 32 бычка из 49. Из 47 водосливных пролетов плотины целиком сохранилось только 14. О величине отдельных зарядов, которыми взрывались сооружения Днепрогэс, можно судить по заряду, обнаруженному в 34-м пролете: он состоял из 100 полутонных авиабомб и 3,5 т тола и не взорвался только потому, что разведчики Красной Армии во-время перерезали провода, соединяющие заряд с источником энергии.

Ущерб, нанесенный сооружениям Днепрогэс, оценивается в 500 млн. руб. без учета ущерба, причиненного народному хозяйству потерей крупнейшей энергетической базы.

Немцы были выбиты с территории Днепровского гидроузла 29 декабря 1943 г., а уже 23 февраля 1944 г. Государственный Комитет Обороны принял решение о восстановлении Днепрогэс. Задача эта была возложена на созданное при Наркомате электростанций специальное строительно-монтажное управление Днепрострой.

Согласно принципиальной схеме работ по восстановлению Днепрогэс были созданы: управление Днепростроя с центральным аппаратом и строительные управления правого и левого берегов. Строительные управления берегов имели первое время по два участка (основных работ и гражданского строительства). Позднее, по мере развития работ на правом берегу, количество участков возросло до пяти. Кроме того, в непосредственном подчинении начальников строительных управлений берегов находились карьеры, бетонные и камнедробильные заводы, опалубочные и арматурные дворы.

Железнодорожный, автотракторный, водный и гужевой транспорт, энергетическое хозяйство, строительные механизмы и снабжение были централизованы и подчинялись непосредственно Управлению Днепростроя.

Демонтаж металлоконструкций и основного оборудования, а также все монтажные работы, кроме электро-

технического монтажа, были поручены тресту Гидромонтаж.

Изыскания, исследования и основное проектирование были возложены на трест Гидроэнергопроект, который должен также выполнять и работы по цементации.

С прибытием на строительство первых партий рабочих прежде всего приступили к приспособлению под жилье наименее поврежденных зданий. В то же время воинская инженерная часть вела проходку донных отверстий в левобережной части плотины, а трестом Гидромонтаж наводились подвесные мостики для пешеходного сообщения между берегами Днепра над разрушенными пролетами плотины. Эти мостики и небольшой паром были единственными средствами связи между берегами до открытия движения по потерне.

В апреле 1944 г. начали разборку завалов у входа в потерну с левого берега, а также разборку разрушенных бычков плотины. В июне приступили к разборке железобетона щитового отделения, демонтажу взорванных конструкций и оборудования гидроэлектростанции. Чрезвычайно показательны цифры, характеризующие объем работ по разборке завалов и демонтажу; только по основным сооружениям нужно было разобрать около 240 тыс. м³ бетона и железобетона, демонтировать 14 тыс. т оборудования и 12 тыс. т металлоконструкций.

Учитывая трудности военного времени, управление строительством при проектировании производства работ стремилось к максимальному использованию местных подручных материалов, получаемых от разборки железобетонных сооружений и металлоконструкций и от разработки карьеров, к возможности в любое время развернуть широкий фронт работ в зависимости от оснащения подсобных предприятий оборудованием, обеспеченности материалами, транспортом и т. д., а также к возможности не прекращать работы и не сужать их фронта в период паводков. Проектируя подсобные предприятия, ориентировались на такое строительное оборудование и механизмы, которые совершенно реально

могли быть получены или же изготовлены на месте. Непосредственно на площадке Днепростроя были осуществлены работы, какие обычно выполняются на крупных заводах. Так, трест Гидромонтаж изготовил заново мост крана для здания гидростанции грузоподъемностью 260 т. На механическом заводе строительства изготовлены вся система транспортеров с приводными и натяжными станциями, дозирующие устройства бетономешалок, цилиндрические грохота, шнеки, нории и много другого оборудования для бетонных, камнедробильных, сортировочных и деревообрабатывающих установок. Этот завод, начавший свою работу с изготовления ложек и кастрюль, в настоящее время ежемесячно дает разнообразнейшую продукцию на сумму, превышающую 1 млн. руб.

На месте сожженного немцами лесозавода создан лесокombинат Днепростроя, дающий ежемесячно различных изделий на сумму свыше 0,5 млн. руб.

Бетонные заводы, построенные на правом и левом берегах, способны давать в час до 42 м³ бетона. Заготовка камня производится на обоих берегах. Песок заготавливается в карьере левого берега и частично в районе г. Евпатории.

В первый период восстановительных работ на стройке почти не было механизмов и квалифицированных рабочих, отсутствовал опыт по восстановительным работам такого масштаба.

Несмотря на эти трудности, днепростроевцы за три года проделали громадную работу. Днепровская плотина почти полностью приняла свой прежний вид — восстановление водосливных пролетов, бычков и сопрягающего

устоя закончено. По восстановленным мостам плотины и аванкамеры еще в августе 1945 г. было открыто сквозное движение для железнодорожного и автомобильного транспорта, которое надежно связало оба берега. Заново построена щитовая стенка гидроэлектростанции и восстановлен на три агрегата машинный зал.

3 марта 1947 г. была пущена в промышленную эксплуатацию первая машина Днепрогэс. Пуском этого агрегата Днепрострой завершил наиболее ответственный и напряженнейший этап своей работы.

Поздравляя днепростроевцев с пуском в работу первого агрегата, товарищ И. В. СТАЛИН поставил перед восстановителями Днепрогэс новые крупнейшие задачи: в 1947 г. смонтировать и пустить 2-й и 3-й агрегаты; восстановить порт и шлюз, чтобы открыть по Днепру сквозное судоходство.

Одна из этих задач уже выполнена. 8 июня по Днепровскому шлюзу прошли первые суда. После шестилетнего перерыва Днепр вновь стал проходим от верховьев до Черного моря. Близок пуск 2-го агрегата. Идет монтаж 3-й турбины.

Закон о новом пятилетнем плане гласит:

«В области электрификации — форсировать восстановление и строительство электростанций с тем, чтобы рост мощностей электростанций опережал восстановление и развитие других отраслей».

Понимая, что в решении этой задачи серьезную роль должны сыграть восстановители Днепрогэс, коллектив днепростроевцев полон решимости быстро и с честью завершить работы по восстановлению гидроэлектростанции.

СОСТОЯНИЕ ПЛОТИНЫ ПОСЛЕ РАЗРУШЕНИЙ

Инженеры А. А. РУДЕНКО и С. И. ТАЙЧЕР

За период Великой Отечественной войны Днепро-вская плотина дважды подвергалась разрушениям: в 1941 г. при захвате немцами г. Запорожья и в 1943 г. при их изгнании.

Плотинный узел сооружений, как известно, состоял из водосливной плотины общей длиной 760 м, левобережной глухой плотины длиной 51,5 м и правобережного сопрягающего устоя, соединяющего плотину со станционным узлом сооружений.

Водосливная плотина состоит из 47 пролетов, по 13 м в свегу каждый, а разделяющие пролеты бычки имеют толщину по 3,25 м. Наибольшая высота бычков равна 62,0 м, а водосливных пролетов 44,0 м, при наибольшей ширине понизу соответственно 44,0 и 39,5 м. Выше гребня водослива, имеющего отметку 42,25 м, нормальный подпорный горизонт 51,20 м поддерживался щитами Столея, опирающимися на бычки. По бычкам плотины проложены два моста: на отметке 52,0 м со стороны нижнего бьефа — под шоссе-ную дорогу и на отметке 60,5 м со стороны верхнего бьефа — для обслуживающих плотину порталных кранов.

В плане плотина имеет криволинейное очертание по длине круга радиусом 600 м, что было вызвано условиями сопряжения ее с берегами и желанием увеличить водосливной фронт.

Основанием плотины по всей ее длине служит прочная скала (гранито-гнейсы с временным сопротивлением раздавливанию 1 500—2 000 кг/см²) с относительно небольшой трещиноватостью. Обнаруженные в скале при возведении плотины четыре больших трещины, простирающиеся по направлению течения, были расчищены на

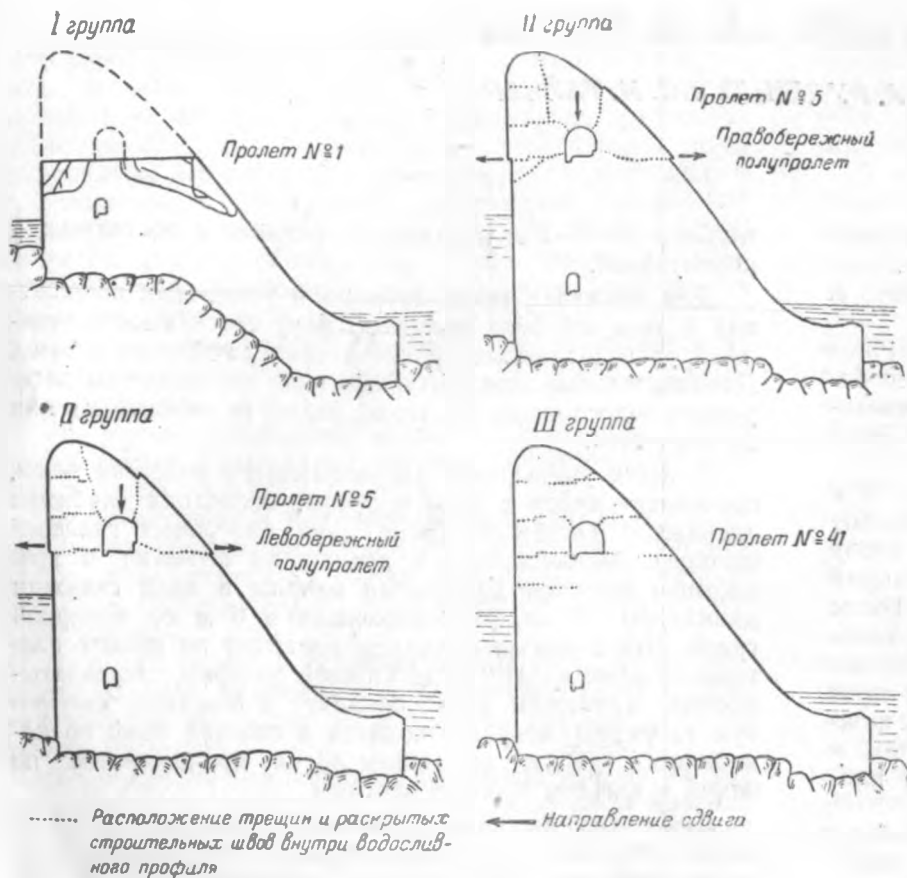
глубину до 6—7 м и заделаны бетоном с последующей цементацией.

Для снижения температурных и усадочных напряжений в теле плотины бычки по всей своей высоте отделены от водосливных пролетов температурными швами. Дополнительные температурные швы расположены посередине водосливных пролетов, разделяя каждый из них на две части.

В целях уменьшения взвешивающего действия воды, просачивающейся в тело плотины, последняя снабжена дренажной системой. Кроме двух смотровых галлерей (потерн), выполняющих и дренажные функции, в теле плотины имеются дренажные каналы в виде скважин диаметром 15 см, расположенных в 6 м от напорной грани. Эти дренажные каналы проходят по высоте плотины от отметки 41,0 м до нижней потерны. Перехватываемая дренажем вода попадает в нижнюю смотровую галлерею, откуда отводится в нижний бьеф по наклонным трубам диаметром 30 см, проложенным по одной в каждом пролете плотины.

Для снижения противодействия в основании плотины скала основания процемментирована посредством двух рядов перфораторных скважин диаметром 5 см и глубиной по 8 м и одного ряда станковых скважин диаметром 15 см и глубиной 30—35 м, расположенных в 3,5 м от напорной грани плотины.

Проектом предусматривалась установка в каждом пролете пьезометрической трубки для наблюдения за состоянием фильтрационного потока в основании плотины. Однако, скважины из верхней потерны были пробурены



Фиг. 1. Схемы разрушения водосливных пролетов.

I группа—пролеты № 1, 2, 3, 28—верхняя часть пролета полностью разрушена; II группа—пролеты № 4—10, 21—27, частично № 11 и 20—верхняя часть пролета разбита крупными трещинами и раскрытием строительных швов на отдельные массивы, при наличии сдвига; III группа—пролеты № 19, 29, 32, 35, 33—44—имеются незначительное раскрытие строительных швов и мелкие трещины, сдвиг отсутствует.

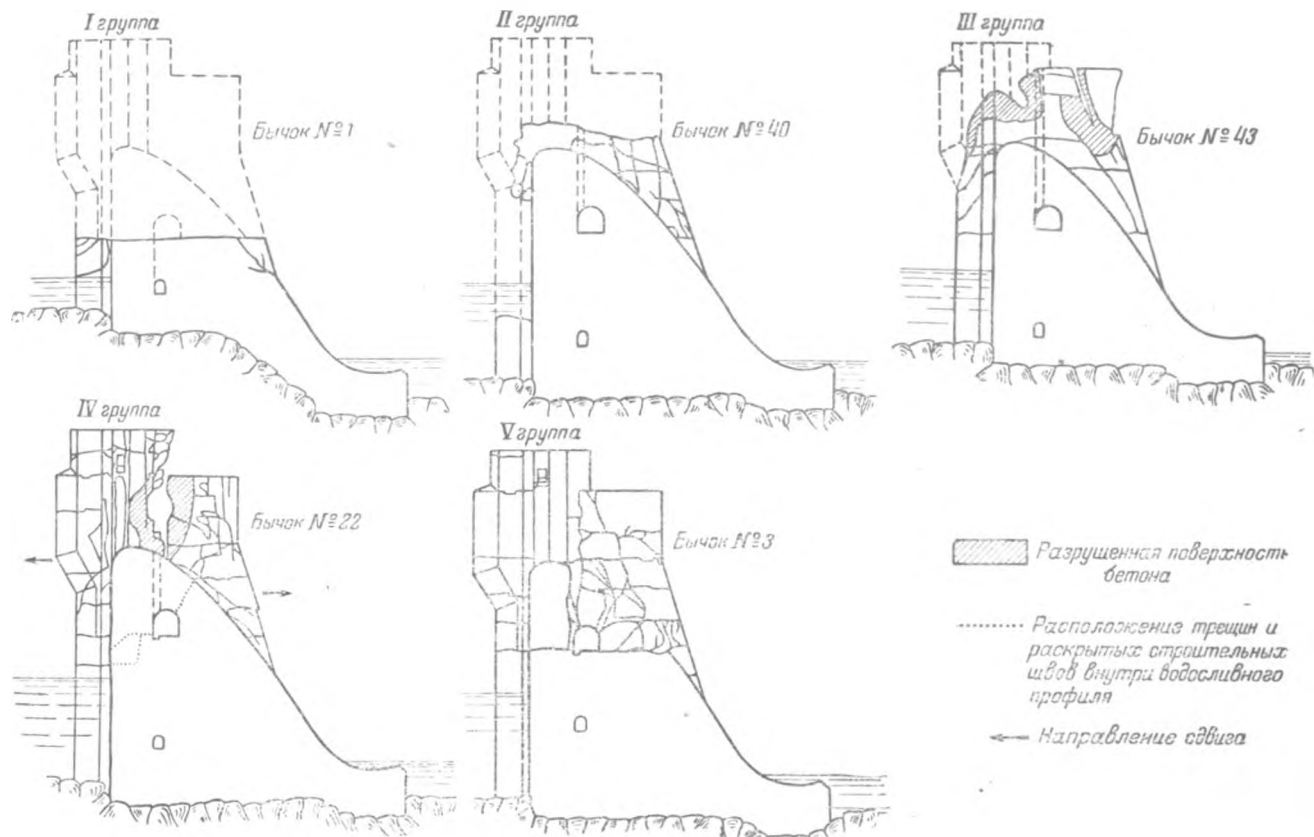
только в части пролетов, с заглублением их в скалу основания, но не были оборудованы трубами в пределах тела плотины, вследствие чего в эти скважины попадала вода, фильтрующая и через строительные швы бетонной кладки плотины.

Глухая часть плотины, включающая 3 бычка, соединяет водосливную плотину с левым берегом. В пределах глухой плотины, непосредственно у низовой ее грани, расположена открытая монтажная площадка, обслуживающая затворы и шандоры всех водосливных пролетов плотины.

Сопрягающий устой, выполненный в виде крупного бетонного массива, включающего и пролет грязеспуска с бычком № 0, является узлом трех сооружений: плотины, гидростанции и шоссейного моста через аванкамеру. Со стороны правого берега к сопрягающему устою примыкает щитовая стенка гидроэлектростанции, а к закругленному верховому углу—аванкамерный шоссейный мост.

Взрывы, произведенные немцами в 1943 г., причинили сооружениям плотинного узла исключительно тяжелые разрушения. Взрывчатые вещества были заложены в верхней потерне: в районе сопрягающего устоя и в водосливном пролете № 28, а также в вертикальных вентиляционных шахтах бычков № 4, 6, 7, 22—25 и по боковым поверхностям бычков № 16—18 и 36—44.

Разрушенные сооружения представлены на фиг. 1—3, из которых видно, что разрушены и снесены верхние части ряда водосливных пролетов, бычков и сопрягающего устоя, бывших непосредственными объектами взрывов. вследствие чего по длине фронта подпорных сооружений образовались зияющие бреши (см.



Фиг. 2. Схема разрушения бычков.

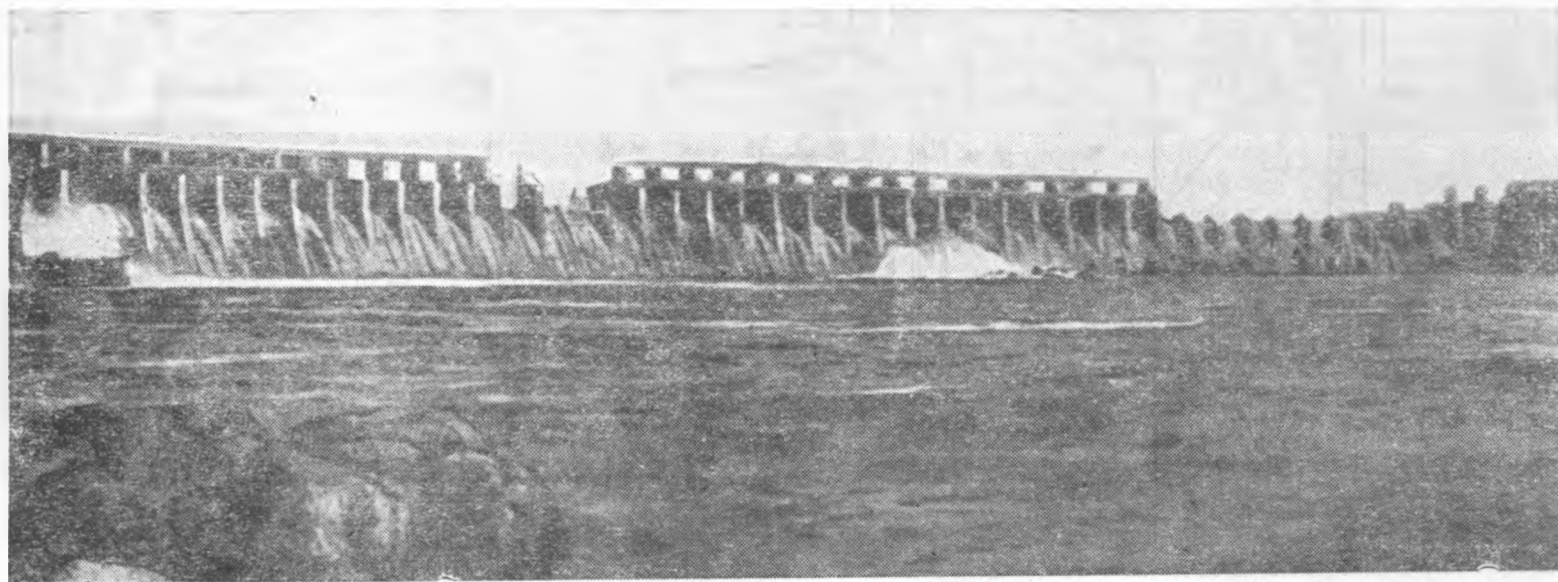
I группа—бычки № 1 и 2—часть бычка выше уровня пола верхней потери разрушена; *II группа* — бычки № 35, 42, 16, 18—бычок разрушен выше гребня водослива; верховой выступ бычка разрушен до отметок, недоступных по состоянию уровня верхнего бьефа; *III группа*—бычки № 17, 43, 44—бычок разрушен выше гребня водослива; верховой выступ бычка сохранился выше уровня верхнего бьефа; *IV группа* — бычки № 4, 6, 7, 22—25—бычок взорван из вертикальной вентиляционной шахты; верховая и низовая части, разделенные брешью, значительно нарушены и претерпели сдвиг; *V группа*—бычки № 3, 5, 8, 9, 10, 15, 21, 26, 27, 28, 35—бычок нарушен трещинами и раскрывшимися строительными швами.

также фиг. 2 в нашей статье «Мероприятия по восстановлению плотины Днепрогэс»).

Однако, вред, нанесенный сооружениям, этим не ограничивается. Нижележащий бетон указанных пролетов плотины, устоя и в еще большем объеме бетон многих соседних водосливных пролетов и бычков хотя и остался на месте, но получил тяжелые внутренние повреждения в виде трещин, раскрытия строительных швов и сдвигов, местами раздробивших его на отдельные глыбы и блоки, а местами разделивших его на крупные, относительно сохранившиеся, массивы. Эти внутренние повреждения нарушили монолитность и увеличили водопроницаемость сооружений, что затруднило изучение их состояния, не-

обходимое для правильного назначения восстановительных мероприятий. В программу исследований входили: зарисовка видимых повреждений, бурение колонковых скважин и перфораторных шпуров с опробованием их на водопоглощение, наливание воды в трещины и наблюдение за местами ее выхода, наблюдение над фильтрацией воды во время паводка.

Произведенные исследования состояния отдельных элементов плотины дали достаточно подробное представление о нанесенных плотине повреждениях. Приводимые в статье материалы дают представление о характере разрушений отдельных сооружений.



Фиг. 3. Вид плотины со стороны нижнего бьефа.

СОПРЯГАЮЩИЙ УСТОЙ

В сопрягающем устое, включая пролет грязеспуска и бычок № 0, вся верхняя часть снесена взрывом. Уцелевший массив ограничен сверху по трассе потерны полом последней на отметке 30 м. От потерны сохранившаяся поверхность падает по направлению к граням, достигая здесь в пределах собственно сопрягающего устоя отметки 18—25 м, а в пределах грязеспуска и бычка № 0 отметки 23—25 м. Сохранившийся бетон частично нарушен трещинами. Произведенным колонковым бурением в бычке № 0 обнаружены две трещиноватые зоны между отметками 22,5 и 24,4 м; имеются трещины и на отметке 16,1 м.

ВОДОСЛИВНЫЕ ПРОЛЕТЫ И ГЛУХАЯ ПЛОТИНА ЛЕВОГО БЕРЕГА¹

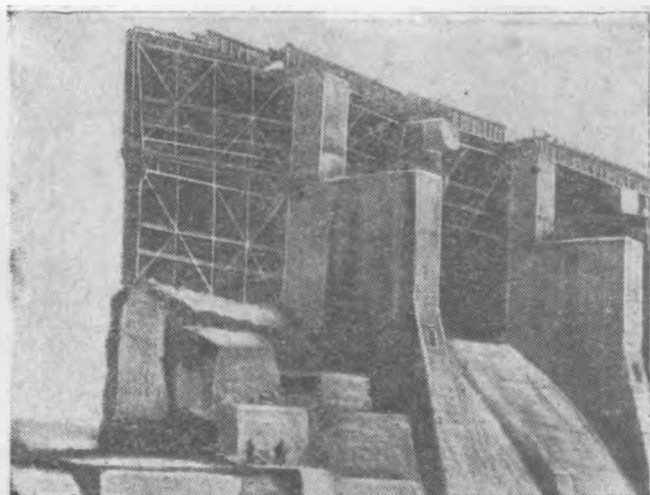
От пролета № 1 сохранилась лишь нижняя часть (фиг. 1). В правом полупролете оставшийся бетон ограничен сверху в месте расположения потерны полом последней на отметке 30 м; по направлению к граням ограничивающая поверхность падает до отметки 23—25 м. Трещиноватая зона у граней простирается значительно ниже (у низовой грани до отметки ~ 15 м).

В левом полупролете остался на месте весь бетон ниже отметки 30 м, но трещиноватая зона достигает у граней отметки 23—26 м. В плоскости верховой стенки потерны имеется зияющая трещина просветом 200—300 мм.

В пролете № 2 сохранилась часть ниже отметки 30 м. Однако, нижележащий бетон сильно нарушен, особенно с верховой стороны.

Здесь помимо трещин просветом в 100—150 мм в плоскости верховой стенки потерны правый полупролет

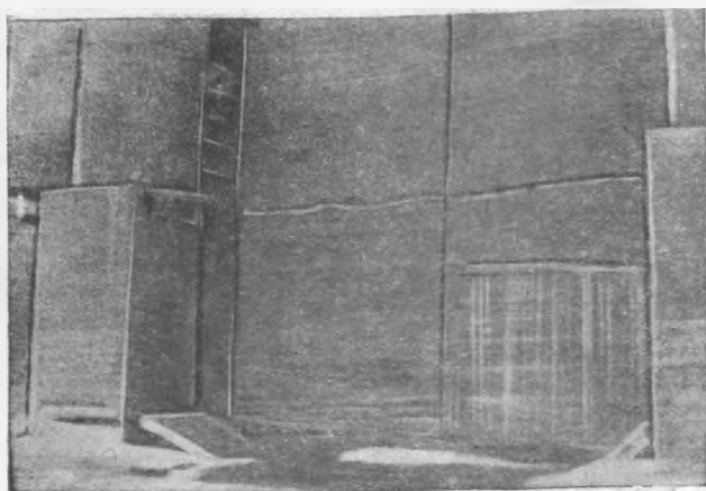
¹ Описание поврежденных пролетов дается в порядке их номеров в направлении от правого берега.



Фиг. 4. Водосливный пролет № 3 (после разборки бычка № 2).



Фиг. 5. Водосливный пролет № 3. Сдвиг в верхний съез на 650 мм по шву на отметке 30,5 м.



Фиг. 6. Водосливной пролет № 7. Сдвиг в верхний бьеф в левом полупролете по шву на отметке 30,5 м и в правом полупролете по наклонной трещине.

частично разбит на отдельные глыбы и смещен в сторону верхнего бьефа на 200 мм, а в левом полупролете имеется трещина просветом до 300 мм, параллельная оси плотины.

В пролете № 3 оголовок выше пола потерны разбит настолько, что выше отметки 30 м верхняя его часть сдвинута в сторону верхнего бьефа на 650 мм, а низовая—разделена на отдельные крупные массивы, осевшие вниз (фиг. 4 и 5). О величине отдельных массивов бетона можно составить представление по фигуре человека (фиг. 4).

Бетон группы пролетов № 4—10 уцелел, но получил значительные повреждения, однотипные для этой группы. Под влиянием взрывных газов оголовок водослива выше пола верхней потерны раскололся на три отдельных массива—верховой и низовой, огражденные снизу в боль-

шинстве случаев швом на отметке 30,5 м, и средний, перекрывающий потерну. Эти массивы сдвинуты относительно нижележащей части плотины и относительно друг друга (фиг. 1 и 6).

Раскрытие строительного шва на отметке 30,5 м достигает у напорной грани до 15—20 мм, у верхней стенки потерны — до 70—80 мм, у нижней стенки потерны — до 15—40 мм и на сливной грани — до 2—3 мм. Большая величина раскрытия шва в потерне, чем у граней, свидетельствует о повороте крайних массивов наружу. В некоторых пролетах, например в пролетах № 5, 7, 8, 9, вместо раскрытия шва на отметке 30,5 м или наряду с ним образовались трещины, полого падающие вниз от потерны по направлению к граням (фиг. 1).

Верховые массивы всех пролетов рассматриваемой группы сдвинуты на 35—50 мм в сторону верхнего бьефа, в большинстве случаев по шву на отметке 30,5 м. В правом полупролете пролета № 5 этот сдвиг произошел не по шву, а по наклонной трещине, обращенной в сторону верхнего бьефа. Сдвиг низового массива на 5—6 мм отмечен в пролетах № 4 и 5.

Трещины, ограничивающие средний массив с верхней стороны, начинаются в пределах верхнего блока водослива близ гребня. Трещины, ограничивающие его с нижней стороны, начинаются на сливной грани в пределах второго блока водослива. Те и другие трещины выходят в своде потерны по соответственным строительным швам или около них. Просвет трещин достигает 30—50 и даже 100 мм, а смещение среднего массива по ним вниз, наблюдаемое в своде потерны, составляет 50—80 мм.

Кроме крупных повреждений рассматриваемых пролетов встречаются и более мелкие, в виде раскрытия швов на отметках 38,5; 34,5; 27,0 и 23,0 м с просветом от волосного до 2—3 мм, без сдвига, а также в виде отдельных волосных трещин. Не исключена возможность, что часть этих мелких раскрытий и трещин вызвана температурными деформациями.

Ниже шва на отметке 23,0 м взрыв никаких повреждений не причинил.

В пролете № 11 (правый полупролет) с напорной стороны отмечено раскрытие строительных швов до 8 мм на отметках 29,0 и 33,0 м, сопровождаемое сдвигами до 20 мм.

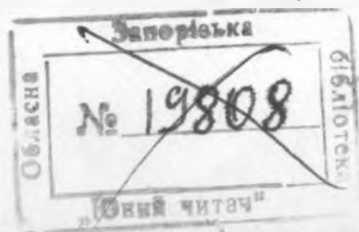
В пролете № 19 зарегистрировано только раскрытие швов просветом от волосного до 1 мм. В пролете № 20 помимо раскрытия швов, просветом до 2 мм, обнаружена в левом полупролете трещина, проходящая почти вертикально между сливной гранью и сводом потерны; просвет ее достигает 1—3 мм.

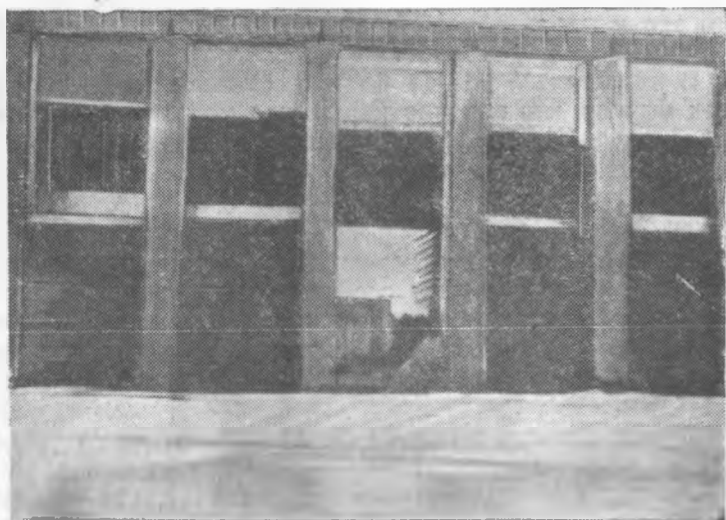
В пролетах № 22—27 картина разрушений по своему характеру и масштабу аналогична разрушениям, произведенным в пролетах № 4—10. Оголовок каждого из пролетов этой группы разбит на 3 массива, причем верховые массивы сдвинуты в сторону верхнего бьефа (за исключением пролета № 27) на 20—30 мм, а в правом полупролете пролета № 23—на 70 мм. Сдвиг произошел либо по строительному шву на отметке 30,5 м, либо по наклонным трещинам, падающим от пола потерны наружу, например, в пролетах № 23—25. Раскрытие строительного шва на отметке 30,5 м достигает у напорной грани 15 мм, у верхней стенки потерны—20—30 мм, а у нижней ее стенки—15—20 мм. На сливной грани шов в большинстве случаев закрыт, а наблюдаемое в двух пролетах раскрытие не превышает 2 мм. Эти данные также свидетельствуют о наклоне крайних массивов наружу. Трещины, ограничивающие средний массив, имеют просвет до 50—60 мм; смещение вниз достигает 30 мм.

Нижняя граница более мелких повреждений (небольшие раскрытия швов и трещин с просветом от волосного до 1—2 мм) лежит на отметке 23,0 м.

В пролете № 28 выше пола верхней потерны на отметке 30,5 м бетон совершенно отсутствует. Оставшийся ниже этой отметки бетон претерпел значительные сдвиги и подвергся сильным разрушениям; кое-где сохранились

3 Восстановление Днепрогэс,





Фиг. 7. Водосливной пролет № 28.

лишь отдельные глыбы, причем более сильно пострадал правый полупролет (фиг. 7). Сохраненный бетон с верхней стороны ограничен поверхностью, падающей от потерны и выклинивающейся у напорной грани в левом полупролете на отметке около 22,0 м, в правом—на более низкой около 20,0 м. С низовой стороны сохраненный бетон в левом полупролете ограничен в основном отметкой 30,5 м, в правом полупролете — поверхностью, падающей к сливной грани и выклинивающейся на отметке 26,7 м.

В соседнем пролете № 29 отмечено лишь раскрытие строительных швов просветом до 2 мм, ограниченное снизу отметкой 27,0 м. На участке пролетов № 30—35 от взрыва не пострадали ни самые пролеты, ни бычки. Незначительные нарушения монолитности на этом участке в виде небольших трещин и раскрытых швов просветом до 2 мм и в пределах от гребня до отметки 23,0 м обнаружены лишь в пролетах № 32 и 35. Надо полагать,

что эти нарушения являются следствием температурных и усадочных деформаций.

В пролетах № 36—44 были взорваны верхние части всех бычков, что вызвало нарушение монолитности этих пролетов, выражающееся в появлении мелких трещин и раскрытии строительных швов просветом до 1—2 мм. Нижняя граница повреждений находится на уровне отметки 27,0 м.

Надо отметить, что повреждения эти не в одинаковой степени затрагивают все пролеты; например, в пролетах № 36 и 37 они выражены довольно слабо. Однако, учитывая общую причину их возникновения, правильно будет отнести все пролеты этой группы к поврежденным.

В водосливных пролетах № 45—47 и на участке глухой плотины никаких повреждений не отмечено.

Имеющиеся материалы свидетельствуют, что у большинства поврежденных пролетов, но с уцелевшей верхней частью, нарушенная зона в бетоне, судя по раскрытию швов, не опускается ниже строительного шва на отметку 27,0 м. Лишь в немногих пролетах этой категории нарушенная зона доходит до отметки 23,0 м. В районе взрывов из верхней потерны—в пролетах № 1—3 и 28 бетон с относительно повышенным водопоглощением обнаружен ниже — на отметке 15—17 м.

Что касается состояния контакта бетона со скалой, то самые низшие показатели его сохранности (повышенное водопоглощение) обнаружены в районе пролетов № 1—3 и 28. В последнем пролете скальное основание сохранилось хуже, чем в других.

Таким образом, поврежденные пролеты плотины, однородные по характеру повреждений и требующие аналогичных восстановительных мероприятий (фиг. 1), можно подразделить на 3 группы:

I группа — пролеты № 1, 2, 3 и 28, верхняя часть которых полностью разрушена.

II группа — пролеты № 4—10 и 21—27, у которых часть водосливов выше пола верхней потерны разбита

крупными трещинами и значительным раскрытием строительных швов на три отдельных массива, при наличии сдвигов. К этой же группе можно отнести пролет № 11, в котором повреждения ограничиваются раскрытием швов, сопровождаемым сдвигами, но верхняя часть не разбита трещинами, а также пролет № 20, в котором имеется вертикальная трещина между сливной гранью и сводом потерны. Всего к этой группе относится 16 пролетов.

III группа — пролеты № 19, 29, 32, 35, 36—44, повреждения которых ограничиваются относительно незначительным раскрытием строительных швов (от волосного до 2—3 мм), не сопровождаемым сдвигами. Изредка встречающиеся трещины с небольшим просветом, вероятно, обязаны своим происхождением температурным и усадочным деформациям.

Всего в той или иной степени повреждены 33 пролета. В остальных 14 пролетах водосливной плотины (№ 12—18, 30, 31, 34, 45—47) и на участке глухой плотины повреждений не отмечено.

БЫЧКИ

Повреждения бычков могут быть охарактеризованы следующим образом (фиг. 2).

Бычок № 1 целиком взорван выше отметки 30 м. Ниже этой отметки бетон с верховой стороны от потерны разорван зияющей трещиной в плоскости верхних стенок верхней и нижней потерн и частично разрушен до состояния отдельных глыб. Часть бычка, выступающая впереди напорной грани, отделена и нарушена трещинами. С низовой стороны разрушенная зона выклинивается на сливной грани на отметке около 24 м.

В бычке № 2 выше отметки 30 м совсем отсутствует часть, расположенная с низовой стороны от потерны; верховая часть, хотя и осталась на месте, но разбита на отдельные массивы густой сетью трещин и раскрытых швов просветом свыше 50 мм. Верховая часть бычка перед водосливом отделена сплошной трещиной от ос-

тального тела. В частности, блок на отметке 30,5—34,5 м сдвинут в сторону верхнего бьефа на 300 мм.

В бычке № 3 низовая часть разбита густой сетью раскрытых строительных швов и трещин просветом до 50 мм. Верховая часть, сохранившаяся в лучшем состоянии, все же повреждена раскрытием швов и трещинами просветом до 10 мм. Особенно велика (просматривается на всю видимую высоту) сквозная трещина по шандорному пазу в плоскости напорной грани водослива, отделяющая верховой выступ бычка.

В бычке № 4, взорванном из вертикальной вентиляционной шахты, вся низовая часть выше линии водослива сброшена взрывом. Верховая часть повреждена трещинами и раскрытыми швами просветом до 10 мм; трещина по шандорному пазу достигает 30—35 мм. Скрытая в пределах водослива часть бычка разбита двумя вертикальными трещинами вдоль шахты, а также (судя по выходам в своде потерны) и двумя наклонными трещинами между потерной и сливной гранью.

В бычке № 5 весь бетон остался на месте, но низовая часть расколота сквозной трещиной просветом до 50 мм, начинающейся на отметке 52,0 м и продолжающейся в скрытой водосливной зоне вплоть до свода потерны. Заметны и более мелкие трещины и раскрытия швов, например, между верховой и низовой частями шов раскрыт почти на 10 мм. В скрытой зоне бычка, приблизительно по линии этого шва, прослежена вертикальная трещина, достигающая свода потерны. Предполагается смещение верховой части, отделенной этим швом и трещиной на 20 мм в сторону верхнего бьефа. В верховой части наблюдаются лишь раскрытие швов до 1 мм и отдельные трещины, в том числе сквозная трещина (просвет до 20 мм) по шандорному пазу, отделяющая верховой выступ.

Бычки № 6 и 7 взорваны из вертикальных вентиляционных шахт. Выше уровня гребня водослива боковые стенки шахт вырваны, вследствие чего в теле бычка образовались бреша. Верховые и низовые части бычка,

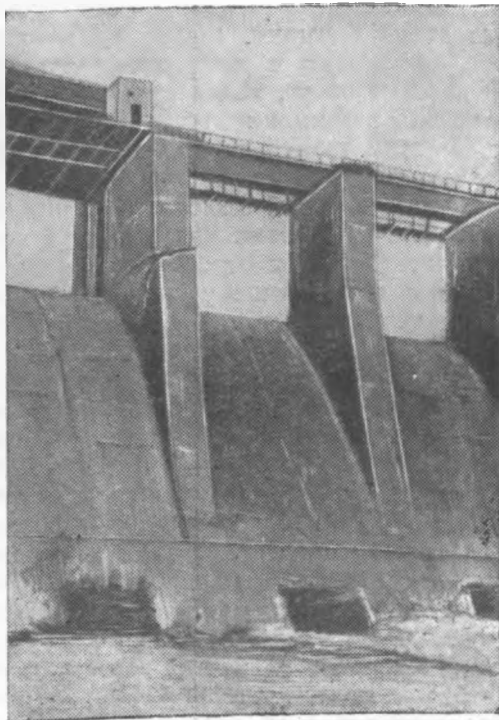
разделенные этими брешами, сильно повреждены выколами бетона, трещинами и раскрытием швов. Особенно пострадали низовые части, подсеченные вдоль водосливной поверхности зияющими трещинами просветом до 50—80 мм. По этим трещинам произошел сдвиг низовой части на величину до 80 мм в сторону нижнего бьефа. В пределах зоны, скрытой водосливом, низовые части разбиты крупными трещинами вдоль шахт и наклонными трещинами, направленными от свода потерны к сливной грани. Верховые части выше уровня гребня водослива помимо того, что повреждены трещинами, сдвинулись в сторону верхнего бьефа почти на 35 мм.

Ниже уровня гребня верховые выступы отделены сквозными трещинами по шандорному пазу от остального тела бычка, причем просвет трещин увеличивается от 10 мм у гребня до 30—35 мм на отметке 23 м.

Бычки № 8 и 9 разбиты раскрытыми строительными швами и трещинами (просвет до 8—10 мм), охватывающими верховые и низовые части, продолжающимися также в зоне бычков, скрытой водосливом. В числе трещин имеются наклонные, пересекающие низовую часть бычков вдоль поверхности водослива, хотя и меньшего просвета, чем в бычках № 6 и 7. Выступы бычков с верховой стороны отделены трещинами по шандорному пазу в плоскости напорной грани водослива. Просветы таких трещин в бычке № 8 достигают 15—30 мм.

В бычке № 10 сеть раскрытых швов и трещин просветом до 4—5 мм имеется лишь в верховой части. В низовой части отмечается незначительное раскрытие швов ниже уровня гребня водослива.

В бычках № 11—14 повреждений не зафиксировано. Бычок № 15 (фиг. 8) сильно пострадал, очевидно, в результате взрыва соседних бычков № 16—18. Вся верхняя часть бычка сдвинута в сторону правого берега. Поверхность сдвига имеет неправильную форму и снижается от отметки 42,25 м до отметки 38 м. Сдвиг сопровождался наклоном в сторону правого берега, в результате чего величина смещения низовой части увеличи-



Фиг. 8. Бычок № 15.

вается с 350 мм на отметке 42,25 м до 600 мм на отметке 51,8 м. Вторая горизонтальная трещина, сопровождаемая сдвигом, произошла по шву на отметке 51,8 м. По щитовому пазу бычок разорван зияющей вертикальной трещиной. Верховая относительно этой трещины часть бычка при взрыве сдвинута (отметка 60,5 м) в сторону верхнего бьефа на 80 мм и вправо на 200 мм, низовая — в сторону нижнего бьефа на 35 мм и вправо — на 435 мм. Помимо описанных крупных повреждений имеется ряд более мелких трещин и раскрытых швов.

Бычки № 16—18 были подорваны из шпуров, пробуренных вдоль контура водослива. В бычке № 16 верховая часть целиком взорвана. Сохранившийся верховой выступ ниже уровня гребня отделен трещиной по шандорному пазу. Низовая часть устояла на месте, но разбита крупными трещинами просветом более 50 мм. В бычке № 17 взорвана вся часть выше контура водослива. В верховом выступе имеются трещины по шандорному пазу. В бычке № 18 совершенно отсутствует бетон приблизительно выше уровня гребня. Оставшийся бетон низовой части и особенно консольного верхового выступа сильно нарушен трещинами и раскрывшимися швами; повреждения охватывают и зону, скрытую водосливом.

В бычках № 19 и 20 повреждений не зафиксировано.

В бычке № 21 имеется раскрытие строительных швов и трещины просветом до 10 мм. В частности, раскрыт шов между верховой и низовой частями, раскрытие это продолжается в виде трещины в скрытой зоне бычка. Верховая часть бычка сдвинута в сторону верхнего бьефа на 10 мм. Верховой выступ отделен сквозной трещиной по шандорному пазу просветом до 10 мм.

Бычки № 22—25 были взорваны из вертикальных вентиляционных шахт, и разрушения их в общем аналогичны повреждениям бычков № 6 и 7 (фиг. 9). В верхней части, выше уровня гребня, имеются брешы, образовавшиеся обрушением боковых стенок шахт; в бычке № 23, имевшем коленчатую шахту, оказалась самая большая брешь. Низовые части бычков, разбитые сетью трещин просветом свыше 50 мм (в том числе и вдоль сливной грани) и раскрытых строительных швов просветом до 400 мм, сдвинуты в сторону нижнего бьефа на 200—400 мм. В пределах зоны, скрытой водосливом, образовался средний клин, выделенный наклонными трещинами, направленными к сливной поверхности (в бычке № 23 — вертикальными трещинами, направленными к гребню), и трещинами вдоль шахт. В бычке № 23 этот клин просел на 25 мм, а в бычке № 24 на 25—

40 мм. Верховые части бычков над уровнем гребня водослива разрушены приблизительно по щитовой паз; остальная часть нарушена трещинами и раскрывшимися строительными швами. Смещение верховой части в сторону верхнего бьефа в бычках № 22—24 составляет 20—70 мм. Бычок № 25 претерпел более значительный сдвиг, сопровождаемый наклоном в сторону верхнего бьефа; величина смещения на отметке 42,25 м составляет 250 мм, на отметке 60,5 м — 450 мм. Верховые выступы бычков ниже уровня гребня отделены трещинами по шандорному пазу просветом до 20 мм.

Повреждения бычка № 26 относительно незначительные и ограничены небольшим количеством трещин и раскрытых строительных швов просветом не свыше 2 мм.

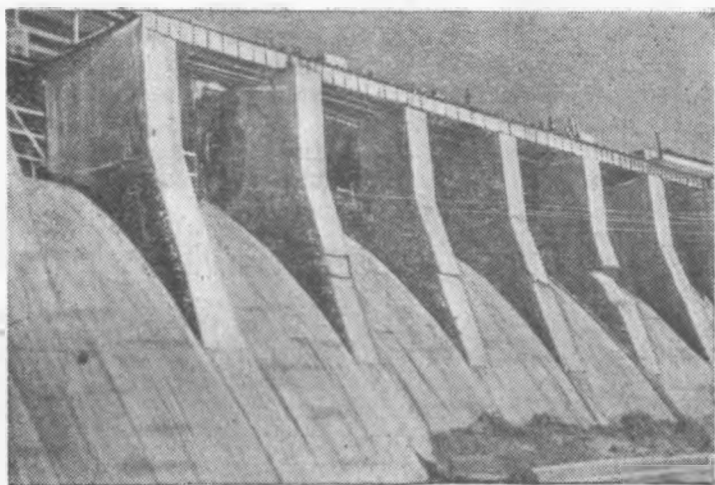
Эти повреждения сосредоточены, главным образом, в низовой части и в зоне, скрытой контуром водослива.

В бычке № 27 сильно пострадала низовая часть, разбитая сетью раскрытых швов и трещин, в том числе и крупных, просветом до 50 мм. Эти повреждения распространены и в части бычка, ограниченной контуром водослива. Верхний блок низовой части сдвинут на 20 мм к правому берегу. В верховой части бычка, пострадавшей значительно меньше, имеется лишь раскрытие строительных швов, в основном до 2 мм. На отметке 52,0 м отмечен сдвиг верхней части в сторону правого берега на 30 мм. По шандорному пазу имеются трещины просветом до 2 мм.

Бычок № 28 покрыт раскрывшимися строительными швами и трещинами просветом в основном не свыше 2 мм; в нескольких местах наблюдается раскрытие до 10 мм.

В бычках № 29—34 повреждений не отмечено.

В бычке № 35 часть верхнего выступа ниже отметки 37 м, отколовшись от остального тела бычка, по трещине в плоскости напорной грани водослива, сдвинулась и наклонилась к правому берегу по отметке 27,0 м на 400 мм. Это разрушение прослежено до отметки около 23,0 м и простирается под воду. В остальном этот бы-



Фиг. 9. Бычки № 22—25, взорванные из вертикальных вентиляционных шахт.

чок поврежден лишь незначительным раскрытием строительных швов.

Бычки № 36—44 были, очевидно, разрушены взрывчатыми веществами, заложенными у их боковой поверхности. Во всех этих бычках полностью снесена верхняя часть выше 2—3 м над гребнем водослива.

Оставшиеся на месте части бычков сильно разбиты трещинами и раскрытыми строительными швами, в том числе имеющими просвет свыше 50 мм; есть случаи сдвига в нижний бьеф. Повреждения охватывают и зону, скрытую профилем водослива. Верховые выступы у бычков № 36—42 выше уровня верхнего бьефа (на период обследования — отметка 23—25 м) совсем отсутствуют, либо разрушены до состояния, исключающего возможность их использования. Лишь в бычках № 43 и 44 эти выступы сохранились в относительно удовлетворительном состоянии.

В бычках № 45—49 повреждений не отмечено.

На основании сделанного анализа поврежденные бычки аналогично водосливным пролетам можно подразделить на несколько групп, однородных по характеру разрушений и требующих аналогичных восстановительных мероприятий (фиг. 2):

I группа — бычки № 1 и 2 — примыкающие к очагу взрыва из верхней потерны в районе сопрягающего устоя, лишенные верхней части выше уровня пола потерны (отметка 30 м). В верхнюю и низовую стороны от потерны и ниже этого уровня бетон либо отсутствует, либо сильно нарушен.

II группа — бычки № 36—42, а также № 16—18, взорванные зарядами, заложенными у боковой поверхности. В этих бычках в той или иной степени снесена верхняя часть над водосливом, а верховой выступ ниже уровня гребня либо также отсутствует, либо имеет значительные повреждения, простирающиеся ниже самого низшего за период восстановления горизонта верхнего бьефа.

III группа — бычки № 17, 43 и 44 — с повреждениями аналогичного происхождения и характера, но отличающиеся относительной сохранностью верхового выступа ниже уровня гребня (наблюдаются лишь трещины по шандорному пазу).

IV группа — бычки № 4, 6, 7, 22—25, взорванные из вертикальных вентиляционных шахт. Выше гребня

водослива бетон этих шахт целиком вырван, образуя брешь между верхней и нижней частями. Оставшийся бетон сильно разбит раскрывшимися строительными швами и трещинами.

У группа—бычки, пострадавшие при взрыве близрасположенных водосливных пролетов или бычков и которые в большей или меньшей степени нарушены трещинами или раскрывшимися строительными швами. Более пострадавшими по величине раскрытия швов и трещин или по густоте их сети являются бычки № 3, 5, 8, 9, 15, 21 и 27, менее пострадавшими — бычки № 10, 26, 28 и 35.

Таким образом, общее количество поврежденных бычков составляет 32 из 49. В остальных 17 бычках (№ 11—14, 19, 20, 29, 30—34, 45—49) повреждений не зафиксировано.

Приведенное описание состояния сооружений дает возможность достаточно полно представить себе характер и масштаб ущерба, причиненного плотине и сопрягающему устою. В количественном выражении этот ущерб характеризуется следующими цифрами: объем полностью разрушенного устоя и ряда водосливных пролетов и бычков составляет около 65 000 м³; объем бетона, оставшегося на месте, но в большей или меньшей степени нарушенного трещинами и раскрытыми швами, может быть оценен приблизительно в 62 000 м³.

СОСТОЯНИЕ СУДОХОДНОГО ШЛЮЗА

Инженер М. И. ТЯСТО

Судоходный шлюз Днепровского гидроузла расположен на левом берегу; верхней головой он примыкает к глухим пролетам плотины.

Шлюз имеет 3 камеры, полезная длина каждой камеры 120 м, ширина 18 м.

В таблице приведены отметки горизонтов воды и площадок стен по осуществленному проекту при нормальном подпорном горизонте 51,2 м.

Наименование отметок	I голова	I камера	II голова	II камера	III голова	III камера	IV голова
Максимальный горизонт воды	52,30*	51,20	51,20	39,35	39,35	29,30	28,30
Верхние площадки стен	53,20	52,00	52,40	40,15	40,15	29,10	29,10

Стены шлюза образованы бетонными массивами на гранитном основании, разделенными по длине температурными швами.

Ворота—двухстворчатые, в верхней голове плоские ригельные, в трех других—сводчатые. Высота верхних ворот, считая между осями крайних ригелей, составляет 7,4 м, сводчатых — 8,2.

Механизм для открывания и закрывания каждой створки ворот состоит из зубчатого венца, к которому

прикреплен шатун, ведущий створку, и из системы зубчатых передач от венца к электродвигателю.

Ведущий конец шатуна насажен на шип на верхнем ригеле створки.

В верхней и нижней головах предусмотрены шандорные заграждения с подъемными механизмами в виде жестких двадцатитонных дерриков, установленных на береговых стенках голов. Перед воротами первой и второй голов устроены предохранительные цепи, предупреждающие навал судна при его движении на ворота.

Наполнение и опорожнение камер шлюза осуществляется двумя водопроводными галереями диаметром 3 м каждая, расположенными в бетонных массивах по дну камер, с вертикальными выпускными отверстиями. Стенки галлерей и сводчатое перекрытие их армированы. Галлерей на участках голов проходят в основании последних, где снабжены дроссельными затворами на вертикальной оси. Механизмы затворов размещены непосредственно над ними в специальных камерах, доступ к которым осуществляется металлическими стремянками, установленными в глубоких шахтах. Глубина шахт в первой и четвертой головах достигает 20 м, во второй и третьей — до 32 м. Забор воды в водопроводные галлерей происходит из верхней головы между воротами и шандорным заграждением, где во входных отверстиях поставлены решетки и имеются пазы для шандер; выходные отверстия расположены в четвертой голове ниже нижних ворот.

Электрооборудование всех четырех голов взаимно заблокировано, чем предусматривается возможность пуска в ход механизмов ворот и затворов какой-либо голо-

* С учетом волны и нагона воды.

вы только в том случае, если не производится работа на соседних головах и если аналогичные механизмы на этих головах полностью закрыты.

Управление механизмами шлюза сосредоточено в здании управления шлюза (пульт), расположенном с береговой стороны у второй головы.

Тяга судов через шлюз осуществляется посредством электрических кабестанов, установленных на речной стороне.

Из вспомогательного оборудования заслуживают внимания пловучие рымы, по три пары на каждую камеру, причальные тумбы и отбойные деревянные брусья. Для спуска с верхних площадок стен на дно камер служат металлические стремянки, закрепленные в небольших нишах.

Площадки стен ограждены со стороны камер парапетом в виде бетонных столбиков с протянутой между ними газовой трубой.

Для сброса непосредственно в реку излишка воды при наполнении третьей камеры во время высоких горизонтов нижнего бьефа в речной стенке этой камеры устроен водослив из двухметровых отверстий. Общая длина водослива — 78 м, отметка гребня — 27,5 м.

Для сообщения между левым берегом и плотиной через шлюз над второй камерой был перекинут железобетонный арочный мост пролетом в свету 27 м. Размер пролета обусловлен необходимостью отодвинуть грани устоев моста от стен шлюза на 4,5 м с каждой стороны для пропуска путей электровозной тяги, предполагаемой к осуществлению в будущем.

К судоходным устройствам относятся подходные каналы. Верховой и низовой каналы с левой стороны ограничены береговыми откосами, а с речной стороны — пирсами длиной 226 м каждый, являющимися продолжением речных стен шлюза и отделяющими каналы от реки. Низовой канал помимо пирса отделяется от реки дамбой, расположенной между четвертой головой и скалой «Дурной» и ниже ее, до выхода канала в реку.

Шлюз по сравнению с плотиной и гидроэлектростанцией пострадал незначительно. Полному разрушению подверглись мост через шлюз и здание управления механизмами. Остальные элементы имеют мелкие повреждения. Из механического оборудования наиболее сильно повреждены ворота и деррики шандорных заграждений.

В 1945 г. бригадой Днепровского управления Гидроэнергопроекта в составе инженеров Зиневича, Зарубкина, Данько и техника Сукмановой под руководством автора настоящей статьи было проведено обследование состояния шлюза. В задачу бригады входило установление размеров разрушений и повреждений нанесенных немцами, а также выяснение повреждений или недостатков, установленных в результате предшествующей эксплуатации шлюза. По материалам этого обследования ниже дается описание разрушений и повреждений отдельных элементов.

Здание управления механизмами шлюза в том виде, как оно было осуществлено, состоит из двух частей.

Первая (ближе к шлюзу)—четырёхэтажная с перекрытиями на отметках 49,05; 52,55; 50,05; 59,55 м с подвальным этажом на отметке 45,05 м. Общие размеры здания в плане — $10,4 \times 9,5$ м. Конструкция здания — железобетонный каркас с железобетонными перекрытиями, стены толщиной 0,5 м из ракушечника. Колонны на отметке 52,4 м заделаны в бетонные подпорные стенки, из которых одна является составным элементом берегового устоя моста. В этой части здания находились пульт и другие служебные помещения.

Вторая часть здания, непосредственно примыкающая к первой вдоль дороги, — одноэтажная, размерами в плане $11,9 \times 7,66$ м. Здесь размещались трансформаторы и масляные выключатели питательного пункта. Конструкция здания была осуществлена из железобетонных колонн и железобетонного перекрытия.

Одноэтажная пристройка питательного пункта повреждена незначительно по сравнению с основным четырёхэтажным зданием, которое разрушено полностью

(фиг. 1). Верхняя (выше отметки 52,4 м) часть здания совершенно отсутствует. От перекрытия на отметке 52,55 м остались лишь отдельные куски бетона, висящие на арматуре. Лестница первого этажа разбита. Стены первого этажа имеют выбоины и трещину раскрытием 5—10 мм, причем в стене, обращенной в сторону шлюза и имеющей толщину 1,2 м, трещины эти являются сквозными.

Перекрытие на отметке 49,05 м сверху завалено глыбами бетона и мусором, снизу в нем видны небольшие трещины.

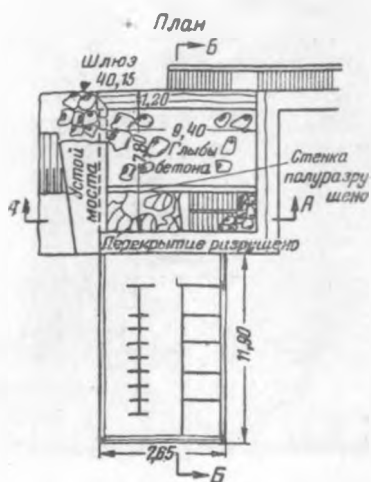
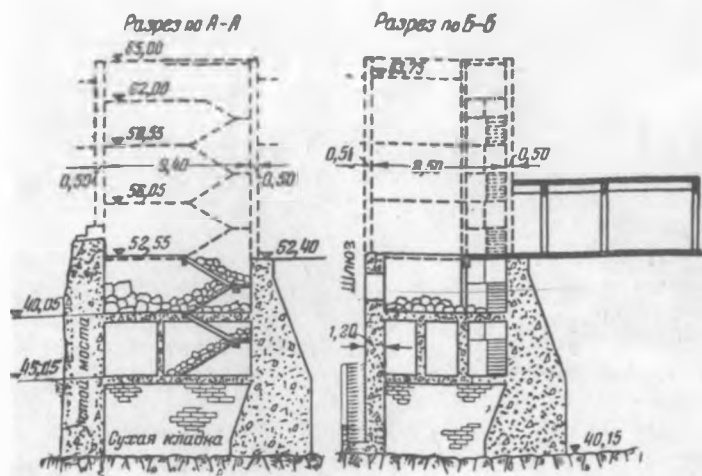
Лестницы полуподвального этажа не повреждены. В стенках повреждений не наблюдается, за исключением трех из них, помеченных на плане подвального этажа (фиг. 1) буквой А. Эти стены на всю свою высоту имеют трещины раскрытием от 5 до 30 мм.

На фиг. 2 видно здание питательного пункта и разбитое перекрытие на отметке 52,55 м основного корпуса.

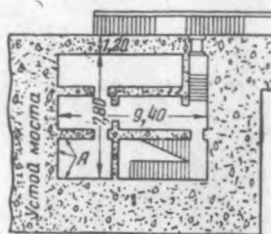
Железобетонный арочный мост для автожелезнодорожного транспорта и трамвая (фиг. 3) имел толщину свода в замке 50 см, в пятах — 80 см. Щековые стенки были глухие с заполнением пазух сухой кладкой. Ширина проезжей части составляла 7,5 м, а общая ширина моста 9,5 м.

Устои моста выполнены в виде бетонных массивов, располагающихся частично на скальном основании и на нижележащих бетонных стенках шлюза. Одна из щек берегового устоя является стенкой нижних этажей рядом расположенного здания управления механизмами шлюза (пульта). Для пропуска дороги речной устой разделяется проемом в 7,5 м на два массива. Проем перекрыт бетонным трехшарнирным сводом.

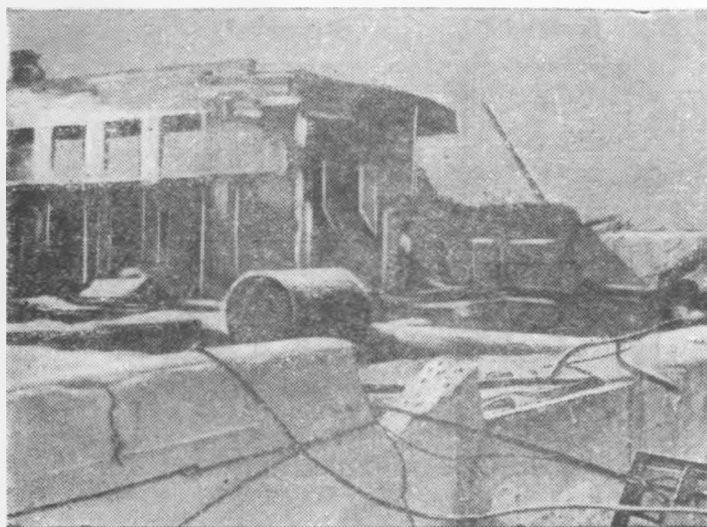
Разрушению подвергнуто все пролетное строение моста. Разрушены оба свода с проезжей частью и верхние части устоев примерно выше отметки 47,5 м. Ниже этой отметки на видимой поверхности устоев со стороны шлюза трещин или каких-либо повреждений не наблю-



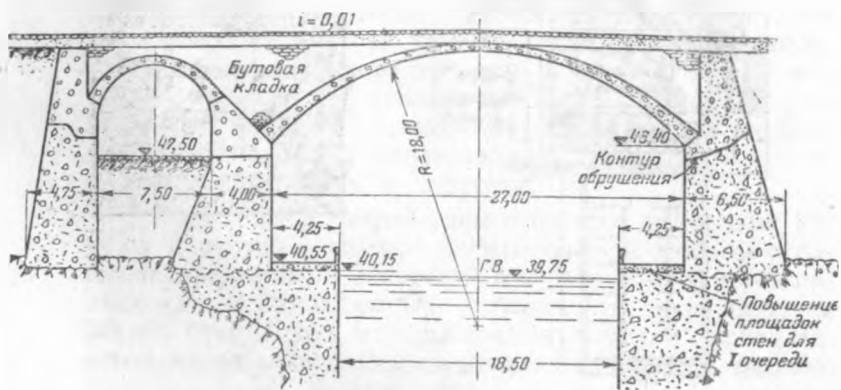
План подвальюго этажа



Фиг. 1. Здание управления механизмами шлюза.



Фиг. 2. Здание питательного пункта.



Фиг. 3. Мост через шлюз.

дается, из чего можно заключить о сохранности нижних частей устоев. Однако, это должно быть проверено после уборки бетонных глыб, лежащих на площадках устоев, и снятия верхних слоев засыпки пазух.

На фиг. 4 дан общий вид состояния берегового устоя, а на фиг. 5 вид речного устоя.

Ворота шлюза. Повреждения всех ворот однотипны: подорваны гальсбанты ворот с верхними участками закладных частей веревяльного столба и головками на воротах. На фиг. 6 изображена ниша гальсбанта на береговой стене первой головы. Бетон ниши поврежден лишь небольшими выбоинами и сколами.

Створки ворот сохранились, но при падении были несколько погнуты и повреждены отдельные элементы их конструкции (ригели, связи, служебный мостик).

Механизмы ворот, если не считать снятых электродвигателей и помещения, в которых они расположены, не повреждены; лишь отдельные бетонные стенки помещений имеют небольшие трещины и выколы.

Шандорные заграждения шлюза. Аварийно-ремонтное заграждение верхней головы составлено из четырех вальцовочных шандоров при общей высоте стенки 6,72 м. Шандорное заграждение нижней головы является только ремонтным и составлено также из четырех вальцовых шандоров при общей высоте стенки 7,8 м.

Верховые и низовые шандоры сохранились, но низовые оказались сброшенными в воду. Деррики разрушены взрывом из подкопов; на деррике низового заграждения подорвана лебедка.

Водопроводные галлерей. При обрушении на дно второй камеры пролетного строения взорванного моста через шлюз оказалось разбитым перекрытие донных водопроводных галлерей. В речной галлее второй камеры разбито перекрытие на участке одного пролета, между выпускными отверстиями; в соседних пролетах с



Фиг. 4. Береговой устой моста.

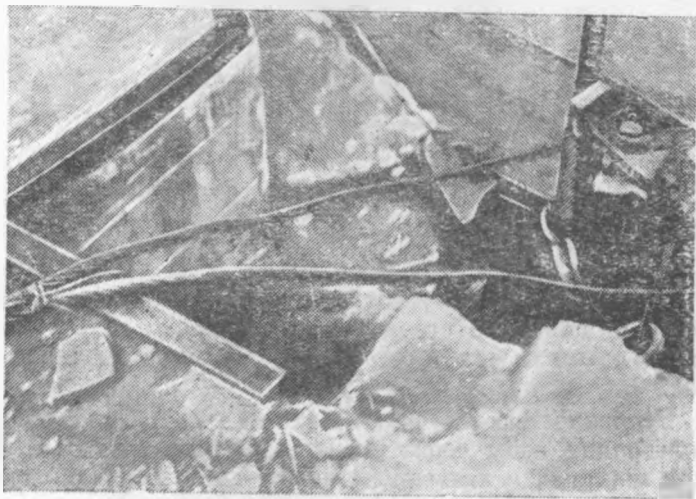
внутренней стороны имеются выколы бетона с обнаженной арматурой (фиг. 7). В береговой галерее разбита часть одного пролета с распространяющимися на несколько большую длину выколами бетона с внутренней стороны.

На остальном протяжении разрушений или повреждений в галереях не обнаружено.

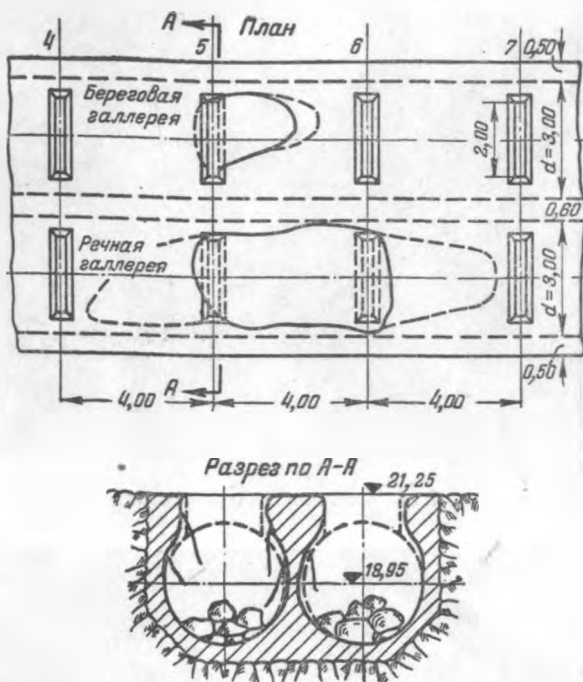
Участок дна камеры под мостом загроможден глыбами бетона и строительным мусором (фиг. 8). Галереи заполнены водой на глубину до 1 м.



Фиг. 5. Речной устой моста.



Фиг. 6. Ниша гальсбанта на береговой стенке первой головы.



Фиг 7. Разрушенный участок водопроводной галлерей.

Помещения механизмов затворов водопроводных галлерей и шахты со стремянками не повреждены. Схема одной из шахт для третьей головы шлюза показана на фиг. 9.

Особенностью состояния шахт является значительная фильтрация воды через строительные швы по всей высоте шахт, за исключением одного-двух верхних швов.

Судоходное оборудование. Электрические кабестаны, служащие для проводки судов через шлюз,

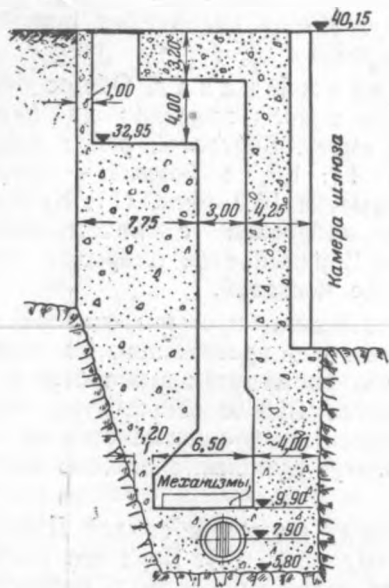


Фиг. 8. Вторая голова и вторая камера шлюза.
Поврежденный участок водопроводной гал-
лерей.

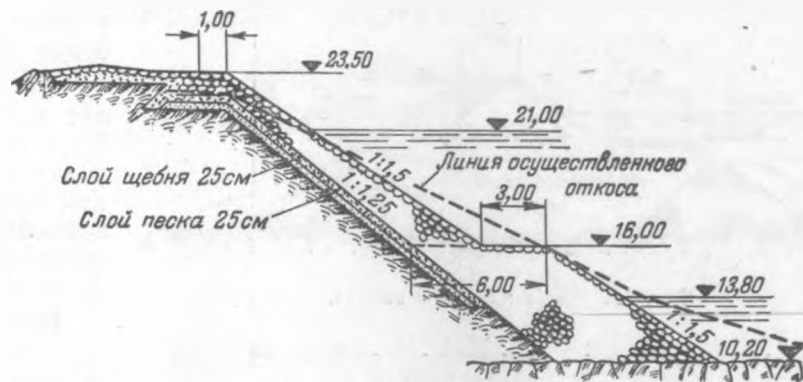
сохранились; повреждено несколько причальных тумб.

Пловучие рымы были сняты еще во время эксплуатации вследствие ненадежности их работы; при малейшем засорении рымы застревали в своих нишах, создавалась угроза аварий для пришвартовавшегося к ним судна.

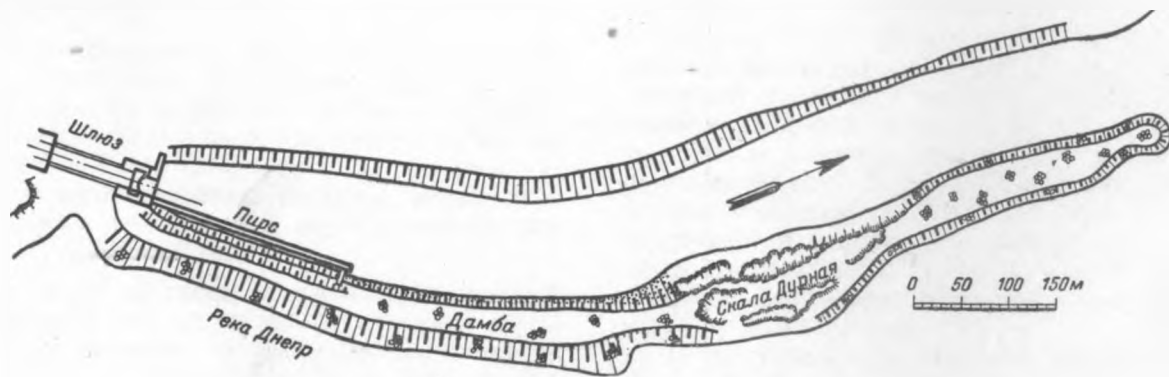
Отбойные деревянные брусья по стенам шлюза в результате предшествующей эксплуатации его оказались изношенными.



Фиг. 9. Шахта затвора водопроводной галереи (стремьянка не показана).



Фиг. 11. Береговой откос низового канала (по проекту).



Фиг. 10. Низовой канал шлюза.



Фиг. 12. Дамба низового канала.

Часть металлических стремянок, служащих для спуска на дно камер, незначительно повреждена.

Детали конструкций шлюза. Осмотр стен шлюза со стороны камер показал, что стены поврежденных не имеют, если не считать небольших выбоин бетона в первой голове и в районе шоссевого моста. Температурные швы покрыты потеками гудрона из шпонок уплотнения, расположенных в 0,5 м от граней стен.

Из прочих элементов строительных конструкций шлюза повреждены парапеты и лестницы второй головы

и некоторые будки служебного назначения, например, будки поплавковых устройств.

Низовой подходный канал. Общее очертание низового подходного канала показано на фиг. 10. Пирс повреждений не имеет. Береговой откос проектировался с уклонами 1 : 1,5, с бермой — бечевником шириной 3 м на отметке 16,0 (фиг. 11). Крепление намечалось каменной наброской с подстилающими слоями щебня и песка. Верхний слой наброски должен был быть уложен в виде мостовой.

В 1945 г. были произведены промеры откосов и дна низового канала на всем его протяжении. Из материалов промеров видно, что упомянутая выше берма берегового откоса на отметке 16,0 м отсутствует, заложение откосов положе проектного, отметка бровки откоса не выдержана по проекту. Крепление откосов частично разобрано.

Профиль дамбы между пирсом и скалой Дурной не соответствует проектному (фиг. 12). Верх его имеет отметку 17—18 м, откосы положе проектных, крепление — из каменной наброски различной толщины.

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДНЕПРОГЭС

Главный инженер Днепростроя И. И. КАНДАЛОВ

Вопрос о возможных методах восстановления Днепрогэс был поднят в кругах советских специалистов еще в 1942 г.

Днепровская плотина была частично взорвана из большой потерны (отметка 30,5 м). На участке от 10 до 20 бычка была снесена вся верхняя часть водосливной плотины вместе с бычками и щитами, а также служебными и шоссевыми мостами. С наружным результатом взрыва наши инженеры имели возможность ознакомиться непосредственно после взрыва. Однако, на какую глубину ниже пола потерны распространились разрушения в теле плотины, нельзя было определить, так как в образовавшийся проран хлынула масса воды из водохранилища. Сброс воды был настолько бурным, что вся плотина сильно вибрировала. Обстановка была такова, что никаких планомерных наблюдений нельзя было провести.

При разработке различных вариантов восстановления Днепрогэс, основываясь на сопоставлении горизонтов и расходов воды, было принято условно, что разрушение вниз от пола потерны распространилось на 5—6 м, т. е. до отметки 24—25 м. Следовательно, при проектировании методов восстановления плотины необходимо было предусмотреть отвод воды от образовавшегося прорана.

В октябре 1943 г. при своем отступлении на правый берег немцы вывезли все электрооборудование и аппаратуру управления шлюзом, взорвали входной портал в большую потерну на протяжении 70 м. Этот портал был прикрыт сверху насыпью высотой до 20 м и обра-

зовавшийся завал прочно преградил доступ в потерну плотины для въезда в нее со стороны левого берега.

Были также взорваны бычки № 36—44 путем закладки минных камер по щековым граням бычков, несколько выше контура водослива. Полностью разрушены на этом протяжении шоссевыи и служебные мосты.

Один из двух порталных кранов, обслуживающих затворы плотины, взорван немцами на монтажных пролетах № 48 и 49 и взрывом сброшен в сторону верхнего бьефа у левого берега. Второй порталный кран сброшен также в сторону верхнего бьефа в районе пролетов № 34 и 35, повидимому, одновременно со взрывом бычков. Сила взрыва бычков была настолько велика, что фермы служебного моста весом свыше 20 т отлетели от верховой грани плотины в сторону верхнего бьефа на 50—60 м.

Пролет № 27—28 немцы взорвали из большой потерны, причем для образования камеры взрыва по обеим сторонам пролета в потерне были сделаны бетонные пробки толщиной около 1 м. От этого взрыва значительно пострадали соседние пролеты плотины в направлении к правому берегу. Действие взрывных газов было настолько сильным, что весь свод потерны был несколько приподнят и затем снова опущен, а щековые стенки со стороны верхнего и нижнего бьефов были смещены в сторону. Вследствие этого свод потерны в этих пролетах опустился на 2—3 см.

В направлении к правому берегу немцы взорвали бычки № 22—25 с помощью зарядов, заложенных в вертикальные вентиляционные шахты этих бычков. Шахты

эти расположены в плане примерно на середине длины бычка, там, где начинается повышенная его часть, служащая опорой для верхнего служебного моста.

Этими взрывами полностью вырвана середина бычков по всей их высоте и сильно повреждены части бычков, обращенные как в сторону верхнего бьефа, так и особенно в сторону нижнего бьефа. Более сильное разрушение в сторону нижнего бьефа произошло потому, что эти части бычков не были армированы. При взрыве этих бычков были чрезвычайно изуродованы металлические фермы шоссейного моста в соответствующих пролетах.

Бычки № 16—18 немцы взорвали, так же как и бычки № 36—44, т. е. почти полностью, если не считать остатков в 1,5—2,0 м, торчащих над водосливом плотины. Бычки № 4—7, как и бычки № 22—25, взорваны из вертикальных шахт и имеют примерно аналогичные разрушения.

Очень крупный взрыв немцы произвели из большой потерны в сопрягающем устье и прилегающих к нему пролетах плотины № 0—1 и 2—3. Этим взрывом указанный участок сооружений выше потерны вместе с мостами превращен в груды развалин.

Немцы предполагали произвести еще взрыв из левобережного донного отверстия № 2, между бычками № 33 и 34, где при заделке отверстия бетоном они замуровали мощный заряд, состоящий из 100 полутонных авиабомб и около 3 т рассыпного тола. Провода от этой минной камеры были проведены в малую потерну и по ней выведены на правый берег в большую потерну в районе бычка № 0. Взорвать эту минную камеру немцам не удалось.

Наиболее тяжелые разрушения немцы произвели на правом берегу. В результате ряда чрезвычайно сильных взрывов вся гидроэлектростанция превращена в груды развалин. Во всех кратерах агрегатов на крышках турбин были взорваны крупные заряды, которыми турбины были разрушены и продавлены вниз, во всасывающие

трубы. Лопатки рабочих колес оказались как бы сре-
занными у нижнего обода колеса. Верхний же обод
вместе с лопатками упал в горловину всасывающей
трубы. Крышка турбины срезана по окружности по
линии цапф подвижных лопаток. Оба серводвигателя
исковерканы, а штоки их оборваны и погнуты. Кожух
горловины всасывающей трубы сорван и продавлен
вниз. Вал турбины диаметром 1 100 мм разорван выше
крышки турбины. Конструкции генератора, начиная от
нижней крестовины, расположенные выше заряда, все,
кроме статора, оказались выброшенными вверх и опро-
кинуты в сторону нижнего бьефа «вверх ногами». При
этом все конструкции были исковерканы и надорваны.
Статоры генераторов хотя и остались на месте, тем не
менее также исковерканы и побиты. Статоры турбин с
верхним и нижним фундаментными кольцами получили
трещины и даже смещения.

Подводная часть машинного здания, а также поддер-
живающие генератор конструкции и подколонники кар-
каса машинного зала претерпели большие разрушения и
деформации: все подколонники оказались смещенными
в разной степени в сторону нижнего бьефа, образовав
в плане дугу со стрелкой до 40 см; поддерживающие
генератор массивы получили смещение и трещины,
главным образом, по строительным швам; конструкции
пола машинного зала в большей своей части пролом-
лены и разрушены.

Кроме взрывов агрегатов немцы произвели в машин-
ном здании чрезвычайно большие взрывы в спиральных
камерах третьей и пятой турбин. Этими взрывами
полностью разрушены сами спиральные камеры
с их металлической футеровкой и все бетонные
и железобетонные конструкции, окружающие их вплоть
до пола машинного зала. При этом совершенно разру-
шены статоры турбин. Бычки всасывающих труб и
стенки имеют трещины со стороны нижнего бьефа и
небольшие смещения, главным образом, по строи-
тельным швам.

При взрыве пятой спиральной камеры был разрушен один пролет железобетонного служебного моста вдоль низовой грани гидроэлектростанции. Но и этим взрывом в пределах машинного здания немцы не ограничились. В каждой спиральной камере имеется вертикальная шахта (лаз) с пола служебного помещения на отметке 23 м. В плане эта шахта расположена как раз в районе носка спиральной камеры, т. е. в самом сложном ее месте. Во всех девяти агрегатах эти шахты были заряжены толлом и взорваны. В результате этих взрывов все спиральные камеры оказались поврежденными. Расколоты и частично смещены верхние и нижние фундаментные кольца турбины в районе носка спирали.

Отдельно были взорваны немцами оба мостовых крана грузоподъемностью 260 т каждый. Один из кранов упал на третий агрегат, а второй — на пятый. В результате всех взрывов машинный зал оказался полностью разрушенным. Железобетонная кровля сброшена. Все заполнение стен целиком вылетело. Металлический каркас зала, несмотря на свою большую жесткость, примерно на 60% исковеркан, причем вся верхняя часть каркаса выше подкранового пути приведена в негодность и только часть колонн до подкранового пути осталась неповрежденной.

Наиболее ценное оборудование немцами было вывезено, например, малый генератор, почти все генераторы возбуждения, регуляторы турбин, компрессоры, часть трансформаторов и пр. В каждую из фаз оставшихся трансформаторов были заложены мины, которые, однако, не взорвались.

Исключительно тяжелые разрушения произведены немцами в щитовом отделении. Огромной силы заряд они заложили в потерне под порогом щитовой стенки, на отметке 25 м. Этим зарядом потерна была забита полностью от своего конца в районе девятой турбины и примерно до 3—4 агрегатов. Произведенным взрывом щитовое отделение в пределах 9—5 блоков выше пола

потерны на отметке 25 м было полностью разрушено и превращено в груду развалин.

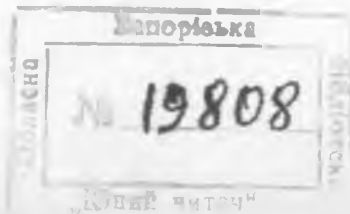
В пределах 4 и 5-го блоков сама щитовая стенка также полностью разрушена. Низовые массивы оголовков напорных труб были приподняты взрывом и снова опущены на основание, получив при этом большое количество трещин в разных направлениях. Между основанием и конструкцией этих оголовков образовалась огромная полость, заполненная раздробленным бетоном в виде брекчии.

Второй блок сохранил свою форму, но также получил ряд трещин в разных направлениях. Левый порог входного отверстия в нем полностью разрушен. Весь массив второго блока по шву на уровне пола потерны взорван от основания. Также оторван от основания на уровне пола потерны и первый блок, получивший в верхней своей части ряд трещин, но значительно меньше, чем во втором блоке. В сохранившейся части потерны от второго блока до береговой части, в пятах свода на всем протяжении имеются трещины, постепенно затухающие к торцу стенки.

При взрыве щитовой стенки, очевидно, весь оставшийся береговой конец ее получил настолько сильное сотрясение, что квадратные колонны эстакады высотой около 24 м и сечением $1,5 \times 1,5$ м, расположенные в торце стенки, оказались надломленными с выпучиной в сторону от щитовой стенки. При этом верхние балки, несущие крановый путь щитового отделения, также были надломлены. Крайняя пара колонн круглого сечения этой эстакады сохранилась благодаря своей упругости.

Кран щитового отделения полностью разрушен и сброшен в аванкамеру при взрыве массива стенки.

Все щиты стенки, а также решетки, даже и оставшиеся в пазах 2 и 1 блоков, исковерканы взрывом. Естественно, что и выходные порталы линии передачи, укрепленные на низовой грани верха щитовой стенки, полностью разрушены. Судя по следам на 1 и 2 блоках, эти порталы были специально подорваны.



При взрыве щитового отделения расположенные с низовой стороны служебные помещения машинного здания на протяжении 9—5 блоков полностью разрушены, а дальше к берегу получили тяжелые повреждения в виде надломленных балок и колонн и пр. Оставшиеся на месте трансформаторы были сброшены частично в машинный зал и спиральную камеру 5 агрегата, а частично повалены на месте и погребены под обломками бетона и туфа. Обломками бетона щитового отделения были сильно помяты и деформированы все колонны каркаса машинного зала со стороны верхнего бьефа от 9 до 5 блоков. Разрушен также вестибюль машинного здания.

Металлическая футеровка напорных трубопроводов в пределах от 9 до 5 блоков при взрыве щитового отделения исковеркана в верховой своей части. Кабельная галлерея, расположенная на гребне глухой плотины, получила ряд пробоин в перекрытии. Кабельная шахта с лестничной клеткой, расположенная в углу у сопряжения щитовой стенки и глухой плотины, совершенно разрушена.

В речном конце гидроэлектростанции с низовой стороны сопрягающего устоя в специальной пристройке было расположено компрессорное хозяйство. Взрыв сопрягающего устоя совершенно разрушил это помещение.

Как видно из приведенного описания, здание станции в результате взрывов получило чрезвычайно тяжелые повреждения, полностью оценить которые до конца основных восстановительных работ, пожалуй, не удастся.

Здание пульта управления, расположенное с низовой стороны глухой плотины, в ее береговом конце, немцами не взрывалось. Здесь был сожжен так называемый этаж антресолей, где была сосредоточена вся кабельная разводка. Верхний этаж пульта управления сильно пострадал от артиллерийского обстрела. Приборы из пульта управления немцами были вывезены.

Сильно пострадала от артиллерийского обстрела распределительная подстанция: подбит ряд металлических

конструкций, разбиты и сгорели масленники, сгорел один из двух трансформаторов местных нужд. Кабельные галереи и фундаменты не пострадали.

Уничтожено много вспомогательных и обслуживающих помещений и сооружений. На правом берегу полностью разрушен и сожжен лесопильный комбинат, причем оборудование его было вывезено. Также вывезено все оборудование механического завода. Сожжен гараж, взорваны водонапорная башня, здание быв. главной конторы Днепростроя и примыкающий к нему так называемый американский поселок. Сожжено помещение охраны и здание санчасти. Взорвано оборудование фильтровальной станции. Разрушено много жилых домов. Железнодорожные пути на обоих берегах взорваны, рельсы увезены. Ветка, соединяющая правый берег с путями МПС на участке ст. Канцеровка—Днепрострой, длиной 18 км разобрана, имеющийся на ней мостик взорван.

Из приведенного общего описания состояния основных сооружений Днепрогэс и вспомогательного хозяйства видно, что организация восстановительных работ крупного масштаба представляла собой сложную проблему.

ПРОПУСК СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ

В начале января 1944 г. на Днепрогэс выехала специальная комиссия для обследования состояния сооружений, определения методов восстановления их, подсчета объемов работ, необходимых ресурсов и, в частности, принятия первоочередных мероприятий, требующихся в связи с предстоящим весенним паводком.

В результате этого обследования, а также последующих проработок, был принят основной план восстановительных работ.

Прежде всего необходимо было решить вопрос о пропуске строительных расходов на все время восстановительных работ.

Зимние расходы воды в момент обследования сооружений проходили через образовавшиеся прораны в районе сопрягающего устоя и правобережной части плотины, затем через проран в пролете 27—28, и, наконец, через груды развалин щитового отделения, отметка гребня которых была примерно 38—39 м, и далее через машинный зал. Горизонт воды в верхнем бьефе имел отметку около 36,0 м при расходе воды около 500—600 м³/сек. При таком горизонте через машинный зал шел небольшой расход воды, порядка нескольких десятков кубических метров в секунду. Но с повышением уровня воды в верхнем бьефе во время весеннего паводка этот расход должен был сильно возрасти и мощным потоком, который здесь образовался бы, могло сбросить в отводящий канал все или часть нагромождений из обломков оборудования, металлоконструкций и бетона, оставшихся на полу машинного зала, опрокинуть и также сбросить в отводящий канал остатки каркаса машинного зала, может быть даже вместе с железобетонными подколонниками. Наконец, разлившийся по полу машинного зала поток мог размыть насыпную часть территории, примыкающей к гидроэлектростанции со стороны правого берега.

Следовательно, к весне 1944 г. необходимо было подготовить как можно больше водопропускных отверстий в плотине, которые смогли бы пропустить расход весеннего паводка и устранить дополнительные разрушения гидростанции. Разумеется, при этом надо было учитывать общую задачу пропуска строительных расходов в межень за весь период восстановительных работ. Поскольку было совершенно ясно, что разрушения днепровских сооружений со стороны верхнего бьефа произведены значительно ниже пола потерны в плотине, т. е. ниже отметки 30,50 м, была признана необходимость пробивки донных отверстий.

Немцами во время их пребывания на гидростанции было пробито в теле плотины 10 отверстий с отметками пола со стороны нижнего бьефа 18,0 м, а со стороны

верхнего — 19,0 м и поперечным сечением 5×5 м, причем пять отверстий заделаны были не полностью. Почти достоверно было известно, что в одном или нескольких отверстиях заделаны минные камеры. Поскольку эти минные камеры надо было как можно скорее разминировать, требовалось разобрать бетонную заделку почти полностью, так как точное расположение камер было неизвестно.

Напрашивалось решение: полностью вскрыть все 10 донных отверстий, используя их для пропуска строительных расходов в межень. В зависимости от величины меженного расхода при нормальной работе 10 донных отверстий с отметкой входного порога 19,0 м можно было ожидать снижения горизонта воды в верхнем бьефе до отметки 23—25 м. Так как по первоначальным данным обследований глубина распространения разрушений была неясна, в особенности по щитовой стенке, то для первого этапа работ было принято решение ограничиться только вскрытием 10 левобережных донных отверстий.

Для проходки этих донных отверстий были использованы передвижные компрессоры с бензиновыми двигателями, установленные на площадке моста через плотину на отметке 54,0 м у монтажных пролетов № 47—49. Отсюда воздухопровод опускался вниз по водосливу.

Сначала пробуривались 1—2 разведывательные скважины глубиной до 1,5 м, с целью обнаружения минных камер. Проходка велась шпурами глубиной всего 0,5 м и небольшими взрывами. После того, как по длине проходка достигала примерно середины, когда уже наличие минных камер было мало вероятно, работы фрсировались. Глубина контрольных шпуров увеличилась до 3 м, а шпуров для разработки до 1,2—1,5 м, соответственно увеличивались и заряды. Минная камера была обнаружена только во втором от правого берега отверстии.

Вопрос об окончательном вскрытии донных отверстий представлял собой чрезвычайно сложную задачу. На

всем участке донных отверстий бычки были совершенно разрушены вместе со служебными и шоссевыми мостами, что сильно затрудняло восстановительные работы. Оба порталных крана были взорваны, причем один как раз в районе донных отверстий, что загромодило подходы к этим отверстиям со стороны верхнего бьефа. Применение щитов для вскрытия донных отверстий потребовало бы громадных подготовительных работ. Практически нужно было бы восстановить на этом участке бычки и мосты и изготовить новый порталный кран, если не идти на устройство временной эстакады тяжелого типа и использование кранов большой грузоподъемности на железнодорожном ходу. Необходимость вскрыть скорее донные отверстия и тем самым убыстрить восстановительные работы по всему фронту заставляла изыскивать способы вскрытия донных отверстий без крупных и длительных вспомогательных работ.

После всестороннего обсуждения было принято решение вскрыть донные отверстия с помощью взрывов. Для этой цели проходку донных отверстий обычным методом не доводили до напорной грани на 2,5 м, т. е. оставляли пробку с верховой стороны. Толщина этой пробки была определена с учетом частичного сцепления старого бетона с новым. Разумеется, точного расчета нельзя было произвести: ограничивающим обстоятельством была техническая возможность удалить взрывом пробку, не рискуя получить некачественное донное отверстие. Поэтому оставлять пробку толщиной больше 2,5 м было нельзя, наоборот, даже лучше было бы иметь ее еще более тонкой. Однако, дальнейшее уменьшение толщины пробки вызывало опасение продавливания ее водой. Кроме того, с уменьшением толщины пробки быстро увеличивалась фильтрация воды, главным образом, через шпуров. Поэтому разбуривание пробки представляло собой чрезвычайные трудности. Точно так же огромные трудности возникали при зарядке шпуров.

Проект разбури и взрыва пробки в донном отверстии был разработан на месте специалистами-минерами.

Проект этот заключался в разбурировании трех концентрических колец: первое—внутреннее, представлявшее собой вруб со скважинами, направленными под углом к центру, второе—основное дробящее кольцо, расположенное концентрически к первому, примерно посредине между краями отверстия и врубом, и, наконец, третье—по контуру отверстия—должно было обрезать бетон точно по проектному сечению отверстия. Взрыв концентрических колец производился электродетонаторами замедленного действия с настройкой в 2 и 4 сек. Таким образом, сначала взрывался внутренний вруб, через 2 сек. следующее кольцо скважин и еще через 2 сек. последнее кольцо по периметру. Такое рассредоточение взрывов предохраняло от образования заклинивания глыб бетона. Взрыв вруба создавал поток воды и давал возможность легко откалываться и больше дробиться глыбам бетона от второго и третьего колец шпуров.

Общее количество скважин при разбурировании пробки сечением 5×5 м и толщиной примерно 2,5 м колебалось от 120 до 150. Таким образом, мощный взрыв бетонной пробки делал возможным вскрыть довольно хорошо все левобережные донные отверстия.

Однако, бывали и неудачи. Разбурирование и вязать электрsvзрывную сеть приходилось в очень тяжелых условиях, при большом притоке воды, часто прорывавшимся целыми струями. Хотя электродетонаторы и сеть проверялись, тем не менее в нескольких донных отверстиях взрыв пробок произведен был неудачно из-за повреждения электрsvзрывной сети. Неудачно взорванные пробки пришлось снова взрывать, причем в одном случае взрыв был настолько не эффективен, что можно было снова войти внутрь донного отверстия и произвести перезарядку. В других случаях пришлось ограничиться опусканием заряда, заключенного в гильзу, из трубы со стороны верхнего бьефа. Этот заряд присасывался к напорной поверхности донного отверстия под напором прорывающейся в него воды и затем взры-

вался. Таким образом, удавалось более или менее исправить неудачу первого, основного взрыва.

Одно из 10 отверстий (шестое от правого берега) причинило много хлопот. Это отверстие немцами было заделано только бетонной пробкой. При обследовании внутренней полости оставшейся незаделанной части донного отверстия был обнаружен бетонный куб, непосредственно примыкающий к бетонной пробке. Этот куб показался минерам подозрительным и они его взорвали. Хлынула вода. Оказалось, что в этом кубе были заделаны концы труб, служивших для отвода воды из-за щита при бетонировании пробки. Приток воды через эти трубы был настолько велик, что проникнуть внутрь донного отверстия не представлялось возможным. Попытки заткнуть мешками трубы со стороны верхнего бьефа также успеха не имели, идти же на применение более серьезных мер не было особого смысла, так как при наличии девяти работающих донных отверстий одно десятое отверстие с порогом на отметке, одинаковой с остальными отверстиями, не давало существенного снижения горизонта воды верхнего бьефа. Остальные 9 донных отверстий были вскрыты к середине мая, т. е. как раз к пику паводка.

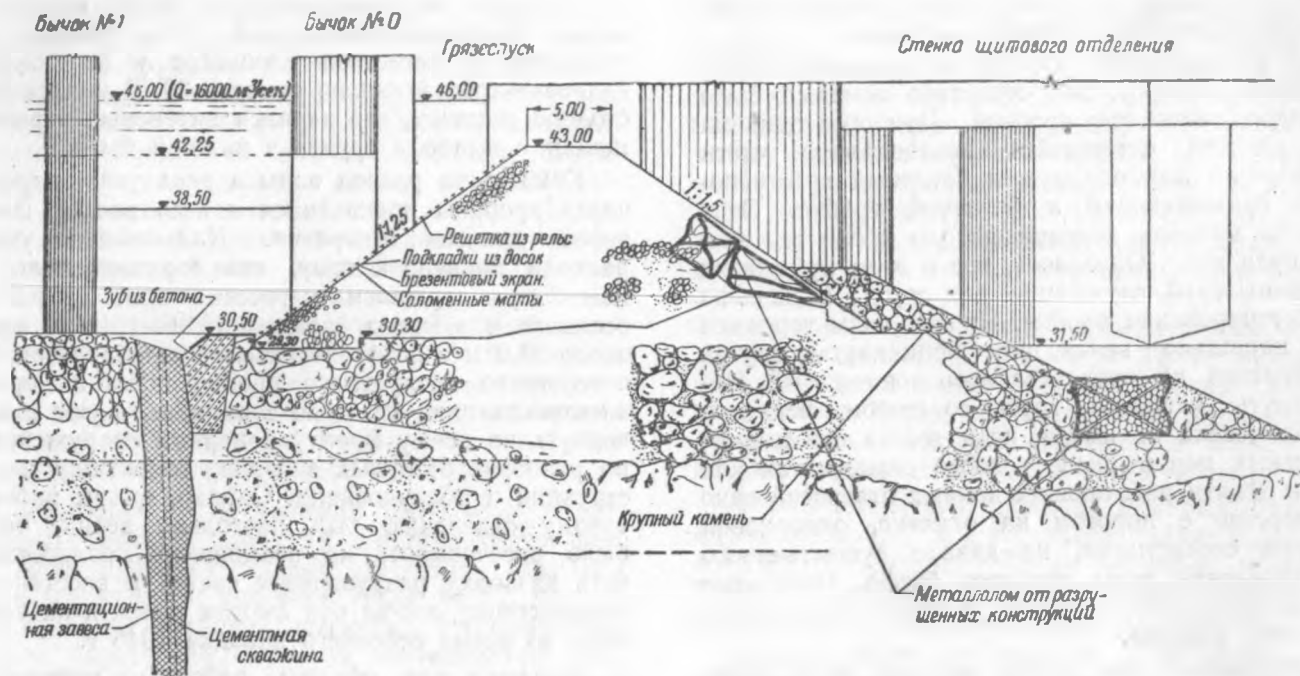
Весенний паводок 1944 г. был невелик: всего около $5\,000\text{ м}^3/\text{сек}$. Гребень паводка прошел на отметке 38,3 м при работе всех донных отверстий, прорана в пролете № 27—28 и прорана в районе сопрягающего устоя. Поток через гидроэлектростанцию значительно усилился, но характер его остался прежним: вода стекала через напорные и всасывающие трубы и разливалась по помещениям на отметках 23 и 26 м до монтажной площадки включительно, низвергаясь оттуда в нижний бьеф. При незначительной величине паводка своевременная пробивка донных отверстий имела большое значение для снижения горизонта воды верхнего бьефа. Без донных отверстий горизонт верхнего бьефа поднялся бы еще примерно на 3—4 м и, перелив через гидроэлектростанцию, вызвал бы дополнительные разрушения.

Во время весеннего паводка вода начала прорываться через сохранившуюся часть потерны щитового отделения к насыпной площадке у берегового торца гидроэлектростанции на отметке 29,75 м. Поток был настолько сильным, что начался интенсивный размыв площадки с выносом грунта в нижний бьеф.

К 25 июня расход воды в реке упал, перелив воды через прораны прекратился и весь расход шел только через донные отверстия. Дальнейшее уменьшение расхода привело к тому, что горизонт воды в верхнем бьефе держался в течение всей летней межени, осеннего и зимнего времени 1944—1945 г. на отметке около 23,0 м с незначительными колебаниями. При этом совершенно прекратился проход воды и через гидроэлектростанцию, что дало возможность уже с июня развернуть по всему фронту напорных сооружений работы по разборке бетонных завалов, демонтажу металлоконструкций и оборудования. Однако, объем работ по щитовому отделению был настолько велик, что трудно было рассчитывать на возможность полностью закончить разборку разрушенных частей и восстановить щитовую стенку, чтобы она смогла принять на себя напор воды во время весеннего паводка 1945 г.

Минимальные объемы работ по щитовой стенке определялись по предварительным подсчетам следующими цифрами: разборка разрушенного бетона и железобетона около 100 тыс. м³, укладка нового бетона и железобетона по минимальному профилю (при возможной отметке паводка 1945 г. от 46 до 47,0 м) достигала приблизительно около 40 тыс. м³.

Реально можно было рассчитывать к весне 1945 г. лишь закончить разборку завалов в щитовом отделении, т. е. иметь здесь отметку со стороны верхнего бьефа всего 25,0 м, а может быть даже и ниже. При такой отметке основная масса воды пошла бы во время паводка через гидроэлектростанцию, что, несомненно, привело бы к громадным разрушениям и прервало бы все восстановительные работы на 3—4 месяца.



Фиг. 1. Поперечный разрез защитной дамбы.

Взвесив все эти обстоятельства, пришлось в проекте производства работ предусмотреть сооружение ряжевой перемычки, отгораживающей гидроэлектростанцию вместе с разрушенной правобережной частью плотины со стороны верхнего бьефа. Высота этой перемычки должна была быть рассчитана на весенний паводок 1945 г. Учитывая, что проектирование велось еще за год до наступления паводка и, следовательно, прогноза его не могло быть, была принята пятипроцентная обеспеченность этого паводка и, таким образом, расчетная величина его составила $16\,700 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Направление перемычки было принято вдоль моста через аванкамеру, что позволяло воспользоваться ею при монтаже пролетного строения этого моста. На работы по этой перемычке должно было быть израсходовано 100 тыс. м^3 ряжей и 10 тыс. м^3 бутовой кладки, а для этого нужно было иметь около $15\,000 \text{ м}^3$ брусьев или $25\,000 \text{ м}^3$ круглого леса. Но вследствие острого недостатка в лесу решено было заменить ряжевую перемычку дамбой, отсыпанной из обломков бетона (фиг. 1). Этой дамбой имелось в виду предотвратить пропуск через гидроэлектростанцию больших масс воды во время

паводка, но допустить пропуск через нее большого фильтрационного потока. Чтобы добиться возможного уменьшения фильтрации, сама дамба со стороны верхнего бьефа прикрывалась брезентовым экраном. Напорный откос дамбы покрывался бетонной мелочью, а кроме того, на участке, ближайшем к плотине, — соломенными матами. По этой подготовке растягивался брезент, сшитый из отдельных полотнищ. Для того, чтобы брезент не смещался, он был прижат к откосу тонкими тросами, протянутыми через кольца, пришитые к брезенту. По гребню дамбы были уложены брусья, к которым и крепились брезент вместе с удерживающими его тросами.

У подошвы напорного откоса дамбы был сделан бетонный зуб, начинающийся в месте его примыкания к насыпной площадке подстанции и кончающийся у места примыкания дамбы к массиву сопрягающего устоя. Этот зуб был доведен до скалы на большей части длины и лишь у сопрягающего устоя на протяжении примерно 80 м, где скала уходит ниже горизонта воды в верхнем бьефе, был основан на валунных и бетонных обломках. Брезентовый экран был закреплен на верху бетонного зуба.

Участок дамбы, где зуб не доходит до скалы, был с точки зрения фильтрации под ним наиболее опасным участком, представлявшим собой нагромождение отдельных бетонных глыб, и имел значительные пустоты, по которым мог прорваться поток огромной силы. Гидравлические и гидротехнические расчеты давали чрезвычайно условные результаты. Была уверенность, что при нагромождении угловатых, частично с торчащей толстой арматурой, огромных бетонных массивов они настолько заклинят друг друга, что сдвига их под напором в 15—20 м не произойдет. Это тем более казалось вероятным, что с нижней стороны указанное нагромождение массивов подпиралось сохранившейся частью щитовой стенки, имевшей отметку 25,0 м. Поскольку же предполагалось до весеннего паводка вывести эту стенку до отметки 30,50 м или в крайнем случае 28,0 м, то упор

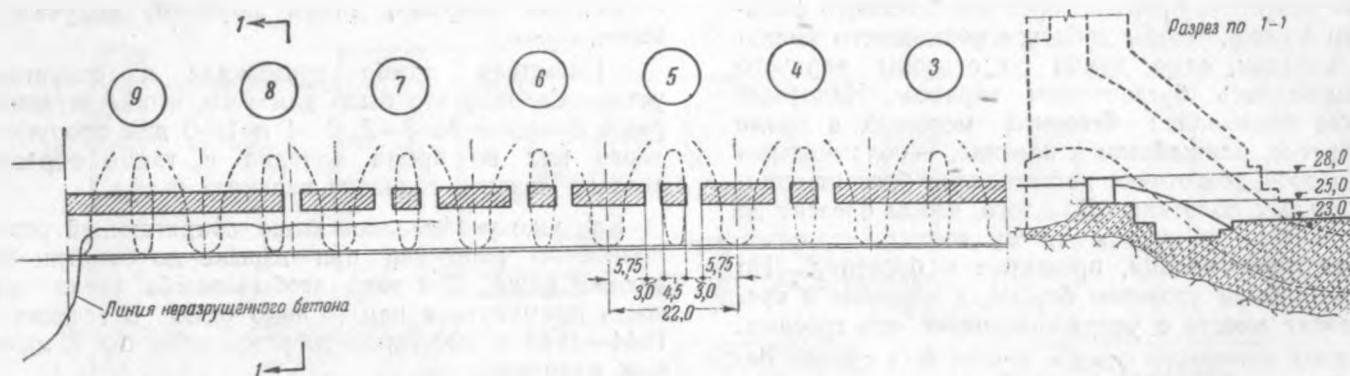
с низовой стороны, таким образом, получался еще выше.

Насыпная дамба примыкала к сопрягающему устою. Сделано это было для того, чтобы оставить прораны пролетов № 3—2, 2—1 и 1—0 для пропуска воды через них во время паводка и, таким образом, несколько снизить горизонт верхнего бьефа.

Как уже указывалось выше, сопрягающий устой был полностью разрушен при взрыве до отметки 30,50 м и даже ниже. Для того, чтобы дамба имела возможность примкнуть к нему, надо было в течение зимы 1944—1945 г. восстановить устой хотя бы в минимальных размерах.

Ввиду того, что в пролетах № 3—2, 2—1 и 1—0, т. е. у речного конца дамбы, пропускался расход воды, вдоль дамбы, в этом месте надо было ожидать сильного продольного течения, опасного как для самой дамбы, так и в особенности для экрана. Для предохранения брезентового экрана от срыва он был на протяжении 20 м прикрыт панцырем — решеткой из рельсов.

Низовой откос дамбы в ее речной, высокой части для предохранения от размыва был укреплен различного рода обломками металлоконструкций (щитов, решеток, мачт и т. п.), переплетенных между собой стальной арматурой и загруженных внутри камнем. Там, где на низовом откосе оказался мелко-обломочный материал, откос был прикрыт полотнищами противоминной сети, сплетенной из тонких тросов с ячейками диаметром 15 см. Поскольку примыкание дамбы к сопрягающему устою в верхней своей части было осуществлено из обломков бетона мелких и средних размеров, порядка 30—40 см в поперечнике, и здесь следовало ожидать наибольшей фильтрации, в само тело дамбы также были заложены металлоконструкции, сплетенные с арматурой, что создавало как бы каркас из гигантских габионов. Как самый проект дамбы, так и фактически осуществляемые работы по ней были рассмотрены экс-



Фиг. 2. Схема бетонной кладки щитовой стенки перед паводком 1945 г.

пертами, которые признали, что сооружение это очень смелое, оригинальное, но имеющее в себе элементы риска. Некоторые эксперты просто предсказывали, что дамба будет прорвана. В действительности горизонт воды во время пика паводка 1—2 мая 1945 г. достиг отметки всего 38,63 м. В наиболее низкой части со стороны нижнего бьефа дамбы в районе сопрягающего устоя вода имела отметку примерно 26—27,0 м, т. е. дамба в наиболее высокой своей части работала под напором порядка 12,0 м. Несмотря на такой все же значительный напор, никаких угрожающих явлений при фильтрации как через тело дамбы, так и в ее основании не было. Значительная фильтрация была только в том месте, где в свое время в теле дамбы были оставлены «ворота» для прохода железнодорожного пути. В последний момент эти ворота были заполнены крупнообломочным материалом и поэтому, несмотря на брезентовый экран, здесь была отмечена фильтрация. В этом месте брезент несколько раз был прорван напором воды в подводной части. Прорывы закрывались пластырями, мешками с песком и соломой, которые укладывались водолазами.

Сильная фильтрация была, как и ожидалось, через основание дамбы в речном ее конце, где бетонный зуб не был доведен до скалы. Однако, эта фильтрация никаких деформаций в теле дамбы не вызвала, и фильтрующая вода была совершенно чистой.

Общий размер фильтрационного потока определялся 10—15 м³/сек. Пропуск фильтрационного потока через гидроэлектростанцию был организован таким образом, чтобы он не мешал строительным работам. Для этого при бетонировке весной 1945 г. нижних массивов щитовой стенки были предусмотрены временные окна шириной по 3 м на уровне пола потерны (фиг. 2), т. е. на отметке 25,0 м по оси каждого напорного трубопровода, за исключением девятого, где массив был забетонирован сплошным с целью образования опорной стенки для низового откоса дамбы.

Чтобы не ожидать конца работ по разборке бетона, сам проект бетонирования стенки пришлось приспособить к производству работ, предусмотрев здесь консольную конструкцию, которая позволила бы вывести стенку на всю ее высоту, без нижних массивов с верхо-

вой стороны. По окончании всех работ по разборке взорванного бетона с верховой стороны, т. е. уже после паводка, эти массивы должны быть подведены под консольную конструкцию, а образовавшийся усадочный шов между верхом подводимых массивов и нижней поверхностью консоли должен быть зацементирован. Принятое строительством решение о возведении защитной дамбы с примыканием ее к сопрягающему устою и возведение щитовой стенки с временными окнами для пропуска фильтрационного потока во время весеннего паводка вполне оправдало себя и достигло поставленной задачи — не допустить прохода паводка через гидроэлектростанцию и сохранить возможность производства всех строительного-монтажных работ в течение всего паводка.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДОННЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Как уже указывалось, разрушения на щитовой стенке с напорной стороны потерны распространялись значительно ниже предполагаемой первоначально отметки 23,0 м. При разработке бетонных завалов обнаружился скол бетона на верховой грани потерны и даже под самым полом потерны в сторону верхнего бьефа. Произведенным станками Крелиус бурением бетонного массива кернов извлечь не удалось. Следовательно, массив подлежал разборке. Между тем, несмотря на незначительный расход воды в декабре — январе 1944—1945 г., снизить горизонт верхнего бьефа ниже отметки 23,0 м при помощи левобережных донных отверстий не было возможности. При обсуждении способов разборки бетона ниже отметки 23 м остановились на пробивке в теле плотины дополнительных донных отверстий, но по возможности ниже левобережных. Таким путем можно было снизить горизонт воды в верхнем бьефе еще на 2—3 м, что позволяло без особых затруднений произвести разборку бетона в щитовой стенке примерно до отметки 20,0 м. Ниже этой отметки бетон в районе 8—9 блоков хотя и был поврежден, но сохранил свою форму и, следовательно, можно было рассчи-

тывать произвести дальнейшую разборку его до здорового бетона или даже до скалы, оставляя со стороны верхнего бьефа неразобранный гребень шириной 1—1,5 м, который играл бы роль перемычки. Таким образом, в крайнем случае щитовая стенка имела бы консоль с вылетом порядка 1—1,5 м в сторону верхнего бьефа.

Пробивка дополнительных донных отверстий на более низкой отметке, помимо резкого облегчения восстановительных работ по щитовой стенке, давала возможность сравнительно легко прикрыть левобережные донные отверстия шандорными щитами, под защитой которых явилось возможным оборудовать специальные направляющие окончательного закрытия отверстий другими щитами, способными выдержать большой напор. При вскрывании донных отверстий с помощью взрыва последней пробки можно было ожидать повреждения кромок входного устья. Однако, почти полное осушение верхних донных отверстий в межень при работе нижних отверстий должно было дать возможность легко установить направляющие, по которым в дальнейшем можно было бы без затруднений опустить щиты под большим напором.

Снижение верхнего бьефа на 2—3 м имеет существенное значение также и для обследования напорной грани плотины и ее цементации. Хотя дополнительные донные отверстия во время паводка мало влияют на отметку горизонта воды в верхнем бьефе, практически снижая ее всего на несколько десятков сантиметров, но довольно существенно влияют на горизонт воды при начальной стадии нарастания паводка и при окончании спада паводка. Анализ графика колебания горизонта воды в эти периоды показывает, что при наличии нижних донных отверстий нарастание горизонта воды в верхнем бьефе замедляется на 2—3 недели. Такое замедление значительно облегчало производство бетонных работ по сопрягающему устою с примыканием к нему дамбы в марте 1945 г., когда рабочие едва успевали ухладить от поднимающегося горизонта воды.

Точно так же и спад воды после паводка при наличии дополнительных донных отверстий происходит на 2—3 недели быстрее, т. е. обнажение потерны и нижних отметок наступит на 2—3 недели раньше, что давало возможность раньше возобновить работы на нижних отметках.

Поскольку в весенний и летний периоды 1945 г. автогужевое сообщение между берегами осуществлялось только по потерне, продление сообщения по ней имело значение не только для строительства, но и для всего района, в частности, для автомобильной связи Днепропетровска с Запорожьем. Наконец, еще одна положительная сторона снижения верхнего бьефа заключалась в облегчении восстановительных работ по взорванному пролету плотины между бычками № 27 и 28, разрушения в котором распространились ниже отметки 23,0 м.

Пробивка дополнительных донных отверстий в теле плотины с максимально сниженными по условиям нижнего бьефа порогами значительно облегчила восстановительные работы по щитовой стенке и по самой плотине.

Отметка заложенных донных отверстий была обусловлена состоянием горизонта воды в зиму 1944—1945 г. в нижнем бьефе. Низовой порог донных отверстий был назначен на отметке 14,0 м, а верховой — на отметке 14,5 м. Эти отверстия нужно было пробить до начала паводка, т. е. до марта. Таким образом, в распоряжении строителей имелось только 2 месяца.

Форма и размеры дополнительных отверстий были приняты несколько иными, чем у левобережных; по высоте нижнее сечение было взято меньше на 1,0 м, т. е. 4 м, исходя из формы потока, изливающегося из отверстия, верховое сечение отверстия было принято 5×5 м. Пол и потолок донных отверстий имеют уклон от верхнего бьефа к нижнему, но они не параллельны, как в левобережных отверстиях, а сходятся к нижнему бьефу. Такая форма, не нарушая гидравлических условий, несколько уменьшала объем работ по пробивке отверстий

и в последующем — по заделке их. Решено было пробивать 6 отверстий, что обеспечивало снижение горизонта воды в верхнем бьефе при расходе в $500 \text{ м}^3/\text{сек}$ приблизительно до отметки 20,0 м. Дальнейшее увеличение числа отверстий при сохранении порога на той же отметке 14,5 м существенного эффекта не давало.

Не все пролеты плотины были удобны для устройства отверстий. В правобережном участке плотины размещать донные отверстия было нежелательно, так как сильный поток в них, приблизившись к гидроэлектростанции, затруднил бы работы по ее подводной части. В центральной части плотины между бычками № 25—32 нельзя было размещать донные отверстия с отметкой порога 14,5 м, поскольку в этом районе находился остров, имевший отметки со стороны верхнего бьефа выше 15,0 м.

Новые донные отверстия были намечены в правобережной половине плотины, но ближе к ее центральной части, а именно между бычками № 13 и 20. Произведенные промеры со стороны верхнего бьефа показали, что здесь имеются места загромождения от взрыва, произведенного в 1941 г., поэтому донные отверстия пришлось разместить не подряд в каждом пролете, а один пролет пропустить.

Проходка и вскрытие дополнительных донных отверстий в общем производились тем же методом, что и в левобережных пролетах. Снабжение сжатым воздухом осуществлялось от центральных компрессорных правого и левого берегов. Бурение велось большими станковыми перфораторами. В отличие от левобережных донных отверстий взрыв последней пробки в дополнительных донных отверстиях производился не электропалением, а огнем палением. Опыт вскрытия первых отверстий показал, что на вязку электровзрывной сети уходило много времени (6—8 и более часов), а кроме того, в условиях сильной фильтрации получались частые отказы. Применение же огневого паления в правобережных отверстиях вполне себя оправдало.

Работы по вскрытию донных отверстий были начаты в январе 1945 г. Из-за подъема горизонта воды в нижнем бьефе в первой декаде марта работы пришлось прекратить. К этому времени удалось вскрыть только три отверстия из шести; остальные были вскрыты уже после прохода паводка, в июле—августе 1945 г. Попытки продлить работы по проходке отверстий в марте под защитой примитивных ограждений из мешков с песком ничего не дали, так как волнением в нижнем бьефе все эти ограждения легко разрушались.

Необходимо отметить еще одну отличительную черту правобережных донных отверстий: они пересекают малую потерну, проходящую в плотине на отметке 15,0 м. Для того, чтобы иметь возможность в любом порядке производить вскрытие донных отверстий, а затем также в любой последовательности закрытие их, в малой потерне между донными отверстиями были выложены бутовые пробки заподлицо с боковой гранью отверстий.

Паводок 1945 г. пропускался через 9 левобережных донных отверстий, три правобережных, через прораны на отметке 30,50 м в пролете № 27—28, 0—1, 1—2 и 2—3. При расходе в пик паводка — 5 400 м³/сек — горизонт воды в верхнем бьефе достиг отметки 38,63 м. Горизонт воды начал подниматься интенсивно с 17 марта, пик паводка был 2 мая, летняя межень наступила 10 июля. Движение по потерне было прекращено 25 марта и возобновлено в середине июня.

В летнюю межень 1945 г. расходы воды в Днепре держались сравнительно высокие, не опускаясь ниже 800 м³/сек. Поэтому горизонт воды в верхнем бьефе, несмотря на работу пятнадцати донных отверстий, не опускался ниже отметки 21,50 м. Тем не менее это дало возможность, хотя и с трудом, справиться с работами по разборке и бетонировке наиболее глубоко разрушенной части щитового отделения в пределах 7—9 блоков. Лишь пролет № 27—28 в правой по течению его половине был забетонирован зимой 1945—1946 г.

ПОДГОТОВКА К ЗАКРЫТИЮ ДОННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Закрытие донных отверстий нужно было закончить к пуску гидроэлектростанции, так как для ее работы горизонт воды в верхнем бьефе должен быть не ниже отметки 41—42,0 м (крайний нижний предел), при котором возможна работа турбин без засасывания воздуха в напорные трубопроводы. При отметке нижнего бьефа 14—15,0 м напор на турбинах будет 27—28,0 м, что также соответствует крайнему нижнему пределу, при котором днепровские турбины могут работать без опасной кавитации. Само собой разумеется, что в целях увеличения выработки энергии и повышения рабочей мощности турбины надо повышать уровень верхнего бьефа до его максимальной отметки 52,0 м.

Чтобы повысить горизонт воды в верхнем бьефе даже до отметки 41—42,0 м, следует закрыть почти все донные отверстия, оставив открытыми на период межени только одно или два. Тогда при расходе воды в реке порядка 500—800 м³ горизонт воды в верхнем бьефе будет держаться на уровне 42—41,0 м, что даст возможность пустить турбину. Однако, для дальнейшего повышения горизонта в верхнем бьефе, необходимого для увеличения рабочей мощности турбины и выработки энергии, очевидно, надо будет закрыть и последние два донных отверстия. При всех закрытых донных отверстиях в условиях межени при расходе воды 500—800 м³/сек весь расход воды пойдет уже через гребень водосливных пролетов и горизонт воды повысится до отметки 43,0 м. Наконец, чтобы достичь дальнейшего повышения уровня верхнего бьефа в условиях межени, кроме донных отверстий необходимо закрыть щитами и водосливные пролеты. Следовательно, для получения полного напора надо закрыть не только все донные отверстия, но и иметь щитовые затворы во всех водосливных пролетах плотины. Для обеспечения сквозного судоходства по Днепру также необходимо к началу судоходства не только закрыть все донные отверстия,

но и закрыть все водосливные пролеты плотины щитами, так как сквозное судоходство возможно только при отметке верхнего бьефа 47—48,0 м, перекрывающей самый верхний, Кайдакский, порог.

Пуск первого агрегата по общему состоянию работ и готовности основного гидросилового оборудования может быть произведен в самом начале 1947 г. К этому времени должно быть закончено закрытие донных отверстий, а начало закрытия определяется в зависимости от срока окончания всех строительных работ, требующих пониженного стояния уровня воды в верхнем бьефе. К этим работам относятся цементация напорной грани плотины и щитовой стенки, а также гидроизоляция особенно сильно поврежденных пролетов плотины.

После прохода весеннего паводка 1946 г., во время которого отметка верхнего бьефа достигала 43,65 м, горизонт в верхнем бьефе упал до отметки 23—25,0 м только в июне, следовательно, работы по цементации и гидроизоляции можно было начинать с конца июня. Оставшиеся незаконченными работы по цементации напорной грани плотины и щитовой стенки, а также по гидроизоляции нужно выполнить в течение 3 месяцев. Таким образом, начальная стадия закрытия донных отверстий, учитывая, что подъем горизонта воды при закрытии первых отверстий будет иметь очень незначительную величину, порядка 1—3 м, может быть назначена на сентябрь. Весь же цикл работ по закрытию донных отверстий продлится 3—4 месяца.

Как уже указывалось, всего имеется 15 работающих донных отверстий, из них 6—правобережных с отметкой дна входного сечения 14,5—15,0 м и 9—левобережных с отметкой дна входного сечения 19,0 м. Кроме того, к девяти левобережным отверстиям необходимо добавить одно отверстие, практически не работающее, но требующее такой же операции по закрытию, как и работающие. В первую очередь должны быть закрыты правобережные донные отверстия, как расположенные

более глубоко, чем левобережные. После закрытия правобережных отверстий весь расход воды должен пропускаться только через левобережные, при этом горизонт воды в верхнем бьефе повысится. Строителями принято, что до заделки бетоном правобережных отверстий горизонт воды в верхнем бьефе не должен превысить отметки 27,0 м, т. е. напор на щиты, закрывающие правобережные отверстия, может составить не более 12,0 м. Это ограничение определяется конструкцией щитов, изготовляемых из старых каркасных щитов гребенки, еще сохранившихся от первоначального строительства.

В зависимости от расхода воды в реке закрытие правобережных донных отверстий производится поочередно с таким расчетом, чтобы обеспечить непрерывный пропуск воды в нижний бьеф некоторого минимального расхода; в период навигации — около 500 м³/сек, а зимой — 200 м³/сек.

К закрытию левобережных донных отверстий можно приступать только после заделки бетоном правобережных отверстий хотя бы в виде пробок толщиной 6 м, так как держать на щитах напор выше отметки 27,0 м нельзя. При закрытии же левобережных донных отверстий этот горизонт начнет повышаться еще больше.

Закрытие левобережных донных отверстий приходится разбивать на две очереди, также из-за необходимости обеспечить пропуск в нижний бьеф гарантированного расхода. В первую очередь закрываются все левобережные отверстия за исключением одного или двух. Закрытие производится постепенно с таким расчетом, чтобы поднимающийся в верхнем бьефе горизонт воды обеспечивал пропуск в нижний бьеф непрерывно требуемого в зависимости от сезона минимального расхода воды.

Последнее левобережное донное отверстие представлялось возможным закрыть только после повышения горизонта воды в верхнем бьефе до отметок, при кото-

рых начнется перелив воды через гребень плотины, иначе говоря, когда горизонт достигнет отметки порядка 43,0 м (отметка гребня плотины — 42,25 м). Следовательно, пуск гидроэлектростанции при неполной мощности турбин может быть начат даже при незаконченном закрытии последнего левобережного отверстия, а при больших расходах воды в реке даже двух.

Поскольку левобережные донные отверстия в первой своей стадии могут закрываться только постепенно, выжидая подъема горизонта воды в верхнем бьефе, необходимо число этих отверстий уменьшить до минимума, тогда вся операция по закрытию донных отверстий ускорится.

В декабре 1945 г. при наступившем резком похолодании расход воды в Днепре резко снизился до 200 м³/сек за счет интенсивного льдообразования. Такое снижение расхода воды привело к резкому, хотя и кратковременному (на 3—4 дня), понижению горизонта воды в нижнем бьефе. К 10 декабря горизонт воды в нижнем бьефе имел отметку ниже 19,0 м. Все левобережные донные отверстия совершенно обсохли. Это исключительно благоприятное обстоятельство было использовано для обследования состояния входных сечений донных отверстий со стороны верхнего бьефа. Обследование показало, что часть донных отверстий вскрыта не полностью. В некоторых донных отверстиях остались не взорванные пороги высотой до 1,0 м и не полностью вскрытые боковые грани.

Благодаря низкому стоянию горизонта воды все эти дефекты были устранены: пороги и останцы у боковых граней были разбурены и взорваны. Снижение горизонта воды также позволило полностью обследовать состояние закладных частей, установленных еще немцами у донных отверстий со стороны верхнего бьефа. Обследование показало, что у некоторых донных отверстий закладные части сохранились вполне удовлетворительно, а у других повреждены, требуют ремонта и заделки бетоном. У некоторой части донных отверстий заклад-

ных частей вообще не было. Наконец, тем же обследованием установлено, что при взрыве пробок во время вскрытия одного из отверстий большие глыбы бетона упали у самого входного сечения, загородив частично донное отверстие, что не дало бы возможности опустить со стороны верхнего бьефа щит до конца и закрыть отверстие.

Кратковременное полное осушение левобережных донных отверстий и созданные этим исключительно благоприятные условия для полного и окончательного закрытия их, привело к мысли попробовать окончательно закрыть хотя бы часть донных отверстий. Действительно, к этому времени все работы со стороны верхнего бьефа как по плотине, так и по щитовому отделению на низких отметках были закончены. Кроме того, при наличии правобережных низко расположенных донных отверстий роль левобережных сводилась уже только к облегчению закрытия правобережных отверстий, так как при пропуске межених расходов основную роль играли именно эти отверстия. Более того, при уменьшении числа действующих левобережных отверстий в случае низких межених расходов можно скорее закрыть правобережные отверстия, так как при этом меньше требуется времени для заполнения водохранилища и подъема горизонта воды до отметок, обеспечивающих пропуск минимально необходимых расходов воды в нижний бьеф.

Проведенные проверочные расчеты пропускной способности левобережных донных отверстий при различных режимах во время закрытия правобережных отверстий показали, что вполне возможно оставить действующими только 6 левобережных отверстий.

В соответствии с этим во время низкого стояния горизонта воды было приступлено к заделке одного не вскрытого отверстия, а затем трех вскрытых. Для заделки были выбраны, разумеется, самые трудные отверстия: одно, у которого имеются со стороны верхнего

бьефа бетонные глыбы, мешающие опусканию щита, и два, у которых наиболее сильно повреждены закладные части. Первое, не закрытое отверстие имело бетонную пробку, через которую немцами были проложены железные трубы большого диаметра. Через эти трубы и поступала вода в донное отверстие под напором, причем вследствие сплющивания выходных концов труб вода разбрасывалась по всему сечению отверстия и не давала возможности в нем работать. Для того, чтобы при заделке этого донного отверстия можно было обойтись без всяких сложных операций, входные отверстия труб были заварены пробками из котельного железа и, таким образом, последующие работы по этому отверстию сводились к заделке его бетоном. Что касается трех вскрытых донных отверстий, то здесь, ввиду того, что горизонт воды в верхнем бьефе быстро начал подниматься после окончания льдообразования, пришлось срочно делать на порогах перемычки из мешков с цементом.

Когда вода поднялась выше порога, для уменьшения фильтрации через перемычку применяли отсыпку шлаковой мелочи. Разумеется, полной водонепроницаемости достичь не удалось и поэтому профильтровавшую воду собирали в трубы и отводили в нижний бьеф. На конце труб устанавливали задвижки, чтобы по окончании бетонировки пробки можно было, закрыв задвижку, полностью прекратить поступление воды со стороны верхнего бьефа. Для ускорения операции по заделке бетонной пробки разрезка ее температурным швом в продольном направлении была отменена.

Несмотря на очень кратковременное снижение горизонта воды в верхнем бьефе, все же 4 из 10 левобережных донных отверстий были заделаны в декабре 1945 г. бетонными пробками вполне успешно, и в дальнейшем уже шла постепенная бетонировка их для окончательной заделки на полный профиль.

Работы по заделке остальных шести левобережных донных отверстий в зиму 1945—1946 г. были ограниче-

ны лишь приведением в порядок имевшихся и установкой новых закладных частей для облегчения последующего окончательного закрытия этих отверстий.

Закрытие левобережных донных отверстий первой очереди было запроектировано производить при напорах от 8 до 10 м. Закрытие же последнего отверстия оказывалось возможным произвести только при чрезвычайно высоком напоре — около 24 м.

Учитывая высокий напор при закрытии левобережных отверстий, в особенности последнего, необходимо было тщательно подготовиться к их закрытию. Необходимо прежде всего обеспечить безотказное закрывание щитов, что может быть достигнуто при хорошо установленных направляющих путях для опускания щитов.

Для первых четырех левобережных донных отверстий были сохранены имевшиеся закладные части, представляющие собой пути для опорных катков щитов. Эти пути лишь требовали ремонта и дополнительной заливки бетоном. Что же касается до закрытия последних двух отверстий, то было установлено, что при напоре порядка 24 м щиты, закрывающие эти отверстия, будут сильно вибрировать. Поэтому для закрытия последних двух донных отверстий запроектированы специальные направляющие образующие катковые пути — прямые, обратные и боковые.

Такие направляющие устранят смещения щитов при их вибрации с опорных путей. Они будут установлены в двух донных отверстиях, не имевших ранее направляющих¹.

Снижение горизонта воды в верхнем бьефе ниже порогов левобережных донных отверстий было очень кратковременным. Поэтому для ремонта имевшихся закладных частей, а также для установки новых воспользоваться этим временным снижением не представилось

¹ В действительности вследствие малого расхода воды осенью 1946 г. открытым до перелива воды через гребень было оставлено только одно отверстие.

возможным. Для этой цели пришлось временно закрывать левобережные донные отверстия при помощи каркасных щитов, полностью схватывающих донное отверстие вместе с ремонтируемыми или вновь подлежащими установке закладными частями как с боковых сторон, так и в пороге. Всего изготовлено три каркасных щита, которые позволят произвести указанные работы у всех шести отверстий в две очереди.

Эти щиты сделаны из старых каркасных щитов, применявшихся во время первоначального строительства для закрытия пролетов гребенки в левобережном протоке, где гребеночные отверстия на низких отметках оставались целыми пролетами, составляющими 13 м. Каркасы эти состояли из 6 панелей, каждая из которых закрывалась щитами Буле. Для облегчения веса каркасов, а также учитывая, что в пролетах с донными отверстиями не везде имеются пазы в бычках на низких отметках, средние две панели были вырезаны и каркас остался из четырех панелей общей шириной около 9 м. Такая ширина каркаса вполне достаточна, чтобы с запасом перекрыть устье донного отверстия, несмотря на поврежденные кромки.

Опускание каркасных щитов и щитков Буле ввиду отсутствия порталного крана пришлось вести упрощенными способами. При помощи железнодорожных паровых кранов с нижнего проезжего, уже восстановленного моста, каркасы подавались на гребень плотины, а оттуда опускались вдоль напорной грани плотины системой полиспастов, укрепленных на восстановленных бычках. Ко времени извлечения щитов был изготовлен упрощенный порталный кран, на который и были перенесены полиспады.

После опускания каркасов и заполнения их щитками Буле окончательное уплотнение их производилось отсыпкой шлаковой мелочи, которая засасывается при медленном погружении ее во все неплотности примыкания щитков. Применялось также и проконопачивание от-

дельных неплотностей со стороны верхнего и нижнего бьефов с помощью водолазов.

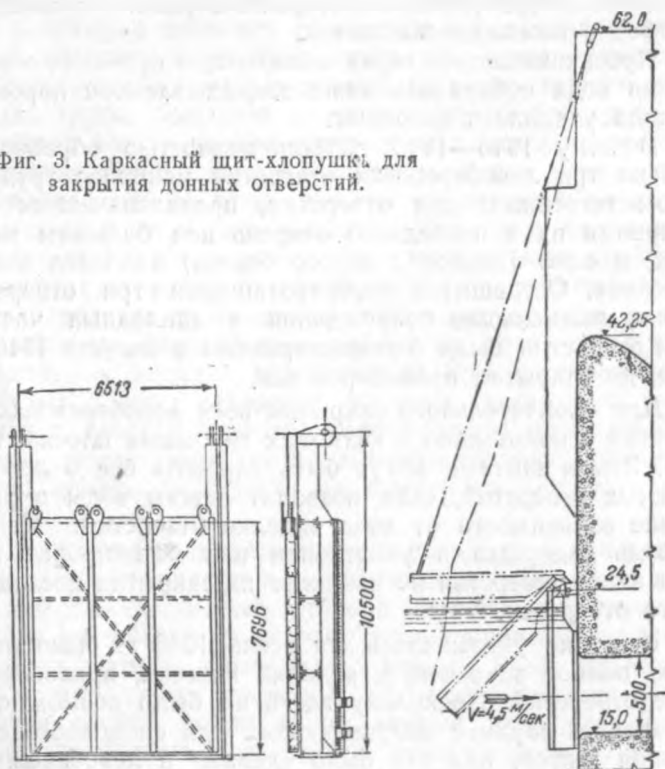
Просачивавшаяся через неплотности щитового ограждения вода собиралась ниже закладываемого порсга и отсюда удалялась насосами.

В зиму 1945—1946 г. были полностью обработаны только три левобережных отверстия, наиболее трудных и ответственных: два отверстия, предназначенные для закрытия их в последнюю очередь под большим напором, и одно (первое с левого берега) наиболее поврежденное. Оставшиеся необработанными три отверстия имели наименьшие повреждения в закладных частях. Эти отверстия были отремонтированы в августе 1946 г., т. е. до закрытия правобережных.

Для окончательного закрытия всех левобережных отверстий использовано 6 катковых сплошных плоских щитов. Этими щитами могут быть закрыты все 6 левобережных отверстий, если позволит режим воды в реке, и вне зависимости от хода заделки отверстий. Какая-нибудь задержка в уплотнении или бетонировке того или иного отверстия не повлияет на закрытие последующего отверстия.

Как уже указывалось, на осень 1946 г. было отнесено полное закрытие и заделка нижних, правобережных отверстий. Поскольку здесь не было возможности установить заранее направляющих для спокойного опускания щитов, как это было сделано в левобережных отверстиях, для закрытия правобережных отверстий были запроектированы специальные так называемые щиты-хлопушки (фиг. 3). При опускании плоских даже и катковых щитов в текущую воду под напором легко может произойти при отсутствии специальных направляющих заедание щита. Например, щит может опереться на какой-нибудь торчащий болт или простак на незначительный уступ в бетоне, и тогда вся операция по закрытию отверстия сорвется и потребуются много труда для обхода случайного препятствия. Поэтому для правобережных отверстий запроектированы не скользящие

Фиг. 3. Каркасный щит-хлопушка для закрытия донных отверстий.



или катящиеся щиты, а поворотные. Эти щиты подвешиваются на специальных, заделанных в напорную грань плотины шарнирах над донными отверстиями, «вверх ногами», причем опорными гранями наружу. В подвешенном состоянии щитам дается предельно возможное по условиям горизонта воды наклонное положение в сторону верхнего бьефа, при этом низовой, отклоненный конец щита поддерживается тросами. В момент закрытия тросы опускаются, и щит, поворачиваясь на шарнирах, захлопывает отверстие. Во избежание чрез-

мерного удара под напором воды в момент закрытия щит делается полым, каркасным. После того, как каркас повернется и будет прижат к устью донного отверстия, в него вставляются щитки Буле. На этом закрытие отверстия заканчивается.

Учитывая результаты обследования состояния входных частей левобережных донных отверстий во время снижения горизонта воды в декабре 1945 г., было решено протралить все 6 правобережных донных отверстия. Тралы были применены в виде поворотных рам, по размерам в точности соответствующим щиту-хлопушке.

Рама подвешивалась на те же шарниры, которые предназначены для постоянных щитов, также в перевернутом положении, и затем поворачивалась на шарнирах точно так же, как в дальнейшем должен поворачиваться щит. Произведенное траление показало, что в четырех из шести донных отверстий трал спокойно повернулся и «захлопнулся». Следовательно, в этих отверстиях не имелось никаких препятствий для применения щитов-хлопушек. В двух же из четырех отверстий трал при повороте уже наткнулся в воде на какое-то препятствие и не «захлопывался», что показывало, что в этих отверстиях применять «хлопушки» нельзя. Попытка опустить по напорной грани плотины катящуюся трубу вдоль устья этих отверстий также не дала положительных результатов. В обоих отверстиях труба останавливалась, не доходя порога на 1,8—2,2 м. Это показывало, что имеющееся препятствие у этих отверстий расположено не только на некотором расстоянии от напорной грани, но и непосредственно у ней. Следовательно, в эти отверстия не удастся опустить скользящих или катковых щитов.

Для закрытия этих двух отверстий применен каркасный щит, опускаемый до предела на устье отверстия. Вместо щитов Буле для заполнения щита применены спицы, опускающиеся в виде консольных балок ниже низа щита. Таким образом, если у порога отверстия имеется какое-нибудь препятствие, например, бетонная

глыба, эти спицы дойдут до препятствия и упрутся в него или обойдут его, перекрыв все пространство отверстия ниже каркаса щита. Дальнейшее уплотнение закрытия должно производиться с помощью сбрасываемых мешков, набитых песком, соломой и т. п.

Для облегчения операции с этими двумя донными отверстиями и для достижения наименьшего напора закрытие их произведено в первую очередь.

Приведенное описание методов и последовательности закрытия донных отверстий показывает всю их сложность. Поэтому к подготовительным работам было приступлено заблаговременно. Изготовление всех видов щитов и закладных частей для них начато было еще в сентябре 1945 г. Щиты изготавливались на монтажной пло-

щадке у левобережного конца плотины. Как уже указывалось выше, для каркасных щитов были использованы имевшиеся старые каркасные щиты с соответствующей переделкой их. Четыре сплошных катковых щита для левобережных отверстий оставлены были немцами. Два дополнительных были собраны из имевшихся деталей. Все закладные части были вновь изготовлены на механическом заводе строительства. Установка шарниров над правобережными отверстиями была начата в ноябре и закончена к весне 1946 г.

Закрытие донных отверстий было отнесено на осень 1946 г. К этому времени был готов служебный мост и один порталый кран. Поэтому все операции со щитами значительно облегчились.

ПРИНЦИПЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ДНЕПРОВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Инженер М. С. ЭСКИН

РЕКОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Днепровская гидроэлектростанция имела установленную мощность 560 тыс. *квт*, однако эта мощность полностью получалась только в многоводные периоды года.

Для улучшения работы Днепрогэс и увеличения использования установленной мощности в маловодные периоды года требуется улучшить регулирование стока Днепра, т. е. построить новое, выше расположенное водохранилище достаточной емкости, либо увеличить емкость существующего.

Выполненные еще до войны Гидроэнергопроектом проработки вопроса увеличения энергоотдачи Днепрогэс показали, что без коренных переустройств сооружений гидроэлектростанции было бы возможно по условиям статической работы сооружений поднять подпорную отметку водохранилища на 1,5–1,8 м. Этот вывод был сделан без учета причиненных немцами повреждений. Последние снижают уверенность в допустимости повышения подпора.

Подъем отметки водохранилища на 1 м увеличивает емкость его на 300 млн. *м³*, повышает обеспеченную мощность примерно на 12 000 *квт*, а общую выработку примерно на 100 млн. *квтч*.

Подъем подпорной отметки на 4–5 м увеличил бы обеспеченную мощность на 80–100 тыс. *квт*, а годовую выработку на 400–450 млн. *квтч*, но необходимые для этого затраты себя не оправдали бы.

Для разработки мероприятий, связанных с увеличением обеспеченной мощности и выработки Днепрогэс, была назначена специальная комиссия. Были сделаны

дополнительные проектные работы, а также водохозяйственные и энергетические расчеты, вытекающие из различных вариантов повышения подпорной отметки водохранилища и вариантов улучшения работы станции при устройстве вышележащих гидроузлов и водохранилищ.

Эти проработки подтвердили, что значительное увеличение эффективности использования Днепрогэс наиболее целесообразно осуществляется при сооружении выше расположенного водохранилища емкостью порядка 10 *км³*. Что же касается значительного повышения подпорной отметки Днепровского водохранилища на 4–5 м и более, то это мероприятие, помимо того, что вызывает значительные реконструктивные работы по узлу, является экономически нецелесообразным по объему затрат, связанных с устранением последствий затопления.

Однако, комиссия, признавая целесообразным повышение в первую очередь отметки водохранилища только до 52,00 м, как запроектировано Гидроэнергопроектом, считает целесообразным по воднотранспортным и энергетическим соображениям предусмотреть возможность повышения подпорной отметки еще на 1 м, если наблюдения над поведением сооружений при подъеме подпора до 52,00 м покажут возможность этого.

Повышение отметки водохранилища до 52,00 м не вызывает особо крупных дополнительных работ. Плотины и мосты на ней сохраняются при этом в прежнем виде, а щиты, имевшие значительный запас над НПГ в 0,75 м, наращиваются всего на 0,45 м. Щитовая стенка гидроэлектростанции повышается на 1,8 м. Также соответственно повышаются головы шлюза и стенки первых двух камер.

Все силовое оборудование станции было уничтожено. Напорные трубы повреждены, главным образом, в своей верхней части в пределах щитовой стенки. Спиральные камеры имеют частичные повреждения. Колодцы, в которых расположены турбогенераторы, разрушены в двух блоках, а в остальных имеют частичные повреждения. Поэтому явилось целесообразным новые турбины вписать в прежние строительные габариты, что и принято при заказе новых турбин. Увеличение размера генератора по высоте было допустимо.

Старые турбины Днепрогэс имели некоторые недостатки. Появлялись гидравлические удары, которые в дальнейшем были устранены подводом воздуха под колесо. Гарантированные фирмой максимальные к. п. д. турбины — 92% — не были выдержаны и составили в среднем (согласно испытаниям двух турбин) всего 90,8%.

Генераторы имели несколько заниженную мощность 77 500 *квa*. После изучения данных по ранее поставленным турбинам, а также сравнения характеристик колеса этих турбин с колесами завода ЛМЗ и определения режима предполагаемой работы турбин Днепрогэс была достигнута договоренность с фирмой о поставке более совершенного агрегата и с увеличенной мощностью. Мощность генератора в соответствии с мощностью турбины принята в 90 тыс. *квa* или 72 тыс. *квт* при $\cos \varphi = 0,8$.

Автоматизация управления агрегатами ранее применялась недостаточно. Сейчас кроме поста управления полностью автоматизируется работа вспомогательных механизмов агрегата. Реконструируется и главная подстанция по так называемому «распластанному» типу.

Железобетонные кабельные туннели на территории подстанции имели отметку пола 51,40 м, т. е. всего на 20,0 см выше отметки НПП. Просадка их вызывала опасность еще в период эксплуатации.

При подъеме НПП до 52,00 м трасса кабельных каналов сохраняется, но отметка пола новых туннелей

поднимается до 52,20 м. Вся территория подстанции, имевшая отметку 54,00 м, подлежит подсыпке всего на 25 см. Подсыпка будет выполняться без переустройства фундаментов под мачтами и оборудованием подстанции.

На случай поднятия НПГ до 53,00 м при устройстве новых каналов предусматривается устройство гидроизоляции днища и стенок каналов, чем избегается подсыпка всей территории подстанции еще на 1 м и переустройство указанных выше фундаментов.

При восстановлении шлюзов Днепровского гидроузла возникает ряд конструктивных требований, обусловленных подъемом отметки НПГ: повышение площадок верхового пирса, а также стенок первой и второй камер, наращивание первой, второй и третьей голов шлюза с подъемом закладных частей гальсбантов и механизмов и т. д.

Указанные мероприятия выполняются из учета подъема НПГ до 52,00 м, а при дальнейшем поднятии бьефа дополнительно на 1 м необходимые переустройства по шлюзу подлежат выполнению в межнавигационный период.

Учитывая опыт эксплуатации, Министерство речного флота выдвинуло ряд мероприятий по реконструкции и модернизации шлюзов. Управление строительством считает, что значительная часть этих мероприятий, не связанная с восстановительными работами, подлежит стнесению на последующий период, так как выполнение их возможно осуществить без ущерба для судоходства в межнавигационные периоды после ввода шлюза.

За время долголетней эксплуатации ДнепрогЭС были выявлены некоторые частные недостатки проекта, которые при восстановлении станции были учтены в максимально возможной степени.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДНЕПРОГЭС

Водосливные пролеты плотины. Некоторые водосливные пролеты плотины раздроблены взры-

вами до такой степени, что кладка их в местах с отметки выше 30 м, а в некоторых и ниже, подлежит разборке и замене новой; то же относится к устою, сопрягающему плотину с щитовой стенкой гидроэлектростанции.

Повреждения многих других пролетов плотины заключаются в появлении в теле кладки трещин, местами весьма значительных и раскрытии строительных швов. В некоторых пролетах эти повреждения сопровождаются сдвигом массивов кладки по швам и трещинам.

Типовые повреждения имеют следующий вид: над «сводом» верхней потерны выколот трещинами клин с отметки верха потерны 34,00 м до гребня, т. е. до отметки 42,25 м, а боковые массивы сдвинуты на уровне дна потерны, т. е. с отметки 30,5 м, в стороны верхнего и нижнего бьефов. Сдвиги имеются и в строительных швах выше отметки 30,5 м, а ниже этого шва — в швах на отметке 27,00 м и частично на отметке 23,00 м, где наблюдается лишь раскрытие строительных швов без сдвигов кладки.

Явных признаков нарушения контакта основания плотины со скалой, поскольку можно судить по результатам опытных нагнетаний воды, не наблюдается. Несколько сохранных кернов контакта удалось получить. Более сомнительными являются пролеты, в которых произведены глубокие взрывы, а именно: сопрягающий устой и пролеты № 1, 2, 3 и 28.

Восстановительные мероприятия относились в основном к верхней части плотины.

Из необходимой предосторожности все же проектировалось выполнить проверку контакта со скалой и его цементацию, а также цементацию швов плотины ниже отметки 23,00 м. При этом цементационные скважины намечалось заглубить в скалу не менее, чем на 5 м.

Образовавшиеся в верхней части тела плотины трещины и раскрытие строительных швов нарушают монолитность плотины. Вследствие этого, во-первых, уменьшается сопротивление сдвига из-за облегчения проник-

новения напорной воды в раскрывшиеся швы и трещины и нарушения сцепления кладки по этим швам и, во-вторых, вызывается неблагоприятное перераспределение напряжений в теле плотины, при котором эти напряжения могут достичь недопустимой величины.

В последнем случае особенно неблагоприятными являются продольные по отношению к плотине трещины, о которых упоминалось выше.

При расчетах устойчивости плотины против сдвига в прежнем проекте учитывался только вес плотины (при коэффициенте трения 0,7). Сцепление кладки по горизонтальным строительным швам и со скалой не учитывалось, а также не учитывались образованные при бетонировке блоков плотины уступы кладки в горизонтальных швах и заложенные в них штрабы.

Взвешивающее давление воды принималось по условной эпюре, в которой верхняя ордината равнялась половине напора верхнего бьефа, а нижняя, т. е. по нижней грани плотины, равнялась половине напора нижнего бьефа (или нулю — в швах выше уровня нижнего бьефа). Это равносильно принятию коэффициента «плоскостной пористости», равного 0,5. Дренаж не учитывался, тем более, что он и не был полностью осуществлен.

Значение коэффициентов устойчивости, полученных при указанных предпосылках, равнялось примерно единице, изменяясь в разных швах в пределах от 0,91 (в шве на отметке 38,00 м) до 1,08 (на отметке 23,00—22,00 м).

Эти низкие коэффициенты устойчивости плотины не могли внушать никаких опасений, поскольку влияние указанных выше неучтенных, но безусловно реально существующих факторов значительно повышает устойчивость плотины.

В раскрытых или образованных трещинами швах плотины сцепления нет. В блоках, имеющих сдвиги, штрабы, вероятно, срезаны или повреждены.

Площадь, на которую распространяется противодействие воды, может быть почти предельной (принимается 0,9 от полной). Коэффициент трения также может быть снижен (снижение его принято до 0,6 против ранее принятого 0,7).

Объемный вес кладки по опытным данным может быть принят несколько выше, чем в прежнем проекте — 2,34 вместо 2,30.

Проверка устойчивости поврежденных элементов плотины показывает, что устойчивость плотины не обеспечена. Коэффициенты устойчивости на сдвиг (при подпорной отметке 52,00 м) снижаются в разных швах от 0,80 до 0,61. При этом для верхней части плотины, на которой, главным образом, сказались последствия взрывов, эти коэффициенты колеблются в пределах 0,61—0,66.

Отсюда возникает необходимость выполнения мероприятий по увеличению сопротивления сдвигу элементов плотины.

Устройство часто расположенных дренажных скважин, опущенных до нижней потерны, изменит эпюру давления фильтрующей воды. В плоскости дрен напор снизится до величины, определяемой по формуле Гофмана. Коэффициенты устойчивости при этом повысятся до единицы, а при учете влияния цементации и принятии понижающего коэффициента 0,5 (коэффициент «плоскостной пористости») запас устойчивости повысится до 1,08—1,28.

Если устроить совершенный экран, который целиком устранил бы фильтрацию воды через плотину и, таким образом, ликвидировал бы полностью противодействие в соответствующих швах, устойчивость повысится до 1,18—1,48.

Цементация в некоторой степени может восстановить сцепление в швах кладки.

Все это говорит о том, что при различных повреждениях в плотине устойчивость ее на сдвиг все же может быть обеспечена соответствующими мероприятиями,

из коих наиболее существенными являются те, которые способны устранить или значительно уменьшить взвешивающее давление воды в швах плотины. Этими мероприятиями являются: тщательная цементация швов и трещин; устройство системы дренирующих скважин вдоль верхней грани плотины с выпуском дренирующей воды в нижнюю потерну плотины, связанную с нижним бьефом реки, и устройство водонепроницаемого экрана на наружной поверхности верхней грани плотины.

Указанные мероприятия проводятся при восстановлении водосливных пролетов плотины.

Для обеспечения сопротивления поврежденных пролетов сдвигающим силам разрабатывались различные мероприятия, обеспечивающие устойчивость плотины с помощью работающих на срез специальных конструкций. К такого рода предложениям относятся, например, проект заделки в вертикальные, пробуренные в теле плотины, скважины стальных труб или других стальных элементов, достаточных для восприятия напряжений. Но количество необходимых для осуществления этого проекта буровых работ чрезвычайно велико (по 18 скважин диаметром 200 мм на каждый пролет) и поэтому в данных условиях они невыполнимы. При этом цементация раскрывшихся швов и трещин, а равно устройство дренажа, все равно не исключаются, так как нельзя допустить фильтрацию воды сквозь тело плотины. Цементация трещин необходима также для восстановления в возможных пределах монолитности тела плотины, для обеспечения принятия ею возникающих в ней напряжений.

Сходное с указанными выше мероприятие в виде прошивки трещин перфораторными скважинами и заделкой в них железных анкеров (из толстого арматурного железа диаметром 30—45 мм) применяется, но в качестве вспомогательного конструктивного приема.

В тех пролетах плотины, в которых не имелось никаких сдвигов, а было обнаружено лишь раскрытие строительных швов, проектировались мероприятия только по

устройству дренажа и цементации трещин. Исчисленные запасы устойчивости плотины против сдвига относительно невелики и оценка эффективности их небезусловна, но в запас прочности не учтено сопротивление срезу штраб и уступов кладки в горизонтальных швах; при отсутствии сдвигов эти штрабы и уступы, несомненно, сохранились. Не учтено также влияние сцепления цементационного раствора со старой кладкой. Эти факторы значительно повышают устойчивость плотины, и ее можно считать достаточно обеспеченной.

В тех пролетах, в которых имеются сдвиги блоков, следует учесть, что штрабы (или уступы в кладке) могут быть срезаны или смяты. Обстоятельство это значительно снижает запасы устойчивости плотины. Поэтому для снятия взвешивающего давления необходимо, как это принято в проекте, дополнительное мероприятие — устройство водонепроницаемых экранов с напорной стороны плотины. Экраны повышают коэффициент устойчивости для шва на отметке 26—27 м до 1,18. Кроме того, дополнительным фактором в запас прочности является сцепление цементационного раствора с кладкой. Сцепление 1 кг/см^2 только на половине площади повышает коэффициент до 1,35.

Цементация является существенным мероприятием, поэтому весь комплекс работ (промывка трещин, выбор цемента, определение максимально допустимых для данного шва давлений и пр.) должен выполняться очень тщательно.

Расчеты прочности водосливных пролетов плотины, выполненные в предположении монолитности кладки по всему профилю, приводят к вполне благоприятным результатам. Однако, если принять, что оголовок плотины расколот только одной продольной трещиной, то все же распределение гидростатической нагрузки между верхней и нижней частями оголовка плотины остается неясным. Можно предположить, что нагрузки распределяются пропорционально моментам инерции опорных площадей (на отметке 30,5 м) или считать, что каждая из

частей принимает половину нагрузки. В обоих случаях на верховой грани возникают растягивающие напряжения, в первом меньше $0,3 \text{ кг/см}^2$, во втором больше $4,3 \text{ кг/см}^2$. Так как растягивающих напряжений на верховой грани допускать нельзя, требуется обеспечить связь по продольным трещинам, способную воспринять скальвающие напряжения около 1 кг на 1 см^2 .

Предполагается, что эта связь помимо сил трения может быть обеспечена цементацией трещин. В опытных лабораторных работах ВНИИГ это предположение подтвердилось. Но лабораторные данные не могут быть безусловно перенесены на натурные условия. Поэтому предполагается изучить результаты цементации при производстве опытной цементации в натуре с изъятием образцов, специально выколотых из зацементированного массива или выбуренных станком «Каликс» (диаметр керна около 90 см).

Можно опасаться, что в натуре сцепление в зацементированных швах может оказаться ниже, чем в лабораторных условиях. Оно может быть значительно снижено при неудовлетворительной промывке заиленных или засоренных поверхностей трещин, при образовании воздушных мешков и отжиги воды и пр. Качество цемента, определяющее долговечность цементного камня при возможной фильтрации, также имеет существенное значение.

Следует учесть возможность возникновения вибраций при переливе воды через гребень плотины и образование в некоторых случаях вакуума, в связи с чем требуется восстановление монолитности оголовка плотины.

Ввиду изложенного предусматриваются дополнительные мероприятия: прошивка трещин анкерами, скрепление их железобетонными шпонками и т. п., а наиболее поврежденные оголовки частично разобрать и забетонировать заново.

Предполагать наличие продольных трещин (раскрытие вертикальных строительных швов) ниже дна

потерны нет особых оснований, поскольку не наблюдается сдвигов по горизонтальным швам. Ниже отметки 30,0 м вертикальные швы к тому же расположены впревязку.

Профессор Ю. А. Нилендер сомневается в эффективности цементации раскрытых швов или трещин по наружным граням плотины (на глубину от поверхности 3—5 м) ввиду расхождения швов от температурных колебаний.

В менее выгодном положении сливная грань плотины. Напорная грань в эксплуатационных условиях пребывает в более постоянных температурных условиях. Внутренняя часть плотины находится в относительно постоянном температурном режиме и эффективность цементации ее не вызывает сомнений. Профессор Нилендер все же признает необходимой цементацию не только ядра плотины, но и напорной грани, основываясь при этом на результатах осмотра кладки Днепровской плотины внутри водосливных пролетов.

Проектом предусматривается цементация по всему профилю плотины, но низовая грань цементируется под меньшим давлением. Следует учесть, что цементация низовой грани может быть при надобности возобновлена и в эксплуатационный период.

Опасения возможных раскрытий зацементированных швов по верховой грани в результате температурных колебаний усугубляют необходимость устройства экранов в более поврежденных пролетах плотины, имеющих сдвиги кладки.

Бычки плотины. Разрушения бычков плотины значительны, и характер разрушений более разнообразный, чем в водосливных пролетах плотины.

Приводимые ниже соображения о статической работе бычков и возможности их восстановления без разборки касаются, главным образом, тех из них, которые относительно сохранились, но имеют многочисленные трещины в разных направлениях и раскрытые швы.

Следует учесть, что низовая часть бычков, на которых располагается (отметка 52,00 м) проезжий мост плотины, отделена от верховой части до отметки 42,25 м сплошным вертикальным швом. Верховая часть бычков имеет с отметки 40,00 м и выше горизонтальную арматуру (по 2 стержня 38 мм в сечениях на расстояниях от 0,40 м внизу до 1,50 м вверху) и вертикальную (около 60 прутьев по всему сечению).

Расчет бычков соответственно условиям их работы и по данным, принятым в первоначальном проекте, показывает, что условия их устойчивости против сдвига более благоприятны, чем для водосливных пролетов. Коэффициент устойчивости для неповрежденных пролетов при опорной отметке 51,20 м колеблется в пределах 1,35 (на отметке — 2,00 м) до 2,40 (на отметке +47,00).

Поврежденные бычки проверяются с учетом понижения коэффициента трения в раскрытых швах до 0,6 и повышения прогибодавления при коэффициенте «плоскостной пористости» до 0,9. Также учитывается повышение опорной отметки. Давление льда, как и в первоначальном проекте принималось в 20 т на 1 пог. м плотины, при передаче этой нагрузки только бычками.

При расчетах противодействия в швах бычков эпюра принималась прямоугольной с ординатой, равной напору верхнего бьефа в выступающих в верхний бьеф частях бычков, а в возвышающихся над гребнем плотины частях бычков эта форма эпюры принимается до плоскости щитов. За пределами границы уступов и за плоскостью щитов эпюра принимается треугольная с нулевой точкой, расположенной в 2 м за плоскостью щитов в части бычков, открытых со стороны нижнего бьефа, или расположенной на верхней грани потерны в швах, сообщающихся с потерной, и, наконец, расположенной на низовой части бычков в швах, где профиль бычков совпадает с профилем плотины.

В низовых швах бычков, где они подпираются нижним бьефом, низовая ордината эпюры противодействия принимается равной напору нижнего бьефа.

При указанных условиях коэффициенты устойчивости против сдвига, хотя значительно снижаются против имевшихся в неповрежденном сооружении запасов, но все же не опускаются ниже 1,10 при самых неблагоприятных предположениях.

При понижении противодавления за счет цементации и достижении понижающего коэффициента 0,5, как было принято в первоначальном проекте, коэффициент устойчивости соответственно повышается и составляет при отметке 52,00 м от 1,22 (на отметке гребня плотины) до 1,42 (на отметке 30,5 м).

При повышении подпорной отметки до 53,00 м и при указанных выше крайних условиях расчета коэффициент устойчивости опускается ниже единицы (0,99 на отметке гребня плотины), а при учете эпюры противодавления с коэффициентом 0,5 повышается только до 1,05 в шве на этой же отметке. Таким образом, для возможности поднятия бьефа до отметки 53,0 м потребуются выполнение дополнительных мероприятий.

Условия напряжения в бычках менее благоприятны, чем в водосливных пролетах. Проверка напряжений в них и для условий неповрежденных бычков, т. е. рассчитываемых, как монолитные, показала, что в бычке выше отметки 30,5 м имеют место главные растягивающие напряжения, достигающие своего максимума в середине шва на отметке 42,25 м ($0,8 \text{ кг/см}^2$ при подпорной отметке 52,00 м и давлении льда).

Скальвающие напряжения довольно велики и достигают $3,5 \text{ кг/см}^2$, а при подпорной отметке 53,00 м и при давлении льда доходят до 4,5—5,0 кг/см^2 .

Вертикальный шов с отметки 42,25 м до отметки 52,00 м в поврежденных бычках раскрыт. Если предположить, что гидростатическое давление воспринимается только верхней частью бычка, то при отметке бьефа 52,00 м и учете давления льда получаются на верхней грани растягивающие напряжения $4,3 \text{ кг/см}^2$.

Если принять, что в работу вовлекается и низовая часть с распределением горизонтальной нагрузки на

верховую и низовые части пропорционально моментам инерции, растягивающие напряжения по верховой грани все же имеют место ($1,6 \text{ кг/см}^2$).

Работа поврежденных бычков ухудшается еще тем обстоятельством, что кроме указанного выше вертикального шва бычки разбиты и другими вертикальными трещинами.

Следовательно, при восстановлении бычков надлежит стремиться к восстановлению монолитности их по всему сечению. Цементация их должна быть проведена с предельной тщательностью.

Ограничиваться, однако, только цементацией, эффективность которой не может быть полностью проконтролирована, не следует. Поэтому проектируется проведение ряда дополнительных мероприятий, обеспечивающих взаимную связь разбитых трещинами элементов бычков. К этим мероприятиям относятся: установка железобетонных поясов, врезка железобетонных шпонок, в особенности в наклонных в сторону верхнего бьефа трещинах, скрепленных анкерами с кладкой бычков, а также заделка армированной железобетонной кладкой вертикальных и горизонтальных шахт в бычках с обеспечением связи новой кладки со старой и, наконец, «прошивка» трещин железными анкерами.

При восстановлении снесенной взрывами кладки верхней части бычков (над телом плотины) старая кладка обрабатывается соответствующими штрабами, а новая связывается со старой железными анкерами.

При восстановлении бычков, разрушенных выше гребня плотины, в целях скорейшей прокладки железно-дорожного моста вдоль плотины пришлось в первую очередь возводить низовую часть бычков до отметки 52,00 м. При этом допущено, как это имело место и ранее, образование сплошного вертикального шва, но связь низовой части бычка с возводимой позднее верховой ее частью обеспечивается устройством штраб и выпусками железной арматуры; впоследствии этот шов также цементируется.

В несколько особом положении находятся бычки, у которых выступающие за верховую грань плотины части повреждены ниже самого низшего уровня воды.

При восстановлении этих бычков по производственным условиям пришлось допустить образование выступающих в верхний бьеф консолей с вылетом до 7,5 м. При порожнем водохранилище в этих бычках по низовой грани имеют место растягивающие напряжения (до 2 кг/см^2), которые исчезают при наполнении водохранилища. Поэтому применение этой конструкции, необходимой по производственным условиям, допустимо.

Многообразный характер повреждений отдельных бычков требует различных конструктивных решений при их восстановлении, индивидуальных для каждого быка.

Щитовая стенка и здание гидроэлектростанции. Щитовая стенка на большей части ее длины от 2 до 9 блоков почти полностью разрушена взрывами из потерны. Для восстановления ее надо разобрать разрушенную кладку до здоровой или до скалы и заменить ее новой, которая восстанавливается в основном в соответствии с прежним проектом. Запасы прочности, имевшие место ранее, при этом сохраняются. Повышение горизонта до отметок 52,00 и 53,00 м существенно не отражается на ее устойчивости стенки.

Ввиду необходимости в первую очередь выполнить тот минимальный объем кладки по напорному фронту щитовой стенки, который дал бы возможность к паводку 1946 г. не допустить перелива через гидроэлектростанцию, в разрезку блоков и в порядок их бетонирования вносятся некоторые изменения.

Указанные изменения разрезки блоков и порядка бетонировки не столь значительны и особого значения не имеют, хотя несколько ухудшают условия для свободной усадки массивов.

Разрушения стенки в сторону сопрягающего устоя — от потерны вниз — уходят на части длины стенки ниже уровня воды. Разборка разрушенной кладки в этом

случае является длительной и трудоемкой операцией, осложненной рядом местных условий. Поэтому строительство сочло необходимым выполнить бычки в нескольких блоках стенки (6—9) с нависающими в сторону верхнего бьефа консольными напусками для того, чтобы в дальнейшем, по завершении подготовки основания, подвести кладку под консоли с уплотнением швов примыкания цементацией.

Применение этой конструкции вызвало многочисленные возражения вследствие трудности вовлечения под-консольной кладки в слитную работу со всем массивом стенки, нежелательного ослабления стенки при неудаче осуществления монолитности всей кладки (коэффициент устойчивости снижается до единицы), сложности выполнения этой конструкции и потребности в расходе дополнительной арматуры и др. По условиям, сложившимся на строительстве, консольные конструкции не потребовалось осуществить в законченном виде во всех за-проектированных блоках. В полном объеме они выполнены только в одном бычке блока.

Часть щитовой стенки — блок малой турбины, водопроводный блок и блок I турбины, а также часть блока II турбины более или менее сохранились, но покрыты значительными трещинами. Имеющаяся арматура в верхней части бычков, в порогах водослива, а также сильная арматура, обрамляющая напорные трубопроводы, благоприятствуют восстановлению прочности конструкции посредством цементации трещин.

Сложности возникают в отношении восстановления «хвостовой» части стенки, которая в 3 и 4 блоках турбины сорвана со своего основания и осталась в приподнятом положении.

В наиболее раскрытой передней части указанных массивов проектируется, чередуя работу отдельными участками, вырубить штреки и заполнить их новой кладкой по фронту этих блоков. Уходящую вниз (в сторону гидроэлектростанции) менее раскрытую трещину предполагается зацементировать.

Вследствие того, что щитовая стенка подверглась воздействию огромного взрыва и повреждена на большую глубину, возникают опасения о возможном нарушении контакта со скальным основанием. При дробовом бурении скважин малыми диаметрами не удалось достать кернов с сохранным контактом (сцеплением) бетона со скалой, поэтому предусматривается цементация щитовой стенки по всему напорному фронту с заглублением скважин на 5 м.

В соответствии с принятым решением поднять НПГ до 52,00 м, а, возможно, в дальнейшем и до 53,00 м. Щитовая стенка, в верхней части которой располагается помещение лебедок, обслуживающих управление затворами напорных труб, выполняется сразу на высоту, рассчитанную на подъем бьефа до отметки 53,00 м. При выполнении щитовой стенки с учетом подъема бьефа только до 52,00 м последующий подъем не мог бы быть осуществлен без нарушения эксплуатации гидроэлектростанции.

При восстановлении щитовой стенки были проведены еще некоторые реконструктивные мероприятия: переустройство дренажной системы в целях облегчения ее осмотра и прочистки; устройство водоочистки, которая первоначальным проектом не была предусмотрена; перестановка решеток в шандорные пазы, вследствие чего упрощается и облегчается устройство порталного крана; шандорные ремонтные ограждения выполняются другой, улучшенной конструкции и пр.

Подводная часть гидроэлектростанции, ко времени, когда писалась настоящая статья, не была еще в достаточной степени обследована, так как еще не было завершено устройство низовой перемычки и не откачан котлован.

В подводной части станции имеются трещины, раскрытые строительные швы и заметные сдвиги. Поскольку эти строительные конструкции массивны, но гидростатического напора не несут, можно будет, повидимому, при восстановлении ограничиться расчисткой и заделкой трещин.

Железобетонные перекрытия на отметках 26,00 и 29,00 м имеют во многих местах значительные разрушения. При восстановлении их, одичко, особенных затруднений не возникает: более разрушенные элементы разбираются полностью или частично и восстанавливаются в прежнем виде, менее значительные трещины и отколы заделываются торкретом или цементируются.

Мост со стороны нижнего бьефа над всасывающими трубами реконструируется в связи с установкой не предусмотренного прежним проектом постоянного электрического порталного крана.

Необходимость этих новых устройств выявлена практикой эксплуатации Днепрогэс.

Бычки всасывающих труб имеют трещины и сдвиги. Решение вопроса об их восстановлении, равно как и вопрос о реконструкции всасывающих труб, определится в окончательной форме после откачки котлована и детального осмотра подводного массива.

Восстановление разрушенных сооружений Днепровского гидроузла поставило перед строителями сложные задачи.

Проведение работ по разборке разрушенного бетона и замена его прочной, водонепроницаемой и морозостойкой кладкой, выполнение цементационных работ, устройство гидронизирующего экрана и прочие работы требуют самого внимательного отношения. Только доброкачественное и тщательное выполнение запроектированных работ может обеспечить нужные результаты.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛОТИНЫ

Инженер А. А. РУДЕНКО

Восстановление плотины после разрушений, причиненных ей немцами в 1943 г., являлось сложной технической задачей. В тело плотины необходимо было уложить около 80 тыс. м³ нового бетона и железобетона (с учетом заделки донных отверстий) и различными мероприятиями обеспечить достаточную водонепроницаемость и прочность примерно 120 тыс. м³ поврежденной бетонной кладки. Таким образом, суммарный объем тела плотины, подлежащий восстановлению, составляет около 200 тыс. м³, или более 30% полного объема бетона, уложенного в плотину при ее возведении.

При восстановлении Днепровской гидроэлектростанции в целях повышения ее мощности и выработки энергии, а также для увеличения судоходных глубин в хвостовой части водохранилища в районе Днепропетровска—Днепродзержинска, предусматривается повышение нормальной подпорной отметки до 53,0 м вместо прежней 51,2 м, что увеличивает напор на плотину на 1,8 м. Хотя увеличение напора на 1,8 м составляет лишь 5% от прежнего, но, учитывая обжатость профиля Днепровской плотины, а также причиненные ей значительные разрушения, такое увеличение напора является серьезным фактором в отношении статической работы сооружения.

Ввиду обжатости профиля коэффициент устойчивости плотины на сдвиг по основанию для прежних условий работы, при учете только трения бетона по скале, достигает 1,02. Коэффициент устойчивости на сдвиг в плоскости горизонтальных строительных швов для верхней части водосливного пролета (также при учете только трения) менее единицы, например, на от-

метке 38,0 м коэффициент устойчивости на сдвиг равен 0,91. Однако, в прежнем проекте предполагалось, что необходимые (требуемые по нормам) запасы устойчивости плотины на сдвиг обеспечивались срезом скалы основания (с этой целью поверхность ее сделана зубчатой) и за счет среза бетона штраб в плоскости строительных швов. В этих же целях при возведении плотины стремились добиться максимального сцепления бетона со скалой основания и бетона в строительных швах. В поврежденной бетонной кладке сцепление в строительных швах нарушено, а штрабы в ряде случаев ввиду наличия горизонтальных сдвигов, вероятно, срезаны или смяты. Ухудшения условий работы плотины в плоскости основания, видимо, не произошло.

Повышение подпорной отметки без изменения водосливного профиля увеличивает толщину переливающегося слоя воды через плотину, что приведет к образованию вакуума на водосливной грани, очертание которой выбрано безвакуумным для прежних условий работы водослива.

На характер намеченных восстановительных мероприятий повлиял также горизонт верхнего бьефа в период восстановительных работ. Первоначально для спуска водохранилища были пробиты в теле плотины 9 донных отверстий размером 5×5 м с отметкой порога входного сечения 19,0 м. При помощи этих отверстий верхний бьеф был спущен до отметки 23,0 м. Позднее по ряду обстоятельств решено было сделать еще 6 донных отверстий с порогом входного сечения на отметке 14,5 м, пробивка которых была закончена в августе 1945 г. При помощи этих отверстий в 1945 г. удалось

дополнительно снизить горизонт верхнего бьефа на 3—4 м, т. е. достигнуть минимальной отметки 19—20 м.

На характер отдельных решений оказала влияние продиктованная производственно-строительными условиями необходимость осуществления в кратчайшие сроки железнодорожной и автомобильной связи между берегами Днепра по мосту через плотину. Прохождение паводков 1944 и 1945 гг. через разрушенное сооружение также наложило свой отпечаток на восстановительные работы. Максимальные горизонты воды верхнего бьефа в период паводков достигли соответственно 38,30 и 38,63 м. При этом мутная паводковая вода протекала через трещины поврежденной бетонной кладки плотины. Это обстоятельство привело к отложению ила на бетоне внутри трещин, что сильно снижает эффективность цементации поврежденной бетонной кладки и заставляет уделять больше внимания противофильтрационным и обеспечивающим необходимую прочность бетона восстановительным мероприятиям другого характера.

Пришлось изменить внешнее очертание ряда бычков. Изменение это заключается в отказе от полного восстановления выступающих за напорную грань частей бычков в тех случаях, когда разрушения их уходят ниже отметки 22—23 м, т. е. ниже горизонта верхнего бьефа в период восстановительных работ. Наличие донных отверстий в непосредственной близости от таких бычков крайне усложнило бы задачу восстановления их с сохранением прежнего очертания: большие скорости воды, поступающей в донные отверстия, с сильными водоворотами у выступов бычков в большинстве случаев практически исключали возможность восстановления бетонной кладки подводной части бычков. Вместе с тем более благоприятные статические условия работы бычков по сравнению с водосливными прелетами позволяют отказаться от возведения выступающих за напорную грань частей бычков ниже отметки гребня водослива. Очертание бычков в пределах шандорных и щитовых

пазов восстанавливается в первоначальном виде при помощи железобетонных консолей. Длина этих консолей при устройстве их на отметке 32,5 м, как это выполнено на бычках № 36—42, равна 7,0 м.

Приведем основные выводы из произведенных расчетов по статической работе водосливных пролетов и бычков плотины в новых условиях.

При определении запасов устойчивости на сдвиг в плоскости горизонтальных строительных швов новые условия статики в расчетах, по сравнению с прежними, учитывались пониженным коэффициентом трения и повышенным противодавлением.

Введение в расчет пониженного коэффициента трения вызвано тем, что в плоскости поврежденных строительных швов произошла некоторая перетертость бетона, особенно в швах со сдвигом. Есть все основания предполагать также, что коэффициент плоскостной пористости в нарушенных швах даже после цементации их будет иметь большую величину, чем в неповрежденных.

Коэффициент трения для поврежденных строительных швов принят равным 0,6 вместо 0,7, как это принималось в прежних расчетах. Повышенное же противодействие учитывалось введением в расчеты максимального коэффициента плоскостной пористости 0,9. Вместе с тем в статических расчетах для поврежденных водосливных пролетов в отличие от прежних расчетов учтено влияние дренажа на снижение силы противодействия.

При указанных условиях расчета для водосливных пролетов коэффициент устойчивости на сдвиг по строительным швам, учитывая только трение при горизонте верхнего бьефа 52,0 м, не снижается меньше 1,00, а для горизонта верхнего бьефа 53,0 м наименьшее значение коэффициента устойчивости на сдвиг для пролетов равно 0,94 (в шве на отметке 30,0 м).

Приведенные коэффициенты устойчивости почти со-

впадают с их значениями, допускавшимися при первоначальном проектировании плотины.

Однако, в поврежденных пролетах, как уже указывалось, нельзя рассчитывать ни на сцепление в строительных швах, ни на сопротивление срезу бетона штраб.

Для бычков при указанных выше условиях расчета (с учетом давления льда) наименьшее значение коэффициента устойчивости на сдвиг при горизонте верхнего бьефа 52,0 м равно 1,16 в сечении, расположенном на отметке 30,0 м и 1,07 в швах, близких к основанию плотины. При горизонте верхнего бьефа 53,0 м соответствующие значения этих коэффициентов равны 0,9 и 1,0.

При первоначальном проектировании (нормальный подпорный горизонт 51,2 м) эти коэффициенты были определены соответственно в размерах 1,68 и 1,40.

Условия напряжений для водосливных пролетов при горизонте верхнего бьефа 52,0 м вполне удовлетворительны: сжимающие напряжения на нижней грани далеки от допускаемых; на верхней грани сжимающие напряжения также далеки от рекомендуемых пределов.

Такое положение сохраняется лишь при условии сохранения монолитности тела плотины, т. е. при условии работы всего профиля как одного целого; в противном случае происходит перераспределение напряжений в неблагоприятную сторону.

Намечаемое повышение нормального подпорного горизонта с отметки 52,0 м до отметки 53,0 м несколько ухудшает условия статической работы водосливных пролетов, но это ухудшение незначительно и по существу не может повлиять на характер восстановительных мероприятий.

Условия напряжений для бычков при горизонте верхнего бьефа 52,0 м благоприятны лишь при сохранении их монолитности. Наличие же вертикального расчленения бычка швом или трещинами при возможной отдельной работе этих элементов приводит к появлению растяги-

вающих напряжений на верховой грани, что совершенно недопустимо.

При горизонте верхнего бьефа 53,0 м на напорной грани бычков появляются растягивающие напряжения, величина которых в бычках с прежним очертанием равна 0,22 кг/см², а в бычках с консолями — 0,80 кг/см². Эти растягивающие напряжения исчезают при наращивании бетоном консольного выступа бычков с отметки 52,0 до 60,5 м.

Необходимо отметить, что в бычках имеют место главные растягивающие напряжения, направленные примерно по нормали к водосливной грани плотины в зоне кладки бычков, примыкающей к поверхности водослива. При отметке верхнего бьефа 53,0 м величина этих растягивающих напряжений достигает 1,1 кг/см².

Сложность, а иногда невозможность установления наличия и характера трещиноватости бетонной кладки в зонах профиля плотины, удаленных от наружных поверхностей, создает дополнительное усложнение при назначении достаточно эффективных конструктивных мероприятий в каждом случае. Так, наличие отдельных трещин, особенно при незначительном их раскрытии, нельзя установить по величине удельного водопоглощения при нагнетании воды в скважины под давлением, так как часто уходящая в такую трещину вода существенно не влияет на общую величину поглощаемой воды на всю опробованную зону скважины, часто равную нескольким метрам.

Все изложенные обстоятельства заставляют особенно внимательно подходить к выбору конструктивных мероприятий, которые наряду с восстановлением монолитности и водонепроницаемости должны обеспечить необходимые запасы прочности поврежденной бетонной кладки плотины.

Все восстановительные работы сводятся к следующим мероприятиям: 1) разборке сильно разбитой трещинами бетонной кладки и заменой ее новым бетоном;

2) цементации поврежденной трещинами и раскрытием строительных швов бетонной кладки; 3) устройству водонепроницаемого экрана по напорной грани на значительно поврежденных участках плотины; 4) применению различного рода конструктивных мероприятий в виде анкеров, железобетонных накладок, поясов, разной конструкции шпонок и пр.; 5) осуществлению эффективного дренажа тела плотины.

Полное или частичное применение перечисленных мероприятий к отдельным элементам плотины зависит от степени и характера разрушений и повреждений, причиненных этим элементам.

При определении восстановительных мероприятий в каждом отдельном случае стремились в максимальной степени сохранить оставшуюся на месте поврежденную бетонную кладку, придавая ей достаточную прочность и водонепроницаемость. Безусловной разборке подлежала лишь сильно разбитая трещинами бетонная кладка, а также кладка претерпевших значительные сдвиги массивов.

При укладке нового бетона особое внимание уделено разработке и осуществлению мероприятий, обеспечивающих надежное сопряжение вновь укладываемого бетона со старым: соответствующее штрабление, установка анкеров, тщательная очистка поверхности старого бетона перед укладкой нового и т. д.

Укладку нового бетона взамен сброшенного взрывами или разобранныго в ряде случаев пришлось производить, как уже упоминалось, с изменением прежнего очертания отдельных бычков плотины. Это изменение состояло в отказе от полного восстановления частей бычков, выступающих за напорную грань плотины, и в увеличении профиля бычков со стороны верхнего бьефа. Последнее потребует при повышении нормального подпорного уровня до отметки 53,0 м.

Цементация является основным мероприятием по восстановлению поврежденной бетонной кладки плотины

как с точки зрения обеспечения монолитности, так и в отношении придания достаточной водонепроницаемости.

Для достижения целей, возлагаемых на цементацию, необходимо соблюдать ряд установленных практикой положений, к которым прежде всего относятся: 1) тщательная промывка трещин и швов перед нагнетанием в них цементного раствора для достижения хорошего сцепления их поверхности с цементным камнем; 2) плотная изоляция выходов трещин и швов на открытые поверхности для возможности создания надлежащего давления; 3) давление при нагнетании цементного раствора должно быть достаточным (не ниже 3 ат) для отжатия излишней воды из раствора в поры окружающего бетона и получения прочного и долговечного цементного камня; 4) применение соответствующих консистенций растворов для цементации.

Следует отметить, что цементационные работы подобного характера производятся впервые. К особенностям этой цементации надо отнести: диапазон раскрытия подлежащих цементации трещин (наряду с волосными имеются трещины в несколько сантиметров); трудность обеспечения необходимой промывки особенно ввиду заиления трещин при фильтрации паводковых вод; сложность проведения изоляции выходов трещин из-за большой их протяженности, особенно трещин, направленных вдоль оси плотины.

Учитывая изложенное, цементацию необходимо производить по техническим условиям, выработанным на основе специальных экспериментов, поставленных в производственных условиях.

Следует отметить, что установление показателей эффективности цементации, в том числе и в статическом отношении (сопротивляемость зацементированных трещин и швов действующим усилиям), только в лабораторных условиях не представляется возможным.

Проектом восстановления плотины цементации требовалось подвергнуть весь поврежденный бетон бычков

и водосливных пролетов, независимо от места расположения его в профиле. Если для достижения необходимой водонепроницаемости достаточна цементация лишь верховой зоны профиля, то цементация остальной части профиля нужна в целях статической работы сооружения. Так, восстановление монолитности всего тела плотины важно для сохранения расчетного распределения напряжений по всему профилю, для восстановления сопротивления сдвигу по всей поверхности швов и, наконец, для уменьшения возможной площади действия противодействия и тем самым уменьшения силы противодействия.

Ввиду наличия в бычках в отличие от водосливных пролетов, главных растягивающих напряжений, достигающих более $1,0 \text{ кг/см}^2$, на качество цементации бычков должно быть обращено особое внимание.

Если в производственных условиях удастся добиться сцепления цементного камня с бетоном, способного воспринять с необходимым запасом прочности указанные растягивающие напряжения, то тем самым значительно облегчатся конструктивные мероприятия по бычкам в смысле применения разного рода железобетонных шпонок, поясов и пр.

Цементацию намечено производить из скважин перфораторного и станкового бурения. Из перфораторных скважин производится цементация наружных зон тела плотины, причем скважины бурятся наклонно таким образом, чтобы пересечь под углом поверхность раскрывшихся швов или трещин на расстоянии не менее $0,5—0,7 \text{ м}$ от наружной поверхности бетона. Цементация из станковых скважин производится с целью охвата зоны плотины, недостижимой мелкими перфораторными скважинами. Всего по профилю намечено два ряда вертикальных станковых скважин. Примерная схема расположения цементационных скважин перфораторного и станкового бурения приведена на фиг. 1.

Устройство водонепроницаемого экрана по напорной грани на значительно поврежден-

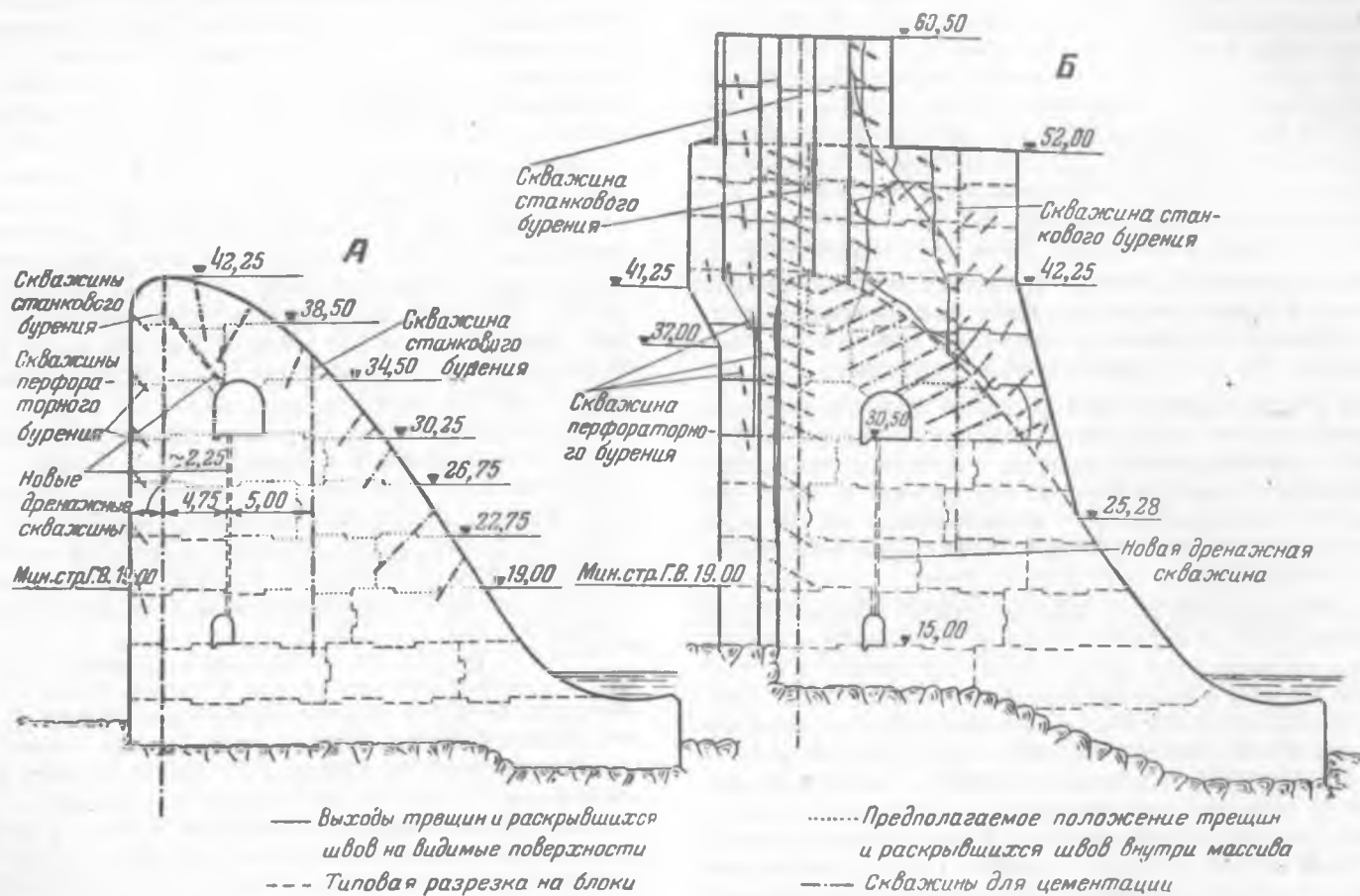
ных участках плотины производится в целях дополнительного снижения противодавления по трещинам и раскрывшимся швам, а также для борьбы с фильтрацией. Этим мероприятием обеспечивается защита от попадания воды в тонкие волосные трещины, размеры которых не позволяют зацементировать их; к такой категории относятся трещины просветом не более 0,15—0,2 мм.

При выборе конструкции экрана был рассмотрен ряд вариантов: оклейка битумматами или устройство битумной штукатурки с защитой торкретом по арматурной сетке или другими средствами; более сложный экран из битумматов, наклеенных на ребристые железобетонные плиты, для более надежного обеспечения отвода проникшей через экран воды; железобетонный экран с доступными для осмотра пустотами (по принципу маски Леви); металлический экран.

Из этих вариантов в проекте был принят первый, как достаточно надежный и более простой. Однако, по производственным условиям осуществляется литой битумный экран с деревянной защитой, выполняемой в виде дощатой стенки, расположенной в 3—4 см от изолируемой бетонной поверхности и, таким образом, в период устройства экрана выполняющей роль опалубки при заливке битума.

Высота экрана на водосливных пролетах равна 20—22 м и определяется самым низким стоянием уровня верхнего бьефа в период восстановительных работ. Поврежденный бетон, расположенный ниже этого горизонта, исправлялся цементацией. Верх экрана располагается на отметке 40 м, причем в пролетах, в которых бетон оголовка разбит трещинами, оголовок по проекту должен был быть разобран и заменен новым.

Для того, чтобы вода, проникающая в температурные швы ниже экрана, не попадала оттуда по трещинам под экран, в плоскости швов вверху и внизу устраиваются наклонные гудронные шпонки, идущие от напорной грани к основному вертикальным гудронным шпонкам температурного шва.



Фиг. 1. Схемы цементации.
 А—водослянных пролетов; Б—бычков.

Бычки, примыкающие к экранируемым пролетам, также защищаются экраном, что исключает возможность проникновения воды в водосливные пролеты через температурные швы.

Для восстановления монолитности и прочности нарушенной трещинами бетонной кладки в дополнение к цементации разработаны различные конструктивные мероприятия: металлические анкеры, железобетонные пояса, железобетонные накладки и шпонки и пр. Такие мероприятия необходимы потому, что зацементированные трещины и швы не всегда способны воспринять возникающие скалывающие напряжения, а для бычков — и растягивающие напряжения. Иногда указанные конструктивные мероприятия необходимы и для разбитой трещинами бетонной кладки бычков в целях избежания отжатия (откола) отдельных массивов бетона при цементации.

Устройство эффективного дренажа тела плотины по всей ее длине является также обязательным восстановительным мероприятием. Дренаж должен предотвратить возможность возникновения сосредоточенных противодавлений, которые при отсутствии дренажа могут достигать значительных размеров, особенно на неэкранированных, но имеющих повреждения участках плотины.

Конструкция дренажной системы намечена в виде скважин, которые бурятся из верхней потерны вниз до нижней потерны диаметром 0,15 м и вверх перфораторными скважинами, имеющими наклон в сторону верхнего бьефа. Эти наклонные скважины достигают отметки 39,0 м, не доходя на 3 м до напорной грани. Расстояние между дренажными скважинами 2,0 м, как намечалось и в первоначальном проекте, но осуществлено не полностью.

Ниже пола нижней потерны предполагается дренировать лишь участки плотины, имеющие повреждения в этой зоне профиля.

Описанная дренажная система устраивается как в водосливных пролетах, так и в бычках (по одной скважине на бычок), чем будет компенсировано уменьшение дренарующего действия температурных швов после цементации.

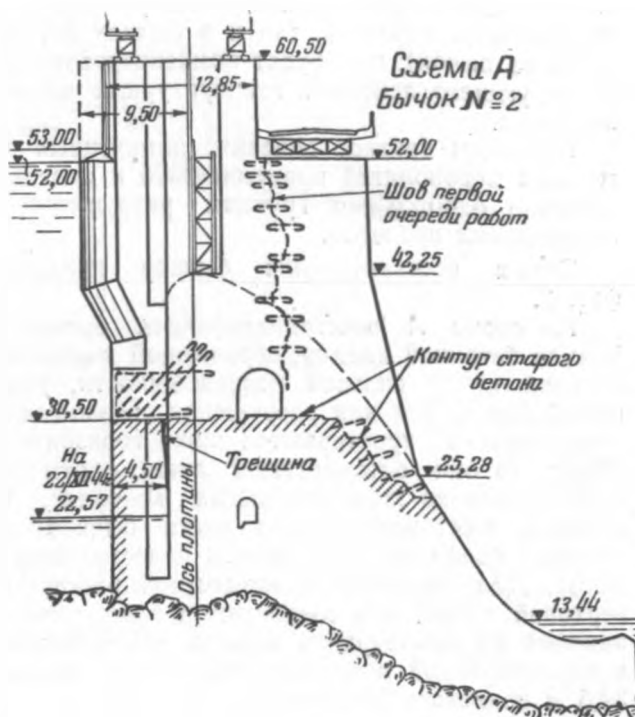
Приведем краткое описание намеченных восстановительных мероприятий применительно к отдельным, относительно однородным группам разрушений бычков и водосливных пролетов.

Схемы восстановления бычков представлены на фиг. 2.

По схеме А восстанавливаются бычки № 1 и 2. Взамен бетонной кладки, сброшенной взрывом или разобранной ввиду сильной поврежденности, укладывается новый бетон. Так как разрушения верховых выступов этих бычков простираются ниже горизонтов верхнего бьефа, то они бетонируются лишь с отметки 30,5 м, основываясь на железобетонных консолях. В первую очередь восстанавливаются части бычков со стороны нижнего бьефа, используемые в качестве опор проезжего моста. Для обеспечения совместной работы нижней и верхней частей они соединяются посредством штраб и анкеров из арматурного железа. Имеющиеся трещины в неразобранной поврежденной кладке ниже отметки 30,5 м подлежат цементации.

По схеме Б восстанавливаются бычки № 16, 17, 36—42, бетонная кладка которых сохранилась в пределах водосливного профиля. Линия оштрабления старого бетона примерно следует очертанию профиля водослива.

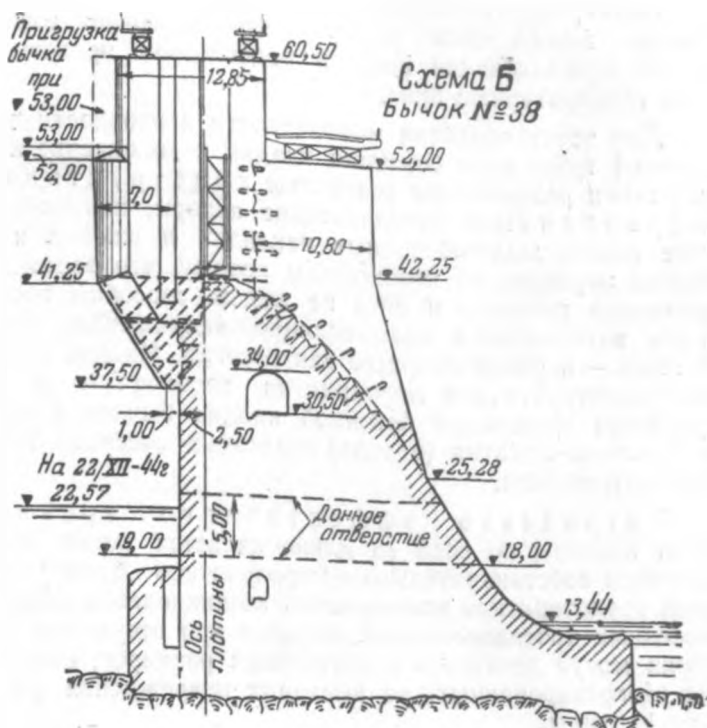
Верховые выступы восстанавливаются также на консолях, но расположенных на отметке 32,5 м и имеющих переменное сечение. Особенность конструкции консоли для этой группы заключается в том, что шов между старым и новым бетоном проходит в плоскости расчетного сечения этой консоли. Арматура последней сопрягается со старым бетоном при помощи анкерных стержней. Конструкция консоли приведена на фиг. 3.



Бетонируемые в первую очередь низовые части этих бычков сопрягаются с верхними частями штрабами и анкерами.

По схеме В (фиг. 2) возводятся бычки № 17, 43 и 44. Состояние верхних частей этих бычков позволяет восстановить их в первоначальном виде без применения консолей. Оставшийся с трещинами бетон, как и во всех подобных случаях, подлежит цементации.

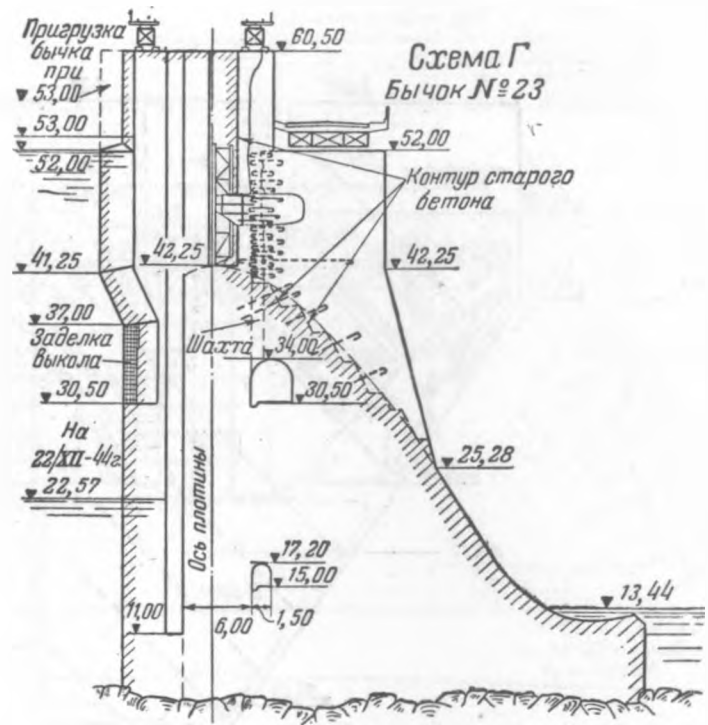
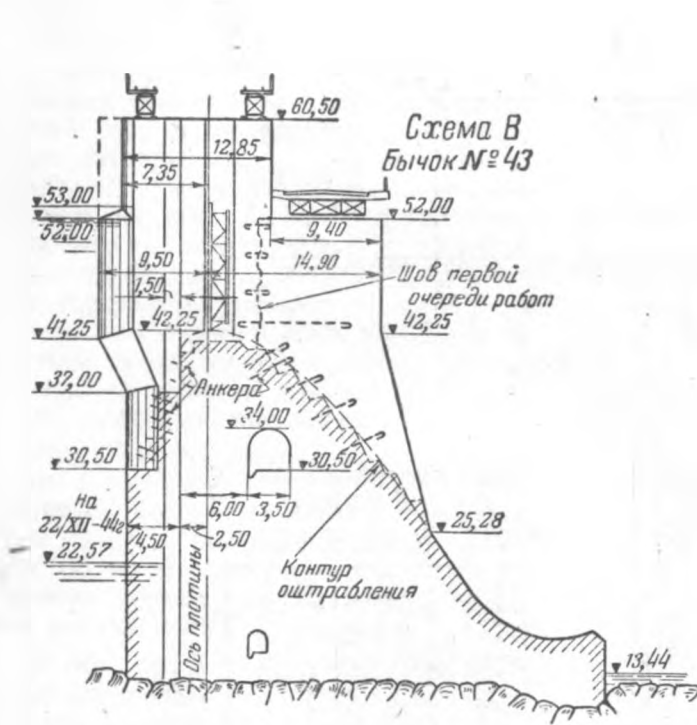
Следует отметить наличие в бычках данной группы трещин по шандорному пазу в плоскости напорной грани



Фиг. 2. Конструктивные схемы

плотины. Такие трещины, отделяя выступ от бычка, ухудшают условия его статической работы и требуют тщательной цементации для восстановления монолитности бычка. В остальном восстановительные работы по данной схеме не отличаются от описанных для предыдущей группы.

Применительно к схеме Г восстанавливаются бычки № 4 и 22—25, разрушенные взрывом из вертикальных вентиляционных шахт. Низовые части этих бычков, отделенные от верхних брешью с отметки 52,0 м до по-

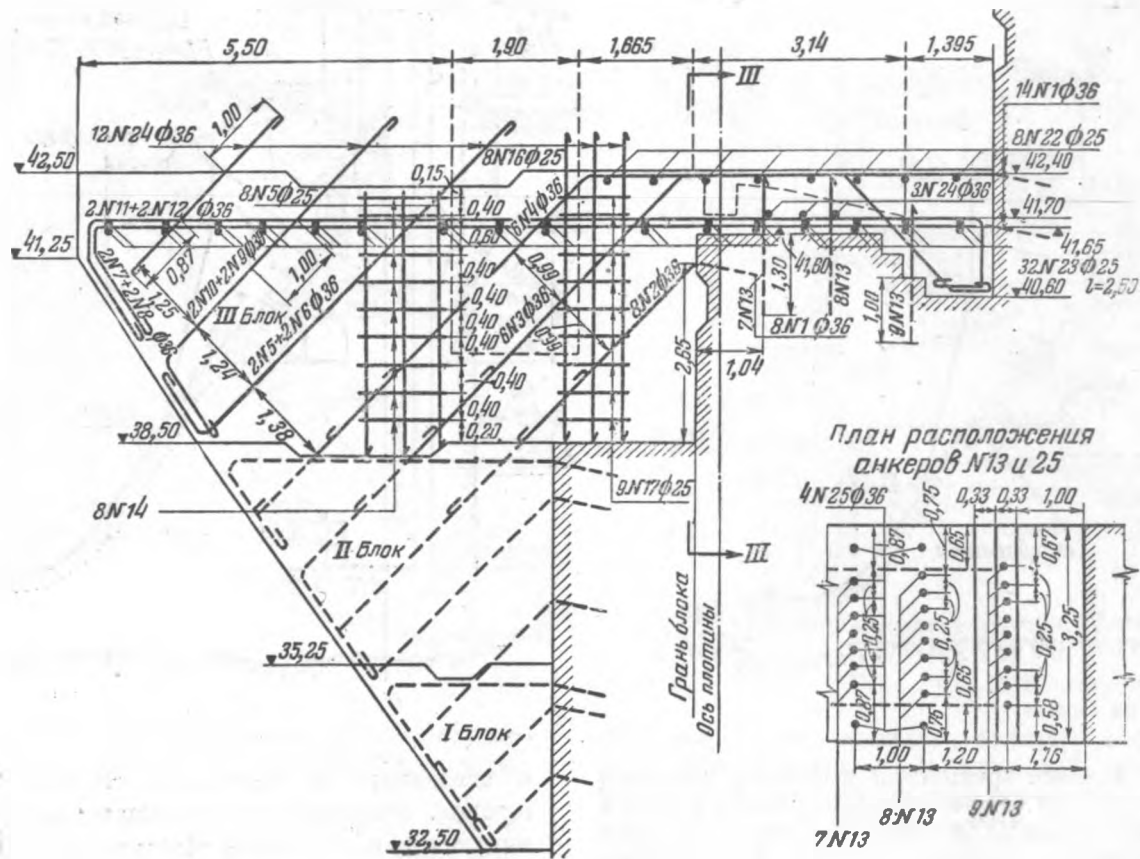


восстановления бычков.

рога водослива, а далее трещинами в бычках, идущими от порога водослива до верхней потерны, ввиду сильной их поврежденности, разбираются по линии очертания водослива и возводятся заново. В бычке № 4 низовая часть была сброшена взрывом.

Верховые части, снабжаемые арматурой, повреждены относительно меньше, но все же значительно нарушены трещинами и сдвинуты в верхний бьеф. Эти части бычков сохраняются, подвергаясь тщательной цементации

с введением в отдельных случаях железобетонных шпонок. Этим путем достигается восприятие усилий, возникающих в плоскости трещин, опасных в статическом отношении. Верховые и низовые части бычков соединяются между собой по всей высоте арматурой. Это объединение в пределах водослива, где бычки данной группы расчленены на две части крупной трещиной вдоль вертикальной шахты, осуществляется при помощи уста-



Фиг. 3. Конструкция консоли бычков.

новки анкеров непосредственно в шахте, с бетонировкой последней.

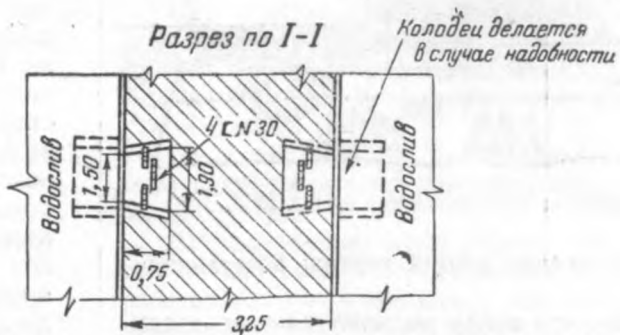
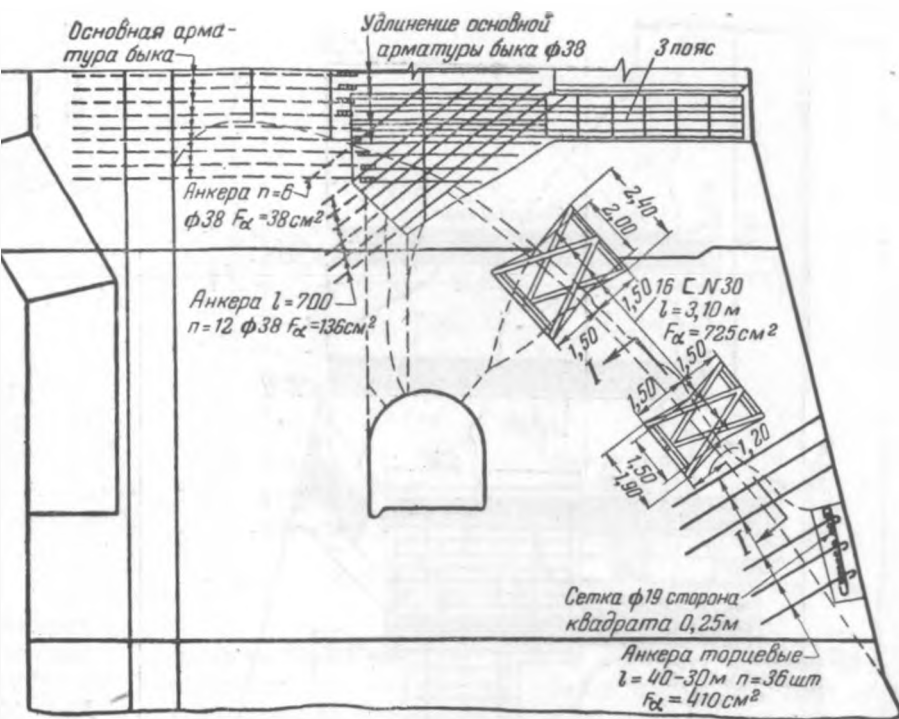
В бычках № 6 и 7, также разрушенных взрывом из вертикальных шахт, удаление сильно поврежденных низовых частей по производственным условиям было затруднительно, хотя и являлось наиболее целесообразным. Схема восстановления этих бычков дана на фиг. 4. Особенность конструкции восстановления этих бычков заключается в том, что для восприятия усилий, возникающих в плоскости трещин, идущих вдоль водосливной грани, запроектированы железобетонные шпонки с жесткой арматурой в виде «ласточкиного хвоста».

Для бычков, поврежденных трещинами и раскрытием строительных швов, основным восстановительным мероприятием является цементация, сопровождаемая по мере необходимости конструктивными мерами для обеспечения бетонной кладки должной прочности.

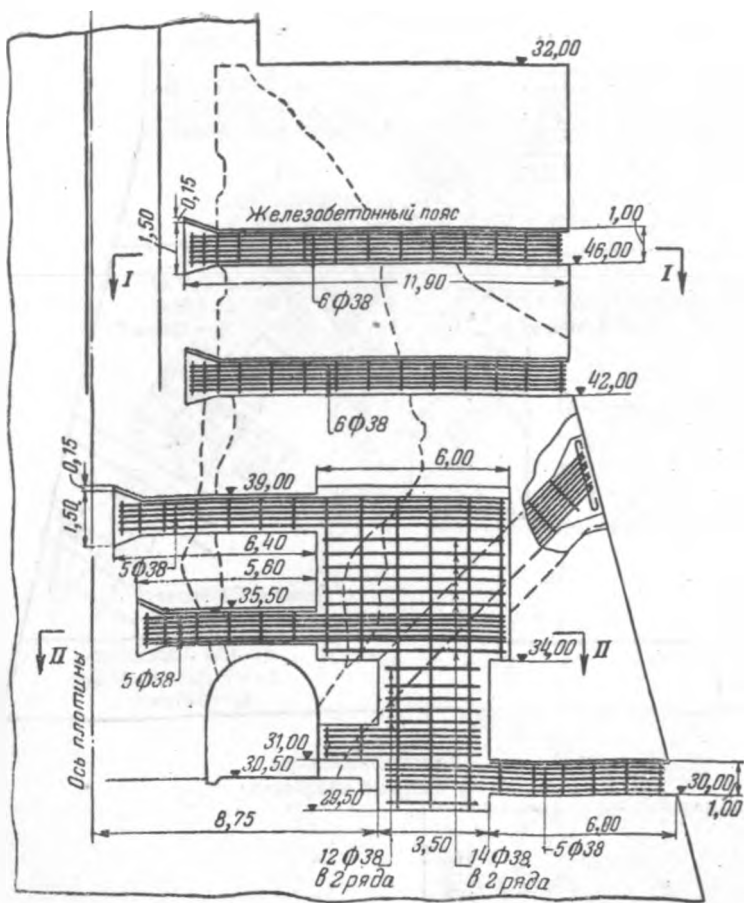
В бычках № 10, 19, 26, 28, 34, 35, 45 и 46 предполагается ограничиться только цементацией.

Для восстановления бычков № 3, 5, 8, 9, 15, 21 и 27 кроме цементации намечается установка металлических анкеров, устройство железобетонных поясов, шпонок и других конструкций, сопрягающих разделяемые трещинами части бычков.

В качестве примера применяющихся конструкций по восстановлению монолитности и прочности раббитой трещинами бетонной кладки бычков данной



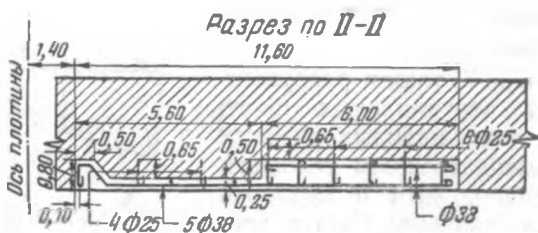
Фиг. 4. Конструкция восстановления нижней части бычков № 6 и 7.



Фиг. 5. Конструкция восстановления бычка № 3.

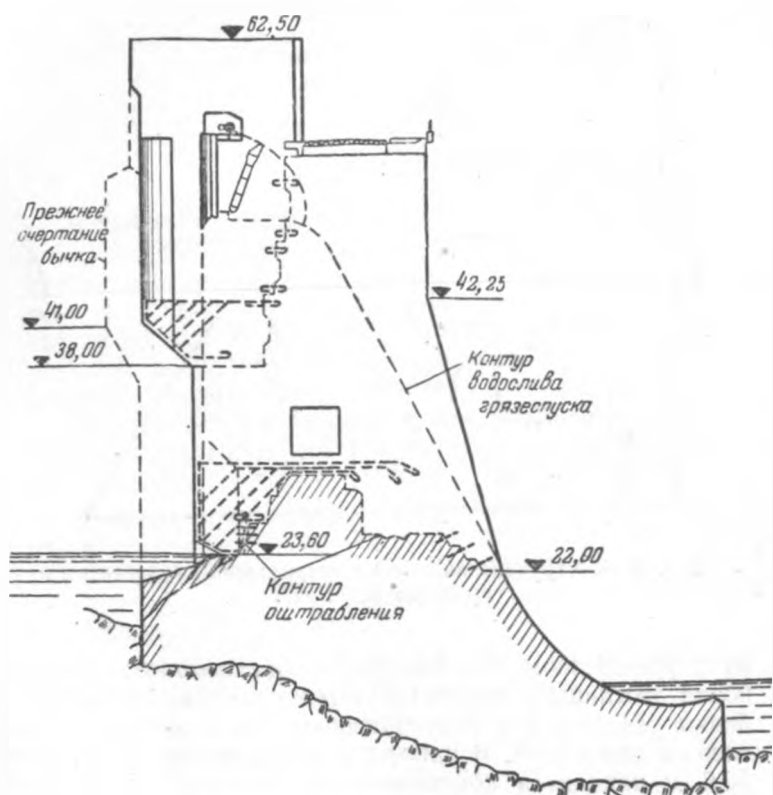
группы на фиг. 5 приведен общий чертеж восстановления бычка № 3.

Следует отметить, что ввиду индивидуального характера повреждений, даже в пределах одной группы раз-



рушений, рабочие чертежи, как правило, разрабатываются для каждого восстанавливаемого бычка.

Особый характер восстановления принят для бычка № 0 (фиг. 6), который необходимо было возвести до начала паводка 1945 г. по условиям примыкания ограждающей здание гидроэлектростанции дамбы — перемычки. Из-за разрушения бетонной кладки этого бычка ниже наиболее низкого уровня верхнего бьефа (кроме устройства постоянной железобетонной консоли на отметке 38,0 м и уменьшения выступа в верхний бьеф выше этой консоли) пришлось сделать временную железобетонную консоль на отметке 23,0 м с тем, чтобы позднее, до поднятия напора, тем или иным способом уложить бетон под этой консолью. Аналогичные временные консоли пришлось делать при восстановлении правобережного водосливного полупролета № 1, пролета грязеспуска и части сопрягающего устоя.

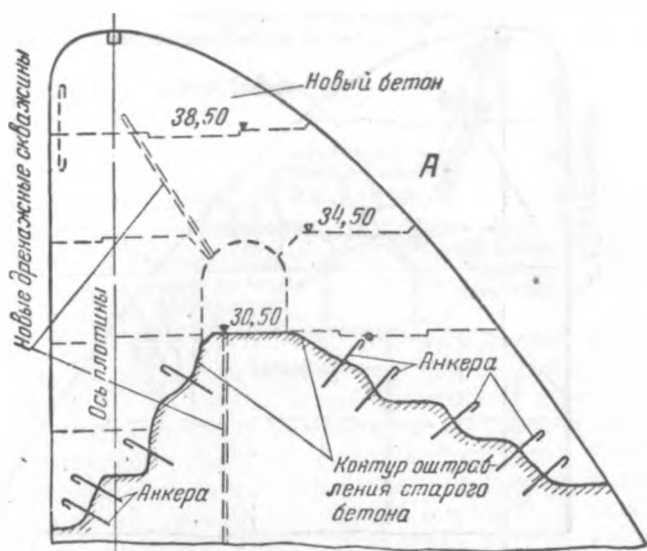


Фиг. 6. Схема восстановления бычка № 0.

Конструктивные схемы восстановления водосливных пролетов даны на фиг. 7, 8.

Применительно к схеме фиг. 7 восстанавливались пролеты № 1, 2, 3 и 28. Трещины бетонной кладки, оставшейся на месте, подлежали цементации.

Водосливные пролеты, у которых оголовки расчленены сквозными трещинами, проходящими от водосливной грани до верхней пстерны, намечено восстановить



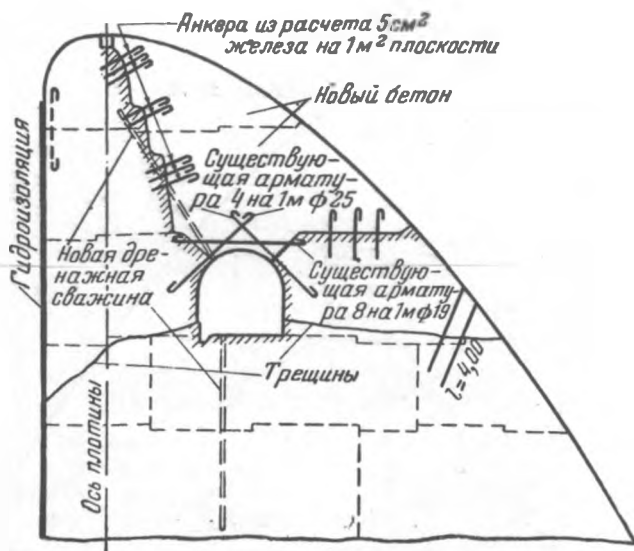
Фиг. 7. Конструктивная схема восстановления пролетов № 1, 2, 3 и 28.

применительно к схеме фиг. 8 или фиг. 9. Фиг. 8 и 9 соответственно относятся к группе пролетов с № 4 до 11 включительно и с № 22 по 27 — всего 14 пролетов.

При восстановлении пролетов по схеме фиг. 8 обнажаются соседние с такими пролетами бычки, которые сильно повреждены в пределах намеченной к удалению бетонной кладки водослива, что является преимуществом данной схемы.

По схеме фиг. 9 предполагалось производить восстановление наиболее поврежденных пролетов указанной выше группы.

Для получения необходимых запасов устойчивости против сдвига в плоскости строительных швов, по которым произошло смещение и где следует ожидать наличия среза бетона штраб, предусмотрена установка металлических анкеров, как это показано на схемах. Для вос-

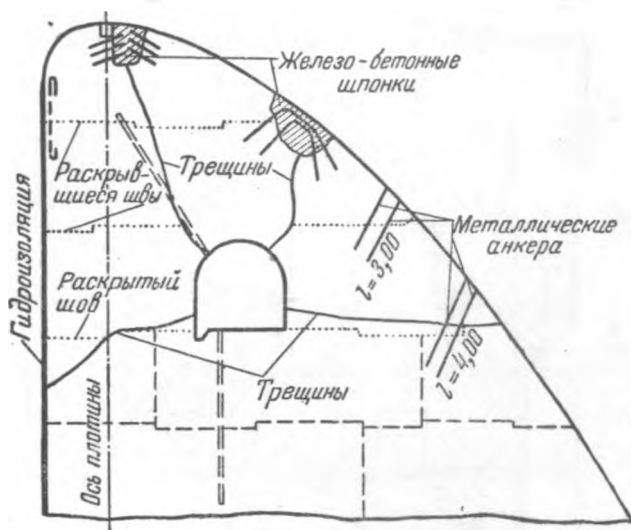


Фиг. 8. Конструктивная схема восстановления водосливных пролетов № 4—11.

становления монолитности предусматривалась тщательная цементация всей поврежденной кладки. Кроме того, в пролетах данной группы разрушения намечалось устройство водонепроницаемого экрана по напорной грани, о конструкции которого сказано выше.

Водосливные пролеты, поврежденность которых ограничивается лишь раскрытием строительных швов, подлежат только цементации.

Восстановление сопрягающего устоя запроектировано с изменениями во внутренней его компоновке. Так, в нижней части предусмотрено хранилище шандор и решеток щитового отделения гидроэлектростанции. В свя-



Фиг. 9. Конструктивная схема восстановления водосливных пролетов № 22--27.

зи с устройством шандороохранилища изменены компоновка лестницы с отметки 29,7 м на отметку 55,8 м, разбивка усадочных и температурных швов и ряд других мелких изменений. В напорной части устоя на отметке 50,6 м находится помещение механической мастерской для обслуживания щитов и плотины.

Восстановительные мероприятия по устою заключаются в разборке сильно разрушенного бетона и укладке нового.

Статические условия сопрягающего устоя допускают намеченное повышение подпора без изменения внешнего его очертания.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЩИТОВОЙ СТЕНКИ И ЗДАНИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Инженер Д. Д. ИНЦЕРТОВ

К числу мероприятий по восстановлению разрушенных конструкций гидроэлектростанции в основном относятся: лечение бетонной кладки, оставленной и используемой в процессе восстановления; реконструктивные мероприятия, связанные с улучшением эксплуатационных условий, и новые конструктивные решения для восстановления разрушенных частей сооружений.

Восстановление здания рассчитано на нормальный подпорный горизонт на отметке 52,0 м с учетом возможного подъема верхнего бьефа до отметки 53,0 м.

В результате взрывов наблюдается значительное нарушение монолитности бетонной кладки в виде раскрытия строительных швов и трещин как в массивах щитовой стенки, так и в массивах здания гидроэлектростанции.

Вся бетонная кладка подвергается цементации в частях, имеющих трещины и раскрытые строительные швы.

К цементации намечены массивы водопроводного блока, блока малой турбины, блоки первого и второго агрегатов, оставшиеся массивы 3 и 4 агрегатов, а также бетонная кладка на участках от 4 до 9 агрегатов ниже отметки 25,0 м.

Цементация массивов щитовой стенки производится последовательно. В первую очередь цементируется бетонная кладка щитовой стенки первых двух агрегатов, водопроводного блока и блока малой турбины. Во вторую очередь создается цементационная завеса на части скального основания, контакта его с кладкой и строительных швов в бетонной кладке напорных блоков от 1 до 9 агрегатов включительно. В третью очередь це-

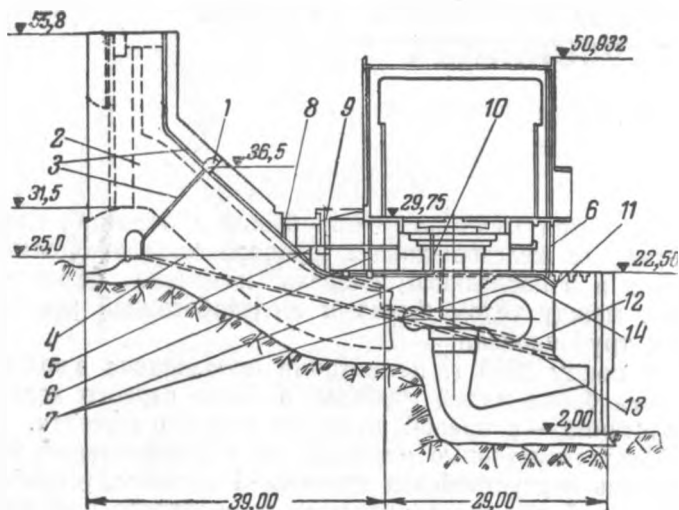
ментируются хвостовая часть быков и бетонная кладка на участке железобетонных трубопроводов ниже отметки 25,0 м и в последнюю очередь намечена цементация швов между телом бычка и железобетонной конструкцией трубопровода.

К концу 1945 г. цементация произведена в водопроводном блоке малой турбины, в блоке первого агрегата и частично — в правой половине второго агрегата.

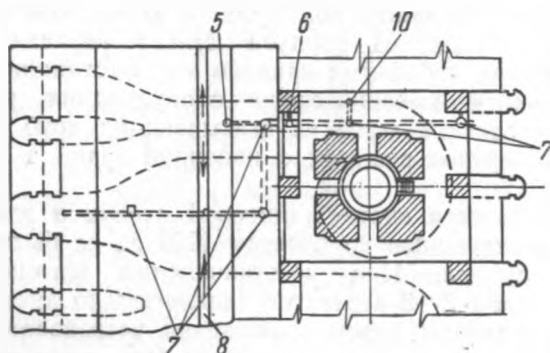
Реконструктивные мероприятия в строительной части касались переустройства дренажной системы, устройства помещений для шандорохранилищ верхового и низового заграждений, надстройки глухой плотины в связи с возможным подъемом бьефа до отметки 53,0 м, новой компоновки помещений под лебедки в щитовой стенке, достройки главного корпуса пульта управления, переустройства кабельных каналов на подстанции и др.

В части механического оборудования реконструируется откачка воды из всасывающих труб и производится перенос решеток с напорной грани в шандорные пазы.

Дренажная система щитовой стенки и здания станции, выполненная по проекту 1929 г., не была доступна для осмотра. При восстановлении щитовой стенки в пределах 2—9 агрегатов включительно дренажная система на всем своем протяжении устраивается доступной для осмотра и легко может быть очищена от засорения. От смотрового колодца, устраиваемого на отметке 36,5 м, сделана дополнительная наклонная дрена в потерну, отводящая часть дренирующей воды и этим уменьшающая поступление воды на отметку 23,0 м (фиг. 1).



План



Фиг. 1. Схема переустройства дренажной системы.

1—смотровой колодец; 2—бетон, уложенный в 1945 г.; 3—дрены 20×30 см; 4—граница бетона кладки 1929 г.; 5—сливная труба из охладителей трансформаторов; 6—сливная труба в крыше ГЭС; 7—смотровые колодцы; 8—лоток для сбора ливневых вод; 9—слив масла; 10—сливная труба из охладителей генераторов; 11—сброс воды; 12—дренаж по проекту 1929 г.; 13—основная сливная труба $d=30$ см по проекту 1929 г.; 14—огводящая труба.

Отвод воды из дрен щитового отделения через массив станции предусматривается системой водопроводных труб, проложенных в каналах на отметке 23,0 м с выводом воды под мост ниже отметки 22,50 м. На всех изломах трассы водоотводящих труб предусмотрены колодцы для их ревизии.

Колодцы закрываются герметическими крышками. Дренажная вода сбрасывается в колодцы, специально пробуренные с отметки 23,0 м и до отметки 11,0 м в низовой части массива.

Вся вода из дрен, поступившая в потерну, отводится из нее с помощью кювета, расположенного у верховой грани потерны, в сторону сопрягающего устоя, откуда по трубе отводится в нижний бьеф у пролета грязе-спуска.

Ливневые воды с низовой поверхности щитовой стенки, с трансформаторной площадки и трансформаторных путей собираются в кювет на отметке трансформаторного пути и отводятся вертикальными дренами в общую систему дренажа. Вода из охладителей генератора и трансформатора через отдельные трубы также поступает в общую систему дренажа.

В блоках щитовой стенки первого и второго агрегатов, а также в водопроводном блоке и блоке малой турбины был оставлен ранее существовавший дренаж, который был подвергнут тщательной прочистке.

Шандорохранилищ для верхового и низового заграждений предусмотрено не было. Шандоры укладывались и хранились на открытой площадке, устроенной вдоль жел.-дор. путей на отметке 23,0 м эстакады щитового отделения. Теперь шандоры верхового заграждения будут храниться в специальном помещении, отведенном в сопрягаемом устье с низовой стороны, а шандоры низового заграждения (шандоры всасывающих труб) — в пролетах между бычками всасывающих труб в подвешенном состоянии между отметками 22,50 и 15,0 м.

Ввиду возможного подъема горизонта верхнего бьефа до отметки 53,0 м глухая плотина, так же как и щито-

вая стенка, надстраивается на 1,8 м, т. е. повышается с 54 до 55,80 м, в связи с этим пол кабельного коридора поднимается с отметки 51,20 м до 53,05 м путем дополнительного бетонного заполнения.

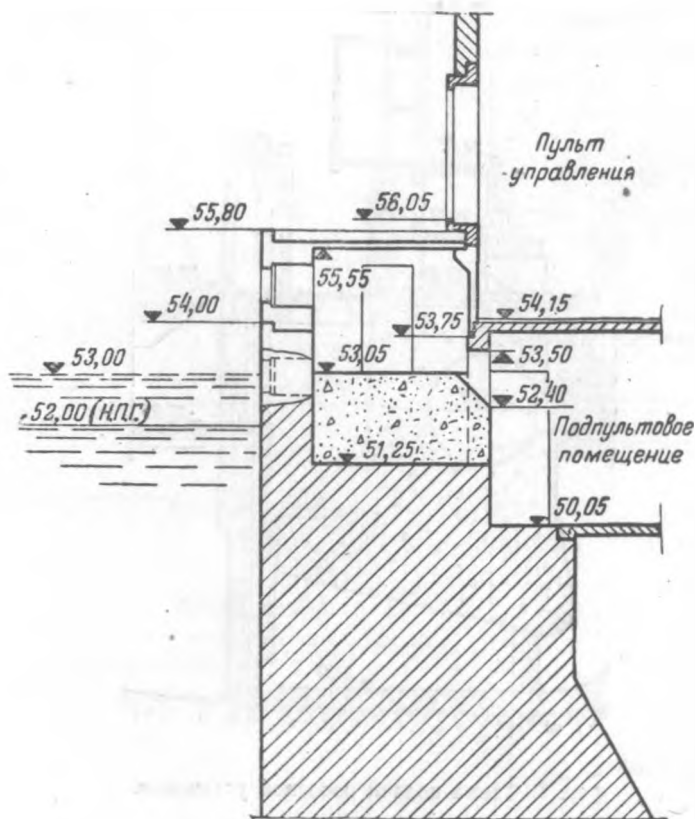
Перекрытие над кабельным коридором делается заново и решается в виде монолитной железобетонной однопролетной плиты (фиг. 2).

Новые помещения, где будут установлены лебедки, обслуживающие щитовые затворы, будут значительно расширены, освещены с верховой и с низовой сторон и делаются проходимыми по всей длине щитовой стенки с выходом в лестничные клетки у сопрягающего устоя и у глухой плотины. Перекрывается это помещение сборными железобетонными плитами. Участок над шандорными пазами перекрывается металлической решеткой вместо сплошной плиты, как это было произведено при строительстве гидростанции, подвергшейся разрушению.

Корпус главного пульта в соответствии с новой архитектурной обработкой в передней своей части достраивается до уровня кровли главного зала, вход в пульт оформляется портиком.

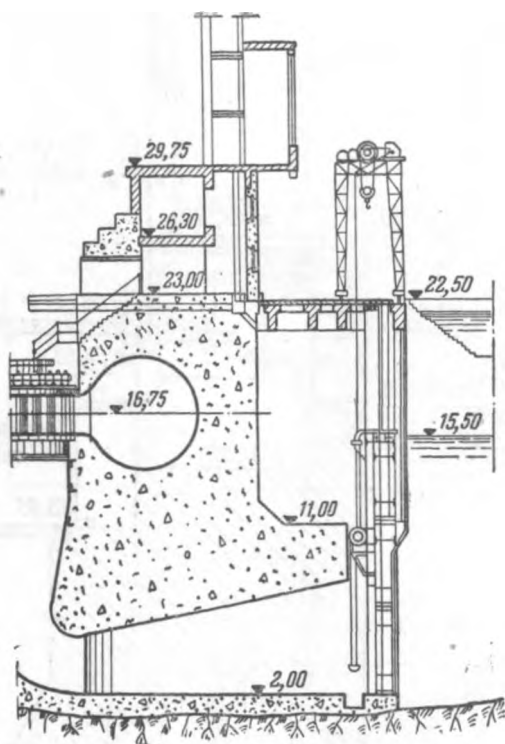
Несущие конструкции достраиваемой части здания представляют железобетонный каркас с заполнением из ракушечника.

В проекте 1929 г. специальных мероприятий для откачки воды из всасывающих труб предусмотрено не было. В процессе эксплуатации станции выяснилось, что без специальных приспособлений осушение всасывающих труб крайне затруднительно. Поэтому при восстановлении предусматривается возможность полной откачки всасывающих труб. Для этой цели предположено применить 2 насоса с двигателями, смонтированными на металлической раме, которая по направляющим, установленным на безнапорной стороне шандор, может опускаться по мере понижения горизонта. Подъем и спускание насосной установки по мере откачки воды производятся лебедками. Механизм хранится вместе с шандорами и подается к месту работ краном (фиг. 3).



Фиг. 2. Надстройка глухой плотины.

Входные отверстия напорных трубопроводов больших турбин размером $8,9 \times 14$ м перекрывались металлическими решетками, которые по высоте состояли из двух секций на каждое входное окно и устанавливались по напорной грани на выступ стены шириной в 50 см, расположенный на отметке 30,0 м.



Фиг. 3. Схема подачи насосной установки.

Секция решетки размером $9 \times 3,6$ м направлялась и удерживалась в требуемом положении специальными чугунными отливками, образующими непрерывные пазы по всей высоте щитовой стенки.

Чугунные отливки крепились на болтах, выпущенных из бетонной кладки быков.

Подъем и опускание секций решетки производились краном щитового отделения, имеющим специальный

консольный вынос, на который выходила тележка для обслуживания пазов решетки. К 20-т крюку тележки подвешивалась «ловилка», захватывающая секции под водой.

При **восстановлении** решено перенести решетки с напорной грани щитовой стенки в шандорные пазы. Этот перенос вызван тем, что установка и съем решеток во время эксплуатации были затруднены слишком малым зазором в пазах чугуновых отливок, а также тем, что запроектированные «ловилки» не удовлетворяли своему назначению; для установки «ловилок» на место их съемки приходилось привлекать водолазов.

Перенос решеток в шандорные пазы помимо упрощения обращения с ними позволяет облегчить край щитового отделения, т. е. не делать в нем консольного выноса, и исключает специальные чугуновые отливки, закладываемые в напорной грани быков. Чтобы свести до минимума возможные потери при входе, в связи с уменьшением площади решеток, горизонтальным участкам входного отверстия придана обтекаемая форма; балка-забрало и порог водослива имеют плавные очертания.

Несущим конструкциям решеток также придается обтекаемая форма, а расстояние между стержнями решеток увеличено до 20 см вместо 13,8 см, как это было в старых решетках.

Разрушения бетонной кладки на участке 6—9 агрегатов от потерны в сторону верхнего бьефа были настолько значительны, что длительная ее разборка в этом месте не позволяла приступать к укладке нового бетона. Ввиду необходимости возведения бычков щитовой стенки до окончания разборки разрушенного бетона, в так называемой «пазухе», строительство решило на участке 6—9 агрегатов возводить быки путем консольных напусков в сторону верхнего бьефа с максимальным выносом в 7,25 м от нижней грани потерны.

В остальных местах, т. е. на участке от половины

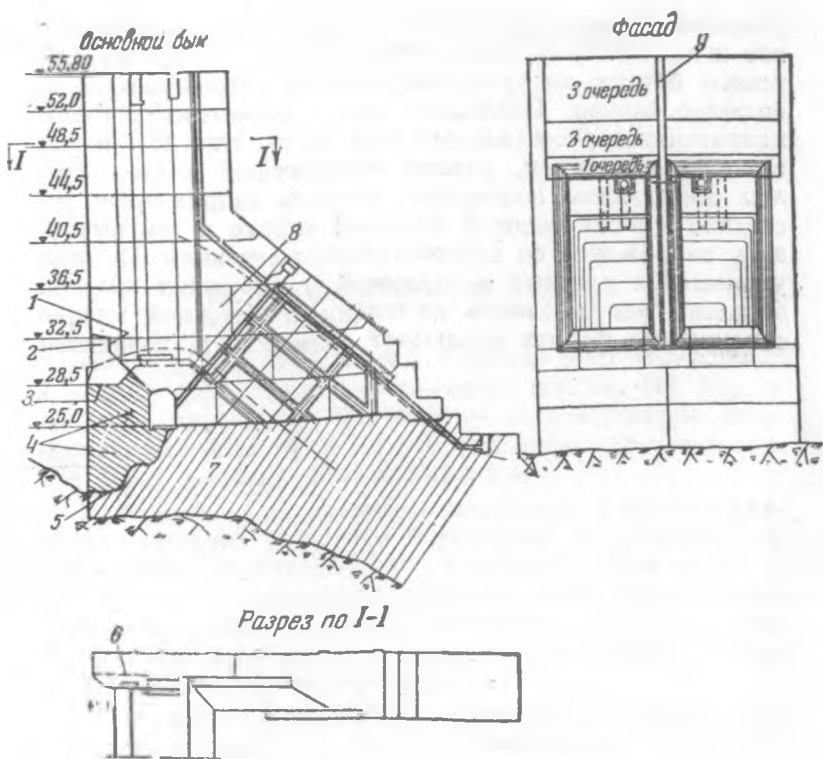
6 агрегата до правой половины 2 агрегата, состояние бетонной кладки позволяло возводить быки обычным — бесконсольным способом.

Ввиду того, что восстановительные работы происходили без постоянных ограждений от верхнего бьефа, в промежутки времени от паводка 1945 г. до паводка 1946 г. по заданию строительства происходило восстановление щитовой стенки до таких отметок, чтобы в паводок 1946 г. имелась возможность дальнейшие работы производить под защитой шандорного заграждения. Естественно, что при таком способе ведения работ в первую очередь должны быть возведены основные и промежуточные бычки с началом верхней конструкции стенки в виде части забральной балки и задней стенки (блок № 13) примерно до отметок 48,0—49,0 м.

По срокам, отведенным для восстановления намеченной части щитовой стенки, строительство не могло использовать полностью те приемы и последовательность возведения бетонной кладки, которые были намечены в проекте 1929 г., и в новые решения, принятые при восстановлении, введены упрощения, преимущественно относящиеся к разрезке основных бычков.

По проекту 1929 г. основной бычок в передней своей части разрезался вертикальным швом на 2 очереди. По условиям усадки бетонной кладки в первую очередь возводилась тонкая часть бычка вместе с забральной балкой, затем во вторую очередь бетонировалась остальная часть бычка. Связь в виде выпусков между очередями обеспечивала их совместную работу в дальнейшем. По проекту 1945 г. разрезка исключена, и основные бычки бетонировались в одну очередь, а для забральной балки на среднем бычке дается усадочная штраба и подвижные опоры (фиг. 4).

Эти изменения в бетонировании основных бычков и забральной балки относятся ко всем разрушенным агрегатам, что же касается задней стенки щитового отделения и бетонного трубопровода, то в этих частях ника-



Фиг. 4.

1—шов цементируется под нормальным давлением в 1-ю очередь; 2—закрывающий блок; 3—шов цементируется во 2-ю очередь под давлением, равным напряжению в шве без консоли; 4—бетонная кладка 2-й очереди; 5—граница разрушенного бегона; 6—исключенный шов; 7—бетонная кладка 1929 г.; 8—бетонная кладка 1-й очереди; 9—усадочная штраба.

ких изменений не намечено и конструкции будут восстановлены по проекту 1929 г.

Возведение бычков с консольным выносом приводит к значительным краевым напряжениям в основании консоли на отметке 25,0 м. Так как бетонная кладка

в основании консоли находилась в зоне наибольших взрывов и прочность ее может отличаться от прочности здорового бетона, то предусматривается устройство замыкающих блоков. Последние дадут возможность путем цементации горизонтального шва на отметке 28,5 м под высоким давлением, равном напряжению в этом шве при нормальном положении, создать напряженное состояние в нижележащей бетонной кладке и тем выравнять напряжение по горизонтальным сечениям. Помимо уменьшения краевых напряжений в основании консоли создание напряженного состояния в бетонной кладке с напорного фронта исключает возможность появления

растягивающих напряжений в шве вследствие работы стенки на изгиб под действием давления воды при подъеме бьефа.

В процессе восстановительных работ оказалось возможным избежать возведения полной консоли, так как укладка бетона с напорной стороны позволяла гораздо раньше подвести под нее нижние массивы и только один правый бык агрегата № 9 возведен на полный вынос консоли. Возведение бетонной кладки в тех агрегатах, где не было необходимости прибегать к консольному способу, производится обычными приемами применительно к проекту 1929 г.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СУДОХОДНЫХ УСТРОЙСТВ

Инженер М. И. ТЯСТО

При проектировании восстановительных работ по шлюзу возникали вопросы, связанные не только с восстановлением разрушенных или поврежденных элементов шлюза и его оборудования, но и по реконструкции этих элементов.

В связи с этим является необходимость, с одной стороны, пересмотреть прежние решения о конструкциях, подлежащих восстановлению, а с другой, — наметить такие новые элементы, которые создали бы улучшение в эксплуатационной работе шлюза и его обслуживании.

Решение этой задачи во многом определяется, конечно, производственными условиями, влияющими на выбор тех или иных конструкций и на самую возможность их осуществления в настоящее время.

Повышение нормального подпорного горизонта с отметки 51,2 м до отметки 52,0 м, с вероятностью последующего повышения еще на 1 м, также должно было найти свое отражение при проектировании восстановительных работ. Современное состояние низового подходного канала также требует проведения по нему ряда работ.

Таким образом, весь комплекс восстановительных и реконструктивных мероприятий по шлюзу можно подразделить на четыре группы: восстановительные работы, реконструктивные мероприятия, мероприятия, связанные с повышением подпорного горизонта и работы по низовому подходному каналу.

В настоящей статье освещаются некоторые вопросы, касающиеся в основном строительных конструкций.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Полному восстановлению подлежат мост через шлюз и здание управления механизмами шлюза. Из других наиболее крупных работ отметим восстановление водопроводных галлерей, а по оборудованию — восстановление ворот и шандорных заграждений.

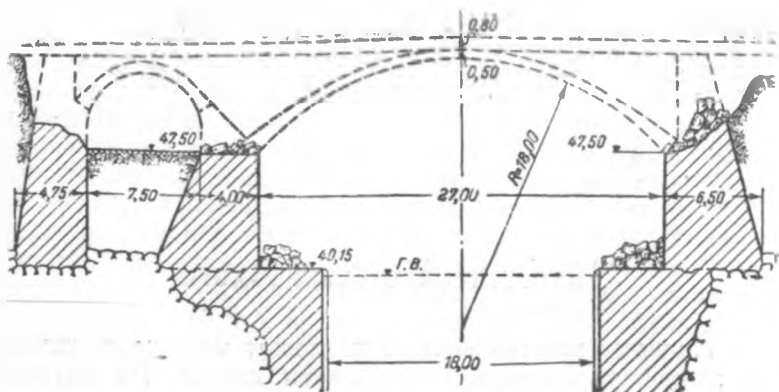
Работы по водопроводным галлерей, у которых оказалось частично разбитым перекрытие в пределах второй камеры, не представляют какой-либо сложности.

Ворота и шандорные заграждения восстанавливаются в их прежнем виде с внесением некоторых конструктивных изменений, вызванных повышением подпорного горизонта до отметки 52,0 м.

Мост через шлюз восстанавливается прежней конструкции в виде большого железобетонного свода пролетом 27 м и малым сводом над проездом с речной стороны, как это показано на фиг. 1.

Большой свод вместе с проезжей частью поднимается по сравнению с прежним положением на 0,9 м, исходя из повышения нормального подпорного горизонта до отметки 53,0 м и разделения дополнительного напора в 1,8 м на две ступени. Под мостом обеспечивается необходимый судоходный габарит. Сохранившиеся ниже отметки 47,5 м части устоев используются полностью.

Централизованное управление всеми механизмами шлюза будет, как и ранее, сосредоточено на пульте



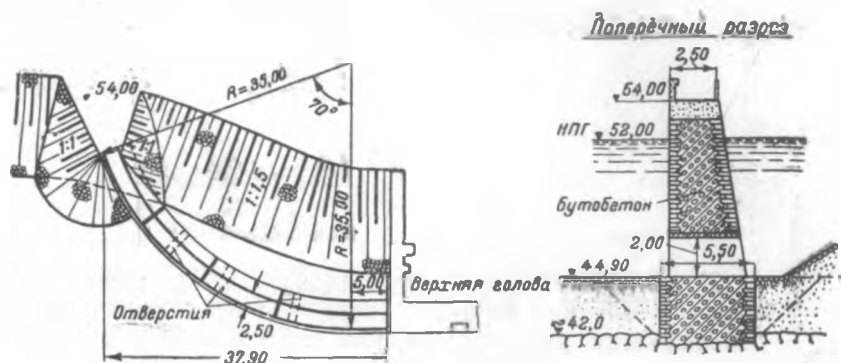
Фиг. 1. Мост под шоссейную дорогу через шлюз.

в специальном здании. Прежде это здание размещалось рядом с мостом через шлюз на береговой площадке у второй головы. Теперь оно полностью разрушено.

В новом проекте пульт отделяется от прочих служебных помещений и переносится на речную сторону вследствие того, что из пульта, расположенного на этой стороне, обеспечивается лучшая видимость подходов к шлюзу, а сам пульт приближается к основной линии обслуживания проводки судов и большему сосредоточению механизмов.

В восстанавливаемом прежнем здании пульта на береговой стороне, соответственно перекомпонованном, сохраняются лишь помещения административного и хозяйственного назначения.

Примыкающая к прежнему зданию пульта одноэтажная пристройка, которая сравнительно мало повреждена и в которой размещались трансформаторы и масляные выключатели питательного пункта, используется для той же цели.



Фиг. 2. Направляющая пала верхового канала.

РЕКОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В числе мероприятий, имеющих целью улучшение проводки судов через шлюз, намечаются сооружение направляющих пал в подходных каналах, удлинение причальной линии в низовом канале, изменение системы наполнения камер шлюза, установка усовершенствованных пловучих рымов и переход на непрерывную тягу судов через шлюз.

Устройство направляющих пал в подходных каналах с береговой стороны оправдывается опытом эксплуатации, когда имели место случаи навала судов при входе в шлюз на береговые откосы или на торцевые стенки голов.

Условия для возведения пал различны. При значительно сниженном в период восстановления Днепрогэс горизонте верхнего бьефа пала верхового канала может быть построена насухо. Так как осуществление ее после подъема бьефа вызовет чрезмерные производственные затруднения, то исполнение ее принято одновременно с восстановительными работами. Возведение палы низового канала не связано с подъемом верхнего

бьефа и может производиться в любое время независимо от восстановительных работ.

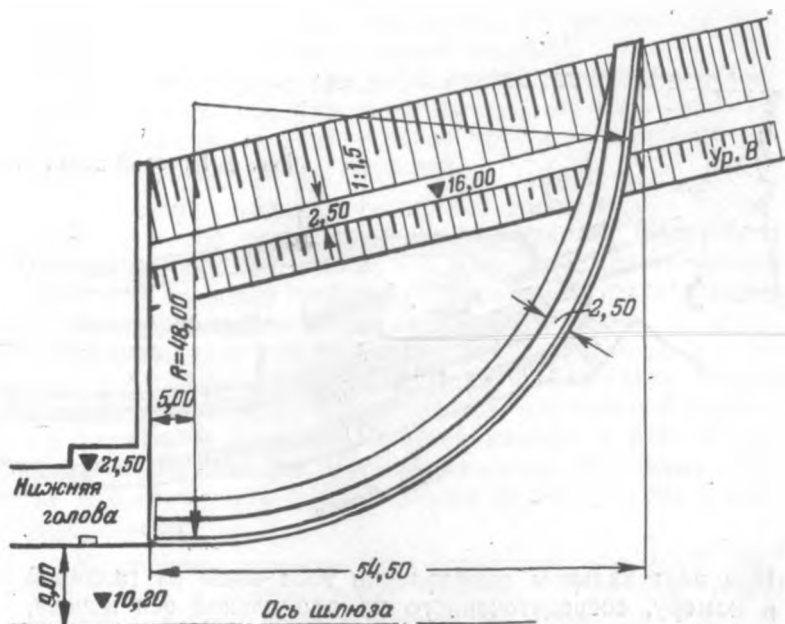
Пала верхового канала запроектирована и осуществлена в виде бутобетонной стенки (фиг. 2), основанной на скале и очерченной в плане по окружности радиуса 35 м с прямолинейной вставкой длиной 5,0 м у примыкания к голове. По длине стенка разделена температурными швами на 4 массива. Верхняя площадка ограждена со стороны камеры сплошным железобетонным парапетом, а со стороны берега металлическими перилами. Закругленный угол торцевой стенки верхней головы, примыкающий к пале, восполняется бетоном до прямоугольного очертания.

Пала низового качала существенно отличается от палы верхового канала как по очертанию в плане, так и по конструкции.

Береговой откос низового канала удален от грани стенки шлюза. Поэтому пала получила большую протяженность и очерчивается в плане по окружности радиуса 48 м с прямолинейными вставками у примыкания к голове и к береговому откосу (фиг. 3).

Конструкция палы при условии возведения ее без перемычек намечается в виде сквозной железобетонной стенки с контрфорсами на ряжевых опорах, устанавливаемых на предварительно расчищенное скальное дно канала.

Шлюзование через Днепровский трехкамерный шлюз, производимое сериями, обуславливает обычно необходимость стоя судов в низовом канале. При этом существующая причальная линия вдоль низового пирса длиной 226 м оказывается недостаточной. Для обеспечения отстоя двух караванов судов удлиняется причальная линия до скалы Дурной (фиг. 4) вдоль защитной дамбы. Так как канал на этом участке располагается по кривой, то и новая причальная стенка получает криволинейное очертание в плане, параллельное очертанию дамбы. Длина новой причальной стенки свыше 0,5 км.



Фиг. 3. Направляющая пала низового канала.

Новая причальная линия строится в виде отдельных причальных точек, поставленных на расстоянии 15—20 м между их центрами, но связанных между собой и с дамбой служебными мостиками. Причальные точки будут осуществлены из ряжей, опущенных на скальное дно канала, с бетонной надстройкой над ними. Служебные мостики — железобетонные.

Новая причальная стенка, как и направляющая пала низового канала, может возводиться и одновременно с восстановительными работами и независимо от них, будучи не связанной с подъемом верхнего бьефа.

Водопроводная система шлюза, состоящая из донных галерей с вертикальными выпускными отверстиями (фиг. 5), не обеспечивает спокойного наполнения камер.

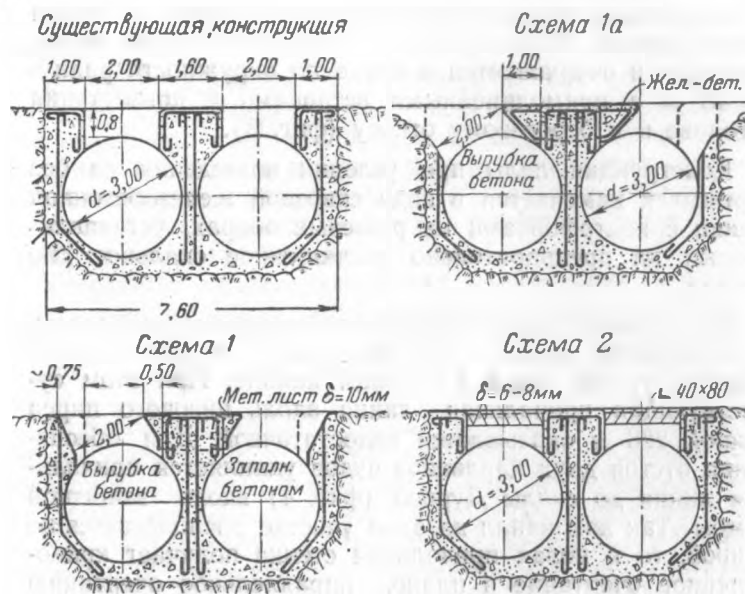
Фиг. 4. Низовой канал шлюза.



При вертикальном направлении тока воды из галлерей в камеру, сосредоточенного по продольной оси шлюза, создаются поперечные уклоны поверхности воды от середины к стенкам камеры, причем по сообщению работников шлюза разность горизонтов достигает 30—35 см. Это влечет за собой наклон шлюзуемого судна и прижатие его к отбойным брускам с угрозой аварии.

Устранения указанного дефекта предполагается достигнуть изменением системы наполнения, причем поток должен отклоняться от вертикального направления особыми направляющими конструкциями, отклонителями струй, расположенными в пределах выпускных отверстий, как это показано схематически на фиг. 5.

По первой схеме отклонители струй устроены из особой формы металлических листов, установленных у внутренних граней выпускных отверстий и закрепленных в бетоне анкерами. Внутренние полости металлических листов заполняются бетоном. Внешние стенки выпускных отверстий вырубается так, чтобы сохранить размер отверстия в свету, равный 2 м. При большем, чем это



Фиг. 5. Отклонители струй водопроводных галлерей шлюза.

показано в первой схеме, вылете отклонителя возможно применение железобетона (схема 1а, фиг. 5).

Эффективность такого устройства, а также вылет отклонителя, его форма, направление и необходимость сохранения или изменения размера отверстия могут быть установлены только опытным путем в лаборатории. Следует отметить, что недостатком приведенных схем является необходимость вырубки, а тем самым и ослабление внешних стенок водопроводных галлерей, хотя и на небольшой ширине, соответствующей ширине выпускного отверстия.

Этот недостаток исключается во второй схеме (фиг. 5), где отклонители создаются наклонными металлическими планками, приваренными к уголкам, которые в свою очередь закреплены анкерами в старом бетоне. Число, направление и длина планок (в пределах конструктивных возможностей) также должны быть установлены опытным путем.

Необходимо учитывать, что если в первой схеме коэффициент сопротивления может увеличиться лишь за счет дополнительного поворота, то во второй схеме он увеличится помимо того и за счет стеснения сечения выпускного отверстия.

Пловучие рымы предположены к изготовлению и установке в период восстановительных работ по проекту Днепровской конторы треста Гидромонтаж, с предварительной проверкой опытных образцов на одном из действующих шлюзов.

При необходимости увеличения пропускной способности шлюза в связи с ростом грузооборота Днепровской водной магистрали осуществленная на Днепровском шлюзе механическая тяга судов кабестанами будет недостаточной и потребует переход на более совершенную сквозную электровозную тягу. Составление основного проекта шлюза и постройка последнего велись с учетом возможности перехода в будущем на сквозную тягу, в связи с чем, например, устои шоссей-

ного моста через шлюз отодвинуты от граней стен второй камеры на 4,5 м с каждой стороны.

Из реконструктивных мероприятий, улучшающих эксплуатационное обслуживание шлюза, отметим намечаемое устройство лифтов у голов шлюза и в шахтах затворов водопроводных галлерей.

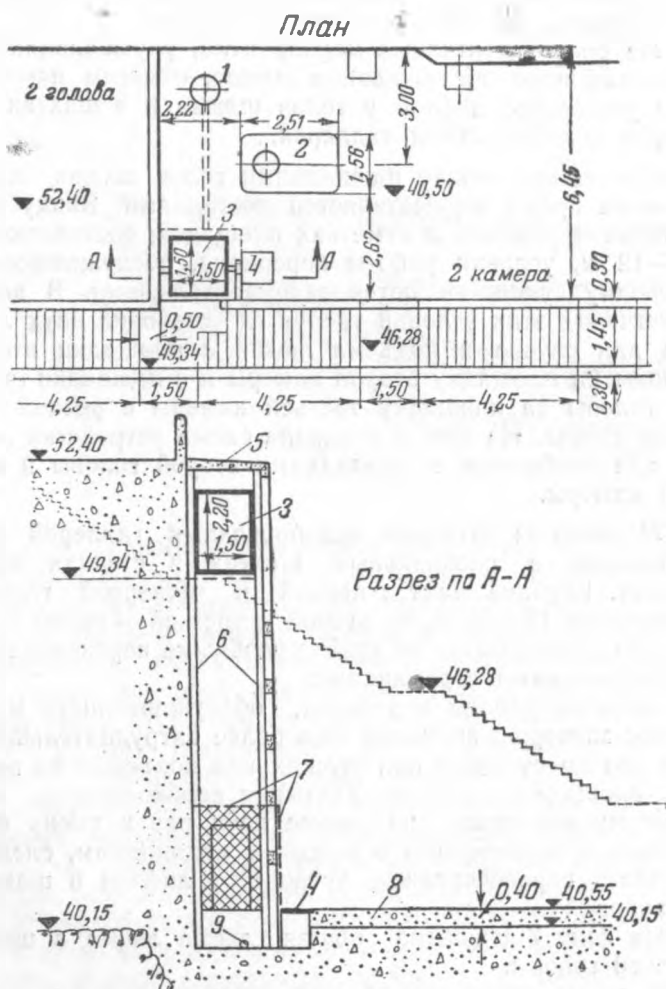
Сообщение между площадками голов шлюза в настоящее время осуществляется лестницами. Ввиду значительной разницы в отметках площадок, составляющей 11—12 м, условия работы персонала, обслуживающего проводку судов, являются затруднительными. В целях облегчения этих условий требуется установка двух лифтов для спуска и подъема людей с площадки второй головы на площадку второй камеры и с площадки третьей головы на площадку третьей камеры с речной стороны шлюза. На фиг. 6 показана схема устройства лифта для сообщения с площадками второй головы и второй камеры.

Механизмы затворов водопроводных галлерей расположены в специальных шахтах в стенках голов шлюза. Глубина шахт в первой и четвертой головах составляет 19—20 м, во второй и третьей — около 32 м. Шахты оборудованы не вполне удобными вертикальными металлическими стремянками.

Условия работы персонала, обслуживающего механизмы затворов, являются еще более затруднительными, чем это имеет место при спусках или подъемах на верхних площадках шлюза. Учитывая необходимость обслуживания персонала не менее двух раз в смену опускаться и подниматься в шахты к механизмам, следует признать первоочередным устройство лифтов в шахтах затворов.

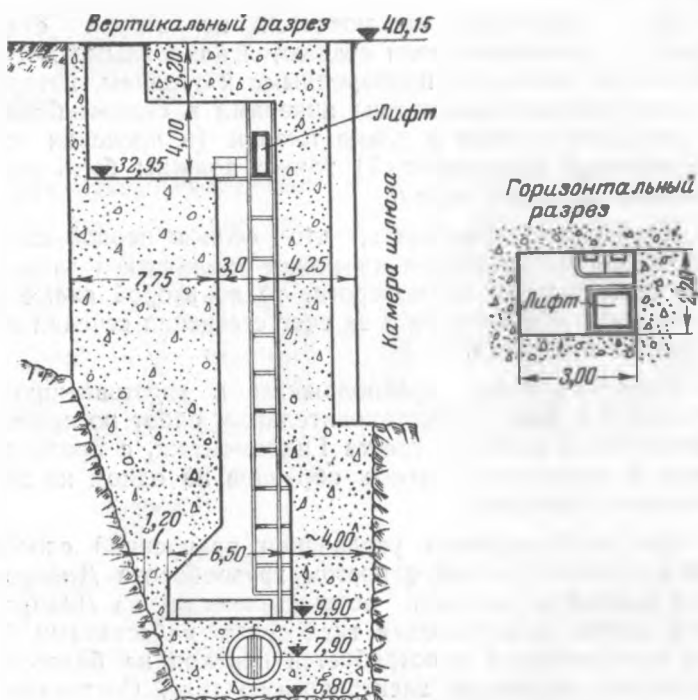
На фиг. 7 показана общая схема лифта в шахте третьей головы.

К мероприятиям в области строительных конструкций шлюза относятся устройство сплошного парапета и цементация стенок шахт затворов водопроводных галлерей.

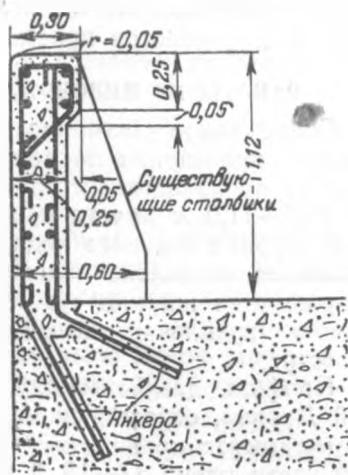


Фиг. 6. Схема лифта у второй головы шлюза (в плане навес над лифтом не показан).

1—дренажный колодец; 2—кабестан; 3—лифт; 4—люк; 5—навес; 6—направляющие; 7—ограждение из сетки; 8—повышение стены; 9—отвод воды.

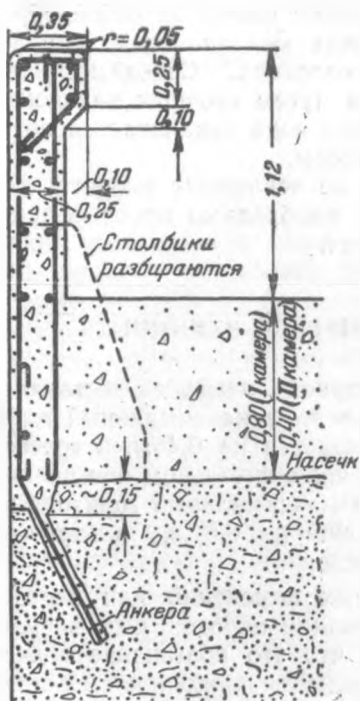


Фиг. 7. Схема лифта в шахте затвора водопроводной галереи шлюза (третья голова).



Фиг. 8. Сплошной парапет при

Ограждение площадок шлюза со стороны камер осуществлено перилами, состоящими из отдельных железобетонных столбиков с протянутой между ними газовой трубой. Ввиду недостаточности такого ограждения предложено одновременно с восстановительными работами заменить сквозные перила сплошным парапетом в виде железобетонной стенки высотой 1,12 м, с арматурой, заанкеренной в старый бетон. При этом столбики существующих перил сохраняются (парапет устраивается между ними), а чугунная обделка кордона снимается.



повышении площадок стен шлюза.

В местах расположения стремянок в парапете делаются проемы, с полным сохранением существующей конструкции стремянок. Такие же проемы, несколько большего пролета, устраиваются и в местах расположения причальных труб, кабестанов и пловучих рымов. В проемах для тумб боковые стенки парапета, во избежание истирания тросом, подлежат обделке металлом.

Как во время эксплуатации шлюза, так и в настоящее время наблюдается некоторая фильтрация воды через строительные швы в стенах шахт затворов водо-

проводных галлерей. Это явление влечет за собой образование сырости в помещениях механизмов и ржавление металлических частей последних. Отвод профильтрованной воды осуществлен путем сточных канавок и сборного колодца, из которого вода откачивается автоматически действующим насосом.

Это мероприятие, однако, не исключает сырости; для предотвращения фильтрации необходимо произвести цементацию бетонных стен шахт.

ПОВЫШЕНИЕ ПОДПОРНОЙ ОТМЕТКИ

Повышение НПГ для первой очереди составляет 0,8 м до отметки 52,0 м. При этом максимальный горизонт во второй камере повышается на 0,4 м, в третьей остается без изменения. При дополнительном повышении подпорного горизонта на 1 м максимальный горизонт во второй камере повышается еще на 0,5 м, в третьей опять-таки остается без изменения.

Не касаясь конструктивных изменений или переделок в механическом оборудовании шлюза, вызываемых повышением НПГ, отметим, что это повышение влечет за собой соответственное повышение площадок стен шлюза и перестановку причальных тумб и кабестанов.

Сплошной парапет в этом случае устраивается по

схеме, изображенной на фиг. 8, стремянки же повышаются без устройства проемов в парапете.

РАБОТЫ ПО НИЗОВОМУ ПОДХОДНОМУ КАНАЛУ

Современное состояние низового подходного канала требует проведения по нему ряда работ. Дно канала, судя по произведенным промерам, имеет среднюю отметку 10,5—11,0 м вместо проектной 10,2 м, соответствующей глубине судового хода 3,6 м. Заложение берегового откоса оказалось положе проектного, чем несколько сокращается ширина судового хода. Вместе с тем состояние крепления откоса не обеспечивает его устойчивости.

Профиль дамбы между причальным пирсом и скалой Дурной, ограждающей канал со стороны реки, не соответствует проектному. Отметка верха ее в средней части равна 17—18 м вместо проектной 23,5 м.

Работы по низовому каналу непосредственно не связаны с восстановительными работами и могут быть выполнены в любое время с учетом транспортных требований и производственных возможностей.

Исходя из этого, углубление канала отнесено на вторую очередь работ, крепление же берегового откоса и доведение дамбы до проектного профиля будут выполнены одновременно с восстановительными работами по шлюзу.

АРХИТЕКТУРА ДНЕПРОВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Главный архитектор Днепростроя Г. М. ОРЛОВ

Формы плотины, архитектурный образ здания машинного зала Днепрогэс глубоко запечатлелись в памяти советского человека. Наша популярная литература и специальные издания уделяли много места вопросам, связанным с Днепрогэс, и в промышленной архитектуре здание гидроэлектростанции сыграло большую роль.

Для того чтобы архитектурный образ восстанавливаемого сооружения напомнил прежнюю композицию, основная архитектурная идея сохраняется. Однако, проанализировав архитектуру разрушенного гидроузла и учитывая новые особенности восстанавливаемого сооружения, строители и архитекторы пришли к выводу о необходимости введения ряда изменений, коррективов, повышающих архитектурно-художественные качества и обогащающих архитектурное решение зданий.

Генеральный план. На левом берегу Днепра гидротехнический узел примыкает к новому району г. Запорожья; это—район многоэтажного строительства, его главная площадь примыкает непосредственно к шлюзу. Крупные здания—Дом культуры металлургов, гостиница и памятник Ленину—образуют эту парадную площадь, которая как бы связывает три основных узла района: инженерные сооружения, промышленный комбинат и город. Высотная композиция—памятник Ленину—должна быть значительна и хорошо видима как из города, где памятником завершается улица Ленина, так и с правого берега.

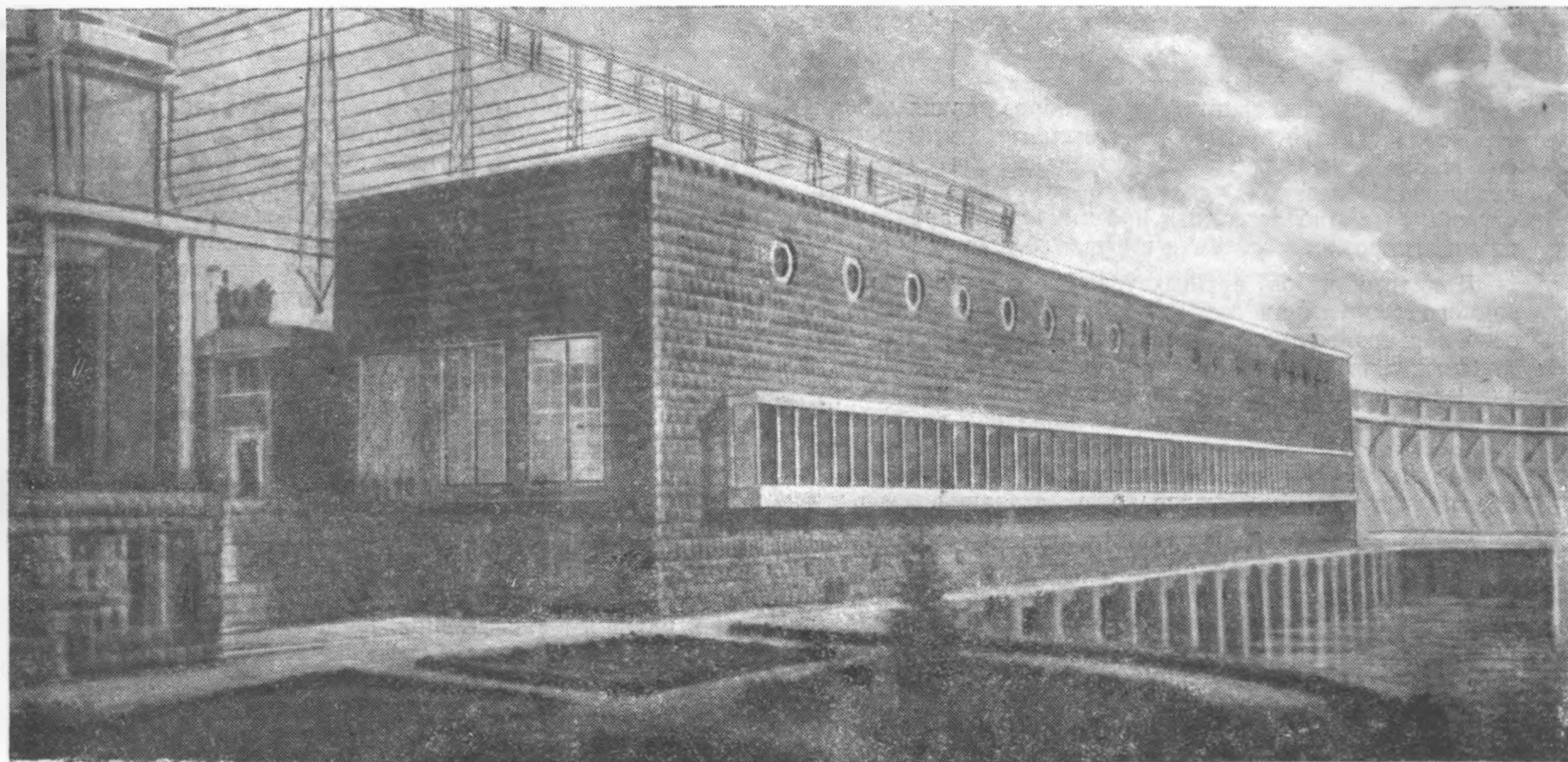
Правый берег застроен малоэтажными зданиями. Идея планировки этого района—город-сад. Благодаря

малой населенности этого района здесь удалось отвести под зеленые насаждения большие площади. Сообразно с этой застройкой площадь правого берега в районе гидротехнических сооружений намечается меньших размеров и другого архитектурного замысла. На эту площадь выходят: здание общественных организаций, управление Днепрогэс и здание клуба энергетиков. Завершается площадь большой скульптурой, изображающей Сталина — полководца. В отличие от городской площади левого берега здесь намечаются большое количество декоративной зелени и фонтаны, что позволит эту площадь использовать для отдыха и гуляний, а наличие свободной площадки перед скульптурой даст возможность проводить митинги.

Таким образом, через две указанные площади гидротехнический узел и его территории связываются с городскими районами.

Попутно следует указать, что в период строительства Днепрогэс площадь правого берега, а также бульвар, идущий вдоль Днепра, не получили архитектурного завершения. Проектом восстановления Днепрогэс предусматриваются и реконструкция районов, прилегающих к нему, что дает комплексное решение инженерных и гражданских сооружений. Тем самым днепровские гидротехнические сооружения, связывающие оба берега, создадут величественный образ сложного и вместе с тем чрезвычайно интересного ансамбля.

Большую роль в этом ансамбле сыграет площадь левого берега с памятником Ленину, которая является завершающим архитектурным узлом г. Запорожья и со-



Архитектурный проект восстановления Днепровской гидроэлектростанции. 7

здание которой город и промышленность Запорожья должны вести одновременно с восстановлением варварски разрушенного Ленинского района города (шестой капитальный поселок).

Здание главного щита управления (пульт). Этим зданием начинаются (с правого берега) основные сооружения. Силуэт и архитектура фасадов многоэтажного здания (частично разрушенного) будут изменены.

Существующие уступы устраняются путем надстройки этажа, благодаря чему будет получен торцевой фасад большей высоты, обращенный ко входу на территорию станции. Сооружаемый четырехколонный портик у торцевого фасада подчеркнет значение этого здания. Пространственно решенный, значительно более нарядный вход с колоннами будет увязываться с пространственными системами рядом расположенной электроподстанции, ее опорами и мачтами.

Изменены фасады с однообразно решенными горизонтальными окнами, которые заменяются отдельными окнами. Горизонтальное окно сохраняется лишь в помещении щита, как ответ горизонтальному эркеру здания машинного зала.

Наружную отделку здания пульта предположено сделать светлосерого цвета. Это будет штукатурка с мраморной крошкой, близкая по цвету к бетону глухой плотины и других сооружений, так как здание пульта является завершающим, а с правого берега начинающим цепь инженерных сооружений.

Глухая плотина в основном сохранилась. Поверхность бетона с нижнего бьефа, откуда хорошо видна плотина, будет насечена, что придаст бетону более ровный, однородный цвет.

Щитовое отделение. В верхней части щитового отделения, где располагаются механизмы, будут устроены окна для освещения и вентиляции этих помещений. Окна намечаются небольшими (назначение их—

контрольный свет), чтобы не нарушать бетонного массива щитового отделения. В конце щитового отделения на сопрягающем устое, в месте соединения плотины, моста через аванкамеру и самого щитового отделения, сооружается лестница, которая в отличие от прежнего решения принимает более парадный вид, подчеркивая значимость этого узла сооружений.

Плотина. Архитектура плотины, очертания ее бычков и слива сохраняются в прежнем виде. Верхнюю часть бычков выше проезжей части, т. е. видимую для пешехода, предположено насечь. Пересматривается ряд деталей, играющих в общем облике плотины немаловажную роль, например: светильники, кронштейны для трамвайных проводов, перила и пр. При восстановлении плотины предположено выполнить эти детали из художественного литья.

Шлюз. Сооружения шлюза (мост, корпус управления и др.) непосредственно примыкают к городской территории у площади с памятником Ленину.

Архитектуре сооружений шлюза, которыми открывается въезд на плотину, уделяется особое внимание, что и будет отражено в разрабатываемых проектах, тем более, что обслуживающие шлюз здания разрушены и они решаются заново.

Здание машинного зала. Наиболее важным объектом гидроузла является здание машинного зала. Именно это сооружение у всех в памяти, и архитектурное решение его потребовало особого внимания.

На фоне бетонных гидротехнических сооружений выдвинутое вперед здание машинного зала со стенами из туфа розовых оттенков и с деталями из светлого мраморовидного известняка должно более четко выделяться, а своими крупными членениями — вписываться в окружение инженерных сооружений и увязываться с крупными элементами и гладкими глухими поверхностями.

Отдельные элементы станции — эркер, карниз, большие проемы, подчеркнутые обрамлением из светлого

камня,—будут хорошо видны на шероховатой поверхности туфовой стены.

Горизонтальное окно по южному фасаду заменяется системой отдельных восьмигранных окон, которые с обрамлением из белого камня на глухой части туфовой стены будут восприниматься как орнаменты, зрительно не нарушая, как это было раньше, стены южного фасада.

Вводится карниз, который завершает стены здания и более четко определяет контуры его своим светлым камнем. Карниз намечен небольшого выноса, учитывая характер сооружения и архитектурное решение фасадов.

На торцевых фасадах изменяются пропорции и размеры оконных проемов.

Новую архитектурную характеристику получила в проекте восстановления отдельная пристройка с вести-

бюлем и служебными помещениями станции. Если фасады здания машинного зала все же имеют характер промышленного сооружения, то в этой пристройке фасады получили черты общественного здания, что определяется входом, обрамленным в виде портала из светлого камня, рисунком карниза и скульптурным завершением государственного герба. Стены выложены из туфа, отделка — из светлого мраморовидного известняка.

Предположено улучшить внутреннюю отделку машинного зала, вестибюля и служебных помещений, используя для этой цели высококачественные материалы. Зданию машинного зала и отдельным помещениям в проектах Днепрогэс уделяется большое внимание.

Новой темой при создании архитектуры Днепрогэс является Великая Отечественная война, замечательные героические подвиги Советской Армии.

ПРОПУСК СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ В ПЕРИОД ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Инженер И. Е. ПОДРУЦКИЙ

Зимой 1944 г. расход Днепра проходил через взорванные пролеты правобережной части плотины и сопрягающий устьй, а также сквозь гряды обломков щитовой стенки.

С марта начался предпаводочный подъем воды.

Точных сведений о паводке 1943 г. не имелось, однако по ряду данных этот паводок был весьма низким. Если посмотреть кривую ежегодных паводков, то можно убедиться в некоторой закономерности нарастания паводочных расходов из года в год и после некоторого пика — снижении их. Весьма низкий паводок 1943 г. заставлял полагать, что паводок 1944 г. будет также небольшим; действительно, он был всего около $4\ 600\ м^3/сек$, т. е. обеспеченностью около 70%.

Первой задачей, которую требовалось решить при начале восстановительных работ, было снижение горизонта верхнего бьефа, обеспечивающее условия для восстановления щитовой стенки и плотины. Снижение верхнего бьефа было решено произвести путем устройства в плотине донных отверстий.

Весной 1944 г. было пробито 10 отверстий, причем одно из них работает с совершенно незначительной пропускной способностью. Поэтому в гидравлических расчетах приняты 9 отверстий сечением $5 \times 5\ м$ с отметкой верхового порога $19\ м$. Следует отметить, что при увеличении количества донных отверстий влияние каждого, дополнительно пробиваемого отверстия на снижение горизонта уменьшается.

Иначе говоря, подсчетами установлено, что каждое дополнительно пробиваемое донное отверстие сверх 9

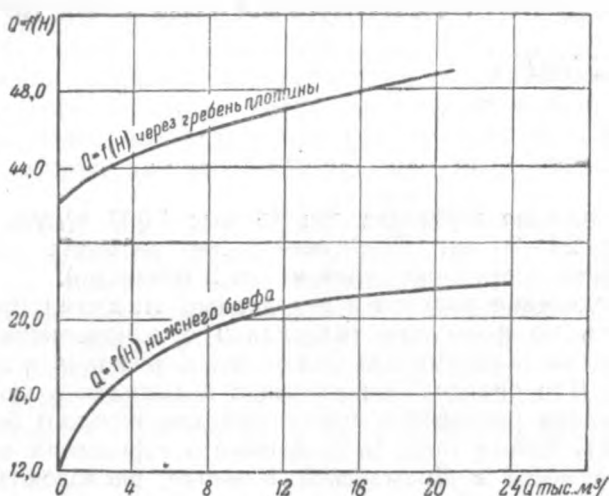
дает снижение горизонта при расходе $1\ 000\ м^3/сек$, всего на $20—30\ см$. При летних же расходах около $800\ м^3/сек$ достаточно будет иметь 9 отверстий.

Определение расхода через донные отверстия производилось по формулам гидравлики с одновременными проверками-замерами или фактических расходов и горизонтов. Для определения расходов принималась кривая зависимости расходов и горизонтов для нижнего бьефа (фиг. 1). Кроме того, были данные о горизонтах водомерного поста в Лоцманской Каменке, расположенной на $70\ км$ выше Днепрогэс, для которой имелась кривая зависимости расходов и горизонтов. Эти последние данные были особенно важны, так как прежняя кривая зависимости для нижнего бьефа Днепрогэс подверглась некоторым изменениям ввиду изменившегося режима нижнего бьефа за время эксплуатации гидроэлектростанции, а внесенные в нее коррективы также не были достаточно точны.

Проверка коэффициента расхода донных отверстий производилась в периоды с мало изменяющимися расходами, чтобы избежать влияния накопления или сработки водохранилища. По расчетам, произведенным бригадой МИСИ, коэффициент расхода равен $0,72$.

На основании произведенных замеров горизонтов и расчетов были построены кривые зависимости расходов и горизонтов для различных случаев пропуска расходов через сооружения. Кривые, построенные для малых расходов, были экстраполированы, пользуясь полученными коэффициентами расходов.

Разница в расходах в период паводка, определенных по кривым и по данным водомерного поста Лоцманской



Фиг. 1. Кривая зависимости расходов и горизонтов для нижнего бьефа.

Каменки, составляла около 5%. Учитывая неточности, вызываемые накоплениями и сработками водохранилища, такое расхождение было признано допустимым.

После паводка 1944 г. весь расход Днепра пошел через левобережные донные отверстия и горизонт снизился, что дало возможность приступить к восстановительным работам по всему фронту плотины и щитовой стенки гидроэлектростанции.

При разборке разрушенного бетона щитовой стенки выяснилось, что разрушения от взрыва распространились до более низких отметок, чем первоначально предполагалось. Поэтому явилась необходимость в дальнейшем снижении горизонта верхнего бьефа с помощью дополнительных донных отверстий.

Отметка низа донных отверстий была принята — 14,0 м, а сечение их 5×5 м в верхней части с некоторым сужением по высоте в сторону нижнего бьефа. Уменьшение высоты в низовой части до 4 м было при-

нято потому, что главной задачей этих дополнительных донных отверстий является снижение горизонта при меженных расходах, когда вследствие небольшого затопления верха отверстия оно все равно не будет работать на полное сечение в нижней части.

При расположении донных отверстий в плане (фиг. 2) учитывались глубины верхнего бьефа в том или ином пролете, а также обломки бетона, лежащие на дне.

Более детальными исследованиями состояния бетона щитовой стенки было установлено, что для возможности выемки разрушенного бетона до монолита необходимо снизить отметку верхнего бьефа до 22 м. На основании прогнозов и рассмотрения данных о расходах за многолетний период ожидаемые расходы во время работ по разборке были приняты 700—900 м³/сек.

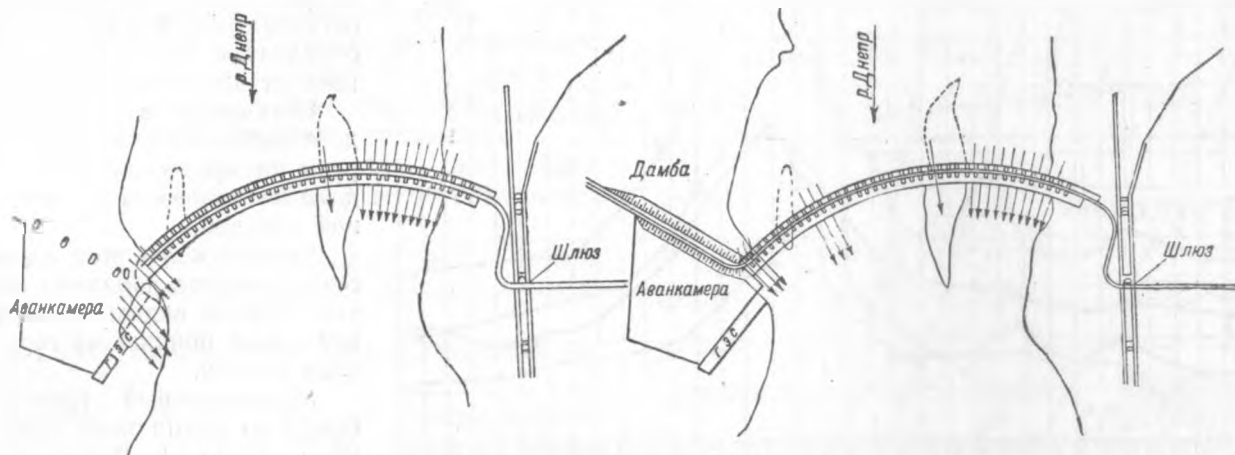
Воспользовавшись результатами определения пропускной способности левобережных донных отверстий и полученными коэффициентами расхода, были сделаны гидравлические расчеты для второй группы донных отверстий. Расчеты показали, что при расходе 800 м³/сек и при 9 левобережных донных отверстиях и 6 дополнительных отверстиях с пониженным порогом отметка в верхнем бьефе будет около 22 м. Дальнейшее увеличение количества донных отверстий дает сравнительно малый эффект (седьмое отверстие дало бы понижение всего около 20—25 см).

Из 6 донных отверстий 3 были пробиты до паводка 1945 г., а остальные — после паводка. Вся эта группа донных отверстий была расположена в правобережной части плотины.

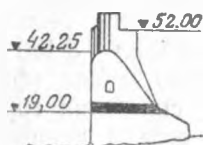
Как указано было выше, в период с весны 1944 г. до паводка 1945 г. расход Днепра проходил в 9 левобережных донных отверстиях (фиг. 2). Ко времени паводка 1945 г. щитовая стенка не была готова, поэтому особенно остро стал вопрос о пропуске паводка. Ввиду крайней нежелательности пропуска паводочного расхода через гидроэлектростанцию было решено соорудить в аванкамере защитную дамбу.

Пропуск паводка в 1944г.

Пропуск паводка в 1945г.



Разрез по плотине



Продажный разрез по плотине
вид с нижнего бьефа



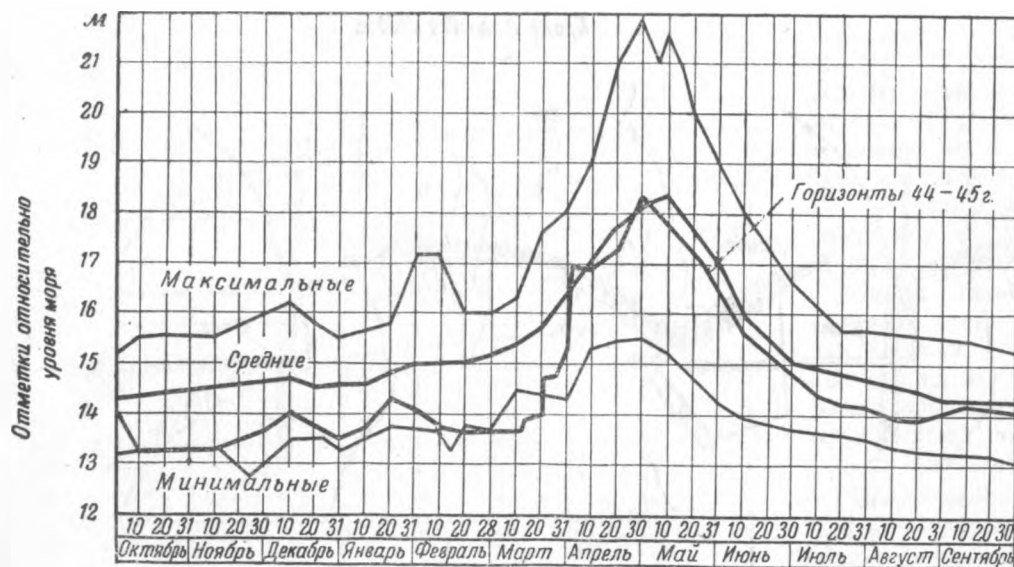
Фиг. 2. Пропуск паводка в 1944—1945 гг.

В феврале 1945 г. по данным гидрометеорологической службы паводок можно было ожидать меньше принятого в предварительных расчетах $7\,500\text{--}8\,500\text{ м}^3/\text{сек}$. Нарастание расходов с марта шло сравнительно интенсивнее, чем для среднего года, хотя зима была с малыми осадками. Это давало основание предполагать, что кривая горизонта паводочного периода будет иметь распластаный характер со сниженным пиком. Поэтому гребень дамбы был принят на отметке 43 м (без запаса), соответствующей расходу $8\,500\text{ м}^3/\text{сек}$. Одновременно

были предусмотрены меры для возможного наращивания дамбы.

Кроме того, были приняты предохранительные меры на случай прохода расхода через гидроэлектростанцию. Путем лабораторных исследований на модели были определены отметки горизонта воды в пределах щитовой стенки и машинного зала, в соответствии с которыми был установлен гребень защитной секционной перемычки, возведенной между второй и третьей турбинами.

В течение всего строительного периода регулярно



Фиг. 3. График колебания горизонтов нижнего бьефа в створе плотины.

получались по телеграфу данные о горизонтах с верхних постов, что давало возможность уже сравнительно точно определять горизонты у плотины на 5—6 дней вперед. Это обстоятельство оказалось особенно существенным.

Необходимо было до паводка во что бы то ни стало взвести сопрягающий устой, являющийся упором для дамбы (фиг. 2).

Так как вода прибывала, ускорили подъем кладки вверх, но ввиду ограниченной производственной мощности временного бетонного хозяйства пришлось уменьшить размеры блоков. Одно время положение было особенно острым, когда уровень бетона в блоке сопрягающего устоя был всего на 40 см выше горизонта воды. Однако, благодаря сведениям об отметках горизонтов верхних гидрометрических постов, показавшим

перерыв в подъеме горизонта, было установлено, что ранний резкий подъем бьефа должен на некоторое время остановиться, причем по кривым была определена отметка, на которой произойдет эта остановка.

Остановка в подъеме горизонта действительно произошла в начале апреля на предполагаемой отметке, что дало возможность уйти вверх с бетонной кладкой.

Кривые колебания горизонта в весенний период показаны на фиг. 3. На этой кривой видны остановка и даже временное понижение горизонта в начале апреля.

Максимальный уровень верхнего бьефа во время пика паводка 1945 г. имел место 1—3 мая при отметке 38,63 м.

Паводковый расход по кривой водомерного поста Лоцманской Каменки составлял 5450 м³/сек. По нашей кривой расход был 5350 м³/сек (фиг. 4).

После прохода паводка и снижения горизонта нижнего бьефа было пробито еще 3 донных отверстия в правобережной части плотины.

В течение всей осени 1945 г. расходы Днепра составляли 800—860 м³/сек, а горизонты в верхнем бьефе 21,90—22 м, что дало возможность в октябре произвести разборку разрушенного бетона щитовой стенки и закончить укладку нового бетона в ее основании по всему фронту. Таким образом, устройство дополнительных донных отверстий полностью себя оправдало.

При проектировании донных отверстий и способа их закрытия строительство пользовалось проработками, произведенными Гидроэнергопроектом и МИСИ.

Гидравлическая схема закрытия донных отверстий была рассмотрена в трех вариантах:

I вариант. а) Одновременное закрытие всех правобережных донных отверстий в январе 1946 г. с пропуском расхода через левобережные отверстия.

б) Закрытие левобережных отверстий, кроме двух, в начале марта 1946 г. Минимальный расход для снабжения водой Днепра ниже плотины (санитарный минимум) проходит через 2 левобережных отверстия.

в) После подъема горизонта в верхнем бьефе выше гребня плотины закрытие последних 2 левобережных отверстий.

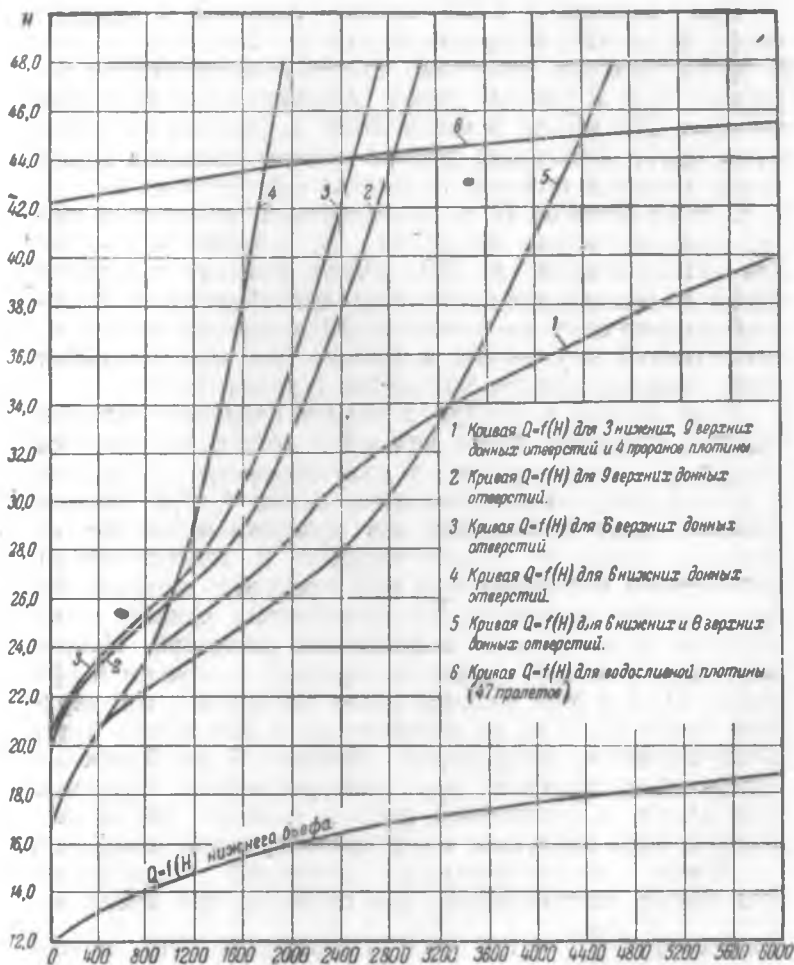
II вариант. Закрытие до паводка 1946 г. только правобережных отверстий и закрытие остальных после паводка.

III вариант. Закрытие всех донных отверстий после паводка 1946 г.

По I варианту закрытия донных отверстий определяющими условиями являются: 1) во все время закрытия в нижний бьеф должен пропускаться расход санитарного минимума порядка $200 \text{ м}^3/\text{сек}$; при установлении этого расхода было учтено, что самые низкие расходы Днепра составляли $175\text{—}180 \text{ м}^3/\text{сек}$; 2) из конструктивных соображений (использование части имеющихся щитов для закрытия правобережных отверстий) горизонт воды при всех закрытых правобережных донных отверстиях не должен превышать отметки 27 м ; 3) во время закрытия правобережных опрокидных щитов-хлопушек по конструктивным условиям горизонт в верхнем бьефе должен быть не более 24 м .

Из рассмотрения кривой (фиг. 3) видно, что для среднего года горизонт воды в нижнем бьефе в январе составляет около $14,5 \text{ м}$, что соответствует расходу около $1\,000 \text{ м}^3/\text{сек}$ (русло в нижнем бьефе льдом не покрыто).

По исчислению МИСИ обеспеченность среднемесячных расходов в январе следующая: 2% — $1\,440 \text{ м}^3/\text{сек}$; 10% — $1\,210 \text{ м}^3/\text{сек}$; 90% — $447 \text{ м}^3/\text{сек}$; 95% — $416 \text{ м}^3/\text{сек}$; 98% — $302 \text{ м}^3/\text{ек}$.



Фиг. 4. Кривые пропускной способности донных отверстий плотины.

При расходе в $1\,000\text{ м}^3/\text{сек}$ горизонт в верхнем бьефе будет $22,9\text{ м}$ (кривая 5 фиг. 4). Если закрыть все 6 правобережных отверстий, то при вышеуказанном горизонте $22,9\text{ м}$ расход через левобережные отверстия составит $300\text{ м}^3/\text{сек}$ (кривая 3), т. е. условия санминимума будут обеспечены даже в момент закрытия. После этого начнется подъем* горизонта до отметки $26,3\text{ м}$, т. е. ниже отметки 27 м , определяемой прочностью щитов правобережных отверстий. По кривым видно, что для санминимума в $200\text{ м}^3/\text{сек}$ горизонт в верхнем бьефе в момент закрытия всех правобережных отверстий должен быть не меньше $22,20\text{ м}$ (кривая 3) и соответствующий ему расход в Днестре при всех открытых отверстиях не меньше $800\text{ м}^3/\text{сек}$ (кривая 5).

Если расход в Днестре в момент закрытия правобережных отверстий будет ниже $800\text{ м}^3/\text{сек}$, то придется закрывать не сразу все 6 правобережных отверстий, а только часть из них, например, 3 или 4, т. е. столько, сколько будет требоваться для пропуска через все остальные отверстия (правобережные и левобережные) санитарного минимума при том горизонте, который будет в момент закрытия. По приведенным кривым легко определить количество закрываемых отверстий. Например, если в момент закрытия горизонт в нижнем бьефе будет $13,90\text{ м}$ (при расходе около $700\text{ м}^3/\text{сек}$), а в верхнем бьефе $21,70\text{ м}$, то санминимум в $200\text{ м}^3/\text{сек}$ будет распределяться следующим образом: 6 левобережных отверстий пропускают при вышеуказанном горизонте $100\text{ м}^3/\text{сек}$, а оставшийся расход, равный $100\text{ м}^3/\text{сек}$, должен быть пропущен через правобережные отверстия.

Шесть правобережных отверстий пропускают $520\text{ м}^3/\text{сек}$, следовательно, для пропуска $100\text{ м}^3/\text{сек}$ требуется $\frac{100 \cdot 6}{520} = 1,2$, т. е. 2 отверстия. Это можно

определить и графическим делением абсциссы на графике. Таким образом, при заданных условиях можно сразу будет закрыть 4 правобережных отверстия, после чего горизонт в верхнем бьефе начнет подниматься. По мере

подъема можно будет продолжать закрытие правобережных отверстий. Время поднятия горизонта при различных расходах может быть определено на кривой объема водохранилища.

Выше были приведены соображения о порядке закрытия донных отверстий при малых расходах, когда необходимо обеспечить пропуск санминимума в нижний бьеф.

Аналогичным образом могут быть произведены расчеты при больших расходах, для того чтобы удовлетворить второму из приведенных условий, т. е. чтобы горизонт в верхнем бьефе после закрытия правобережных отверстий был не выше 27 м.

Во время производства всех операций по закрытию особенно важным является своевременное получение с верховых водомерных постов прогнозов и сведений о горизонтах.

Все приведенные соображения показывают, что закрытие лимитируют следующие факторы:

1) Минимальный расход (санминимум), необходимый для водоснабжения нижнего бьефа, 200 м³/сек, при котором нельзя приступить к закрытию.

2) Правобережные пролеты закрываются щитами-хлопушками, состоящими из каркасов, закрываемых щитками Буле. Стеснение сечения всеми 6 каркасами эквивалентно примерно одному донному отверстию. Закрытие каркасов щитками Буле должно производиться при отметке в верхнем бьефе не выше 24 м, при которой щитки могут быть вставлены в направляющие каркасов (лимитирующим расходом для этой операции является расход 1 100 м³/сек).

3) После опускания правобережных щитов отметка в верхнем бьефе из условий прочности щитов должна быть не выше 27 м. Эта отметка не должна быть превзойдена во все время бетонировки правобережных донных отверстий. Она установится в верхнем бьефе при расходе через левобережные отверстия, равном 820 м³/сек.

4) При второй стадии, т. е. закрытии левобережных отверстий, самый низкий лимитирующий расход тот же, что и для первой стадии, — 200 м³/сек.

5) Два из шести левобережных отверстий (регулируемых) закрываются щитами, которые могут опускаться и подниматься при любых горизонтах (до 48 м).

Остальные 4 отверстия закрываются щитами, которые выдерживают статический напор до отметки 48 м, но по конструктивным условиям их опускание нежелательно производить при горизонтах выше отметки 34 м.

Поэтому при малых расходах опускание нерегулируемых щитов должно производиться постепенно, чтобы не занижить пропусков расходов в нижний бьеф ниже санминимума. Последовательность опускания в зависимости от расходов в реке может быть легко установлена по кривым. Что касается второго условия (о желательности опускания 4 щитов при отметке не выше 34 м), то при больших расходах необходимо производить за-

крытие возможно скорее и лучше всего одновременно.

Лимитирующим расходом для этой операции является расход в 1 500 м³/сек.

Как видно из приведенных цифр, диапазон, в период которого можно вести закрытия, довольно значителен. Это дает основание полагать, что закрытие при принятой схеме в гидравлическом отношении не создает особых затруднений.

По принятому варианту закрытие донных отверстий будет выполняться после пропуска паводка 1946 г.

При принятом способе ведения работ паводок 1946 г. пойдет через гребень плотины.

На основании приведенных выше соображений была разработана таким образом детальная программа закрытия донных отверстий, которое являлось завершением всей гидравлической схемы пропуска расходов в нижний бьеф в процессе производства восстановительных работ по ДнепрогЭС.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТАЦИИ ПЛОТИНЫ ДНЕПРОГЭС

Канд. техн. наук. А. Н. АДАМОВИЧ

Широким применением цементации при восстановлении сооружений Днепрогэс достигаются воссоздание их монолитности и водонепроницаемости, а также нормальные статические условия работы сооружения, равномерная передача напряжений по всему профилю и предотвращение фильтрации, могущей создать опасное гидростатическое давление в трещинах и швах бетонной кладки.

Применение цементации при таких сложных формах разрушений и большом объеме поврежденной кладки, как это имеет место на Днепрострое, является беспрецедентным.

Из опыта цементационных работ, выполненных за границей и в СССР, известно, что этим способом может быть достигнуто хорошее заполнение трещин и швов цементационным раствором и обеспечена достаточно надежная связь затвердевшего раствора с бетоном. При этом прочность и плотность получаемого цементного камня гарантируют его водонепроницаемость и долговечность.

Однако, также известно, что при нагнетании цементного раствора не все трещины поддаются цементации. С другой стороны, поскольку для цементации применяются весьма жидкие растворы (водоцементное отношение обычно более 1,0), то в крупных трещинах цементный камень претерпевает усадочные деформации, вследствие которых могут возникать волосные усадочные трещины в самом цементном камне или по его контакту с бетоном.

Принимая во внимание невозможность цементации тонкой трещиноватости в бетоне, проектом предусмотре-

но устройство на напорной грани плотины гидроизоляционного экрана для наиболее трещиноватых пролетов.

Для цементации применяется цемент, удовлетворяющий двум основным требованиям: повышенной тонкости помола и повышенной прочности. Иначе говоря, это должен быть цемент одной из высоких марок, который не расслаивается при движении по скважине и трещине. Поэтому он должен состоять из однородного материала, обладающего одним и тем же удельным весом, что предотвращает быструю седиментацию. Этим требованиям отвечает портландский цемент, не содержащий в своем составе добавок (пуццолановых или иных с резко отличающимся от клинкера удельным весом).

По данным профессора В. А. Кинда высокосортный портланд-цемент имеет тонкость помола, характеризующую следующим средним гранулометрическим составом:

Фракции, мм	Весовое содержание, %
Более 0,06	10,1
0,05—0,06	12,7
0,04—0,05	17,2
0,03—0,04	22,1
0,02—0,03	2,1
0,01—0,02	17,9
Менее 0,01	18,2

По химической стойкости применение портланд-цемента в данном случае возможно, так как днепровская вода по своему составу не агрессивна. Ее временная жесткость (по данным анализов ВОДГЕО, произведенных в 1945 г.) составляет 8,2° нем.

Для цементации сооружений Днепростроя временными техническими условиями предусмотрено применение портландского цемента марки 400 (не ниже).

На строительстве плотины Боулдер в США проводились работы большого масштаба по цементации основания и швов бетонной кладки плотины. Для этих работ применялся портланд-цемент, специально помолотый до высокой степени тонкости (через сито 6 200 *отв/см²*, проходка 98% помола).

К числу особенностей цементации плотины Днепростроя следует отнести необходимость очень тщательной промывки трещин перед цементацией, так как для зоны сооружения, которая претерпела двухкратное воздействие паводковых вод, характерно наличие в трещинах тонкой илистой пленки.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТА ЦЕМЕНТАЦИИ

Для выполнения задач и технических требований, предъявляемых к цементации, проектом было предусмотрено бурение такой системы скважин, которая обеспечивала бы возможность нагнетания цементного раствора в трещины и строительные швы, нуждающиеся в цементации.

Решение вопроса о применении цементации в той или иной части сооружения и о выборе рациональной системы скважин зависит от результатов предварительного обследования состояния поврежденных частей сооружения. Такого рода обследования были первоначально предприняты экспедицией Мосгидэп в 1944 г. Но так как они проводились на основе глазомерных зарисовок и представляли собой большей частью эскизы, то не обладали точностью и детальностью, необходимыми для целей проектирования восстановительных мероприятий, кроме того, они не охватывали всех пролетов плотины.

В связи с этим в 1945 г. Днепрогидэпом были произведены более детальные обследования, которые вы-

полнены на основе замеров и съемок трещин и швов и сопровождались в нужных случаях опытными наливами воды в трещины, бурением исследовательских скважин и опробованием их нагнетаниями.

К концу 1945 г. эти обследования закончились и полученные данные использовались для проектирования восстановительных мероприятий и для уточнения проекта цементации плотины.

Основными положениями по восстановлению и реконструкции Днепргэс предусмотрен следующий проект цементации плотины.

Наружная зона плотины в поврежденных частях цементируется посредством перфораторных скважин, пересекающих под углом поверхность раскрывающихся швов или трещин на расстоянии не менее 0,6—0,7 м от наружных граней плотины. На каждый строительный шов полупролета предусматривалось ориентировочно бурение пяти перфораторных скважин на напорной грани и оголовке и по три скважины на сливной грани. Частота назначения этих скважин и их взаимное расположение должны зависеть от конфигурации и величины трещин или раскрывшихся швов и стрепени поглощения цементного раствора.

Бурение и цементация перфораторных скважин с напорной грани производятся до самого низкого горизонта воды в верхнем бьефе в период восстановления, т. е. около отметки 22 м.

Ввиду этого для возможности цементации более низких зон бетонной кладки и сопряжения ее со скалой основания, а также в целях контроля цементации напорной грани, произведенной из перфораторных скважин, проектом предусматриваются бурение с гребнем водослива (фиг. 1) и цементация вертикальных колонковых скважин. Количество скважин (намечено 6 на каждый пролет) уточняется в процессе производства работ. Однако, в каждом из поврежденных пролетов должна быть хотя бы одна скважина, доведенная до основания плотины.

тины, для проверки контакта бетона со скалой.

В низовой части водослива предусматриваются бурение и цементация второго ряда вертикальных колонковых скважин, задаваемых несколько ниже гребня плотины.

Цементация полного профиля плотины необходима: 1) для восстановления нормальных статических условий работы сооружения; 2) для восстановления сопротивления сдвигу всей поверхности рабочих швов; 3) для уменьшения, в случае фильтрации, возможной площади противодавления, что улучшит условия устойчивости сооружения.

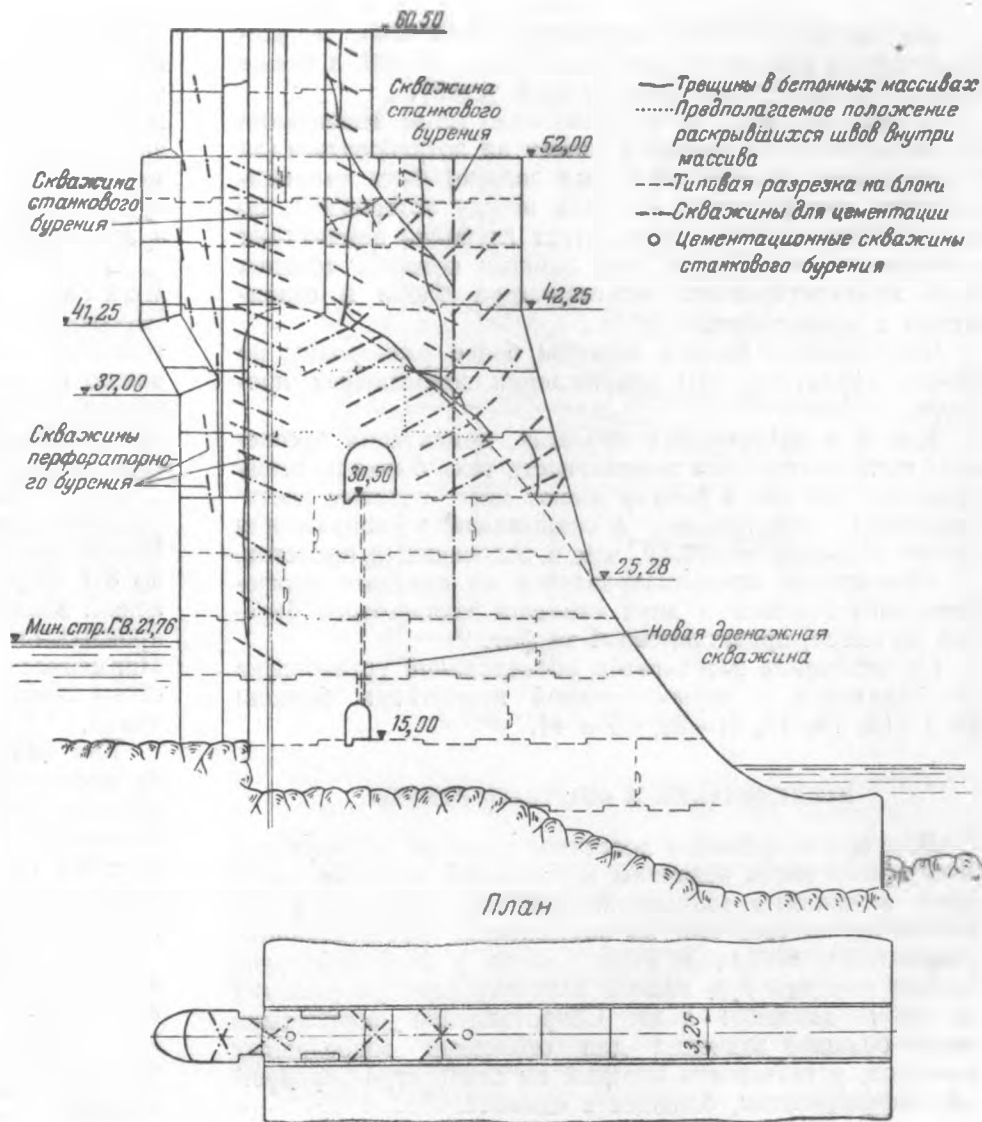
Установлено, что цементация в первую очередь должна быть произведена в ряде водосливных пролетов, имеющих следующие дефекты:

трещины до 100 мм, раскрытие строительных швов до 20 мм и сдвиги по швам до 40 мм (12 пролетов, № 4—10 и 22—26);

трещины до 2 мм, раскрытие строительных швов до 3 мм, но без сдвига по швам (4 пролета, № 11, 20, 21 и 39);

раскрытие строительных швов до 2 мм, но без видимых трещин и без сдвигов по швам (5 пролетов, № 19, 29, 32, 41 и 42);

верхняя часть уничтожена, причем нижележащий бетон и сопряжение с основанием нуждаются в проверке (6 пролетов, № 12—18);



Фиг. 2. Схема цементации бычков.

нижняя часть бетона нарушена трещинами и раскрывшимися швами (4 пролета, № 1, 2, 3 и 28, а также пролет грязеспуска и сопрягающий устой).

В этих пролетах и сопрягающем устье цементация из перфораторных скважин может не потребоваться (за исключением пролета № 1, где должна быть зацементирована вертикальная трещина между потернами), но зато особое значение приобретает глубокая цементация из колонковых скважин, при помощи которых должны быть зацементированы нижележащие блоки и сопряжение с основанием.

Повреждения бычков плотины более разнородны по своему характеру, чем повреждения водосливных пролетов.

Как и в водосливных пролетах, цементация преследует цель воссоздания монолитности тела бычка по всему профилю, так как в бычках имеют место главные растягивающие напряжения, а скальвающие напряжения имеют большую величину, чем в водосливных пролетах.

Цементация предусматривается из скважин перфораторного бурения и двух скважин колонкового бурения по схеме, представленной на фиг. 2.

На основании результатов обследований установлена необходимость в первоочередной цементации бычков: № 3—10, 15, 17, 21—28, 35 и 41.

ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПЫТНЫЕ РАБОТЫ

Для проектирования восстановительных мероприятий необходимо знать величины напряжений, которые могут быть восприняты зацементированными элементами при работе их на срез или на растяжение. Растягивающие напряжения, например, имеют место у напорной грани бычков плотины при полной величине подпора (отметка 53 м) и давлении льда. Сопrotивление скальванию имеет большое значение для оголовков водосливных пролетов, устойчивость которых на сдвиг характеризуется коэффициентом, близким к единице.

В связи с этим было решено провести серию специальных обследований для изучения прочности зацементированных трещин и швов в бетоне на скалывание и растяжение. Эти исследования состояли из лабораторных опытов, проводимых по специально разработанной методике, и из опытов в производственных условиях, при которых должны были быть проверены надежность и эффективность цементации в натуре.

Опыты для определения прочности цементационного шва на срез, выполняемые во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники, имели целью определить сопротивление скалыванию в зависимости от величины водоцементного отношения цементационного раствора, его возраста, условий выдерживания (во влажной или сухой среде) и характера поверхности бетонного шва.

Первая часть этих экспериментов институтом уже выполнена¹, результаты испытаний представлены на фиг. 3. Водоцементные отношения колебались в пределах от 0,8 до 3,0. Образцы выдерживались при трех условиях хранения: влажном, воздушно-влажном и сухом. Испытания производились в 28-дневном и 3-месячном возрастах. Применялся шлако-портланд-цемент Днепродзержинского завода, употреблявшийся в тот период для цементации.

Как видно, условия выдерживания сильно влияют на прочность цементационного шва, например, при воздушно-влажном хранении образцов получились самые низкие прочности, которые для водоцементного отношения, равного 3,0, составили $1,1 \text{ кг/см}^2$ в 28-дневном возрасте, в то время как при водяном хранении прочность оказалась равной $3,0 \text{ кг/см}^2$.

Вторая часть этих экспериментов продолжается в Ленинградском политехническом институте, причем в отличие от первой части, опыты производятся на образцах значительно больших размеров. Заливка раствора

¹ Отчет ВНИИГ „Выявление степени прочности на срез цементационного шва“, Л., 1945 г.

в шов выполняется под давлением и поверхность контакта бетона обрабатывается различными способами.

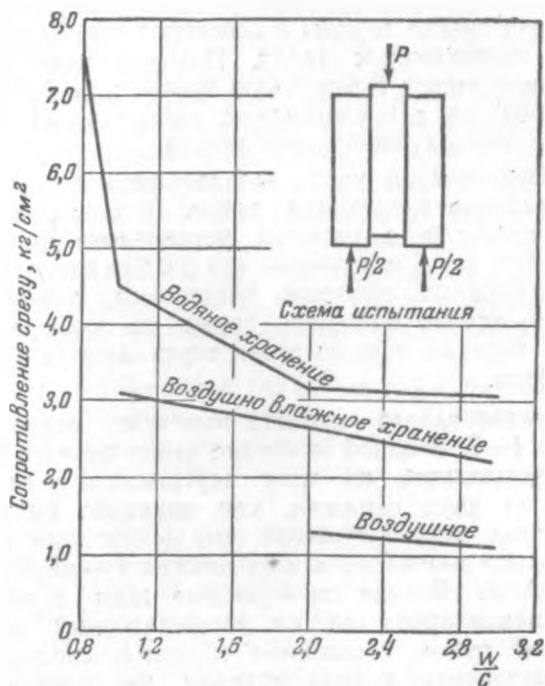
Опыты для определения прочности цементационного шва на разрыв выполняются Центральным научно-исследовательским институтом сооружений. Поставлена задача воспроизвести в испытываемых образцах строительный шов, затем разорвать по нему образец, после чего, придавая шву ту или иную степень раскрытия, зацементировать его под определенным давлением. Приготовленные таким образом образцы выдерживаются в различных условиях до соответствующего возраста и затем испытываются на разрыв.

Для испытания такого рода бетонных образцов на разрыв оказалось необходимым изготовить и смонтировать специальный рычажный прибор с оригинальными захватами для центрировки передачи растягивающего усилия на образец.

В результате этих опытов должны быть установлены зависимости сопротивления цементационного шва растяжению от величины водоцементного отношения, возраста, давления нагнетания, условий выдерживания и ширины шва.

Опыты для изучения физико-механических свойств цементационных растворов. В связи с тем, что качество цементации даже при хорошем заполнении трещин и надежной связи с бетоном зависит от степени плотности, прочности и долговечности самого цементного камня, получаемого при твердении цементационного раствора, было признано необходимым провести соответствующие лабораторные испытания физико-механических свойств цементационных растворов, условий их твердения и характеристик плотности, прочности и усадки цементного камня.

В целях выявления влияния вида цемента все указанные опыты производятся на двух различных цементах: портланд-цементе и шлако-портланд-цементе. Кроме того, испытывается катализирующее влияние на цементацион-



Фиг. 3. Результаты испытания образцов.

ные растворы хлористого кальция, который добавляется к раствору в различной дозировке от веса цемента.

Ввиду новизны вопроса и отсутствия установленной методики по испытанию физико-механических свойств растворов с водоцементными отношениями более единицы, оказалось необходимым предварительно разработать методику, обеспечивающую получение достаточно ясных и обоснованных результатов испытаний.

Описанные исследования физико-механических свойств выполняются во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники.

Следует отметить, что данных по рассматриваемым

вопросам в технической литературе либо вовсе не имеется, либо они крайне скудны и освещают лишь отдельные решения поставленных задач. Поэтому предпринятые исследования имеют техническую ценность не только для Днепростроя, но и представляют значительный интерес также и с общенаучной точки зрения.

Производственная часть исследований предусматривает проведение следующих работ. В одном из водосливных пролетов, в котором установлено раскрытие строительных швов и оголовков его разбит характерными для поврежденных пролетов трещинами, производятся (после цементации напорной грани из перфораторных скважин) бурение и цементация вертикальных колонковых скважин.

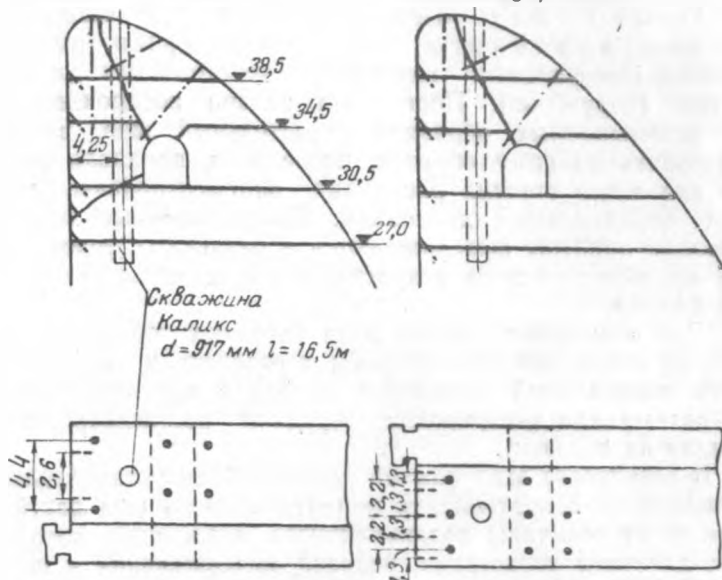
В качестве такого пролета намечено использовать пролет № 4—5. В одной половине этого пролета цементация производится из трех вертикальных скважин, в другой из двух скважин, как показано на фиг. 4. Глубина этих скважин такова, что цементации подвергаются только два верхних шва оголовка — на отметках 38,5 и 34,5 м. Нижние строительные швы и трещины должны цементироваться из перфораторных скважин с напорной грани. Наклонная трещина, соединяющая гребень водослива и свод потерны, цементируется из двух перфораторных скважин, задаваемых с верхней части водослива.

При выполнении цементации должны быть поставлены наблюдения за возможным появлением деформаций или сдвигов, которые могут возникнуть в случае превышения допускаемых величин давлений нагнетания. Этот контроль необходим не только при выполнении опытных работ, но и при производственной цементации. Для этой цели проф. Ю. А. Нилендером был разработан специальный прибор, который изготовлен и подвергается опробованию на плутине.

После того, как цементный камень окрепнет, зацементированный таким образом водосливной пролет ис-

Правый полупролет

Левый полупролет



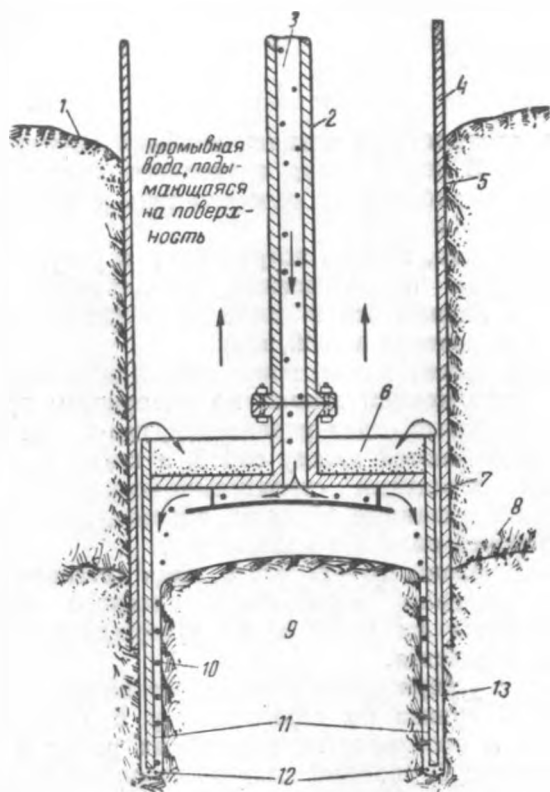
--- Трещины и раскрывшиеся строительные швы

— Цементационные скважины

Фиг. 4. Схема цементации пролета.

следует путем бурения в каждой половине пролета по одной контрольной скважине большого диаметра. Скважина бурится станком Каликс, позволяющим бурить скважину диаметром 917 мм. Схема и принцип работы станка показаны на фиг. 5.

Проходка такой контрольной скважины ценна тем, что позволяет получить не только большого размера керн для исследования, но и произвести детальный осмотр стенок самой скважины с соответствующей документацией результатов проходки.



Фиг. 5. Схема бурения станком Каликс.

1—маносы; 2—буровая штанга; 3—промывная вода и дробь; 4—обсадная труба; 5—лист $\frac{1}{4}$ дюйма; 6—осаждение дробового шлама; 7—лист $\frac{3}{4}$ дюйма; 8—скала; 9—кери; 10—дробь; 11—стальная коронка; 12—истраивающаяся дробь; 13—дробовой шлам, уносимый промывной водой.

В данном случае контрольная скважина, пройденная станком Каликс на глубину 16,5 м, пересечет две крупные трещины и четыре строительных шва.

Освидетельствование качества цементации этих трещин и швов позволит дать сравнительную оценку цементации напорной грани плотины, произведенной в районе двух верхних швов комбинированно с помощью вертикальных скважин с гребня и перфораторных скважин с напорной грани — и в районе нижних швов, зацементированных только из перфораторных скважин с напорной грани. Кроме того, будет вскрыта и наклонная трещина, зацементированная из скважины со сливной грани.

Вторая контрольная скважина, пробуренная станком Каликс в соседнем полупролете, позволит выяснить качество цементации, произведенной по той же схеме, но при двух вертикальных скважинах в отличие от трех в первом случае.

Наконец, освидетельствование кернов, а также стенок самой скважины должно показать действительную картину заполнения трещин и швов при различных давлениях цементации и примененных консистенциях раствора. Если удастся извлечь сохранные керны, заключающие в себе зацементированные трещины или швы, будут произведены лабораторные испытания для определения прочности связи между цементным камнем и бетоном. Кроме того, из самих трещин будут отобраны образцы цементного камня для определения его прочности, пористости и стойкости против выщелачивания.

После выполненных исследований ствол скважины, пробуренный станком Каликс, будет заполнен бетоном того же состава, который укладывается и в плотину. При этом представляется возможность использовать и пробуренные скважины для усиления поврежденного оголовка плотины путем соответствующего армирования бетона этих скважин.

МЕСЯЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ЕЖЕДНЕВНАЯ ОПЕРАТИВНАЯ ОТЧЕТНОСТЬ

Начальник Планового отдела Днепростроя В. В. ШИПИЛИН

Перед Плановым отделом управления была поставлена задача осуществить ежемесячное планирование производства работ и ежедневную оперативную отчетность по выполнению плана. Большое количество структурных производственных звеньев строительства, подчиненных непосредственно управлению, а также многообразие восстановительных работ сильно усложняли поставленную задачу. Однако, уже в мае 1944 г. месячное планирование и ежедневная оперативная отчетность были введены.

Ежемесячно, каждое 15 число, Плановый отдел управления, руководствуясь проектными данными, графиком производства работ и квартальным титульным списком, составляет контрольные цифры по плану производства работ в будущем месяце. Контрольные цифры, выраженные в деньгах и в натуральных объемах по основным ведущим объектам и видам работ, составляются отдельно по каждому производственному звену и отдельно по строительно-монтажным работам и по неосновному производству.

Каждое подразделение, точно придерживаясь полученных контрольных цифр, составляет свой проект плана производства работ на будущий месяц. План этот составляется на основании общестроительного графика производства работ, дополнительных указаний главного инженера и Производственно-технического отдела, потребностей, определяемых ходом производства работ и заказов других подразделений строительства.

План составляется детально по каждому объекту, каждому виду работ или конструктивному элементу, с указанием количества подлежащих выполнению работ

в натуре, стоимости за единицу и общей стоимости данной работы. В конце плана приводятся средняя цифра ценностной выработки на человеко-день и потребное количество рабочей силы.

Одновременно, выявив потребность в услугах и продукции других подразделений, составляются заказы смежникам. Заказы эти 9 числа рассылаются исполнителям для включения в свой план.

23 числа проект плана, пополненный заказами смежников с приложением заявки на материалы, представляется в Плановый отдел управления, где планы подразделений увязываются между собой, а также с запланированными объектами строительно-монтажных работ: уточняются показанные объекты, объемы, цены, потребности в рабочей силе и в материалах.

В конце месяца, 26—27 числа, план детально обсуждается на плановом совещании у главного инженера, согласовывается им и 28 числа утверждается начальником строительства.

Комплекс утвержденного месячного плана содержит: 1) плановый приказ по строительству с директивными указаниями о производстве важнейших работ и сроках их выполнения; 2) сводный план по строительно-монтажным работам в денежном выражении с приложением детальных планов 12 подразделений строительства; 3) сводный план по неосновному производству с приложением детальных планов 14 подразделений; 4) план-график выпуска проектных материалов; 5) ведомость с ценностной выработкой на человеко-день и с расчетом рабочей силы по каждому подразделению; 6) лимит по фонду заработной платы рабочих; 7) лимит по фонду

заработной платы административно-хозяйственного персонала; 8) лимит по расходу лесоматериалов; 9) лимит по расходу топлива (дров); 10) заявку на материалы.

Утвержденный план 28—29 числа спускается всем подразделениям, которые распределяют предусмотренные для них работы между своими участками, составляют и утверждают посуточный календарный график по объектам, видам работ и конструктивным элементам. В соответствии с графиком распределяются по участкам рабочая сила, механизмы, транспортные средства и материалы. 30 числа на производственных совещаниях каждого подразделения утвержденный график и план работ доводятся до сведения прорабов, мастеров и бригадиров.

После утверждения месячного плана Плановый отдел составляет номенклатуру видов работ, конструктивных элементов, наименований продукции или услуг, по которым нужно вести ежедневный оперативный учет. По каждой статье номенклатуры дается плановое задание со своим измерителем (кубометр, тонна, погонный или квадратный метр, штука или тысяча рублей). Номенклатура составляется для каждого подразделения, а также отдельно по строительно-монтажным работам и по неосновному производству. Обычно предусмотренные в номенклатуре работы, при оценке их в денежном выражении, охватывают 80—85% запланированных работ и, следовательно, отражают почти все производственные процессы строительства. Сведенная в целом по строительству, эта номенклатура составляет от 20 до 30 наименований работ по строительно-монтажным работам и от 60 до 70 наименований работ, продукции или услуг по неосновному производству.

Тридцатого числа установленная номенклатура работ оперативного учета сообщается для руководства и исполнения производственным подразделениям, которые в свою очередь доводят ее до сведения прорабов, мастеров и бригадиров.

Начиная со 2 числа каждого месяца, все производ-

ственные подразделения, непосредственно подчиненные управлению, ежедневно сообщают в Плановый отдел по установленной номенклатуре показатели выполненных за предыдущие сутки работ.

Сведения в Плановый отдел поступают по телефону от 8 до 9 час. утра и параллельно подтверждаются письменными сводками, которые поступают к 10 час. Обработка полученных сведений и внесение их в отпечатанные формы, с отражением ведущих работ в 2—3 диаграммах, продолжается в Плановом отделе 1,5—2 часа, с общей затратой времени 9—10 человеко-часов.

В законченной оперативной сводке по всей номенклатуре работ приводятся показатели: план месяца, план на сутки, выполнение за сутки, нарастающее выполнение с начала месяца, процент выполнения плана. Все эти показатели даются в целом по строительству и по каждому подразделению в отдельности. На последних страницах сводок приводятся итоговые количества отработанных человеко-дней и полная стоимость (в тысячах рублей) выполненных работ.

В 11 часов утра оперативная сводка объемом 7—8 страниц по строительно-монтажным работам и 12—15 страниц по неосновному производству представляется начальнику строительства и отдельно главному инженеру.

Процесс собирания и оформления данных на участках для оперативной сводки протекает следующим образом.

Ежедневно по окончании дневной смены руководитель каждого производственного низового звена—бригадир, мастер, прораб—подводит итоги за минувшие сутки. Итоги подводятся по данным табеля о рабочей силе и по журналу выполненных работ.

Выполненные работы учитываются отдельно по каждому объекту или виду работ в натуральных показателях и соответственно в затраченных человеко-днях. По работам, которые не подлежат учету в натуре, показывается только расход рабочей силы в человеко-днях.

Итоги эти, внесенные в соответствующие сводки, не позже 7 час. утра следующего дня (рабочий день на производстве начинается в 7 час.) доставляются в плановое бюро своего подразделения, непосредственно подчиненного управлению строительства. Плановое бюро проверяет полученные сводки, сверяет их с планом, суммирует показатели по однородным работам, классифицирует их в соответствии с номенклатурой оперативного учета, сопоставляет выполненные объемы с затраченной рабочей силой, определяет итоговую стоимость выполненных работ и количество затраченной рабочей силы, выводит ценностную выработку. Результаты отчетного дня добавляются к итогам за предыдущее время. Все полученные данные вносятся в установленную форму, которая и передается от 8 до 9 час. утра в Плановый отдел управления.

Наличие ежедневной оперативной сводки к 11 час. утра за предыдущий день дает возможность начальнику строительства и главному инженеру следить за выполнением плана по строительству в целом, а также по отдельным звеньям и видам работ, что значительно облегчает оперативное руководство.

Было опасение, что сложность и кажущаяся громоздкость оперативной отчетности потребуют увеличения персонала плановиков и потому ведение такой отчетности нецелесообразно. Однако, годовая практика показала,

что с введением оперативной отчетности штат плановиков и счетных работников не увеличился и мероприятие проводится за счет уплотнения рабочего дня работников этой категории и руководителей производственных звеньев.

Правда, первое время оперативная отчетность осуществлялась на участках с большими затруднениями. Однако, постепенно аппарат приучился к порядку, приобрел навыки, а главное—осознал пользу такой отчетности для себя, и уже на третий месяц оперативная отчетность была налажена. Польза от ведения оперативной отчетности для руководителей производственных звеньев заключалась в том, что, приучая весь аппарат к порядку и плановости, она не только заставляла руководителя подводить итоги и заполнять формы, но и знать, что и как он сделал, анализировать свою работу и немедленно устранять неполадки. Характерно, что когда через полгода управление решило сократить номенклатуру работ, подлежащих оперативному учету, некоторые подразделения запротестовали.

Применение нашей системы ежемесячного планирования и ежедневного оперативного учета на других строительных объектах возможно при условии внесения ряда коррективов, вытекающих из структуры и масштаба каждого строительства в отдельности.

ТРУД НА ДНЕПРОСТРОЕ

А. М. ЛЕЙТЕС

Восстановление Днепрогэс началось, когда война переходила в свою завершающую стадию. Отсутствие квалифицированных кадров и общий недостаток рабочей силы поставили перед Управлением строительства задачу в короткий период обеспечить работы необходимым количеством рабочих и обучить их массовым профессиям.

Обучение велось без отрыва от производства. В 1944 г. было обучено массовым профессиям более 1 500 рабочих. Для обеспечения восстановительных работ нормами выработки Отделом труда и зарплаты выпущено более 5 000 норм.

Все эти мероприятия дали возможность вести более или менее правильный учет и развернуть социалистическое соревнование за повышение производительности труда.

Производительность труда (%) сдельщиков за 1945 г. по основным профессиям характеризуется таблицей.

Основной формой оплаты труда на строительстве является бригадная и звеньевая сдельщина в зависимости от организации и фронта работ. На бетонных, опалубочных работах, а также на ряде работ по изготовлению металлических конструкций в целях достижения максимально возможной производительности труда Управлением строительства введена прогрессивно-сдельная оплата труда. В отдельных случаях, где по условиям работ невозможно было ее применить, введена повременно-премиальная оплата в зависимости от выполнения графика-плана (бетонно-дробильные заводы, крановое хозяйство, транспортирование бетона железнодорожным транспортом, кислородный цех и др.).

На решающих участках строительства вводится специальная поощрительная система, способствующая достижению высокой производительности труда. Например, при разборке взорванного бетона многими рабочими была достигнута производительность труда от 200 до 500%.

В целях более правильного применения норм выработки и расценок, а также проведения анализа использования рабочего времени Отделом труда и зарплаты проводились систематические проверки правильности применения норм, а также фотографии загруженности рабочего дня. Всего проведено более 150 фотографий, которые дали возможность устранить недостатки в организации труда.

В целях получения наилучших показателей производительности труда на строительстве организовано межучастковое социалистическое соревнование.

Итоги межучасткового социалистического соревнования подводятся ежемесячно между 4 и 6 числом специальной комиссией, которая и присуждает премии.

За 1945 г. для премирования наиболее отличившихся работников было израсходовано 547,0 тыс. руб.

Кроме межучасткового соревнования на строительстве широко развито соревнование комсомольско-молодежных бригад. В соревновании участвует 80 бригад.

Для поощрения победителей учреждены 6 денежных премий — одна первая, две вторых и три третьих, присуждаемых ежемесячно решением комитета ЛКСМУ и начальником строительства.

В результате всех указанных мероприятий по поднятию производительности труда количество рабочих, пере-

Наименование профессий	Месяцы											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Всего по строительству	112	107	113	122	111	115	114	111	118	128	122	113
В том числе:												
Бетонщики	111	102	127	120	102	110	109	116	117	123	127	107
Грузчики	111	104	100	118	107	124	110	112	116	121	120	102
Путевые рабочие . . .	127	132	137	130	116	108	99	132	134	139	134	141
Плотники	107	102	106	119	111	107	111	111	114	110	112	114
Столяры	101	111	111	127	93	96	109	103	124	133	108	108
Бурильщики	99	97	108	106	114	117	112	100	125	113	108	121
Арматурщики	106	105	116	110	107	107	119	126	117	116	111	102
Электросварщики . . .	114	148	159	144	128	133	137	144	142	154	142	147
Слесари	139	141	130	146	126	134	134	127	150	143	157	133
Штукатуры	112	128	110	135	108	101	111	123	109	119	106	84
Печники	121	97	115	117	119	125	124	135	123	131	127	119
Электромонтеры	141	135	136	139	133	130	146	150	149	136	140	124
Кровельщики	145	128	120	157	184	160	149	137	109	154	131	107
Автогенщики	123	142	163	183	130	117	109	131	102	142	140	150
Токари	131	121	134	120	140	146	121	157	194	168	146	152
Кузнецы	130	128	118	130	114	110	107	112	141	144	136	117
Котельщики	105	108	115	131	138	149	146	133	149	161	115	103
Каменщики	103	194	106	112	112	137	101	96	104	106	102	105

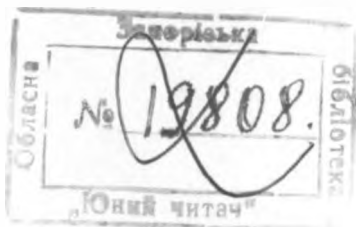
выполняющих средние нормы выработки, по строительству достигло в январе 1945 г. 40% и в ноябре 43%.

Кроме постоянных рабочих на Днепрострое в порядке оказания социалистической помощи работали колхозники и трудящиеся Запорожской области.

С ноября 1944 г. по март 1946 г. колхозниками Запорожской области отработано 170 000 человеко-дней.

Колхозники за время своей работы на Днепрострое отсыпали 68 000 м³ камня и разрушенного бетона в тело защитной дамбы, разобрали 5 200 т металлоконструкций, 35 000 м³ железобетона, завалов и камня.

Для районов, победивших в социалистическом соревновании за лучшую помощь Днепрострою, Управлением строительства учреждены три Красных Знамени. Кроме



того, на каждом участке работы колхозников введены переходящие Красные Знамена, вручаемые ежедневно лучшей бригаде.

За время работы на Днепрострое более 1 000 колхозников получили от строительства ценные премии. Наилучших показателей в работе добились районы: Пологовский район (1945 г.—123%, 1946 г.—131%) и Мелитопольский (1945 г.—111%, 1946 г. 122%).

Большую помощь в повышении производительности труда на строительстве оказали выездные редакции «Правды» и «Комсомольской правды».

Выпускавшиеся газеты, «молнии» и листовки показывали лучших людей и бичевали отстающих, мобилизовывали весь коллектив восстановителей на выполнение поставленной задачи.
