

Ф 36787

31.5

К-56

ИНЖ. Д. А. КОВАЛЕВСКИЙ

ДНЕПРОВСКАЯ ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1

9

3

2

нж. А. А. КОВАЛЕВСКИЙ

13638

338:621.3

K5b

ДНЕПРОВСКАЯ ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

13
Под редакцией
акад. Б. Е. ВЕДЕНЕЕВА

624108
Э
9 36787

Запорізька обласна
БІБЛІОТЕКА
ім. М. ГОРЬКОГО

Краеведение



ИЗД. СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА

★

1 9 3 2

★

ЛЕНИНГРАД

Редактор Энергоиздата В. К. Рерих.
Технический редактор С. В. Вишневский.

Сдано в производство 29/III—1932 г.

Подписано к печати 25/IX—1932 г.

Уполном. Главлита Б-25 106

3,6 бум. л. по 128 000 зн.

Индекс ЭГ—30—4—1

Заказ № 4597

Тираж 10 000

экземпляр.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В марте 1927 г. началась постройка Днепровской гидроэлектрической станции, а в марте текущего года, т. е. ровно через пять лет, началось испытание первых турбогенераторов и подготовка их к работе. Уже в настоящий момент плотина создает напор, достаточный для того, чтобы дать турбинам нормальное число оборотов.

Пуск Днепровской гидростанции — это факт громадного значения в истории индустриализации СССР и в частности в истории гидроэлектростроительства. Днепровская гидростанция — самая большая гидростанция во всей Евразии. Только на Американском континенте имеются гидростанции, которые могут сравниться с ней, но и там нет еще гидростанции, которая имела бы мощность каждого турбогенератора в 62 000 *нет.* Плотина Днепровской гидростанции — тоже одна из величайших в мире. Поэтому СССР — с пуском Днепровской гидростанции — становится в области строительства гидростанций в ряд с наиболее передовыми капиталистическими странами.

Однако этим значение окончания постройки Днепровской ГЭС далеко еще не исчерпывается. Постройка ее — это громадный шаг вперед в деле развития техники строительного производства в СССР. Днепрострой — первое строительство в СССР, на котором была проведена в самом широком масштабе механизация строительных работ с применением новейших заграничных механизмов. Являясь пионером в этом деле, Днепрострой служит наглядным доказательством того, насколько быстро рабочие СССР овладевают техникой новых производств, в данном случае строительных, путем использования новейших механизмов за весь период постройки. Днепрострой представлял собой школу, в которой тысячи рабочих и техперсонала практически изучали технику механизированного строительства. Они уже частично перенесли свой опыт и знания на другие строительные и широко разнесут их по всей территории СССР. К Днепрострою в течение всего периода его постройки было приковано внимание всего пролетариата СССР, так как на его арене разыгрывалась героическая борьба рабочих Днепростроя со стихией Днепра, здесь были даны яркие практические применения новых социалистических форм труда, т. е. социалистического соревнования и ударничества. Борьба рабочих Днепростроя в 1930 г. за встречный план бетонировки 500 000 m^3 , в процессе которой были достигнуты мировые рекорды лучшей и месячной интенсивности укладки бетона, а также последняя, заключительная борьба, происходившая в зимний период, на работах по окончанию плотины и разборке перемычек ГЭС должны войти в историю индустриализации СССР, как один из самых ярких примеров героизма, самоотверженности и неукротимого упорства рабочего класса СССР, проявляемых им в борьбе за достижение намеченной цели.

За время строительства гидростанции Днепрострой посетили сотни тысяч пролетариев из СССР, специалистов, техников, ученых и граждан самых различных профессий. Приезжали также тысячи пролетариев из-за границы, иностранных специалистов, журналистов и т. п. Они видели Днепрострой на различных этапах его постройки, а с 1932 г. видят его в заканчиваемом и вполне готовом виде. Значительная часть из них, посетившая Днепрострой во время его постройки, увидев Днепровскую гидростанцию в готовом виде, безусловно будет интересоваться всем ходом постройки от начала до конца. Поэтому является насущно необходимым выпуск печатных изданий, которые дали бы ясное представление как о самых сооружениях Днепровской гидростанции, так и о методах ее постройки.

Книга инж. А. А. Ковалевского является одним из таких изданий. В краткой форме она дает основные сведения как о проекте в том виде, в каком он осуществлен после детальной конструктивной разработки предварительного проекта проф. И. Г. Александрова, так и о методах производства работ.

Вследствие краткости изложения книга, конечно, не претендует на исчерпывающее изложение как проекта, так и производства работ. Тем, кто захочет детально ознакомиться с тем и другим, придется обратиться к специальным изданиям как по проекту, так и по производству работ. Книги по этим вопросам частично уже вышли из печати, большею же частью еще печатаются или подготавливаются к печати. Тем же, кто не стремится к такому детальному изучению, книга А. А. Ковалевского даст общее представление о проекте Днепровской гидростанции и о технике производства работ в период ее постройки.

Редактор: Главный инженер Днепростроя
акад. Б. Е. Веденеев

Введение

Книга инж. Ковалевского поспевает вовремя: как раз к пуску Днепровской гидроэлектрической станции. Окончание доделок, уборка лесов и вспомогательных сооружений резко изменяет плацдарм гигантских работ Днепростроя. Окончание плотины уже в значительной мере зашифровало технический разрез днепровской стройки. Ведь максимальная высота этой плотины 62 м, а напор — всего 37 м, т. е. вода теперь уже залила огромный район недавних работ. Те, кому придется побывать на станции впервые только в период ее готовности, лишь умозрительным путем смогут отдать себе отчет в подлинном масштабе проделанной работы. Там, где еще недавно десятки тысяч людей спорили друг с другом в рекордных достижениях, ныне все уже закончено, закристаллизовано в устойчивых бетонных массивах, в гигантских механизмах из скал и металла. Отныне какая-нибудь сотня работников достаточна для регулировки работы величайшего электроэнергетического сердца всей нашей страны.

Книжка А. А. Ковалевского окажет значительную помощь при такой ситуации.

Сотни тысяч посетителей уже побывали на Днепрострое. Но еще миллионы впереди. Иначе быть не может, ибо показ Днепровской станции — совершенно исключительный показ. Но отныне потребуются весьма умелое руководство этим показом, и книжка инж. Ковалевского сослужит в этом отношении большую службу. Она умело, ясно и точно повествует о Днепрострое, не вульгаризируя и не вдаваясь в излишние подробности. Только подлинный техник мог дать в такой сжатой форме четкую трактовку того гигантского материала, ко-

торый охватывается ходом великой Днепровской стройки.

Мировой интерес к Днепрострою все больше и больше дает себя знать. Это сказывается не только одним фактом многочисленных заграничных экскурсий. На наших глазах уже заметно растет и иностранная литература о Днепрострое. Еще недавно один досужий американский наблюдатель после обзора стройки разразился у себя на родине специальным докладом, в котором он силился доказать, что для Америки Днепровская станция не представляет ничего особенного, что американцы создали бы то же самое с меньшим расходом рабочей силы. Но положение этого американского наблюдателя весьма затруднительное. Не кто иной, как известный американский инж. Х. Л. Купер, он же и главный консультант по Днепрострою, кстати сказать, один из самых резких критиков днепростроевских работ по их отдельным частным разрезам, писал работникам этого строительства по окончании работ в 1930 г.:

«Американская консультация приветствует рабочих Днепростроя и поздравляет их с успешным выполнением их решения уложить в сооружение строительства 500 тыс. м³ бетона в течение рабочего сезона 1930 г. Этим установлен мировой рекорд. Факт этот станет известен повсюду и будет поставлен в огромную заслугу Советской республике. Честь этого великого достижения разделяется всеми, кто принимал участие в работах этого года, но в особенности ее следует приписать тем, кто своим энтузиазмом и добровольным порывом вызвал тот толчок, без которого нельзя было обойтись для полного завершения выполненной ныне блестящей программы».

Письмо это настолько выразительно, что его не приходится комментировать. Однако, вероятно, наиболее обстоятельные информации мы находим в германской технической прессе. В «ETZ», руководящем органе немецких электротехников, мы читаем в августовском номере статью инж. Поль, целиком посвященную Днепровской станции. Автор прежде всего правильно отмечает, что завершение работ на Днепре, близость каковых он сигнализирует, означает прежде всего завершение общего «великого» плана электрификации страны, прокламированного в 1920 г. Считая Днепровскую станцию «примечательным» сооружением, инж. Поль дает подробный очерк основных технических показателей стройки. В заключение он пишет:

«Ввиду величины и своеобразия всего сооружения нельзя не отметить с должным признанием сравнительной краткости строительного периода—всего 4½ года. Выдающееся значение этой станции для всего русского хозяйства ясно само собой».

Лаконичность этого заключения должна быть учтена вместе с тем обстоятельством, что почтенный журнал по возможности избегает самого упоминания об СССР. Ничего, мы можем подождать: нашим заграничным наблюдателям впереди будет еще более трудно замалчивать великий ход работ социалистического строительства.

Мы отлично знаем, что по уровню нашей энерговооруженности нам еще далеко до САСШ, этой страны миллиардных цифр. В американских материалах, выпущенных к последней электротехнической парижской конференции, мы читаем, что в последний предкризисный год в САСШ—в 1929 г.—было произведено электроэнергии свыше 90 млрд. *квт-ч*, причем на долю гидроэлектрических станций пришлось 35,6% всей выработанной энергии.

За прошлой 1931 г. мы выработали около 11 млрд. *квт-ч*. В текущем году мы выработаем примерно на 40% более. Однако до сих пор доля гидравлической электроэнергии исчисляется у

нас долями процента. Днепровская станция открывает новую эру. Накапливая в своей водной напорной призме около 3 млрд. *м³*, она одна даст в средний гидрологический год примерно 3 млрд. *квт-ч*, что уже составило около 30% отпуска за 1931 г. Это уже почти американская доля процентажа гидроэнергии во всем электроэнергетическом балансе.

Теперь уже видно, что мы не ошиблись в наших расчетах относительно себестоимости электроэнергии Днепровской станции. Инж. Ковалевский поясняет, почему эта себестоимость должна быть принята примерно 0,7 коп. за 1 *квт-ч*. Таким образом мы будем иметь в нашей стране целые миллиарды киловатт-часов весьма дешевой электрической энергии. 270 млн. руб., затраченных на основные сооружения Днепростроя, при такой ситуации быстро себя окупят. В этом—огромные шансы рентабельности всего Днепровского комбината, стоимость которого исчисляется уже в миллиардной сумме. Мы видим, что Днепрострой уже начинает говорить языком миллиардных цифр. Однако, кто оценит какими бы то ни было цифрами тот сдвиг, который дан всему нашему хозяйству успешным окончанием Днепровских работ? Завершение этих работ является основной предпосылкой развертывания новой серии великих работ во второе пятилетие. В это второе пятилетие для нас особо решающим будут те показатели, которые будут характеризовать изменения в основных качествах нашего социалистического труда. Нам думается, что основные переломы качественного характера будут в значительной степени совпадать с успешным ходом дальнейшей электрификации нашего хозяйства. А в этом направлении трудно переоценить как значение развернутых работ Днепровской станции, так и значение той школы социалистического строительства, которой был наш Днепрострой. Оценить то и другое в значительной степени поможет настоящая работа инж. Ковалевского.

Акад. Г. М. Кржижановский.

ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИИ

1. История проекта и его гидрологическое обоснование

Днепровская гидростанция расположена у г. Запорожья в 70 км к югу от крупного центра украинской промышленности—г. Днепропетровска, на стыке двух больших горнопромышленных районов: Криворожского района, богатого своими железными и марганцевыми рудами, и Донецкого угольного бассейна—этой «всесоюзной кочегарки», являющейся угольной базой всей Европейской части СССР.

Украина, обладающая огромными угольными богатствами и плодородными землями, не отличается обилием водных энергетических ресурсов. Но р. Днепр как раз в том месте, где это наиболее ценно для Украины, имеет весьма благоприятные условия для утилизации ее энергии. Это дало возможность выгодно осуществить грандиозную гидроэлектрическую станцию, которая ежегодно будет давать стране от 2,5 до 4,4 млрд. *квт-ч* энергии при весьма низкой себестоимости.

Энергия Днепровской гидроэлектрической станции предназначена не только для использования на месте, но и для передачи в прилегающие районы радиусом до 300 км. В непосредственной близости от гидростанции уже сооружается мощный комбинат заводов. Здесь создаются: металлургический завод с первоначальной производительностью 100 000 *т* чугуна в год и дальнейшим развитием до 1,6 млн. *т*; коксобензольный завод на 1,3 млн. *т* металлургического кокса в год; завод специальных сталей на 160 000 *т* высокосортных инструментальных и других сталей в год; завод ферросплавов для производства 21 000 *т*

разных ферросплавов и 80 000 *т* ферромарганца в год; алюминиевый завод на 15 000 *т* металлического алюминия; шлакоцементный завод на 2 млн. бочек цемента в год и завод огнеупорных изделий.

Из прилегающих районов энергия Днепровской гидроэлектрической станции в первую очередь будет подана в ближайшие города. Днепропетровск и Запорожье, а также в Криворожский рудный район—на запад от гидростанции и в Донецкий угольный бассейн—на восток от нее. В Криворожском районе и в Донецком бассейне энергия будет использована для целей электрификации рудных разработок и шахт. В городах же Днепропетровске и Запорожье, в которых имеются большие металлургические, железодобывательные и машиностроительные заводы,—для целей электрификации этих и вновь сооружаемых заводов.

Широко развитая высоковольтная сеть (161 *кв*) линий электропередачи Днепровской гидроэлектрической станции будет связана с высоковольтными сетями других, сооружаемых в настоящее время и отчасти уже законченных, районных электрических станций: в Каменском, в Донецком бассейне—с Зуевской, Штеровской и др. Таким образом Днепровская гидроэлектрическая станция будет блокирована с соседними районными электростанциями для работы на общую сеть.

Сама же Днепровская гидроэлектрическая станция является лишь одним из звеньев разрешения общей проблемы нижнего Днестра.

На протяжении 425 км нижнего участ-

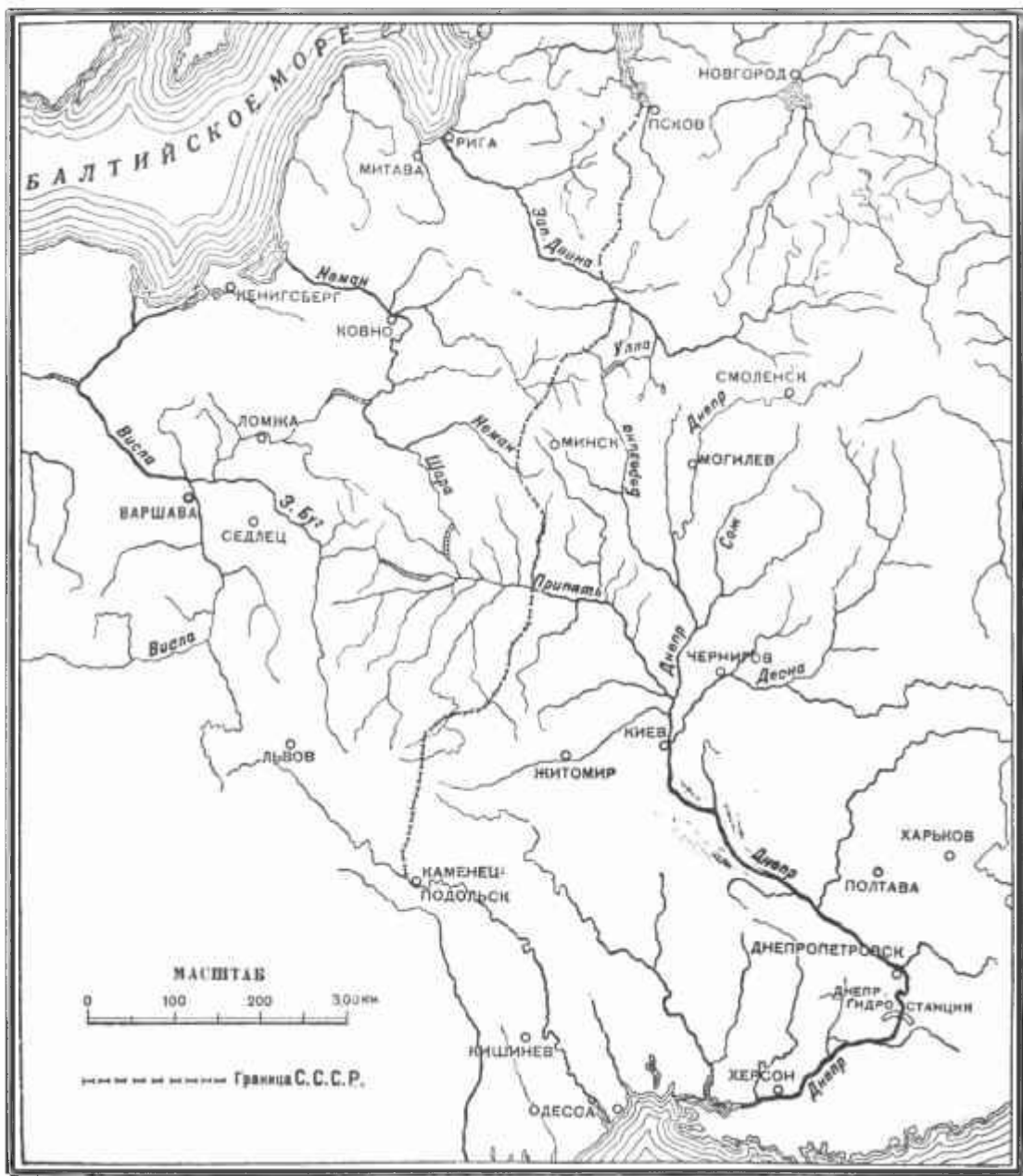


Рис. 1. Карта бассейна Днепра.

ка Днепра, считая от г. Днепропетровска до впадения в Черное море, намечено построить три плотины, из которых самая большая—сооруженная сейчас Запорожская плотина (рис. 2). Эти три плотины, с соответствующими шлюзами при них, коренным образом разрешают проблему судоходства по Днепру от его устья вплоть до г. Днепропетровска и даже выше его. При этом в пределах от Чер-

ного моря до Запорожской плотины будут достигнуты глубины, достаточные для плавания морских судов с осадкой до 5,5-6,0 м. Такой сплошной водный путь имеет громадное экономическое значение для всей Южной Украины, так как он даст непосредственный выход для ее природных богатств в порты Черного и Средиземного морей, создавая возможность усилить товарообмен с рядом госу-

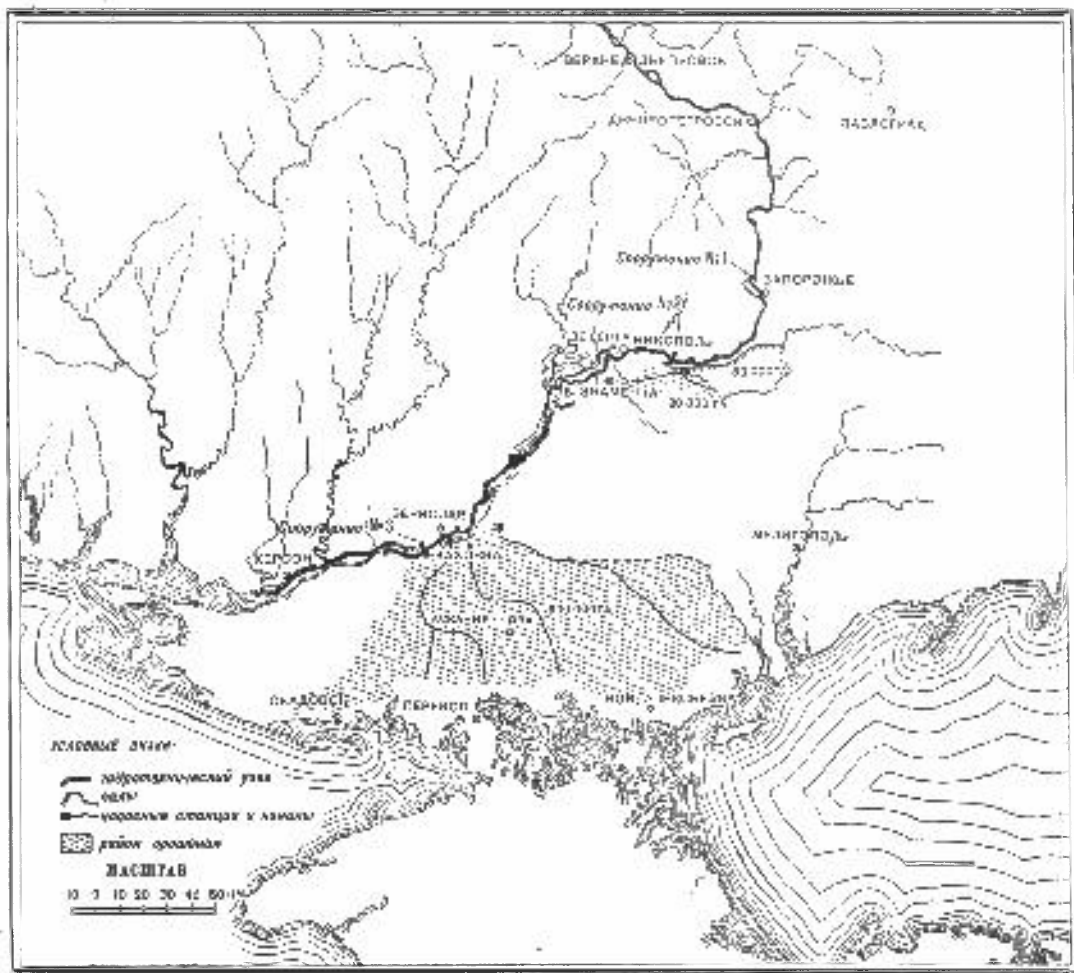


Рис. 2. Карта [нижнего течения Днепра.

дарств, прилегающих к этим морям и находящихся за их пределами.

Если центр тяжести значения Запорожского узла сооружений—в его энергетических возможностях, то центр тяжести двух ниже его расположенных плотин кроме целей судоходства еще и в их сельскохозяйственном значении: в улучшении условий землепользования.

Обе эти плотины намечены в районе южноукраинских степей с весьма плодородной почвой, с мягким климатом и длинным вегетационным периодом, но с очень незначительным количеством осадков, доходящим местами до 300 мм в год. Столь засушливый климат делает естественные условия земледелия в этом районе ненадежными и малорентабельными.

С постройкой этих двух плотин, глав-

ным образом ближайшей к морю, будет орошено свыше 600 000 га плодородных земель и обваловано и осушено около 100 000 га приднепровских плавней, ныне представляющих болотистые, местами совершенно непроходимые заросли, изрезанные многочисленными заводами и протоками.

Благоустройство этих земель, в особенности граничащих с Черным морем, обеспечит здесь для сельского хозяйства возможность перейти от зерновых злаков к более рентабельным техническим культурам, включая и хлопок, что имеет большое значение для общей экономики страны.

Энергетические ресурсы двух нижних сооружений сравнительно невелики ввиду незначительного подпора, создаваемого ими (от 6 до 6,5 м). Мощность двух

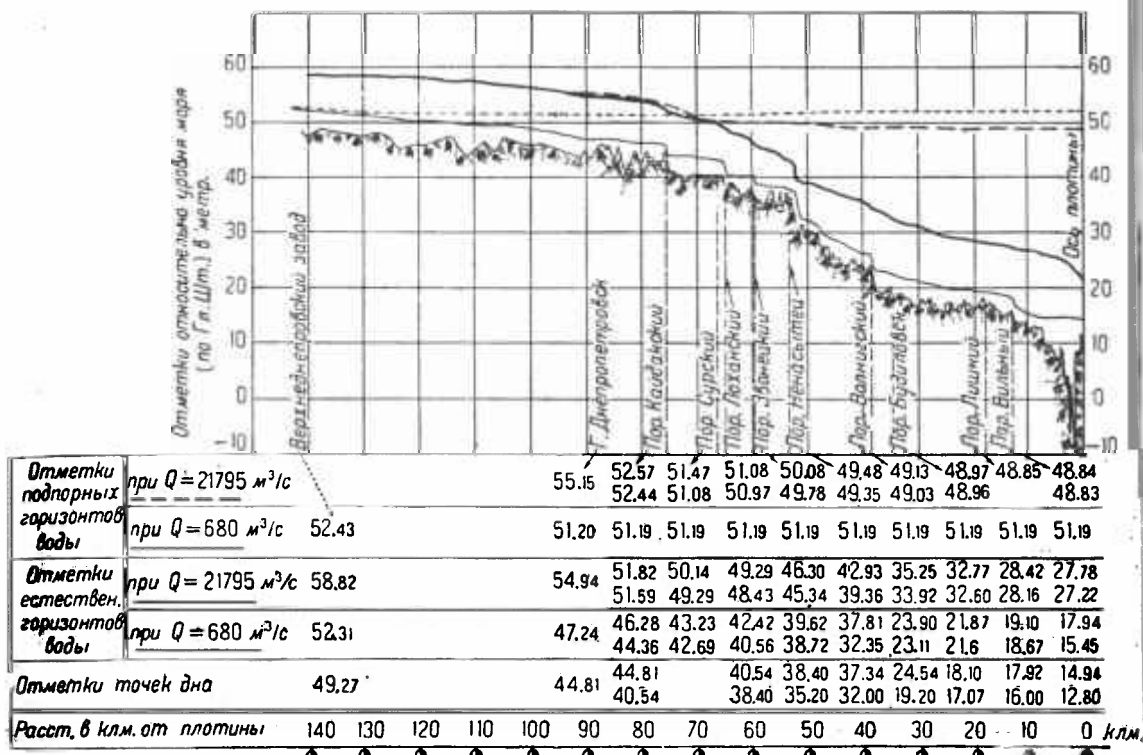


Рис. 3. Продольный профиль порожи́стого участка Днепра.

гидроэлектрических станций при этих плотинах будет около 160 000 л. с. Обе они будут блокированы с сооружаемой ныне запорожской гидростанцией.

Река Днепр является третьей по величине рекой в Европе. Площадь бассейна Днепра свыше 500 000 км² и имеет протяжение около 2250 км. Верхняя часть этого бассейна до Киева—лесистая, нижняя—степная. Это—река ярко выраженного равнинного типа. В верхней своей части она имеет средний уклон 0,00001. Еще меньше уклон в части, ниже г. Запорожья. Только между г. Днепропетровском и Запорожьем средний уклон ее достигает 0,00047. Объясняется это тем, что в этой части Днепр пересекает каменную гранитную гряду, являющуюся отрогами Карпатского хребта и выходящую здесь на поверхность земли.

Пересекая эту гранитную преграду, Днепр образует на протяжении 65 км 9 порогов и около 25 перепадов, имея на этом участке общее падение вменьше около 31 м.

Отдельные пороги имеют перепады до 5,5 м со скоростями течения на них 5,0 м/сек.

Днепр соединен судоходными системами с тремя большими реками, впадающими в Балтийское море: Вислой, Неманом и Западной Двиной (рис. 1). Однако судоходство не могло здесь развиваться в такой степени, как на Волге, так как Днепр оставался все время разобщенным на две части из-за непроходимого для судов участка порогов.

Попытки улучшить судоходные условия на порожи́стом участке постройки искусственных инженерных сооружений были сделаны в конце XVIII в. и повторены затем в первой половине прошлого столетия. Однако сколько-нибудь заметного улучшения судоходных условий они не принесли, и полуразрушенные остатки их можно видеть еще и сейчас.

В связи с неудачей этих работ в период с начала семидесятых годов и до начала текущего столетия был разработан ряд проектов улучшения судоходных условий Днепра на порожи́стом участке, но ни один из них осуществлен не был. И только в 1905 г. был составлен первый проект, который предусматривал также и использование водной энергии

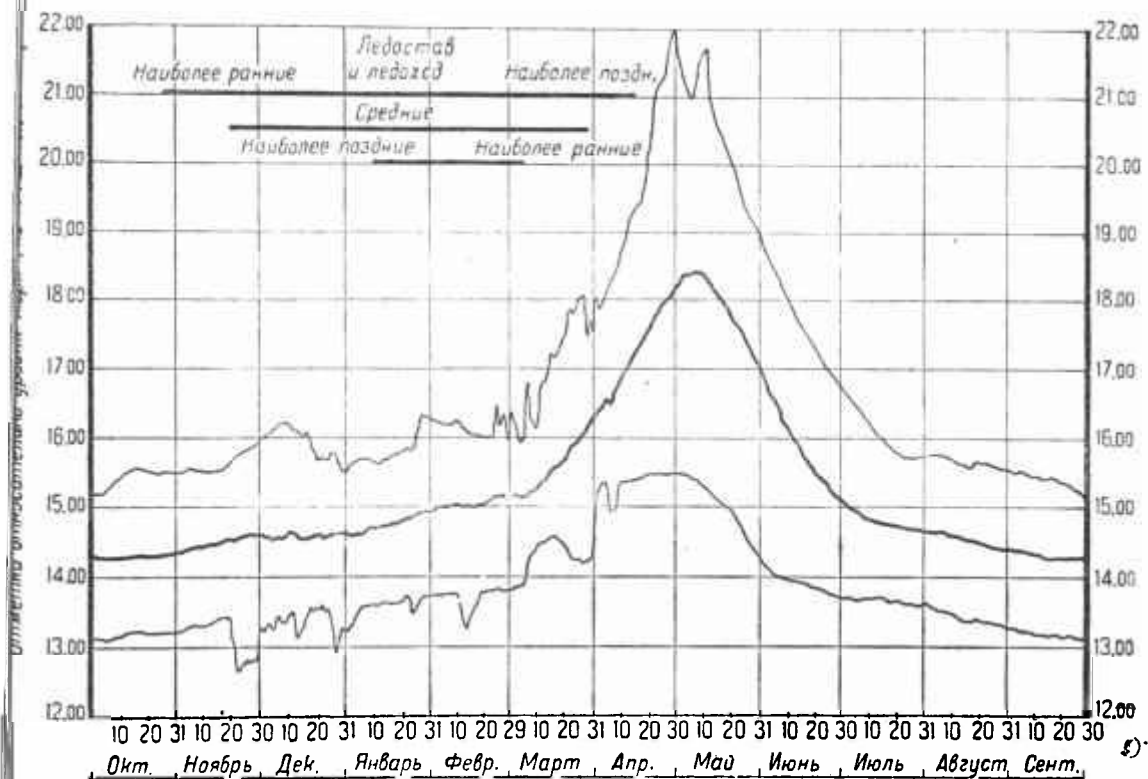


Рис. 4. График колебания горизонтов Днепра на створе сооружаемой плотины.

порожистого участка, однако всего лишь в размере около 100 000 л. с.

С этого времени до 1917 г. появился целый ряд проектов, частных и правительственных, в которых в большей или меньшей степени предусматривалась утилизация водной энергии, но ни один из них не шел дальше использования 270 000 л. с. Все эти проекты предусматривали многоступенчатое использование падения порогов, в связи с чем весь порожистый участок предполагалось подпереть целым рядом плотин, от двух до четырех, с таким же количеством гидроэлектрических станций при них. Но осуществление такой грандиозной проблемы было не под силу царской России. Только Октябрьская революция создала предпосылки для ее осуществления. Была создана проектно-изыскательская организация под руководством проф. И. Г. Александрова для составления проекта по предложенной им идее.

Основным характерным отличием выдвинутой проф. И. Г. Александровым идеи от всех выдвигавшихся ранее яв-

ляется то, что весь порожистый участок Днепра перекрывается подпором только одной плотины; и, следовательно, в одной только гидростанции, построенной непосредственно у плотины, утилизируется вся энергия порожистого участка реки.

Разработанный под руководством И. Г. Александрова одноплотинный вариант оказался экономически выгодней и технически целесообразней двухплотинного и вообще многоплотинных вариантов. При нем значительно сокращаются эксплуатационные расходы как по энергетической, так и по судоходной части и, следовательно, получается наименьшая стоимость энергии и уменьшается время шлюзования судов и создаются наилучшие условия судоходства на порожистом участке. Несколько увеличивается лишь площадь затопления. При одноплотинном варианте затопляется в круглых цифрах 16 500 га, что только на 16% больше, чем при двухплотинном варианте.

Несомненное преимущество проекта проф. И. Г. Александрова перед всеми

ранее разработанными было подтверждено американскими экспертами фирмы Х. Л. Купер и К° и экспертизой советских специалистов.

Проект был утвержден СНК СССР, и в феврале 1927 г. было образовано Днепровское строительство для его осуществления. Предварительный проект проф. И. Г. Александрова был детально, конструктивно разработан уже строительной организацией при ближайшем участии американской консультации.

Строящиеся у г. Запорожья плотина и гидростанция расположены в 10 км ниже последних порогов.

Выше плотины находится часть бассейна с площадью в 460 000 км², что составляет около 91% от площади всего бассейна реки Днепра.

✓ Количество воды, которое протекает в реке на створе плотины, сильно колеблется как по временам года, так и из года в год.

Для выяснения водного режима реки были использованы материалы более чем полувекового систематического ежегодного наблюдения на целом ряде водомерных постов и гидрометрических станций Ведомства водных путей сообщения. Эти материалы дали возможность установить, что расходы р. Днепра у места сооружений колеблются в пределах от 300 м³/сек в межень засушливого года до 20 500 м³/сек в катастрофический паводок 1.

Однако столь низкие и высокие расходы, как указанные выше, являются редким исключением. Нормальным же средним меженным расходом для Днепра у места постройки плотины можно считать около 700 м³/сек.

Вместе с расходами реки сильно колеблются и ее горизонты; отметка горизонта воды ниже створа плотины при нормальной межени колеблется в пределах около 13,6, достигая 12,7 м при катастрофическом маловодье и 22,6 м при катастрофическом паводке (рис. 4).

Ход изменения горизонтов реки у места сооружений можно проследить по графику колебаний горизонтов, изображенному на рис. 4. На этом рисунке даны три кривые, соответствующие ми-

Q тыс. м³/сек.

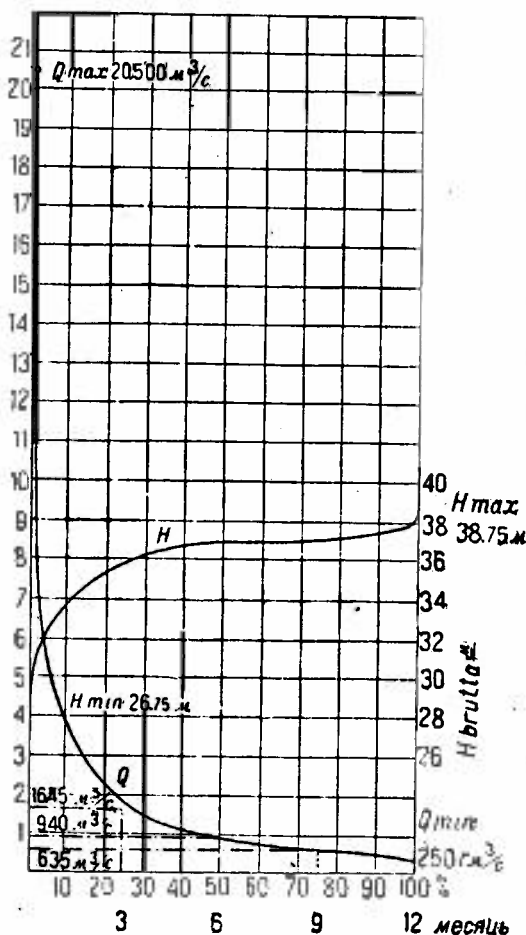


Рис. 5. График средней продолжительности расходов и стояния горизонтов.

нимальному маловодному году, максимальному многоводному и среднему гидрологическому году (рис. 5).

Рис. 5 дает кривые средней продолжительности расходов р. Днепра для места сооружений, а также отвечающую им кривую напоров у сооружаемой плотины, исчисленные на основании многолетних наблюдений. Напоры исчислены, исходя из принятой проектной отметки горизонта верхнего бьефа—51,20 м с соответствующим понижением ее на период пропуска паводков.

Как видно из кривой рис. 5, напоры у плотины колеблются в пределах от 26,75 м до 38,75 м. Однако напоры ниже 30,8 м за период 52 лет имели место лишь в течение 1,3% всего времени.

* Паводок 1931 г. превысил эту норму и достиг 24 500 м³/сек.

Состояние горизонта

Напор
м

Расход
м³/сек

Исключительно низкий уровень	38,75	300
Низкий меженный	37,95	400
Нормальный меженный	37,17	680
Средний годовой	35,93	1 600
Нормальный высокий	32,10	6 000
Исключительно высокий	27,43	15 000
Катастрофически высокий	26,75	20 500

(24 500 м³/сек)

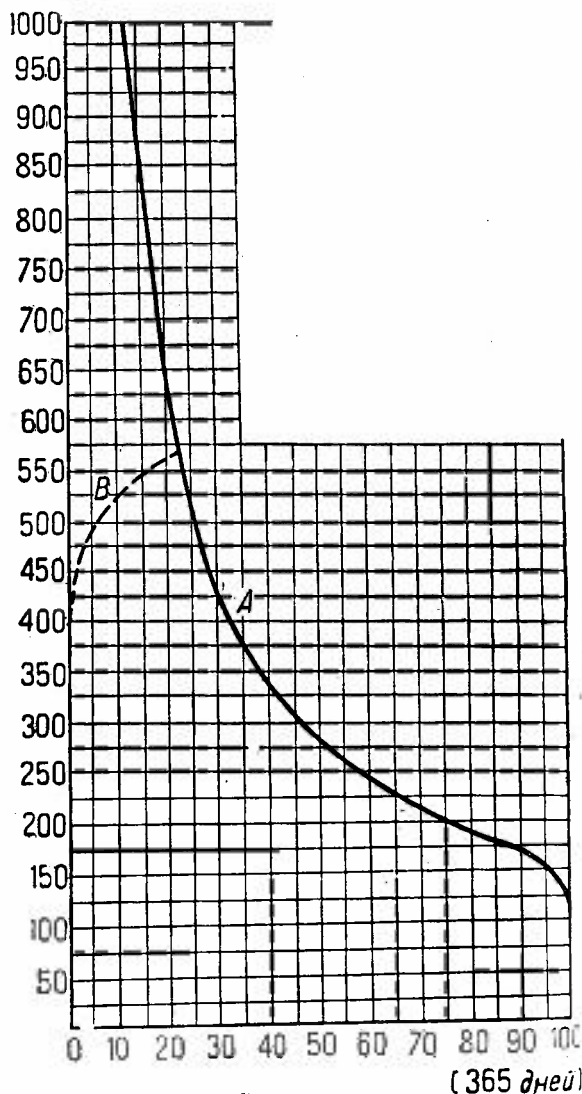
С сооружением плотины и поднятием уровня до отметки 51,20 м выше плотины создается обширный водоем емкостью округленно в 3 млрд. м³. Наличие столь большого водоема дает возможность осуществлять не только суточное, но и сезонное регулирование расходов реки за счет сработки верхней сливной призмы водоема. При принятом проектом размере сработки верхнего бьефа на 6 м запас воды для регулирования расходов реки определяется 1 110 млн. м³. Это дает возможность зарегулировать минимальный годичный расход для среднего маловодного года в 537 м³/сек и для среднего гидрологического — в 587 м³/сек.

Детальное изучение условий водного режима реки, режима будущей нагрузки гидростанции и экономических условий, дало основание принять общую установленную мощность турбин гидростанции округленно в 810 000 л. с., или, считая по генераторам, 558 000 квт.

При этих условиях коэффициент использования водотока получился $K=0,7$, а коэффициент использования установленной мощности — $K=0,6$.

На рис. 6 изображен график средней продолжительности мощностей р. Днепра, построенный по данным наблюдений за 48 лет, с нанесенной на него кривой ограничения используемой мощности реки соответственно установленной мощности гидростанции.

Тыс. лет.



продолжительности в %

Рис. 6. График средней продолжительности мощностей Днепра за период с 1878 по 1926 г. (в тыс. квт на шинах высокого напряжения).

Краткая сводка гидрологических данных по р. Днепру.

Общие данные

Полное протяжение реки	2 250 км	
Площадь бассейна	500 000 км ²	
Средний уклон {	в верхн. части	0,00001
	в средн. »	0,00047
	в нижн. »	< 0,00001

Данные у места сооружения

Площадь бассейна	460 000 км² (91%)
Расход	от 300 до 24 500 м³/сек
Напор (соответств.)	» 38,75 до 26 м
Расход средн. меженный	700 м³/сек
» » годовой	1 600 м³/сек

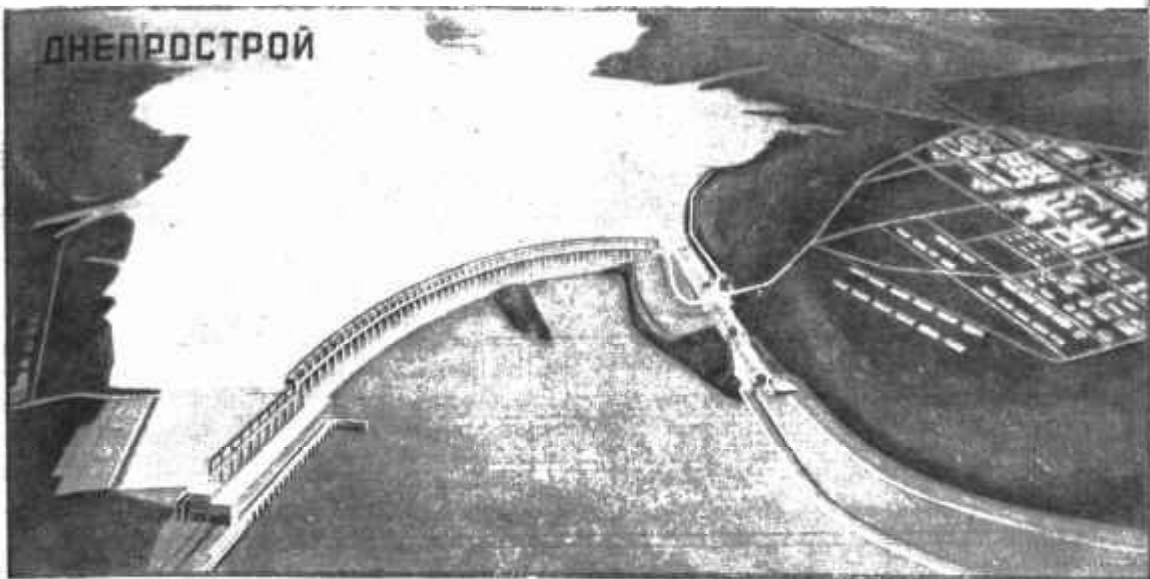


Рис. 7. Общий вид Запорожского узла сооружений.

2. Состав запорожского узла сооружений

В состав гидротехнических сооружений, образующих Днепровскую гидроэлектрическую станцию или непосредственно к ней прилегающих и возводимых одновременно с нею, входят: плотина, собственно гидроэлектрическая станция, шлюз и гавань в верхнем бьефе (рис. 7).

Кроме этих сооружений одновременно с ними были начаты и уже построены два больших арочных моста через р. Днепр и участок железнодорожной магистрали Шлюзовая-Канцеровка длиной 22 км. Железнодорожные мосты и магистраль были построены взамен загроможденного и потому подлежащего разборке консольно-балочного железнодорожного моста, расположенного в 2 км выше плотины.

Ниже эти сооружения будут описаны более подробно.

Плотина и вообще весь запорожский узел сооружений, расположенные в 10 км ниже последнего порога, помещены далеко не в самом узком месте реки. Объясняется это тем, что непосредственное или вообще более близкое расположение

плотины к последнему порогу было невыгодно. По условиям очень широкой поймы в районе это вызвало бы чрезмерное удлинение плотины. Расположение всего узла сооружений в самом узком месте реки, например на 2 км выше строящейся плотины, в районе старого железнодорожного моста, отпало по целому ряду причин: слишком узкое место не обеспечивало возможности пропуска через плотину колоссальных весенних паводков без чрезмерных, не оправдываемых экономическими соображениями, затоплений; оно не давало возможности удобно разместить все необходимые сооружения и, наконец, по своей глубине, достигающей в расстоянии 750 м ниже старого моста до 45 м, создавало непреодолимые препятствия для производства работ.

Место же, выбранное для плотины, по ширине реки, глубине ее, надежности основания и топографии берегов удовлетворяет требованиям как с точки зрения размещения запроектированных сооружений, так и с точки зрения удобства производства работ.

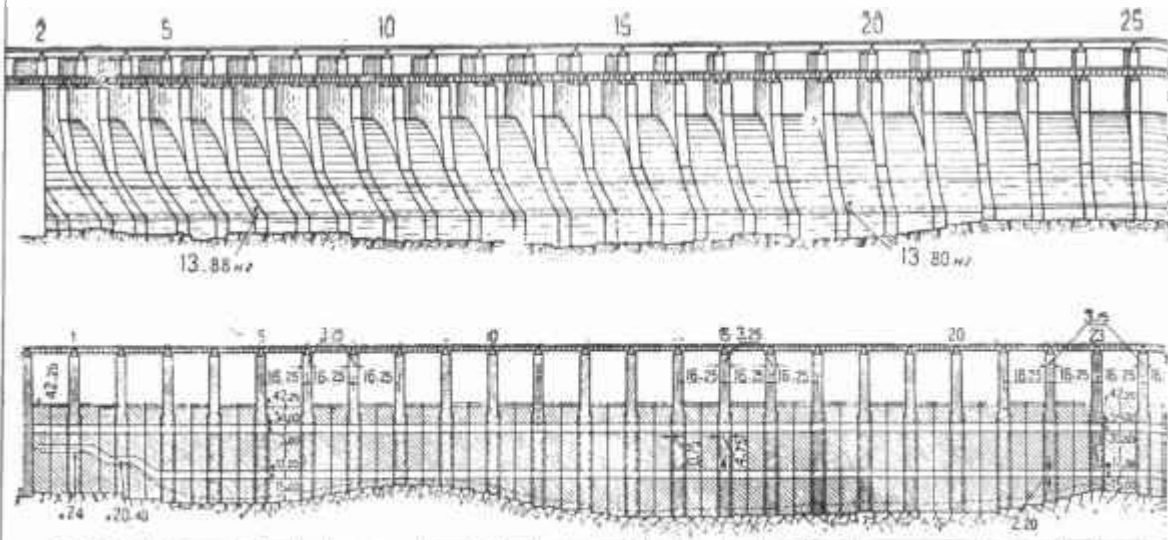


Рис. 8. Плотина. Продольный разрез

3. Плотина

Сооружаемая плотина, равно как и все прочие гидротехнические сооружения Днепровской гидроэлектростанции, базируется на прекрасного качества скальном основании: гранито-гнейсах, имеющих сравнительно небольшую трещиноватость и временное сопротивление раздроблению от 1500 до 2000 кг на 1 см². На дне реки скала в большинстве случаев покрыта слоем наносов и валунов толщиной от 2 до 5 м. В берегах она поднимается до отметки 33,00—45,00 м, оставаясь дальше горизонтальной, прикрытой слоем мягких лессовых отложений.

Плотина, как видно на рис. 8, 9, 10 (и прилож. 1), относится к типу водосливных гравитационных плотин с разборной частью на гребне. Она построена из бетона и будет выдерживать максимальный напор около 39 м. Общий объем бетонной кладки ее округленно равен 760 000 м³, а с глухой плотиной и береговыми сопряжениями—820 000 м³. Плотина имеет в плане дугообразную форму, очерченную радиусом 600 м.

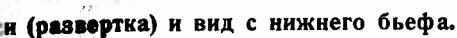
Криволинейное очертание плотины выбрано по соображениям наименьшего количества скальных работ как под самой плотиной, так, в особенности, для котлована гидроэлектростанции и ее отводящего

канала. Одновременно это дало возможность несколько развить длину водосливной части плотины.

Общая длина плотины между береговыми устоями—760,5 м. Наибольшая ширина по основанию—40 м, наибольшая высота над основанием—62 м.

Отметки гребня водослива плотины и верхнего бьефа плотины выбраны из соображений пропуска максимального паводка и затоплений вышележащей местности. Как видно из рис. 3, при принятой отметке верхнего бьефа у плотины подпор ее распространяется на 150 км. При этом в пределах г. Днепропетровска горизонт поднимается на 4 м. Это максимально допустимый предел поднятия в этом месте меженного горизонта, так как при дальнейшем подъеме его были бы подтоплены расположенные здесь большие металлургические и железодельные заводы и часть города.

При установленной таким образом отметке верхнего бьефа у плотины и в связи с необходимостью иметь отметку максимального возможного паводка в районе Днепропетровска не выше бытовой отметки максимального паводка в этом месте были установлены длина водосливной части плотины и отметка ее гребня.



Перед пазами для щитов имеются шан-
дорные пазы, позволяющие в случае на-
дожности опустить в них шандорные
щиты при помощи кранов и получить
таким образом доступ к подводной части

Для того чтобы можно было наблюдать за процессами фильтрации как в массиве плотины, так и под ее по-

дошвой, в нижней смотровой галерее в каждом водосливном пролете плотины пробурены скважины диаметром 15 см не только до подошвы плотины, но и на 25,00—30,00 м ниже ее, в толще скального основания.

Плотина имеет дренаж в виде каналов диаметром 15 см, оставленных в теле ее при бетонировании (рис. 9). Каналы эти расположены в 6,00 м от напорной грани плотины по 7 на каждый водосливный пролет, т. е. на взаимном расстоянии около 2 м. Они проходят вертикально, начинаясь почти у гребня водослива и оканчиваясь в нижней водосборной галерее. Бычки плотины не имеют дренажных каналов. Из нижней галереи дренажная вода отводится в нижний бьеф реки по каналам сечением 20×30 см, имеющимся в каждом пролете плотины.

Ниже отметки 15,00 м, равно как и по своему скальному основанию, плотина никакого дренажа не имеет.

Гранит, образующий скальное основание плотины, имеет трещиноватость, уменьшающуюся на более низких отметках. Чтобы предотвратить фильтрацию под основанием плотины и по поверхности сопряжения ее со скальным основанием, было предусмотрено и осуществлено весьма тщательное цементирование скалы и поверхности сопряжения плотины со скалой (рис. 9).

Цементация производилась в два приема. В первый прием бурились и цементировались скважины глубиной 8 м при диаметре 5 см. Цементация эта производилась с поверхности скалы, непосредственно после ее обнажения и удаления выветрившихся верхних слоев. Вторая цементация, которая по существу является основной, производилась после того, как на скалу был уже уложен некоторый слой бетона, примерно от 8,0 м и больше. При этом вдоль всей напорной грани плотины в расстоянии 3,62 м от нее и на взаимном расстоянии 1,625 м друг от друга через бетон бурились скважины диаметром 15 см с таким расчетом, чтобы глубина проникновения их в скалу составляла 25—30 м. Эти скважины тщательно цементировались. После этого бурились и испытывались сжатым воздухом контрольные скважины. Давление воздуха назначалось соответственно весу скалы и бетона над испытываемым

местом. Результаты цементации считались удовлетворительными, если в течение 10 мин. давление воздуха в скважине падало не больше чем на 15%.

Если контрольные скважины не давали удовлетворительных результатов испытания, то они тоже цементировались и одновременно бурились новые контрольные скважины. Это продолжалось до тех пор, пока последние контрольные скважины не давали удовлетворительного результата испытания.

Цементация производилась раствором портландского цемента при соотношении весовых частей цемента и воды 1:1.

Аналогичным образом производится цементация основания и всех других водоудержательных сооружений. В результате этого под ними от одного берега реки до другого будет создана водонепроницаемая диафрагма, имеющая длину около 1 400 м и глубину 30—35 м.

По конструктивным соображениям и в связи с принятым методом производства работ плотина перпендикулярно своей продольной оси, т. е. параллельно течению реки, разделена температурными швами на отдельные массивы.

Эти швы проходят в середине водосливной части каждого пролета и по грани бычков плотины, простираясь от скального основания ее до самого верха. Таким образом массивы бычков имеют толщину 3,25 м, а массивы в пролетах водосливной части по 6,50 м. Столь незначительное расстояние между температурными швами объясняется, главным образом, желанием избежать появления усадочных трещин в бетоне и отчасти тем, что для постройки плотины был принят метод гребенки, при котором постепенное закрытие плотины производится путем последовательного наращивания бетона в отдельных пролетах ее под прикрытием шандорных щитов. С целью уменьшить пролет шандорных щитов и их вес все водосливные пролеты были разделены на две части, что позволило один полупролет возвести обычным способом, а другой под прикрытием сравнительно легких шандорных щитов (рис. 11).

Во избежание просачивания воды через температурные швы все они защищены водонепроницаемыми гудронными шпонками, поставленными в рас-

Поперечный разрез плотины
по А-В.

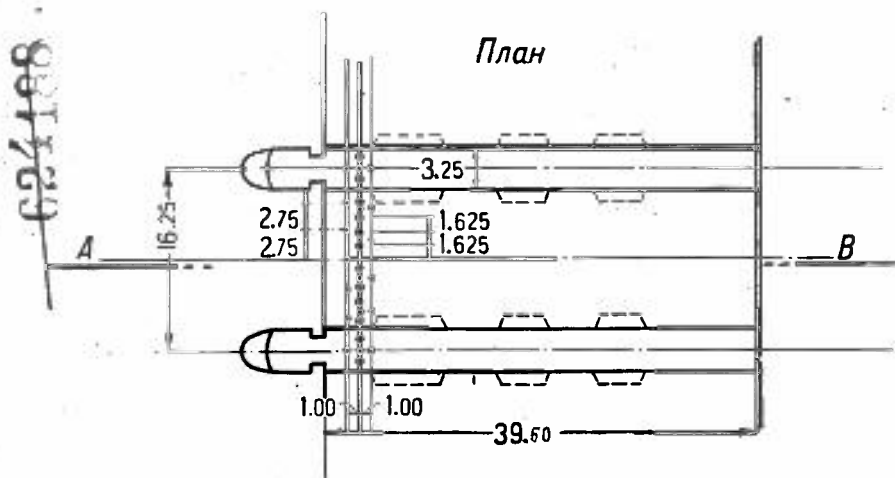
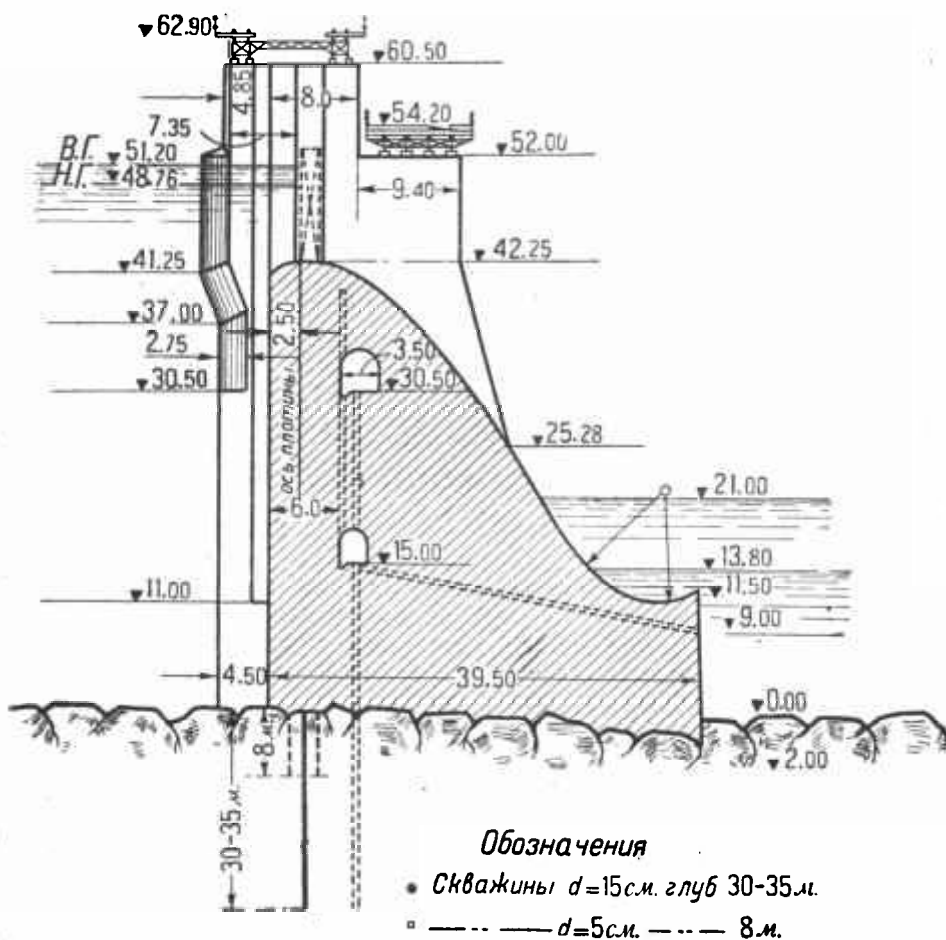


Рис. 9. Плотина. Поперечный разрез.

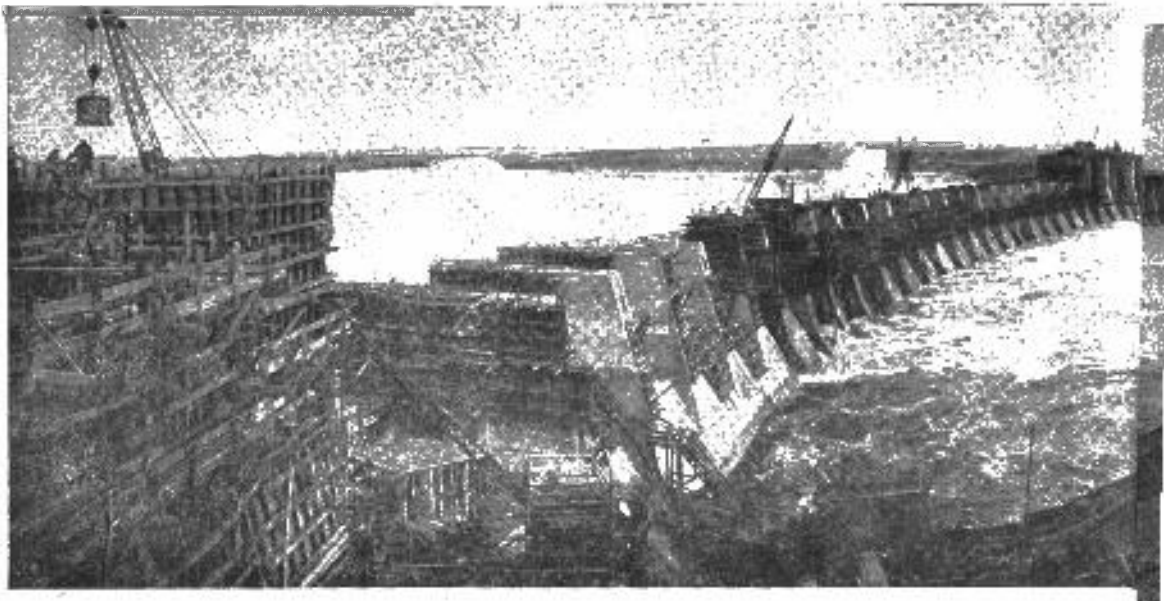


Рис. 10. Общий вид на плотину с

стоянии 2,50 м от напорной грани плотины.

Гудронная шпонка представляет собой вертикальный канал с поперечным сечением 15×15 см, проходящий вертикально по температурному шву. Внутри этого канала установлена железная газовая трубка диаметром 4—5 см, проходящая от верха плотины до скалы. Пространство между трубкой и стенками канала заполнено гудроном. Трубка служит для прогрева гудрона в шпонке с целью разжижения его для лучшего заполнения щелей и пустот в температурном шве.

Прогрев шпонки производится паром. Для этого в трубку пропускается до самого низа шпонки вторая трубка меньшего диаметра, через которую пропускается пар от паровоза или вообще от какого-либо парового котла. На рис. 12 изображена такая шпонка вместе с аппаратом для ее разогревания.

Отдельные массивы плотины (бычки и полупролеты водосливных частей), образованные температурными швами, разрезаны горизонтальными и вертикальными плоскостями на строительные блоки перевязанные между собой в определенной закономерности. Размеры строительных блоков выбирались не более 4,0 м по высоте и не более 15,0 м по длине (рис. 13).

Низовая сливная грань плотины очер-

чена по безвакуумной кривой, определенной опытным путем на моделях в Центральной аэрогидродинамической лаборатории¹ в Москве и в лаборатории Политехнического института в Ленинграде. Носок сливной грани плотины приподнят, чтобы непосредственно за плотиной создать поверхностный режим и предохранить дно реки от разрушений.

Для расчета плотины были приняты следующие основные положения:

1. Максимальный размер паводка—20 500 м³/сек.

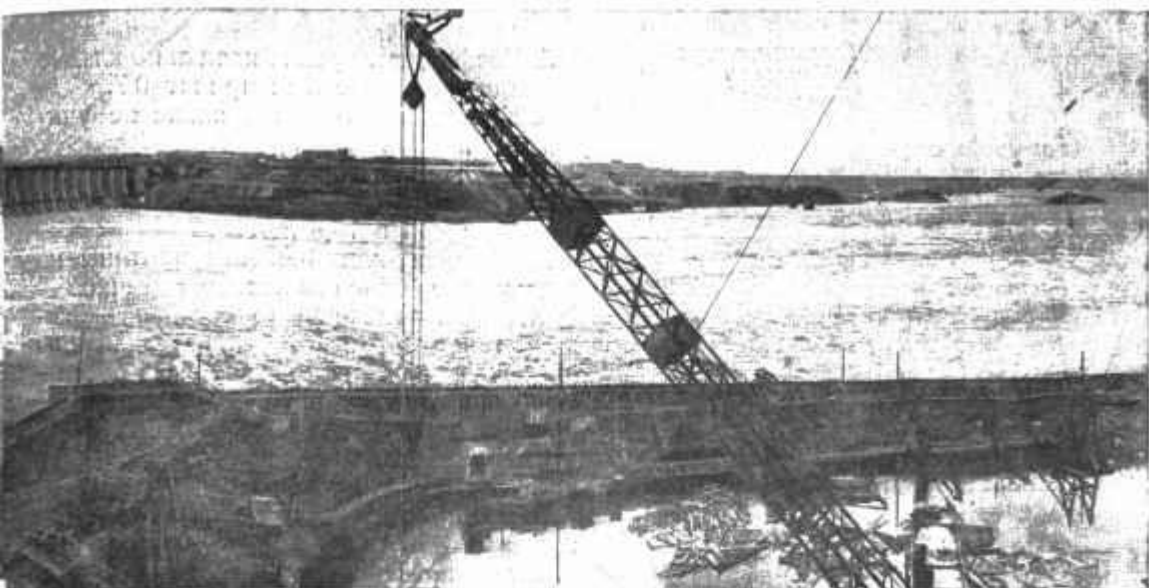
(Паводок 1931 г. превысил расчетный на 19%; см. стр. 20, п. 1.)

2. Наивысшая отметка горизонта верхнего бьефа—51,20 м.

3. Давление воды снизу по плоскости основания плотины учитывалось по закону трапеции, для которой ординаты принимались на 50% меньше соответствующих напоров верхнего и нижнего бьефов.

4. Давление воды в кладке тела плотины не учитывалось, но было соблюдено условие, чтобы напряжения в кладке по напорной грани плотины в двух нижних третях ее высоты были не меньше половины напора, соответствующего рассматриваемой площадке.

¹ В этой же лаборатории ЦАГИ (ныне Гидроэнергетический институт) были произведены для Днепровской гидроэлектростанции испытания над моделями ее аванкамеры и турбин.



вого берега в мае 1931 г. (паводок).



Рис. 11. «Гребенка» плотины. Работа по закрытию водосливных полуаркетов. Июль 1931 г.

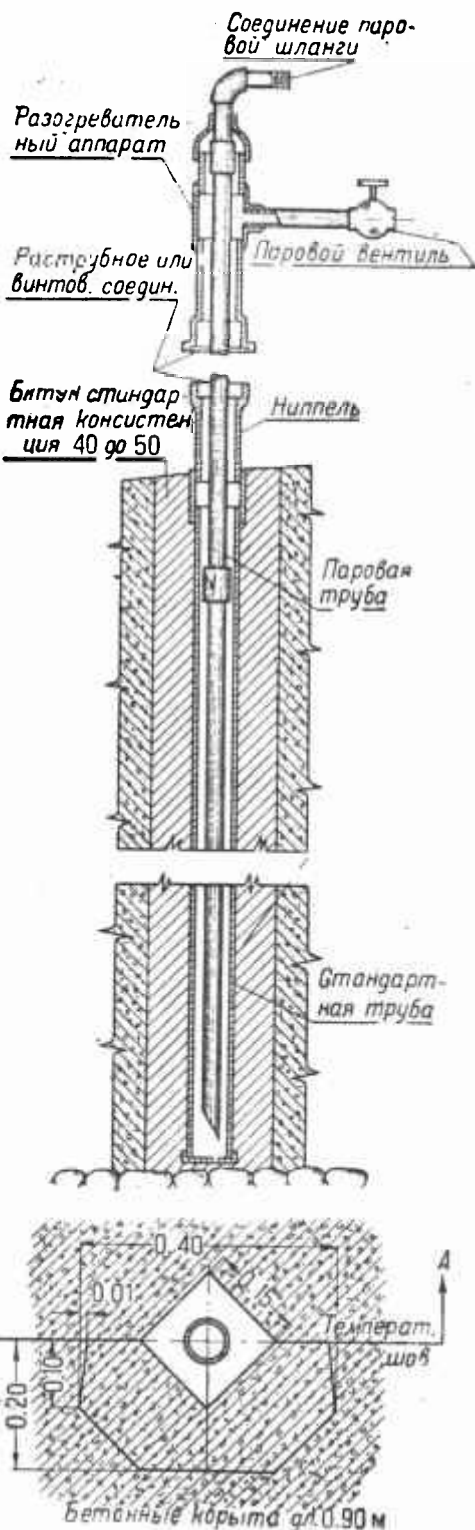


Рис. 12. Гудронная шпонка и аппарат для ее прогревания.

5. Коэффициент трения кладки по кладке и кладки по скале был принят 0,7.

6. Кривизна плотины в плане не учитывалась.

При этих условиях максимальное сжимающее напряжение в кладке плотины определилось в $16,8 \text{ кг/см}^2$.

Коэффициент устойчивости плотины на скольжение определился для бычков — 1,33 и для водосливных массивов — около 1. Ввиду этого устойчивость плотины против скольжения по скале была обеспечена соответствующей обработкой ее скального основания.

Сверх указанных расчетов прочность плотины была проверена:

1) на пропуск катастрофического паводка в $35000 \text{ м}^3/\text{сек}$;

2) на давление льда, которое принималось в 20 т на 1 пог. м по всей длине плотины; при этом считалось, что в силу соответствующих эксплуатационных мероприятий оно будет восприниматься только одними бычками плотины¹;

3) на повышение верхнего бьефа на $1,10 \text{ м}$ от волны под действием нагонного ветра;

4) на давление от наносов, верх которых условно был принят на отметке $14,00 \text{ м}$.

В материал плотины — бетон — в небольшом количестве (около 4%) укладывались отдельные крупные камни — «изюм». По всему поперечному профилю плотины применен один и тот же состав бетона.

Объясняется это трудностями производственного порядка укладки разнообразных сортов бетона.

Теми же причинами объясняется и сравнительно небольшое количество уложенного в бетон «изюма».

Плотина нигде не имеет облицовки из натурального камня, и лицевые поверхности ее бетона не подвергаются никакой обработке. Поэтому для лучшего внешнего вида бетона его укладывают в чисто простроганную опалубку.

Бетон плотины арматуры не имеет, лишь носок плотины и верхняя часть бычков, где находятся пазы для щитов, незначительно армированы.

¹ С этой целью водосливные пролеты плотины оборудуются расположенными у порога щитов трубками, предназначенными для нагнетания сжатого воздуха в целях предотвращения обмерзания щитов.

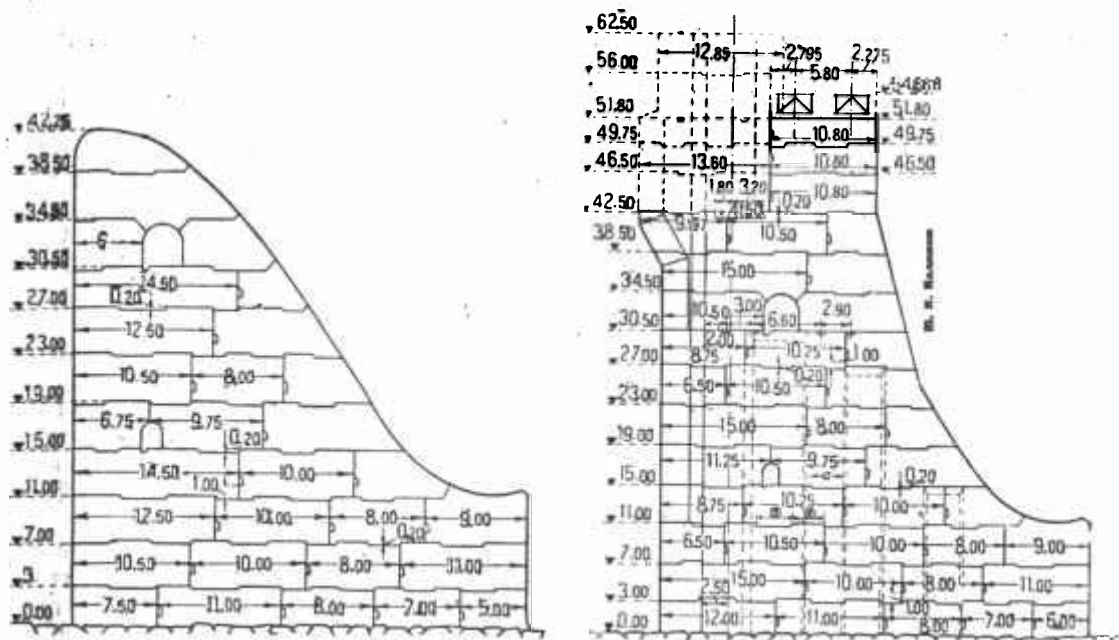


Рис. 18. Типовая разрезка бетонной кладки бычка плотины и водосливных пролетов между бычками.

Бетон применяется пластичный следующего состава на 1 м³ в весовых частях:

Портланд-цемента	265 кг
Щебень крупного от 4 до 9 см	730 »
» мелкого от 8 мм до 4 см	470 »
Песок естественного крупного до 8 мм	650 »
Песок искусственного мелкого	220 »
Воды	150 л

Водоцементный фактор получается при этом $W/C = 0,62$.

Консистенция бетона такова, что ноги рабочего, стоящего на свежесвыгруженном бетоне, погружаются в него на глубину от 10 до 20 см.

При таких условиях бетон имеет временное сопротивление сжатию через 28 дней в среднем 220 кг/см².

Водонепроницаемость его в возрасте 28 дней, определенная на приборе Бурхардта на образцах [15×15 см] при давлении $p = 5$ ат, в подавляющем большинстве случаев равна нулю.

Для бетона применяется местный гранит с временным сопротивлением от 1500 до 2000 кг на 1 см² и искусственный песок, получающийся в процессе дробления этого гранита на щебень. Так как искусственный песок не обладал достаточным количеством фракций средней крупности и не обеспечивал достаточной водонепро-

ницаемости бетона, возник вопрос о естественном песке. За отсутствием местного песок доставляется на постройку с евпаторийского побережья Черного моря, находящегося в расстоянии около 410 км от места работ.

Указанный состав бетона является для строительства стандартным и применяется во всех его основных сооружениях: в плотине, гидростанции и шлюзе.

Так как укладка бетона с крупным щебнем и при этой степени пластичности затруднительна, то для густо армированных конструкций, имеющих, главным образом, на гидростанции и отчасти в шлюзе, применяется бетон более пластичный без крупного щебня, с количеством портланд-цемента 325 кг на 1 м³ бетона при водоцементном факторе $W/C = 0,62$.

Чтобы в период эксплуатации плотины и отчасти уже при ее постройке иметь возможность наблюдать за процессами твердения бетона, его температурой, напряженным состоянием и за давлением фильтрационной воды под основанием плотины и в теле ее, несколько пролетов плотины оборудовано специальными приборами, позволяющими производить все необходимые измерения.

4. Аванкамера и щитовое отделение

Гидроэлектрическая станция расположена на правом берегу, у плотины. Здесь же находится щитовое отделение и аванкамера (рис. 7).

Аванкамера представляет собой замкнутый четырехугольник, ограниченный по сторонам: щитовым отделением, подводящим воду к гидростанции, глухой плотиной, ограничивающей аванкамеру со стороны нижнего бьефа, площадкой, на которой расположена главная повысительная подстанция и, наконец, мостом, через который проходит путь, идущий к плотине на правый берег.)

Глухая плотина на правом берегу смыкает с берегом, линию водоудержательных сооружений, пересекающих всю долину р. Днепра. Она имеет длину 250 м и своим береговым концом врзается далеко в глубь берега, образуя здесь род шпоры, гарантирующей от фильтрации воды, могущей пойти в обход правобережного примыкания водоудержательных сооружений.

Вдоль устоев моста предусмотрено устройство пловучей запони, назначение которой предотвратить попадание плавающих по поверхности тел в аванкамеру и далее к щитовому отделению.

Эта часть узла сооружений, равно как и короткий отводящий канал, соединяющий силовое здание с рекой, подверглась опытному исследованию в лаборатории Центрального аэрогидродинамического института в Москве. Путем этих опытов была найдена наиболее выгодная форма очертания их, которая обеспечила бы безвихревое движение воды в аванкамере и наименьший подпор со стороны нижнего бьефа в отводящем канале. Вредное влияние переливающихся через плотину струй воды на горизонт в отводящем канале было устранено устройством короткого пирса длиной 25 м, ограждающего отводящий канал со стороны плотины (рис. 7 и 14).

Щитовое отделение построено как продолжение плотины. Оно связано с ней небольшим промежуточным сооружением, носящим название сопрягающего устоя. Длинной своей стороной оно непосредственно примыкает к зданию гидростанции.

Щитовое отделение служит для

впуска воды в 9 больших напорных труб соответственно числу турбин, установленных на гидростанции, и, кроме того, для пропуска воды к малой турбине для местных нужд и в так называемый блок водопроводов, где расположены впускные отверстия труб, снабжающих гидростанцию водой для служебных надобностей. Соответственно количеству напорных труб весь массив щитового отделения разрезан на отдельные блоки температурными швами, перпендикулярными его длинной стороне. Температурные швы защищены от проникновения в них воды гудронными шпонками той же конструкции, что и в плотине.

Щитовое отделение соприкасается своей низовой стороной со зданием гидростанции. Однако оно рассчитано так, что самостоятельно противостоит восприимчивому им давлению воды. Блоки его армированы только в верхней части, где расположены пазы затворов, а также в пределах напорных труб. Все температурные швы его снабжены системой дренажа, позволяющей отводить фильтрующую воду в нижний бьеф. В нижней части щитового отделения находится смотровая галлерея, проходящая вдоль всего сооружения и имеющая выход как на берег, так и в смотровую галлерею плотины. Смотровая галлерея дает возможность контролировать работу дренажной системы и наблюдать за явлениями фильтрации как в бетоне, так и под основанием сооружения.

Напорные трубы больших турбин с целью облегчения щитовых затворов в своей верхней части раздвигаются и постепенно переходят в два прямоугольных отверстия размером 6,50×9,39 м. В верхней своей части они железобетонные, в нижней—стальные, клепаные внахлестку. Они имеют диаметр 7,62 м. Стальные листы труб имеют толщину сверху 19 мм, внизу 24 мм.

Каждая напорная труба снабжена двумя щитовыми затворами типа Стоinea, приводимыми в действие от одного общего механизма с электроприводом. Время, необходимое для полного открытия затворов,—5 мин. Предусмотрена возможность и ручного подъема щитов.

Продольный вид генераторного зала (со стороны нижнего бьефа) и продольные разрезы.

The drawing shows a cross-section of a large industrial building with multiple levels and structural supports. Key dimensions include:

- Overall length: 62.45
- Overall height: 26.25
- Internal spans: 22.00, 22.00, 22.00
- Other dimensions: 21.20, 24.35, 22.00, 11.00, 11.00, 4.50, 5.40, 42.25, 29.75, 26.1, 23, 1.15, 8.2, 8.2, 1.4, 2.8, 1.4, 1.4, 1.4

План и горизонтальные разрезы.

Вид сверху

Вид сверху

Был №4

Был №5

Рис. 14. Гидростанция. План, фасад и продольные разрезы.

Рис. 14. Гидростанция. План, фасад и продольные разрезы.

Предусмотрена также возможность быстрого закрытия щитов в случае аварии из здания гидростанции.

Для облегчения работы подъемных механизмов и уменьшения необходимой мощности моторов сделаны байпасы (обходы) для предварительного перед подниманием щитов заполнения водой напорных труб.

Для устранения вакуума позади щитовых затворов в случае быстрого закрытия их и для выпуска воздуха при наполнении труб водой в каждой трубе сделано по два воздушных канала, соединяющих внутреннее пространство напорных труб с внешней атмосферой.

На случай ремонта основных щитов непосредственно перед щитовыми затворами сделаны пазы для опускания шандоров.

По лицевой грани щитового отделения перед входными отверстиями напорных труб расположены вертикально решетки для предотвращения попадания мелких тел в турбину. Они сделаны из железных полос с расстоянием между ними 150 мм.

В щитовом отделении допущены следующие максимальные скорости воды: в

решетках 0,97 м/сек. (без учета сжатия струй), во входных отверстиях щитов 1,65 м/сек, в напорной трубе 4,40 м/сек.

Все щитовые затворы, шандоры, решетки и механизмы щитового отделения обслуживаются козловым подъемным краном, который по специальным путям может передвигаться вдоль всего щитового отделения и выходить на небольшую эстакаду в его береговом торце. Под этой эстакадой имеется железнодорожный путь, на который упомянутым краном можно грузить щиты или механизмы для отправки их в случае надобности в ремонт.

Козловый кран щитового отделения имеет грузоподъемность 60 т и дополнительный крюк на 20 т для операций с решетками.

Общий вес щитов с закладными частями, механизмов щитового отделения и решеток перед турбинами составляет округленно 2830 т.

На верху щитового отделения расположены порталы линии электропередачи от трансформаторов главных генераторов к распределительной подстанции, находящейся на берегу аванкамеры.

5. Гидростанция

а) Строительная часть

Днепровская гидроэлектрическая станция строится сразу на полную мощность 810 000 л. с. Эта мощность распределена между девятью агрегатами: устанавливается девять вертикальных одноколесных турбин по 90 000 л. с. каждая с расстоянием между осями их по 22 м.

В соответствии с этим длина здания станции определилась в 231 м при ширине 23,70 м и высоте машинного зала 19,75 м. Общая высота здания станции от основания до верха—50 м.

По своей длине здание разбито температурными швами на отдельные блоки соответственно числу турбин (рис. 14). Температурные швы эти проходят от скального основания здания гидростанции до его кровли, разделяя, таким образом, его на ряд самостоятельных блоков. Температурные швы нижней части здания, так же как и в щитовом отделе-

нии, дренированы, чтобы предотвратить возможность проникновения воды в служебные помещения.

Пол машинного зала гидростанции расположен на отметке 29,75 м. Ниже его имеется еще два этажа помещений. Здесь сосредоточены всевозможные трубопроводы служебного назначения, а также вспомогательные устройства: охладители генераторов, насосы и компрессоры системы регулирования агрегатов, резервуары для масла и сжатого воздуха и пр. В эти же помещения сделаны выводы шин и контрольных кабелей от главных генераторов.

В береговом торце машинного зала имеется монтажная площадка для сборки и монтажа ротора генератора и рабочего колеса турбин. С этой целью здесь предусмотрены соответствующие приспособления. Под полом монтажной площад-

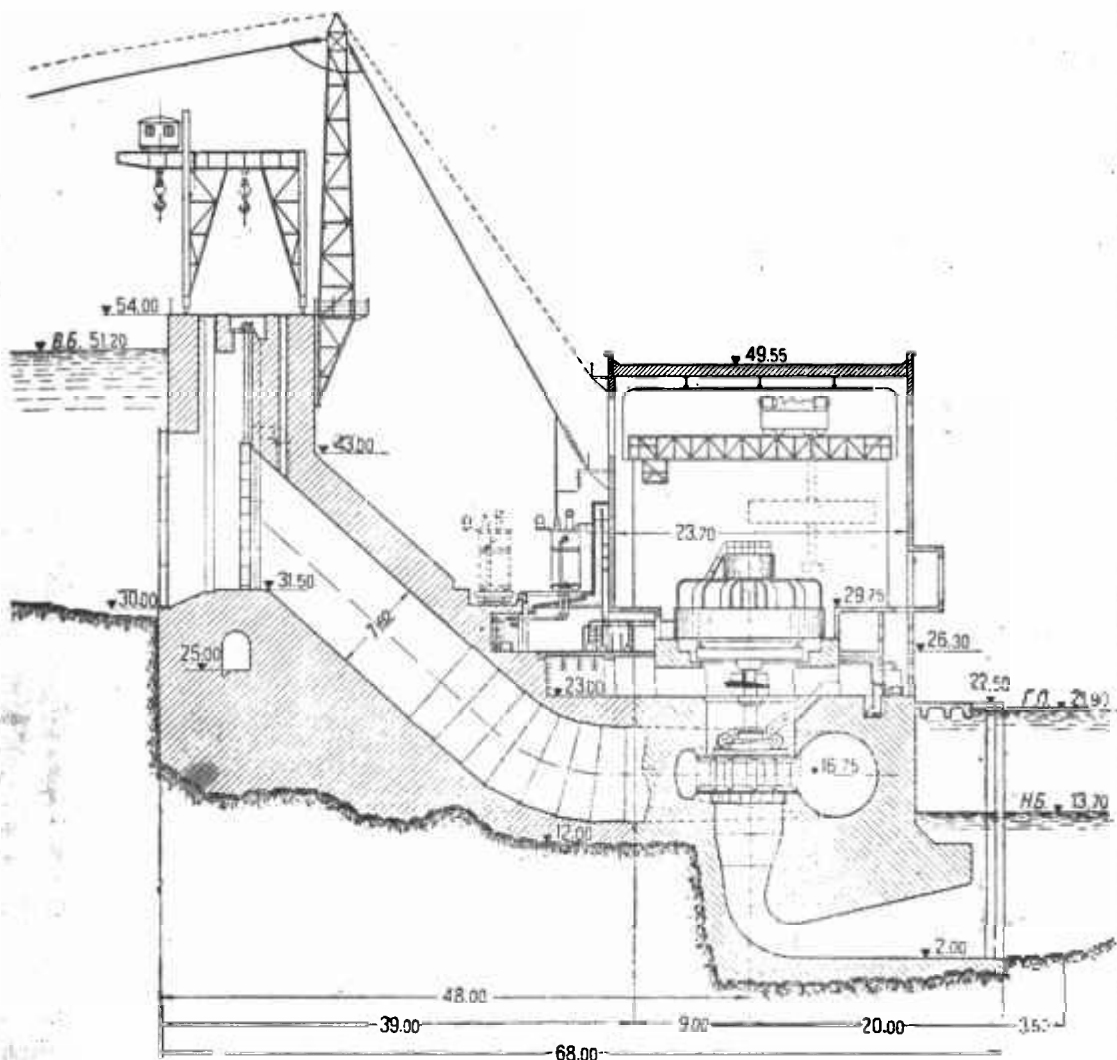


Рис. 15. Гидростанция. Поперечный¹ разрез.

ки в помещении на отметке 23,00 м находится небольшая мастерская для мелкого текущего ремонта. Там же размещены две маслоочистительные установки: для очистки масла системы регулирования агрегатов и трансформаторного.

Нижняя часть здания до отметки 23,00 м — массивная, бетонная, с совершенно ничтожным содержанием арматуры.

Выше отметки 23,00 м конструкции междуэтажных перекрытий — железобетонные. Фундаментная конструкция генераторов хотя и армирована несколько сильнее подводной части здания, но так же имеет характер тяжелого массива.

Выше пола машинного зала гидростанция носит характер заводского здания. Стены его имеют металлическую каркасную конструкцию с заполнением из арктического туфа — весьма легкого и нетеплопроводного материала вулканического происхождения, добываемого в Армении. Металлический каркас стен весит около 2400 т. Он применен, главным образом, вследствие необходимости пропустить по нему тяжелые подъемные краны, обслуживающие машинный зал.

На отметке 22,50 м по бычкам над выходом из всасывающих труб положен путь, с которого имеется возможность заложить шандорами выход из всасываю-

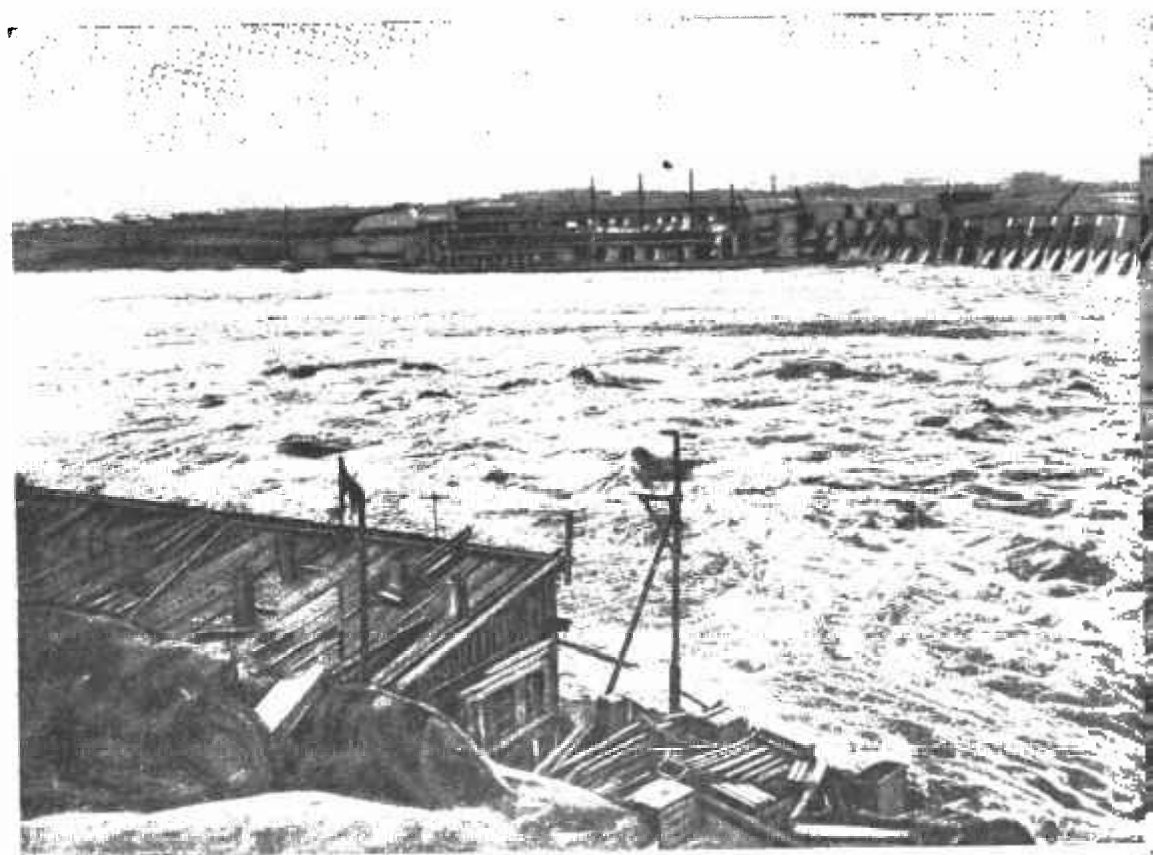


Рис. 16. Общий вид на плотину и

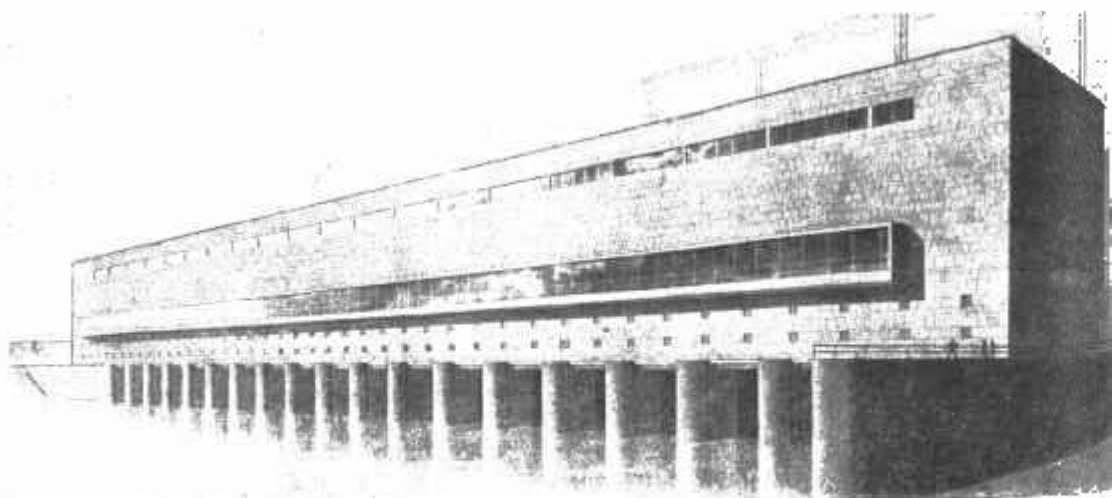


Рис. 17. Главный фасад здания гидростанции.



ростанцию в мае 1931 г. (паводок).

щих труб на случай осмотра всасывающей трубы или низа рабочего колеса турбины.

С внешней стороны здание отличается строгой простотой стиля и своеобразным для арктического туфа красивым розоватым оттенком. Стена со стороны нижнего бьефа (южная) имеет на всем своем

протяжении эркер (стеклянный балкон, освещающий машинный зал). Выполнено же это окно так для того, чтобы солнечные лучи в летнее время, попадая в машинный зал, не нагревали машин.]

Архитектурная обработка здания принадлежит В. А. Веснину—главному архитектору строительства.

б) Турбины

Все девять главных турбин гидроэлектростанции устанавливаются сразу. Они все одного типа, а именно: одноколесные вертикальные системы Френсиса.

Они имеют следующие, характеризующие их, основные данные (по договору):

Мощность при напоре 37,5 м	
и степени открытия направляющего аппарата 0,85	90 000 л. с.
Мощность при том же напоре и полном открытии направляющего аппарата	103 000 » »
Число оборотов	$n = 88,25$ в мин.

Коэффициент быстроходности . .	$n_s = 300$
Расход воды	$Q = 200 \text{ м}^3/\text{сек}$
Коэффициент полезного действия при степени открытия 0,85 .	$\eta = 92,1\%$ (наивысший)

Рабочее колесо турбины стального литья. Лопатки его отлиты вместе с ободом. По соображениям транспортным и технологическим рабочее колесо отлито не цельным, а в виде трех элементов, соединенных точеными болтами и стянутых двумя стальными бандажми, надетыми на него в горячем состоянии

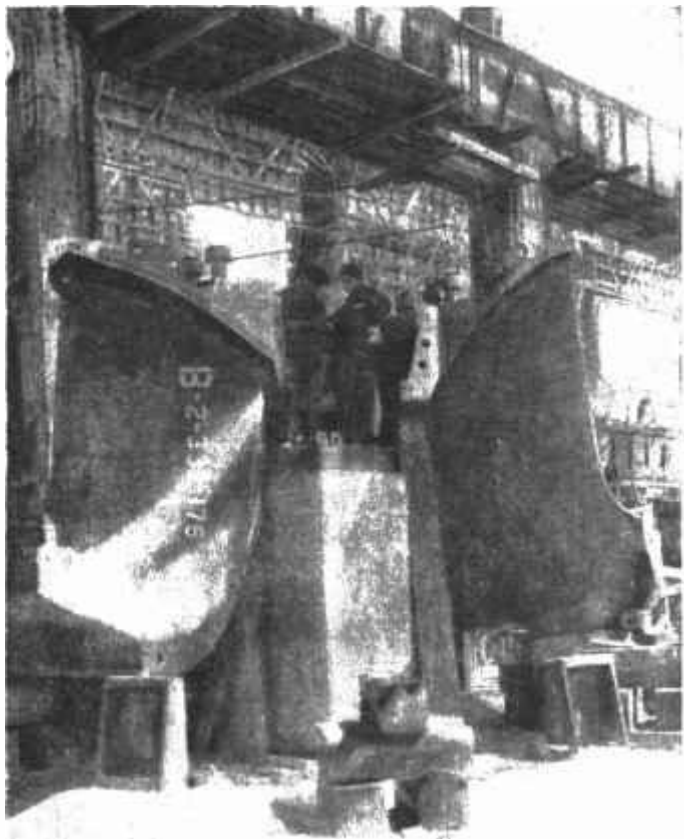


Рис. 18. Монтаж рабочего колеса турбины.

после сборки (рис. 18 и 19). Вал рабочего колеса—из ковanej мартеновской углеродистой стали и имеет диаметр 1 041 мм. Рабочее колесо имеет средний входной диаметр 4,63 м и выходной—5,84 м. Вместе с валом оно весит около 168 т.

Спиральная камера турбины (рис. 22), так же как и ее напорная труба, склепана внахлестку из стальных листов толщиной от 29 до 19 мм. Она имеет наибольший размер в плане по поперечнику 20—33 м и вместе с металлической частью напорной трубы и скоростным кольцом весит около 430 т. Вся турбина весит округленно 802 т.

Спиральные камеры турбины заделаны в бетон. Верхняя половина их внешней поверхности до заделки в бетон покрывается эластичной прокладкой толщиной 20 мм, состоящей из войлока, покрытого просмоленным толем. Ввиду возможности попадания в этот слой воды при неплотных швах спиральной камеры он дренирован. Устройством эластичной прокладки имеется в виду обеспечить

возможность свободы деформаций как спиральной камере при переменных нагрузках, так и окружающему ее бетону при его усадке и температурных изменениях.

Всасывающая труба турбины—бетонная. В нижней, горизонтальной, своей части она раздвигается для облегчения конструкции ее потолка (рис. 14 и 15). В верхней, вертикальной, части она имеет стальную футеровку в тех пределах, где скорость воды в ней превышает 5 м/сек. Скорость выхода воды из всасывающей трубы при максимальной нагрузке турбины не превышает 2 м/сек.

Турбина имеет обычный направляющий аппарат системы Финка с внешним регулированием, хорошо доступным для обслуживания.

Турбины снабжены автоматическими регуляторами системы Вудвода с электрическим приводом от вспомогательного генератора и сервомотором, работающим маслом, сжатым до давления 14 ат. Регуляторы позволяют в 3 сек. полно-

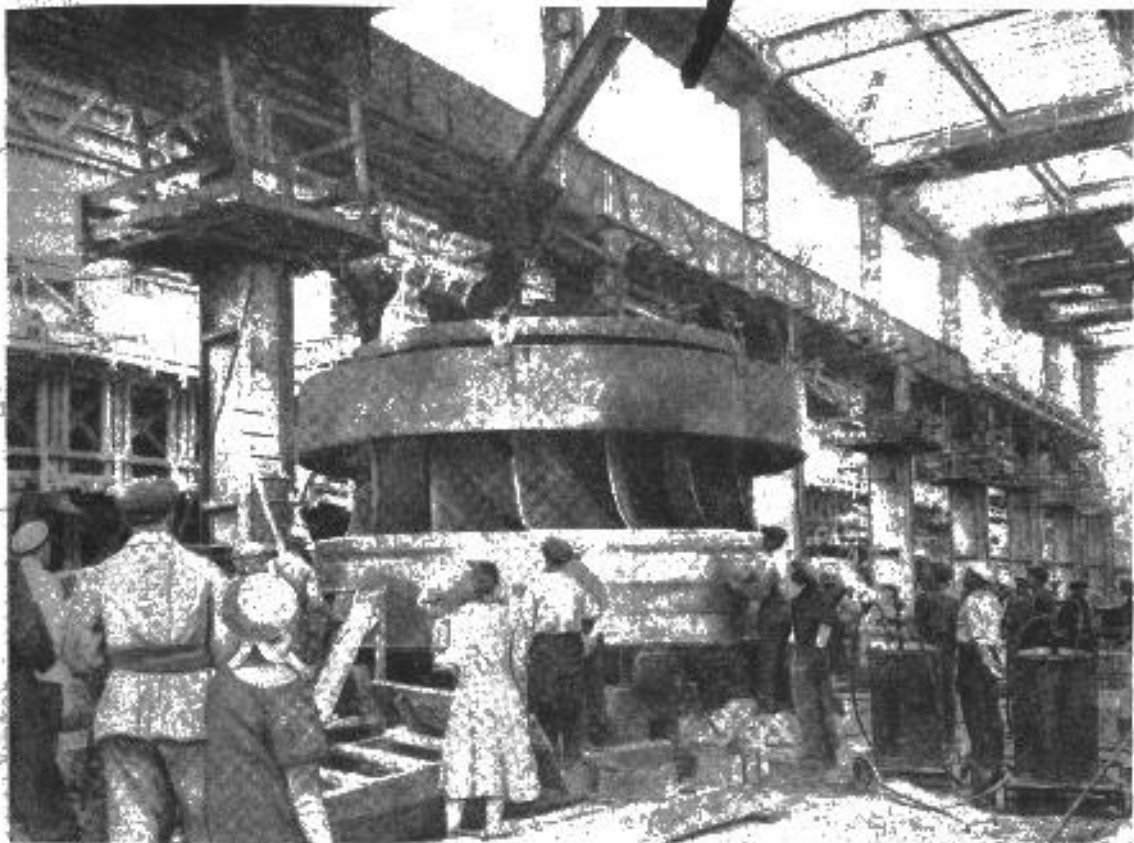


Рис. 19. Надевание разогретого стального бандажа на рабочее колесо турбин.

стью открыть или закрыть направляющий аппарат турбины. Принята индивидуальная система регулирования турбин, но имеется и общая объединяющая их магистраль, позволяющая в случае порчи насосов у одной из турбин питать ее маслом для регулирования от соседней турбины. С этой целью мощность масляных насосов у турбин выбрана с соответствующим запасом. Воздушная система регулирования давления в резервуарах сжатого масла—центральная и групповая, для чего на гидростанции устанавливается четыре компрессора.

Турбина снабжена только одним под-

шипником (направляющим), который имеет смазку, независимую от общей смазочной системы агрегата, но в случае желания он может быть включен в общую систему.

Все девять турбин гидростанции изготовлены фирмой The Newport News Shipbuilding dry Dock Co в Ньюпорт-Ньюсе (Америка). Турбины под руководством технического персонала той же фирмы монтируются рабочим аппаратом строительства. Фирма дает трехлетнюю гарантию за доброкачественность изготовленных ею турбин и исправную работу их в эксплуатации.

в) Электрооборудование

Каждой турбиной непосредственно на одном валу соединен генератор вертикального типа.

Все 9 генераторов устанавливаются на одном токе и имеют следующие

характеризующие их данные (по договору):

Мощность—77 500 ква или 62 000 квт при $\cos \varphi = 0,8$.

Напряжение—13 800 в.

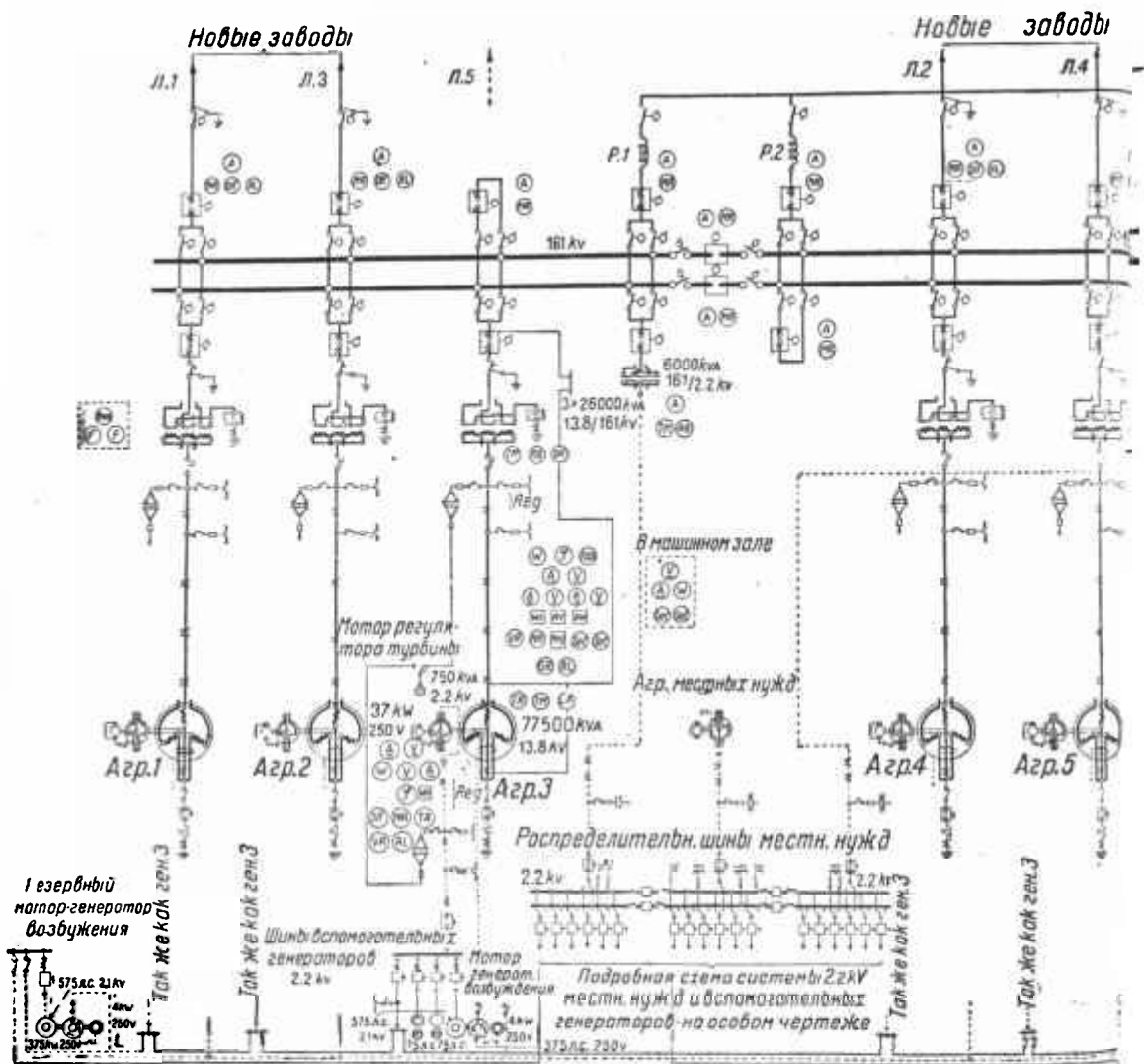


Рис. 20. Схема электрических со

Число периодов в секунду,—50.

Число полюсов—68.

Коэффициент полезного действия при $\cos \varphi = 0,8$ и полной нагрузке 97,8%.

Коэффициент полезного действия при $\cos \varphi = 3/4$ и полной нагрузке 97,5%.

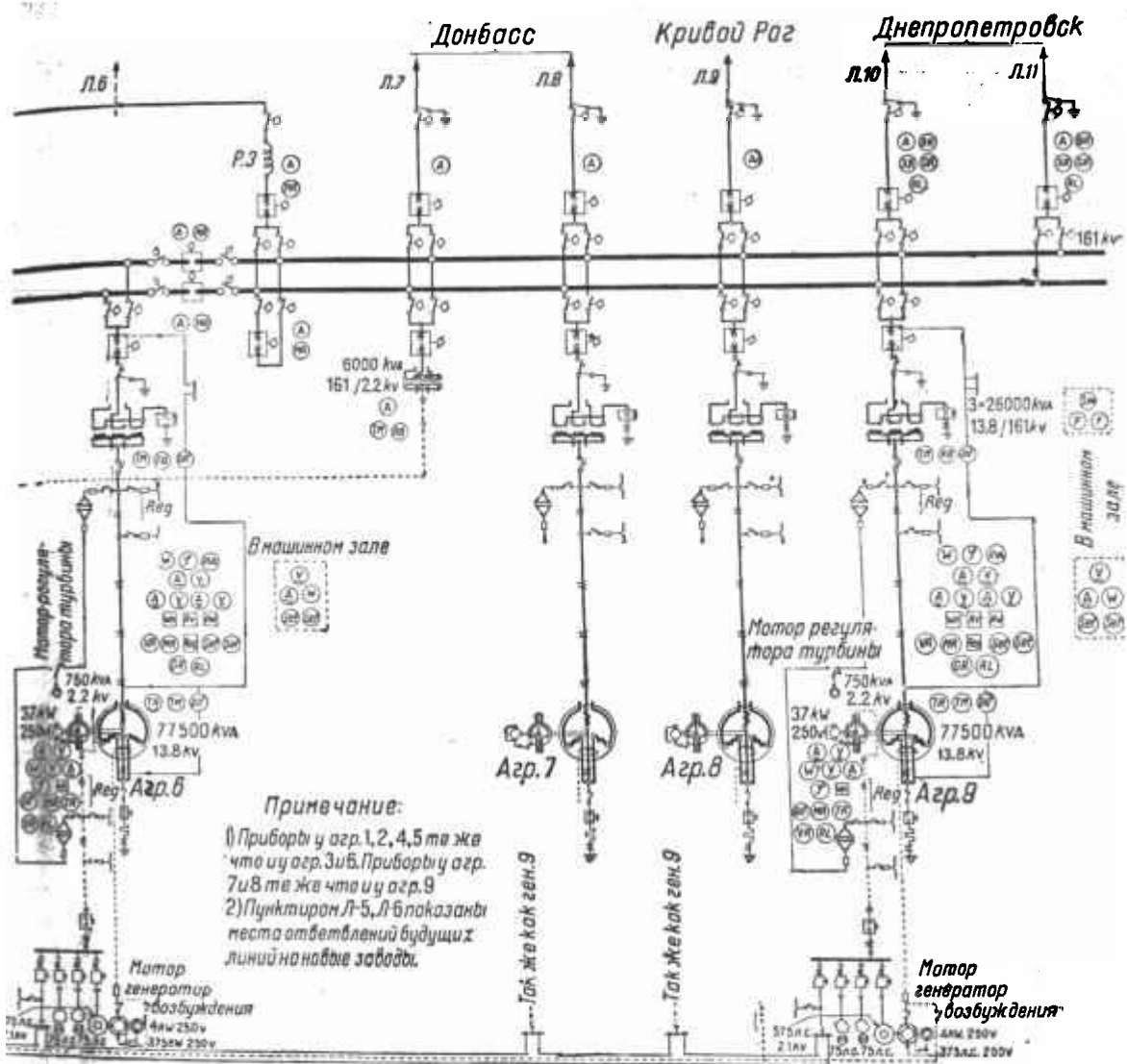
Коэффициент полезного действия при $\cos \varphi = 1,0$ и полной нагрузке 98,4%.

Характерной для генераторов является их система возбуждения.

Чтобы сделать каждый агрегат совершенно самостоятельной единицей, не зависимой в работе от других агрегатов и от системы местных нужд, принята следующая система возбуждения главных генераторов (рис. 20).

Каждый главный генератор (77 500 кВа) получает возбуждение от отдельного возбудителя (375 кВт) с независимым возбуждением. Возбудитель (375 кВт) приводится в движение при помощи асинхронного мотора 575 л. с. Мотор этот вместе с непосредственно соединенным с ним возбудителем (375 кВт, 250 в) образуют отдельный агрегат; мотор-генератор установлен в машинном зале на отметке 29,75 м, рядом с главным генератором.

Для питания током мотор-генератора на верху большого генератора (77 500 кВа) на общем валу с ним насажен второй, вспомогательный, генератор



станция и генераторов.

трехфазного тока мощностью 750 ква, 220 в, который также имеет независимое возбуждение от возбуждателя, находящегося над ним на одном с ним валу.

Трехфазный мотор 575 л. с. мотор-генератора работает при напряжении 2100 в и числе оборотов 985 в минуту. На одном валу с ним кроме большого компаундного возбуждателя 375 квт также еще и маленький компаундный возбуждатель—4 квт, 250 в, предназначенный для возбуждения большого возбуждателя.

Вспомогательный генератор имеет мощность 750 квт, или 600 квт при $\cos \varphi = 0,8$, и напряжение—2200 в при

50 пер/сек. Его компаундный возбуждатель имеет мощность 37 квт и напряжение 250 в.

От этого вспомогательного генератора приводятся в движение не только указанный мотор-генератор, но даже два асинхронных мотора по 75 л. с. масляных насосов системы регулирования турбины и синхронный мотор центробежного регулятора турбины.

Вспомогательный генератор каждого большого агрегата имеет свое небольшое распределительное устройство, связанное с распределительным устройством соседних генераторов и с распределительным устройством местных нужд.



Рис. 21. Опуска-
ние рабочего
колеса турбины
в спиральную
камеру.

Принятая система возбуждения не только делает каждый агрегат совершенно независимым от других, но также позволяет в случае надобности переключать возбуждение одного генератора на мотор-генератор соседнего агрегата или на систему местных нужд.

Кроме того, для большей надежности работы в пределах монтажной площадки машинного зала устанавливается еще

один мотор-генератор, питающийся от системы местных нужд, который будет служить резервом для всех остальных генераторов.

Другой характерной чертой устанавливаемых генераторов является их механическая конструкция.

Статоры этих генераторов, верхние и нижние крестовины и пауки их изготовлены из отдельных стальных листов,

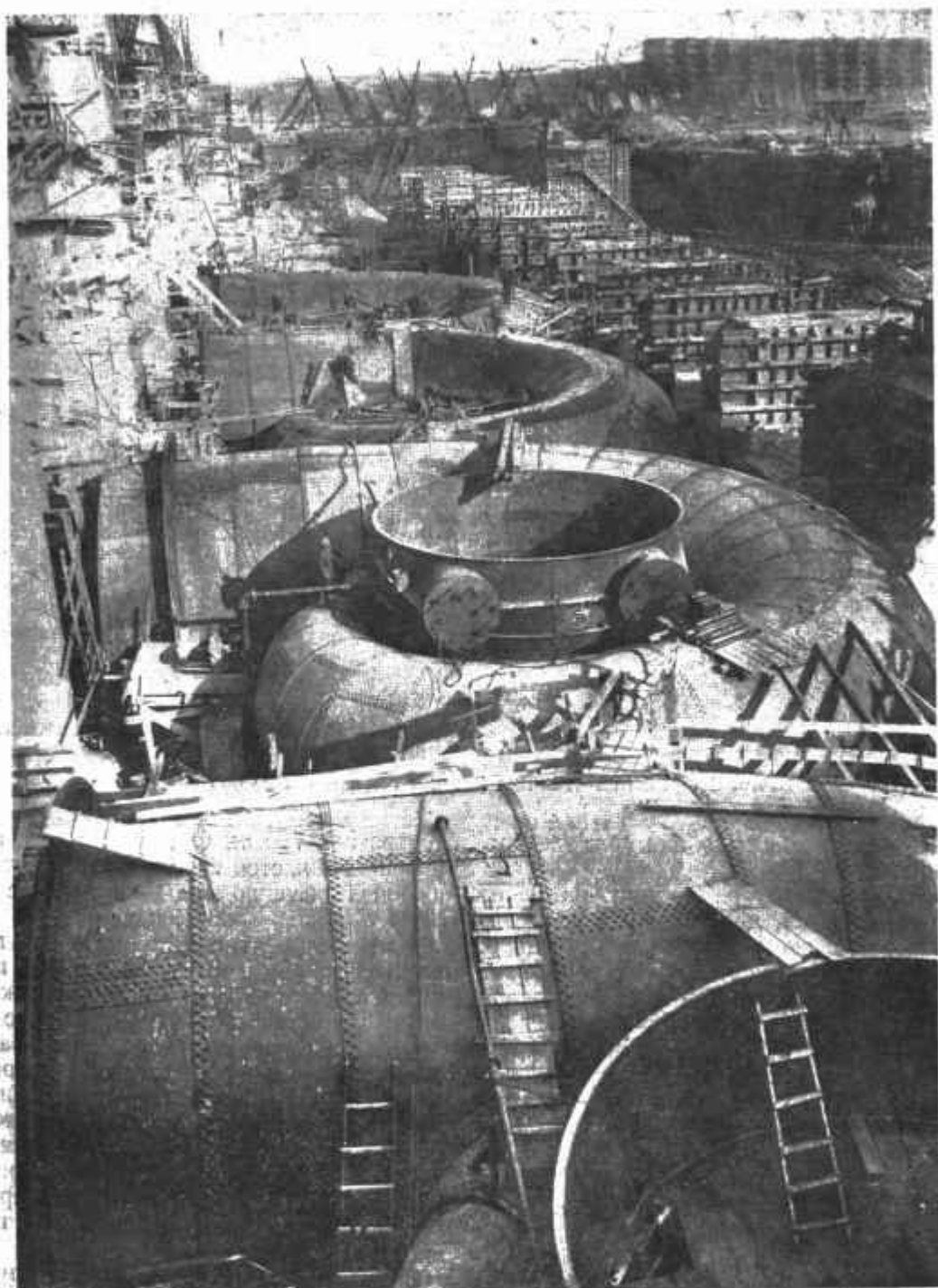


Рис. 22. Монтаж спиральных камер турбин (осень 1930 г.).



Рис. 23. Монтаж станины (паука) генератора 77 500 ква.

соединенных между собой путем электросварки.

Статор генератора состоит из 6 отдельных частей, доставляемых на место установки с соответствующей обмоткой. Части статора при монтаже скрепляются при помощи болтов. Ротор генератора сделан разборным, и имеет стальную литую ступицу и стальные спицы. Для лучшего сопротивления центробежным силам обод его состоит из большого количества взаимно перекрывающихся тонких стальных листов. Обод ротора собирается на месте установки, после чего к нему прикрепляются его полюса. Ротор рассчитан и испытан на двухкратную угловую скорость. Он имеет маховой момент 28 000 кгм.

Ротор генератора имеет явно выраженные полюса. Диаметр статора—12,60 м, ротора—10,40 м, высота статора над полом—4,60 м.

Вес ротора с валом 438 т. Полный вес

генератора 780 т. Общий вес всех вращающихся частей турбины и генератора, включая реакцию воды на рабочее колесо турбины,—округленно 900 т.

Для восприятия этого веса над пауком генератора установлен опорный подшипник с залитым баббитом нижним стальным опорным кольцом, которое покоится на пружинах, и верхним вращающимся чугуном кольцом. Опорный подшипник снабжен медным змеевиком для водяного охлаждения масла, которое циркулирует в нем под действием центробежной силы. Кроме опорного подшипника вал генератора поддерживается еще двумя направляющими подшипниками.

Все три подшипника генератора имеют централизованную смазку. Она осуществляется при помощи зубчатого насоса, приводимого в движение от главного вала генератора при помощи цилиндрической зубчатой передачи. В систему трубо-



Рис. 24. Монтаж
ротора генератора
77 500 ква.

проводов насоса включен фильтр для очистки масла.

Генератор снабжен тормозами гидравлического типа для быстрой остановки агрегата после закрытия направляющего аппарата турбины.

Тормоза установлены на нижней крестовине генератора и нажимают на обод ротора.

Нормально они работают сжатым воздухом от общей воздушной магистрали, но могут работать и сжатым маслом от

трубопровода сжатого масла системы регулирования турбин.

Генераторы помещены ниже пола машинного зала, так что над полом возвышаются только пауки их с опорной пятой и вспомогательным генератором.

Охлаждение генераторов — водяное при помощи поверхностных воздухоохладителей. Применена система охлаждения, дающая возможность по желанию иметь цикл движения воздуха замкнутый внутри генератора и охладителя или же ра-



Рис. 25. Монтаж ротора генератора 77 500 ква.

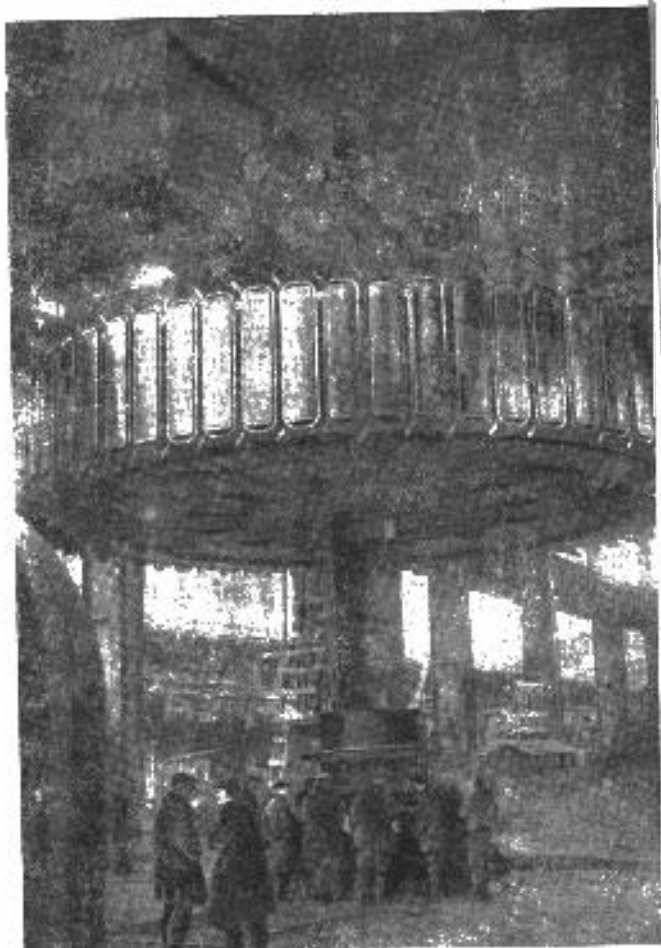
зомкнутый. В последнем случае воздух из генератора выходит в помещение машинного зала, откуда через вентиляционные отверстия в полу засасывается в помещение над турбиной и снова проходит через генератор.

Управление генераторами сосредоточено в особом здании на берегу, аванкамеры, где помещается пульт. Для того чтобы обслуживающий персонал мог следить за режимом работы агрегатов,

около каждого из генераторов имеется панель, где установлены необходимые для этого приборы. Кроме того, каждый агрегат снабжен термометрами, манометрами, тахометрами и другими измерительными приборами, отражающими его работу.

Заказ на большие генераторы (77 500 ква) разделен на две части: 5 генераторов поставляет фирма General Electric в САСШ и 4—завод «Электросила» в Ле-

Рис. 26. Ротор генератора 77 500 ква.



нинграде. Поставщики дают двухлетнюю гарантию за доброкачественность и исправную работу генераторов.

Распределительное устройство главных генераторов на напряжении 13,8 кВ отсутствует, и каждый генератор непосредственно соединен со своим трансформатором. Соединение осуществлено голыми медными шинами, проходящими под полом машинного зала.

Трансформаторы главных генераторов установлены вне машинного зала, непосредственно за его продольной стеной, обращенной к щитовому отделению, на площадке, имеющей отметку 30,95 м (рис. 15). Вдоль этой площадки проходит железнодорожный путь нормальной колеи, по которому трансформаторы подвозятся на особой тележке.

В соответствии с напряжением, выбранным для линий электропередачи, трансформаторы устанавливаются с на-

пряжением 161 кВ на вторичных зажимах. Во избежание слишком тяжелых и громоздких трансформаторов выбраны однофазные трансформаторы, по три на каждый генератор, по 26 000 кВА каждый.

При таких условиях мощность группы в три трансформатора соответствует мощности генератора, и таким образом, принцип агрегата как самостоятельной независимой единицы выдержан до конца.

Каждая такая группа в три однофазных трансформатора установлена на площадке непосредственно перед своим генератором. Трансформаторы на стороне низкого напряжения соединены в треугольник, а на стороне высокого — звездой. Нейтрали трансформаторов для уменьшения токов короткого замыкания заземлены через реактивное сопротивление.

Инв. № 136381

Отд. I

Основные данные, характеризующие устанавливаемые трансформаторы, следующие:

Мощность — 26 000 *квa*.

Напряжение — 13,8/61 *кв*.

Коэффициент полезного действия при $1/1$ нагрузке и $\cos \varphi = 1 - 99,14\%$.

Коэффициент полезного действия при $3/1$ нагрузке и $\cos \varphi = 3/4 - 99,25\%$.

Вес с маслом — 60 *т*.

Высота до верха крышки — 8,00 *м*.

Охлаждение трансформаторов — водяное, от общей системы труб водяного охлаждения с принудительной циркуляцией масла через маслоохладители. Каждый трансформатор имеет свой отдельный маслоохладитель с отдельным электромоторным насосом для циркуляции масла.

Для служебных надобностей гидростанции предусмотрены распределительные шины местных нужд на напряжении 2,2 *кв*.

Распределительные шины получают энергию из трех источников: от двух трансформаторов местных нужд по 6 000 *квa* каждый, присоединенных непосредственно к шинам высокого напряжения (161 *кв*) и от одного агрегата местных нужд (рис. 20).

Агрегат местных нужд установлен в береговом торце здания на монтажной

площадке. Он состоит из вертикальной одноколесной спиральной турбины системы Френсиса мощностью 3 500 *л. с.* при $n = 428$ об/мин, и непосредственно с ней соединенного трехфазного генератора 3 160 *квa*, 2 200 *в*, 50 периодов.

При выбранной системе возбуждения главных генераторов и наличии трансформаторов местных нужд, устанавливаемый агрегат местных нужд имеет только второстепенное значение. Он будет большей частью бездействовать и необходим на случай полной остановки всей станции.

При монтаже главных агрегатов приходится переносить наибольшую тяжесть в 438 *т*, что соответствует весу ротора главного генератора с валом. Для означенной цели предусмотрено два мостовых крана по 260 *т*, обслуживающих весь машинный зал и монтажную площадку его. Для поднимания указанной выше тяжести оба крана спариваются, причем вал генератора подвешивается к специальной траверзе, при помощи которой подъемные краны поднимают его.

Для поднятия менее громоздких грузов оба подъемных крана снабжены дополнительными крюками на 25 *т*, работающими при больших скоростях.

6. Распределительная подстанция и линии электропередачи

Главная распределительная подстанция расположена на берегу аванкамеры против щитового отделения на специально для этого подсыпанной площадке (рис. 7).

Она открытого типа. Ее шины и все соединения поддерживаются металлическими решетчатыми конструкциями, а масляники, реакторы и два трансформатора местных нужд установлены на бетонных фундаментах.

Вдоль фундаментов проходят пути нормальной железнодорожной колеи, по которым на специальной тележке масляники и прочие приборы могут быть доставлены к своим фундаментам.

Схема электрических соединений подстанции и электростанции изображена на

рис. 20. Она отличается большой простотой.

Имеются две системы высоковольтных (161 *кв*) шин, разделенных на три секции.

Секции эти для уменьшения токов короткого замыкания соединены между собой параллельно реакторами по системе Стотта через реакторные шины.

В каждой из трех секций шин присоединено по три группы трансформаторов от трех больших генераторов.

От вторичных зажимов трансформаторов ток подается на шины распределительной подстанции по голым сталеалюминиевым проводам переброшенным через аванкамеру, при помощи специально для этого устроенных мачт как у зда-

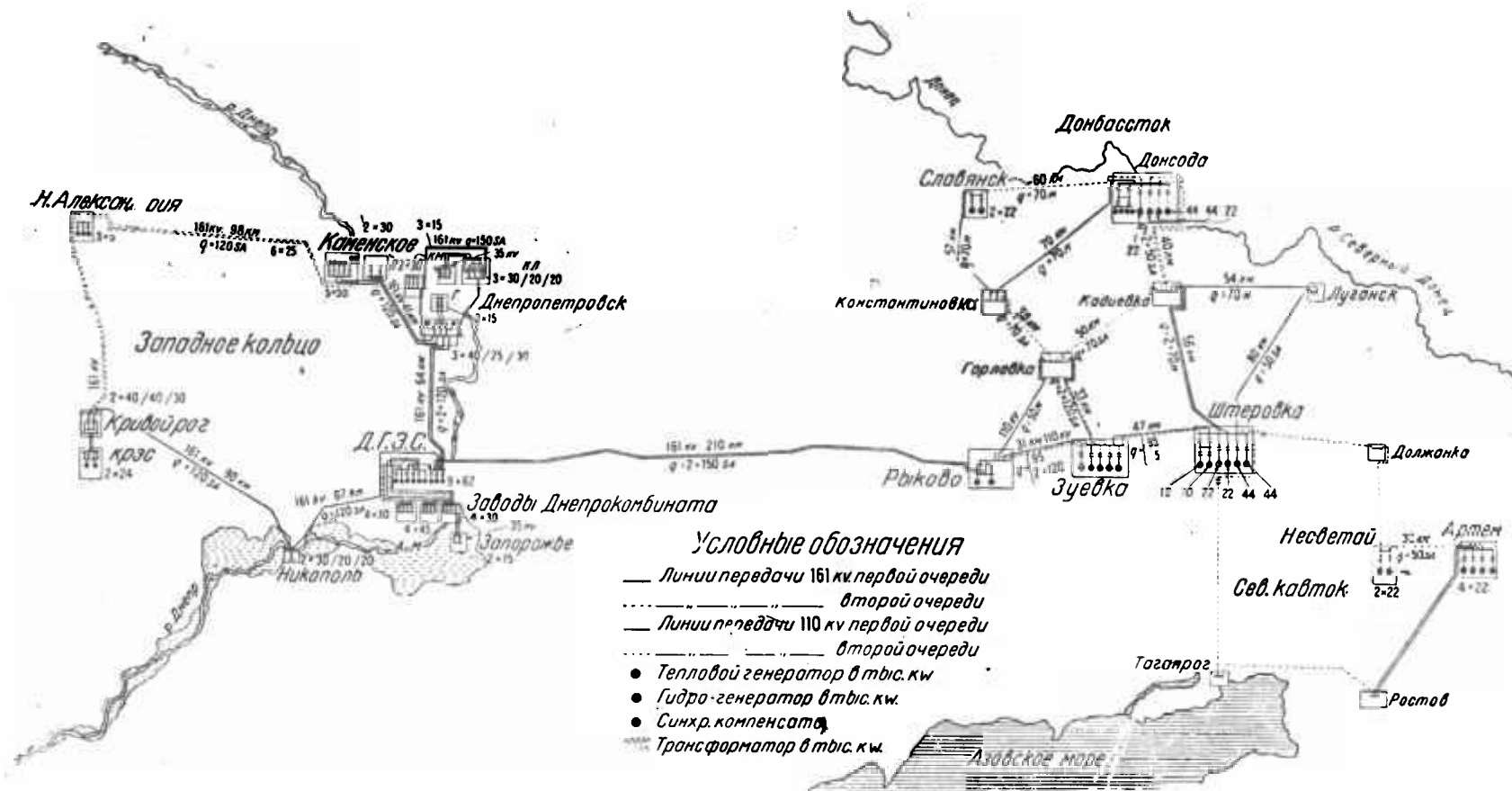


Рис. 27. Схема высоковольтных сетей Днепровской гидроэлектростанции и прилегающих районных электростанций.

ния электростанции, так и на берегу (рис. 14, 15 и 17).

При этом провода от трансформаторов поднимаются к кровле здания, затем падают на портал, установленный на верху щитового отделения, и оттуда через аванкамеру направляются на выходной портал распределительной подстанции (рис. 15).

Трансформаторы присоединены к шинам через треншалтеры и масляные выключатели.

Ввиду больших передаваемых мощностей и по соображениям механической прочности шины распределительной подстанции сделаны трубчатые, из медных труб.

Трубы имеют внешний диаметр 110 мм и толщину стенок 5 мм.

Все жесткие соединения осуществлены также при помощи труб, а гибкие — медным проводом.

Охлаждение реакторов применено водяное при помощи меевиков, помещенных внутри кожухов.

Для периодической очистки масла в аппаратах распределительной подстанции имеется центральное маслоочистительное устройство.

Предусмотрена также передвижная маслоочистительная установка, которая для производства очистки масла может быть подвезена к любому из аппаратов по железнодорожным путям, проложенным вдоль их.

Распределительная подстанция снабжена в большом количестве контрольными и измерительными приборами, схему расположения которых можно видеть на рис. 20 (стр. 30 и 31).

От них контрольные кабели проходят в двух железобетонных подземных туннелях к зданию пульты, расположенному на глухой плотине у распределительной подстанции.

Сюда же к зданию пульты подходят и контрольные кабели от измерительных приборов машинного зала.

Таким образом в этом здании сосредоточено управление всей гидроэлектрической станцией, причем управление главными агрегатами станции, не исключая и синхронизации в работе этих агрегатов, производится на стороне высокого напряжения (161 кв).

От шин распределительной подстанции отходит 9 линий электропередачи энергии Днепровской гидроэлектростанции к потребителям.

К тем же шинам присоединено два трансформатора местных нужд 161/2,2 кв по 6 000 ква.

Отходящие от распределительной подстанции линии электропередачи присоединены к шинам через треншалтеры и масляные выключатели, управление которыми осуществляется из общего здания управления.

Запроектированы и большей частью уже строятся следующие главнейшие линии электропередачи:

- а) На новые заводы, сооружаемые в ближайшем районе к гидроэлектростанции, — 4 линии протяжением от 5 до 15 км для передачи 250 000 квт
- б) На Донбассе — линия в две цепи протяжением 210 км для передачи . . . 150 000 »
- в) На Днепропетровск¹ и Каменское — линия в две цепи протяжением 61 + 41 км для передачи 100 000 »
- г) На Кривой Рог — одна цепь протяжением около 157 км для передачи: . . .
 - до Никополя 70 000 »
 - до Кривого Рога 50 000 »

Общее протяжение строящихся высоковольтных линий электропередачи, приведенное к одиночной линии, достигает 883 км.

Одновременно с этими линиями электропередачи Днепровским строительством строится в местах потребления энергии 11 понижающих подстанций с общей установленной мощностью понижающих трансформаторов до 1 080 000 ква.

Постройка местных сетей для непосредственной подачи электроэнергии потребителям в задачи строительства не входит.

Схема высоковольтных сетей и подстанций Днепровской гидроэлектрической станции, а также блокируемых с ней электростанций прилегающих районов изображена на рис. 27:

¹ В настоящий момент линия электропередачи на Днепропетровск уже закончена, и первый ток подан потребителям электроэнергии. Кроме того, в настоящее время уже осуществлена линия электропередачи на левый берег.

7. Шлюз и подходы к нему

На левом берегу непосредственно у примыкания плотины расположен шлюз с прилегающими к нему судоходными устройствами, обеспечивающими возможность правильного и безопасного прохода судов в пределах описываемого узла сооружений (рис. 28 и приложение 2). Судоходные устройства кроме шлюза состоят из следующих сооружений (рис. 7): верхнего затона с причальным пирсом в нем, низового судового подхода, огражденного защитной дамбой со стороны реки, низового пирса и причала для судоводов в нижнем бьефе.

Строящийся шлюз рассчитан на грузооборот в 2 млн. *т* в год. Однако предусмотрена возможность постройки второго такого же шлюза параллельно со строящимся, благодаря чему с развитием экономической жизни в этом районе пропускную способность шлюзов без особо сложных мероприятий можно будет увеличить до 6 млн. *т* в год.

Строящийся шлюз головой своей первой камеры примыкает к левобережному устью плотины. Он соединен с ним небольшим участком глухой плотины длиной около 20 м. Общая величина перепада, которую должны будут преодолеть суда, проходя шлюз, составляет максимально 38,75 м. Шлюз строится трехкамерным. Таким образом каждая камера имеет перепад 12—13 м. Длина камер—120 м, ширина—18 м, считая между отбойными брусками, минимальная глубина на королях—3,60 м. Шлюз имеет все стенки падения сводчатые, очерченные по дуге круга.

В паводок при некотором соотношении горизонтов нижнего и верхнего бьефов количество воды, выпускаемое из второй камеры в третью при ее заполнении, оказывается значительно больше свободного объема третьей камеры. Поэтому в речной стенке третьей камеры для сброса излишка воды сделан водослив, с гребнем на отметке 27,50 м.

Гребень водослива со стороны камеры шлюза отделен стенкой—забралом. Нижняя часть этой стенки опущена ниже днища шлюзуемого судна. Этим предотвращено непосредственное влияние водослива на находящееся в камере судно.

Устройство водослива позволило сэкономить на кубатуре бетона четвертой головы и третьей камеры, а также на весе ворот четвертой головы.

Шлюз оборудован двухстворчатыми воротами, из которых в первой голове ворота—ригельного типа, а в остальных головах—сводчатые.

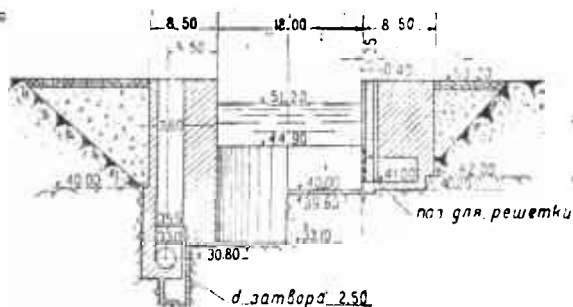
Для наполнения шлюза принята донная система. Следует отметить исключительный по высоте напор во второй и третьей головах шлюза, достигающий 25,4 м в начальный момент наполнения второй и третьей камер. В связи с этим и в соответствии с лабораторными исследованиями, произведенными на моделях, в качестве затворов для водопроводных галлерей выбраны герметические затворы системы Баттерфлей.

Лабораторными исследованиями было уделено очень много внимания разрешению судоходных вопросов этого узла сооружений.

В лаборатории Ленинградского института инженеров путей сообщения была подвергнута всестороннему изучению модель шлюза. При этом исследовались коэффициент расхода всей водопроводной системы, величины местных гидравлических сопротивлений водопроводных галлерей, решеток, затворов, производилось измерение всесторонних перемещений судна при шлюзовании и определялись натяжения удерживающих его тросов, велся целый ряд и других наблюдений.

Одновременно в Аэрогидродинамическом институте в Москве, производились исследования над моделью в масштабе 1/225, в точности изображавшей весь узел сооружений: плотину, гидростанцию, шлюз и подходы к ним на 2 км вниз по течению и около 1/2 км—вверх. Произведенные исследования дали возможность определить направление и скорости струй в различных точках подходов к шлюзу при различных расходах воды в реке. Это позволило наметить рациональный тип сооружений, обеспечивающий спокойный подход судов к шлюзу. В частности, путем лабораторных опытов были установлены тип и необходимая длина защитной дамбы, ограждающей со стороны реки низовой подход.

Разрез, по I — II — III



Разрез по VII—VIII

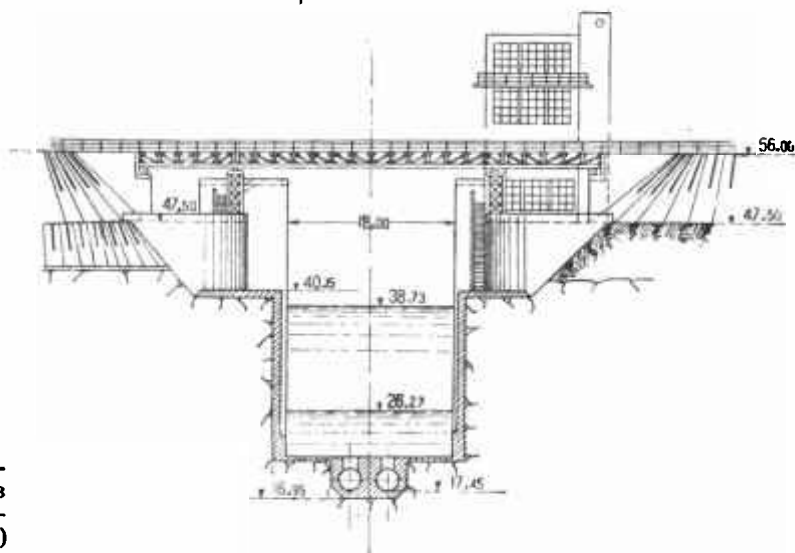


Рис. 28 и 29. Шлюз. Разрезы. (Места разрезов в плане см. на вклейке в конце книги приложение 2.)

Опыты эти вполне оправдали себя. Уже сейчас имеется возможность наблюдать на некоторых законченных сооружениях, что картина скоростей и распределения струй, наблюдавшаяся на модели, впоследствии после возведения сооружений повторилась и в реке.

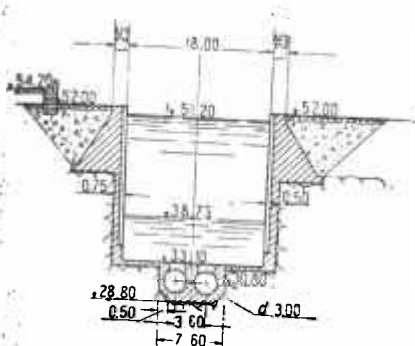
Время для наполнения камер шлюза принято как максимум в 10 мин. При этом считалось, что операция одного шлюзования займет около 1½ час. При серийном шлюзовании то же время может быть уменьшено до 40—50 мин. Плоты, которые в сплавное время спускаются вниз по Днепру в довольно большом количестве, будут также проходить через шлюз. Для проводки судов через

шлюз будет применена кабестанная тяга. Однако предусмотрена возможность с развитием судоходства применить для этой цели и электровозы.

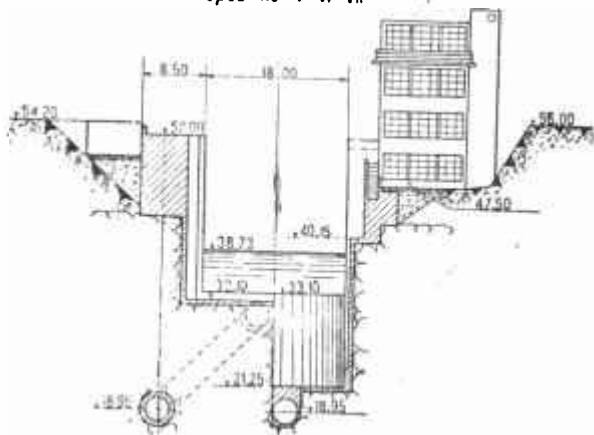
Для предотвращения возможности навала судна на ворота при заведении его в камеру перед первыми и вторыми воротами устраивается цепное заграждение с грузовыми противовесами, которое опускается на дно при проходе судна.

При входе в шлюз и при выходе из него предусмотрено верховое и низовое шандорные заграждения, позволяющие в любое время осушить ворота первой и четвертой голов и в случае надобности произвести необходимый ремонт ворот и прочих устройств. Заграждения эти де-

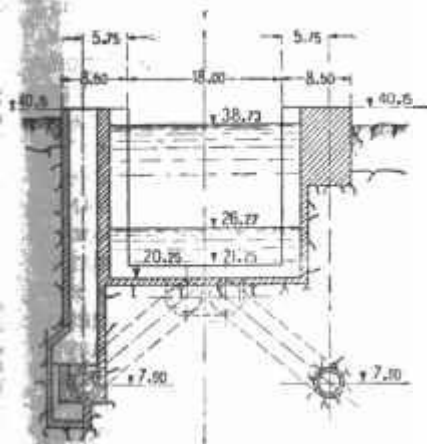
Разрез по IV-IV



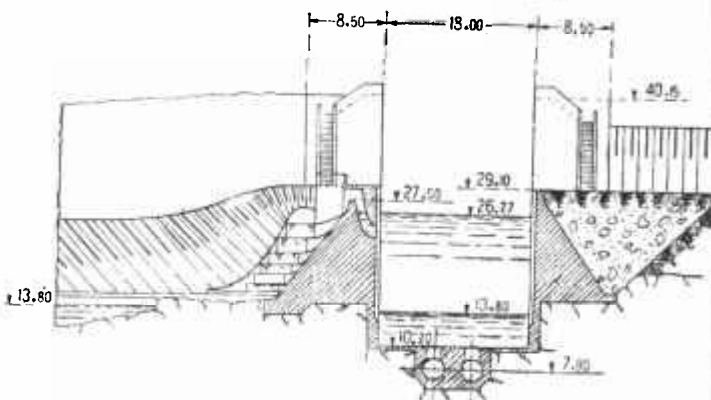
Разрез по V-VI-VII



Разрез по IX-X-XI



Разрез по XII-XIII-XIV



лаются в форме цилиндрических металлических шандор. Конструкция этих шандор позволяет опускать их в текущую воду.

Для производства шандорных пазов у первой и четвертой голов устанавливаются по одному 20-тонному, подъемному крану типа жестких дерриков.

Все механизмы, обслуживающие шлюз, электрифицированы. Для центрального управления ими у второй головы шлюза устроено специальное небольшое здание, из которого хорошо виден весь шлюз с его подходами.

Рядом с этим зданием арочный железобетонный мост пересекает вторую камеру шлюза. Назначение моста—пропу-

стить через шлюз дорогу между берегами.

Непосредственно к первой голове шлюза примыкает верховой пирс (прилож. 2). Назначение его—обеспечить возможность судну, получить правильное направление для входа в шлюз и оградить его от случайного навала на находящуюся в непосредственной близости плотину. Пирс построен в виде многопролетной каменной аркады длиной 226 м с опорами из бутового камня и железобетонными арками, имеющими над собой бутовую забудку. Арочная конструкция пирса определилась сравнительно низкой отметкой залегания в этом месте здоровой скалы.

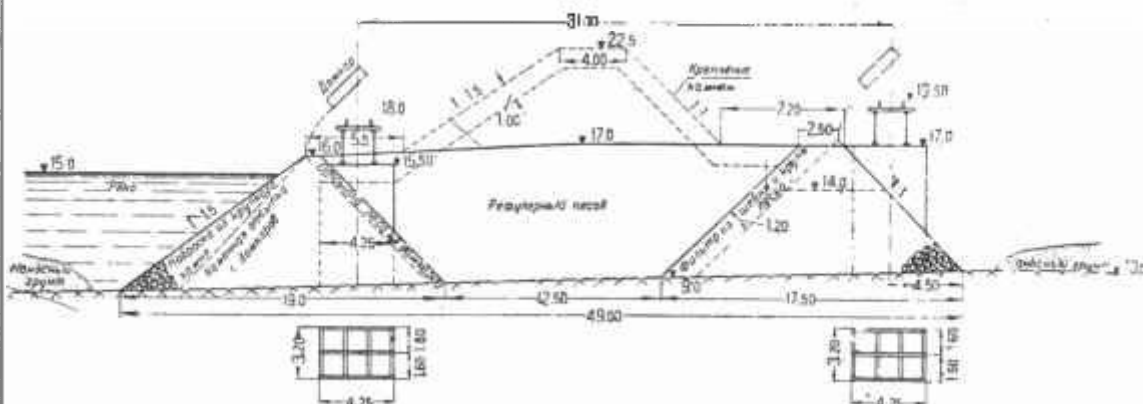


Рис. 30. Дамба-перемычка низового подхода к шлюзу.

При выходе из шлюза в нижний бьеф находится второй пирс низовой. Он дает возможность причаливать судам, ожидающим входа в шлюз. Он также арочной конструкции, но пролеты его арок ввиду небольшой высоты пирса значительно меньше и не армированы.

Переливающиеся через плотину струи воды у низового подхода к шлюзу имеют тенденцию поджаться к левому берегу и в этом месте, при расходах, когда уже возможна навигация, достигают скоростей порядка 3—4 м/сек. Это делает невозможным подход судна к шлюзу с нижнего бьефа без особых искусственных мероприятий.

Чтобы устранить это явление, весь низовой подход огражден защитной дамбой, которая имеет протяжение от четвертой головы шлюза до скалы Дурной в 635 м и за скалой Дурной—260 м. Весь низовой судовой подход к шлюзу длиной 1,2 км пришлось создать искусственно. При этом пришлось разработать большое количество скалы как выше, так и ниже уровня воды в реке.

Во избежание постройки длинных и дорогих перемычек, требовавшихся для производства этих работ, защитной дамбе была придана такая конструкция, которая позволила, соорудив ее в первую очередь, воспользоваться ею как перемычкой при устройстве судового хода. (рис. 30). С этой целью защитная дамба отсыпана в виде двух параллельных гряд из камня, находящихся друг от друга во взаимном расстоянии 31 м. Промежуток между грядами камня заполнен речным песком, нафулированным при помощи землесосов. Для того чтобы песок не унес-

сило внутрь котлована, на ближайшей к котловану судового хода каменной гряде сделан обратный фильтр из более мелкого камня, щебня и искусственного песка.

Такая конструкция дамбы-перемычки вполне оправдала себя и позволила работать при напоре, доходившем до 9 м.

Наконец, последнее судоходное устройство, о котором следует здесь упомянуть, это—причальная линия для судов, ожидающих шлюзования. Она находится на левом берегу, при выходе из нижнего судового подхода. Длина ее около 480 м. Она рассчитана на расстановку у нее в два ряда восьми большемерных судов и трех буксиров.

Общее протяжение всех судоходных сооружений около 2 км. Как шлюзовую лестницу, так и нижний судовый ход в значительной части пришлось прорезать в гранитной породе. При этом на трассе судового хода пришлось вынуть 600 000 м³ скалы, так как была снята большая гора-остров, носившая название скалы Дурной.

Для постройки описанных судоходных сооружений выполнено следующее количество основных работ: произвести разработку скального грунта (гранита), округленно 600 000 м³; произвести земляных работ в мягком и смешанном с валунами грунте 685 000 м³; произвести землесосных работ около 600 000 м³; сделать скальных отсыпей для укрепления откосов около 120 000 м³; уложить бетона и сделать бутровой кладки округленно 150 000 м³.

Все механическое и электрическое оборудование шлюза выполняется союзными заводами, причем общий вес его составит около 2 400 т.

8. Гавань

На левом берегу Днепра заводами комбината строится гавань, назначение которой обслужить новые заводы и нужды транзитного судоходства.

Гавань расположена в верхнем бьефе, в расстоянии около 1 км выше первой головы шлюза. В нижнем бьефе этого же района намечена постройкой вторая гавань. Она находится вне пределов рассматриваемого узла сооружений и потому здесь не описана.

Первая гавань верхнего бьефа рассчитана на грузооборот 830 000 т в год, которые по роду грузов распределяются следующим образом (в тоннах):

Лесные грузы	50 000
Каменный уголь	450 000
Прокатное железо	115 000
Цемент	130 000
Химические товары	85 000

Гавань расположена в бухте, образованной подпором воды в результате постройки плотины и молот. Этот мол, имеющий ширину по верху 100 м и длину 250 м, ограждает плотину со стороны Днепра в этом месте вследствие подпора плотиной, достигающего ширины свыше 3 км. Общая площадь акватории гавани составляет около 165 000 м². Средняя ширина гавани около 420 м. Дно акватории расположено на отметке не выше 44,20 м. Оно понижается у причалов до отметки 43,0 м с таким расчетом, чтобы при низшем горизонте верхнего бьефа, сработавшем для нужд гидростанции, суда с наибольшей осадкой имели под собой слой воды не менее 0,30 м. Отметка территории гавани принята 53,20 м, т. е. на 2 м выше наивысшего уровня воды в верхнем бьефе.

Мол, ограждающий гавань, имеет по обеим сторонам причальные линии. Причальная линия, расположенная по внешней по отношению к гавани стороне, предназначается для судов, ожидающих шлюзования или идущих вверх после шлюзования.

Все внутренние причальные линии оборудованы бетонными набережными с откосными стенками. Внешняя причальная линия мола образована каменной отсыпью.

Откосы мола, одетые каменной отсыпью, рассчитаны на нагрузку территории в 3 т на 1 м². Ниже отметки 44,20 м откосы мола образованы отсыпкой каменных призм, ввиду того что до этой отметки мол возводится намывкой грунта при помощи гидромониторов¹. Бетонные набережные рассчитаны на нагрузку территории в 4 т на 1 м².

По всему периметру гавани вдоль причальных линий через каждые 50 м устанавливаются чугунные причальные тумбы.

Вдоль береговых причальных линий устраивается площадка шириной в 120 м для постройки на ней складочных помещений.

Гавань имеет общую длину причальных линий 1 693 пог. м, из которых 1 087 м каменной набережной и 606 м откосов, одетых каменной одеждой.

Так как гавань строится вблизи большого промышленного центра, то по своей эксплуатации она будет, несомненно, иметь характер фабрично-заводской. Поэтому при расчете необходимой длины причальных линий пропускная способность 1 пог. м их принималась следующей:

Для лесных грузов	330 т в год
» каменного угля	1 500 » »
» металла и цемента	500 » »

Для производства портовых погрузочно-разгрузочных операций запроектирована соответствующая механизация гавани.

Все причальные линии оборудованы железнодорожными путями, отбойными брусьями, стремянками и необходимыми причальными приспособлениями.

Гавань соединяется железнодорожными путями широкой колеи с заводами Комбината и непосредственно с сетью государственных железных дорог.

Для постройки гавани нужно произвести следующее количество главнейших работ:

Выемка в мягком грунте	2 025 000 м ³
» в скальном грунте	31 000 »
Насыпей	875 000 »

¹ См. ч. II. стр. 100.



Рис. 31. Мост через р.

9. Мосты и железнодорожная магистраль Шлюзовая - Канцеровна

С постройкой плотины и поднятием ее верхнего бьефа затоплен и потому разобран Кичкасский ширококолейный железнодорожный мост Екатеринбургской ж. д., находившийся в 2 км выше строящейся плотины.

Мост этот двухъярусный, двухпутный, консольно-балочной системы, перекрывающий одним пролетом русло р. Днепра, имеющего в этом месте в ширину всего лишь 170 м, но зато в глубину, достигающего до 30—40 м. Общий вес металла этого моста—около 5 500 т. Общая длина его, включая въезды,—338 м при длине средней части 190 м.

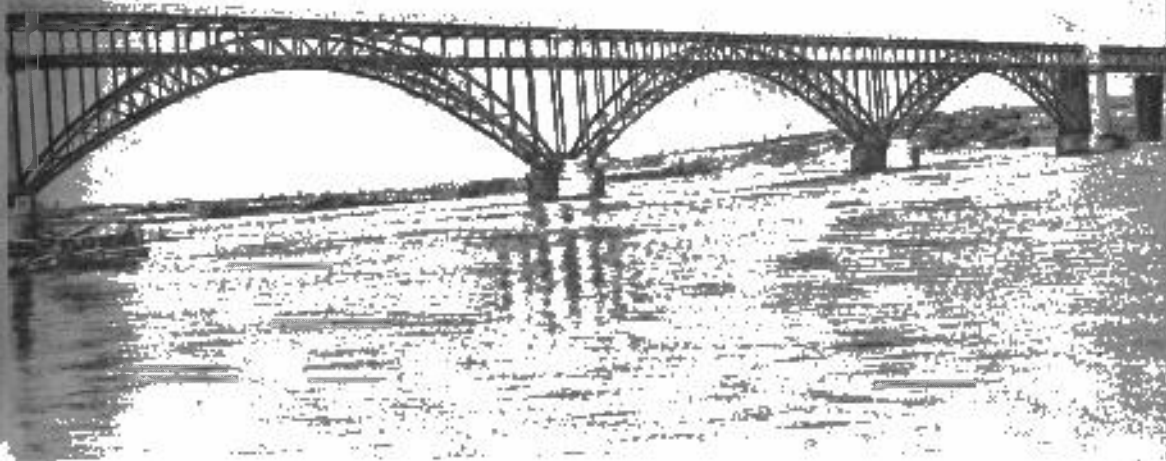
Разборка Кичкасского моста прервет железнодорожное сообщение между правобережьем и левобережьем этого района. Поэтому взамен его запроектировано и теперь уже построено два моста

(см. рис. 31 и 32), находящихся в 2½—3 км ниже плотины.

Одновременно построен участок железнодорожного пути длиной около 22 км от ст. Шлюзовая до ст. Канцеровка взамен соответствующего участка пути между теми же станциями, выключенного с разборкой Кичкасского моста из общей магистрали.

Вместо одного разобранного моста решено было построить два моста, ввиду того что при этом получалось спрямление железнодорожного пути на 6 км и кроме того, обеспечивалась постоянная прочная связь с островом Хортицей.

Остров Хортица образован двумя рукавами р. Днепра—Новым Днепром и Старым Днепром. Он имеет длину около 13 км и ширину 2—3 км. Находясь непосредственно в районе сооружаемой



Днепр. Апрель 1931 г.

крупного индустриального центра, остров намечается для дальнейшего развития этого центра. Ввиду быстрого развития экономической жизни прилегающего района возникает необходимость увязки местной промышленности с промышленностью других ближайших районов. С этой целью намечено создание сверхмагистрального железнодорожного пути из Донбасса в Кривой Рог с постройкой большого запорожского железнодорожного узла. Часть этой магистрали и представляет собой построенная Днепровским строительством линия Шлюзовая-Канцеровка с ее двумя мостами через реку Днепр.

Сооруженный участок железнодорожного пути имеет общую кубатуру земляных работ около 2 600 000 м³. Мосты представляют особый интерес.

Оба моста через Новый и Старый Днепр — арочные. Арки их построены из силициевой стали — материала, нового в мостостроении. Надарочные строения обоих мостов построены из стали «З».

Химический состав плавов примененной силициевой стали заключает в себе следующие элементы:

C	0,13 — 0,20%
Mn	0,50 — 1,00%
Si	0,60 — 1,00%

В готовых же прокатных изделиях нижеуказанные химические элементы содержатся в таких пределах:

C максимально	— 0,22%
P »	— 0,06%
S »	— 0,05%
Si минимально	— 0,18%

Механические свойства этой стали характеризуются следующими цифрами:

Временное сопротивление разрыву	50—62 кг/м.м ²
Предел текучести не менее . . .	36 »
Относительное удлинение вдоль проката не менее	20%
Относительное удлинение поперек не менее	18%

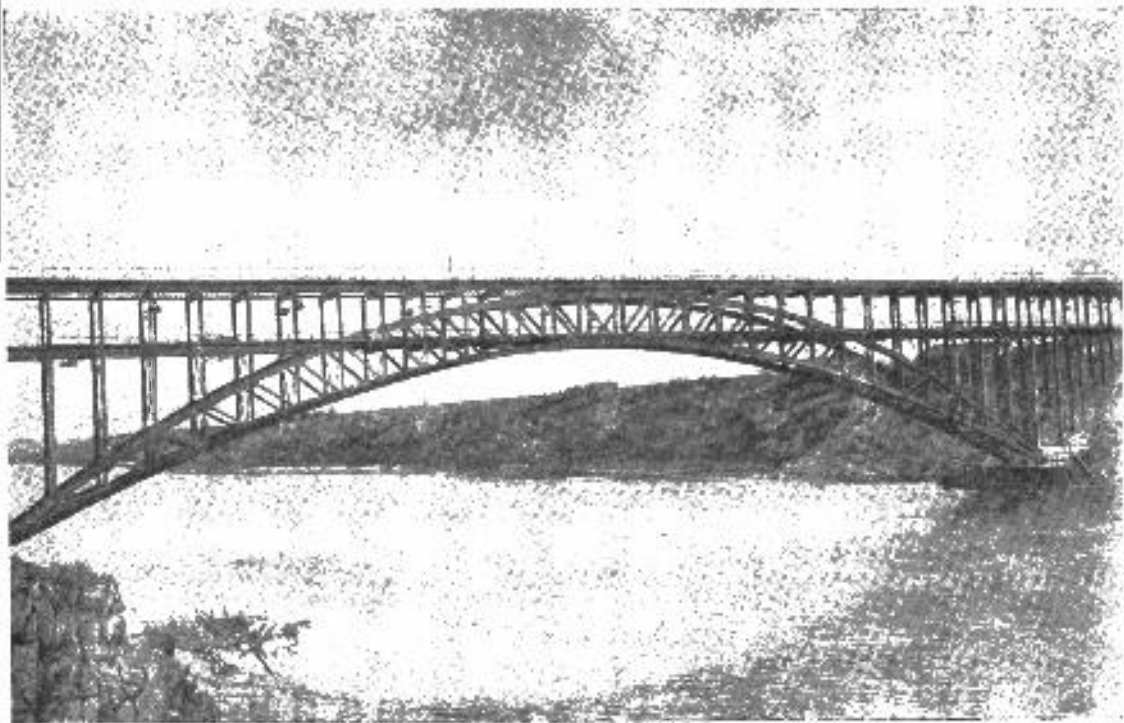


Рис. 32. Мост через р. Старый Днепр. Апрель 1931 г.

Оба моста—через Новый Днепр и через Старый Днепр—двухъярусные. Верхний ярус их устроен для двухпутного железнодорожного движения; нижний—предназначается под обыкновенную дорогу и имеет с обеих сторон консоли для пешеходов шириной по 1,50 м. Ширина проезжей части мостов для экипажного движения—7,75 м.

Надарочное строение обоих мостов сделано без раскосов, что придает им чрезвычайно легкий и живописный вид.

Мост через р. Новый Днепр (рис. 31) имеет полную длину 715 м. Он состоит из трех основных арочных пролетов по 140 м каждый. Кроме того, он со стороны обоих берегов имеет подходы. Подход со стороны левого берега образован двухпролетной неразрезной балочной фермой общей длиной 140,0 м и фермой длиной 25,0 м, перекрывающей въезд шоссейной дороги. Со стороны правого берега подход образован балочной однопролетной фермой длиной 56,0 м и такой же, как на левом берегу, фермой длиной 25,0 м над въездом шоссейной дороги. Верхняя проезжая часть моста имеет отметку 63,64 м и возвышается при-

близительно на 50 м над уровнем ме-
жени.

Фермы арок моста через р. Новый Днепр имеют стрелу верхнего пояса 34,35 м и нижнего 26,85 м, при толщине арки в ключе—7,50 м. Они расставлены во взаимном расстоянии 9,7 м. Аркам придана большая стрела подъема вследствие желания иметь под мостами достаточный габарит для прохода судов каботажного плавания. С той же целью пропуска каботажных судов, но с более глубокой осадкой, со стороны левого берега предположено устройство впоследствии судового хода для них. Чтобы иметь в пределах этого хода более широкий габарит, пролет моста над ним перекрыт неразрезной двухпролетной балкой.

Мост через р. Старый Днепр—арочный, однопролетный (рис. 32). Он имеет общую длину 370 м и состоит из арки с пролетом 224 м и подходов в виде металлической рамной эстакады. Арочные фермы его поставлены вертикально в расстоянии 10,50 м друг от друга и имеют стрелу подъема верхнего пояса 33 м и нижнего—29,0 м при толщине в ключе 9,0 м. По своему пролету в 224 м этот

мост в настоящее время является самым большим одноарочным мостом в Европе.

Общий вес металла в двух мостах— 13 700 *т*, из которых на долю моста через Новый Днепр приходится 8 480 *т* и на долю моста через Старый Днепр— 5 220 *т*. Применение силициевой стали для мостов позволило сэкономить в весе металла, израсходованного на арки, около 30%.

Ввиду срочности постройки мостов и неналаженности еще производства силициевой стали на заводах СССР в доста-

точном масштабе вся силициевая сталь для обоих мостов была заказана и изготовлена за границей, в Чехо-Словакии, на Витковицких заводах о-ва «Керн и К°».

Конструкции моста через Новый Днепр целиком сделаны на заводе им. Петровского в Днепропетровске и им же собраны. Конструкции моста через Старый Днепр ввиду перегрузки мостостроительных заводов СССР были сделаны и собраны на месте Витковицким заводом под наблюдением технического надзора управления работ.

10. Стоимость сооружений и энергии

Стоимость описанных сооружений за исключением гавани в верхнем бьефе определена округленно в сумме 278 млн. руб. Гавань в эту сумму не входит, так как она строится преимущественно для нужд заводов комбината и за счет их кредитов. Указанная сумма распределяется по отдельным сооружениям следующим образом:

А. Энергетическая часть сооружений

1. Плотина и гидростанция на новую мощность 558 000 <i>квт</i>	
а) Плотина	63 500 000 руб.
б) Гидростанция	45 660 000 »
в) Электромеханическое оборудование	46 110 000 »
2. Отчуждение земель и работы, связанные с затоплением их	10 760 000 »
3. Жилые и служебные здания для эксплуатации гидростанции	5 520 000 »
Итого	171 550 000 руб.

4. Линии электропередачи и подстанции	59 090 000 »
---	--------------

Б. Транспортная часть сооружений

5. Сухоходные устройства	24 870 000 руб.
6. Железнодорожная линия и мосты через Днепр	22 530 000 руб.
Итого	47 400 000 руб.
Всего	278 040 000 руб.

Если исходить из стоимости энергетической части сооружений до шин высоко-

кого напряжения включительно, то стоимость установленной мощности выразится в сумме 307 руб. за 1 *квт*.

Без стоимости отчуждений и работ, связанных с затоплением земель, эта стоимость составляет 288 руб. за 1 *квт*.

Стоимость турбин и электрического оборудования Днепровской гидроэлектрической станции составляет 62 руб. на установленный киловатт.

Общее количество энергии, отдаваемое Днепровской гидроэлектрической станцией, колеблется в зависимости от степени многоводности года в пределах от 2,5 млрд. *квт-ч* до 4,4 млрд. *квт-ч*, составляя в средний гидрологический год кругло 3 млрд. *квт-ч*.

Считая по среднему гидрологическому году и исходя из указанной выше стоимости гидростанции с учетом отчуждений, средняя стоимость энергии, отпускаемой Днепровской гидростанцией, определена в размере 0,56 коп. за 1 *квт-ч*. Стоимость эта выведена при условии полного совпадения графика нагрузки с графиком мощности реки, в пределах поглотительной способности турбин. При условии же использования того же графика мощности реки в размере лишь 80%, что будет иметь место в первые годы работы электростанции, средняя стоимость энергии составит примерно 0,70 коп. за 1 *квт-ч*.

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

I. Организация управления работ

Работы по сооружению Днепровской гидроэлектрической станции были начаты в марте 1927 г.

Для производства их месяцем раньше было создано управление Днепровского строительства, или сокращенно «Днепрострой». Главным инженером был назначен А. В. Винтер и его заместителями Б. Е. Веденеев и П. П. Ротерт. Несколько позже этому же управлению, получившему название Объединенного днепровского строительства, было поручено строительство комбината заводов, расположенных у гидростанции. Начальником Объединенного строительства был назначен А. В. Винтер, его заместителем В. М. Михайлов, главным инженером строительства гидростанции и связанного с ней узла сооружений—Б. Е. Веденеев и главным инженером строительства заводов П. П. Ротерт.

Ввиду того что задача постройки гидроэлектрической станции такого большого масштаба была новой не только для СССР, но и для Европы, правительство СССР сочло необходимым, как указывалось выше, произвести в Америке экспертизу составленного проф. И. Г. Александровым проекта гидростанции.

Проект, направленный на экспертизу фирме Х. Л. Купер и К^о, в основном был одобрен. Подвергались изменениям лишь незначительные детали.

Помимо экспертизы были привлечены к более близкому и систематическому участию в процессе постройки две строительные фирмы: Х. Л. Купер и К^о в Нью-Йорке и Сименс-Бауунион в Берлине.

Обе они работали при Управлении строительства на правах консультантов¹.

Все же Управление строительства сверху донизу состоит из советских инженеров, которым принадлежат все оперативные функции и которые непосредственно ведут работы по составлению и осуществлению рабочего проекта.

После некоторых изменений, относящихся, главным образом, к организационному периоду, Управление строительства в окончательном виде получило следующую структуру.

Во главе строительства стоят начальник строительства, его заместитель и главный инженер, которые осуществляют свои функции управления через начальников следующих одиннадцати отделов:

1. Технический отдел.
2. Отдел гидротехнических работ.
3. » электромеханических работ.
4. » постройки мостовых переходов и железнодорожной магистрали Шлюзовая-Каньон-ривка.
5. » материального снабжения.
6. » главной бухгалтерии.
7. » отчуждения земель и имуществ.
8. » экономики труда.
9. » коммунального хозяйства.
10. » медико-санитарный.
11. » административный (управление делами).

Кроме того, имеется контрольно-техническое бюро, осуществляющее функции технического учета работ, непосредственно подчиненное главному инженеру строительства.

¹ Договор с фирмой Сименс-Бауунион ввиду приближающегося окончания строительных работ прекращен. Консультанты Х. Л. Купер и К^о еще продолжают работать.

Рис. 33. Служебный посёлок правого берега.



Все необходимые технические указания производственные отделы получают от технического отдела непосредственно или через главного инженера.

В производственных отделах (гидротехническом, электромеханическом и отделе мостовых переходов) имеется ряд начальников работ, между которыми по признаку территориальности распределено руководство работами на отдельных участках. В ведении этих начальников участков находятся производители работ, непосредственно ведущие постройку отдельных объектов.

При такой структуре работ получается, что на одной и той же территории имеется несколько начальников работ и несколько производителей работ, ведущих работы разных специальностей (гидротехнические, электромонтажные и др.). Однако принцип единоначалия в руководстве работами соблюдается, и в руках каждого начальника работ сосредоточено все необходимое ему для осуществления его функций.

Так например, начальнику участка гидротехнических работ непосредственно подчинены все производители гидротехнических работ этого участка, палубная и арматурная мастерские, карьеры, до-

бывающие камень, бригады, обслуживающие экскаваторы, паровозы и подъемные краны. В его оперативном ведении находятся также камнедробильный и бетонный заводы, а также бригады, обслуживающие водоотливы, электрическое освещение и временную электропроводку, непосредственно подчиненные отделу электромеханических работ.

Все строительные работы производятся исключительно «хозяйственным способом», т. е. без участия контрагентов. Такие работы, как монтаж турбин, генераторов и пр. производятся также хозяйственным способом, но при участии представителей заводов-поставщиков в качестве руководящего персонала в целях получения от поставщиков соответствующих гарантий добросоответствия их изделий. Металлические пролетные строения обоих мостов через Днепр и металлический каркас стен машинного зала гидроэлектростанции были полностью смонтированы рабочей силой тех заводов, на которых заводы-поставщики производят также монтаж щитовых затворов на гидроэлектростанции и плотине и все монтажные работы на шлюзе за исключением электрооборудования, которое монтируется строительством.



Рис. 81. Постройка служебного поселка на левом берегу.

2. Предварительные организационные мероприятия

Перед Управлением Днепровского строительства стояла задача—в пятилетний срок произвести следующие работы:

Земляных работ ¹	1 480 000 м ³
Скальных работ ²	1 900 000 »
Скальных отсыпей	440 000 »
Бетонных работ	1 180 000 м ³
Металлических конструкций	26 500 »
Ряжевых перемычек	256 000 »
(около 2,5 поз. км)	

Выполнить эти работы в такой срок и притом на таком узком фронте возможно лишь при широкой механизации всех процессов работы с применением рабочих машин максимальной мощности. Было подсчитано, что в период наибольшего развития работ потребуется около 15 000 рабочих и технического персонала.

¹ Без работ по гавани и железнодорожной линии Шлюзовая-Канцеровка.

² Без механического и электрического оборудования и без линий электропередачи и подстанций.

В связи с этим, до начала основных работ был предпринят ряд работ организационного характера.

Прежде всего место работ было связано железнодорожными путями нормальной широкой колеи с общей ударственной сетью. Для этой цели на Екатерининской ж. д., на правом и левом берегах Днепра, было построено две станции: Днепрострой и Шлюзовая, через которые прошли все главнейшие грузы для строительства. Одновременно была предпринята постройка внутренних железнодорожных путей и шоссейных дорог для внутристроительного транспорта материалов. Все внутристроительские железнодорожные пути были построены также широкой колеи. К концу работ они достигли около 120 км общего протяжения (не считая путей заводского комбината).

Гидростанция строится в 12 км от Запорожья, у небольшого селения Кичкас.

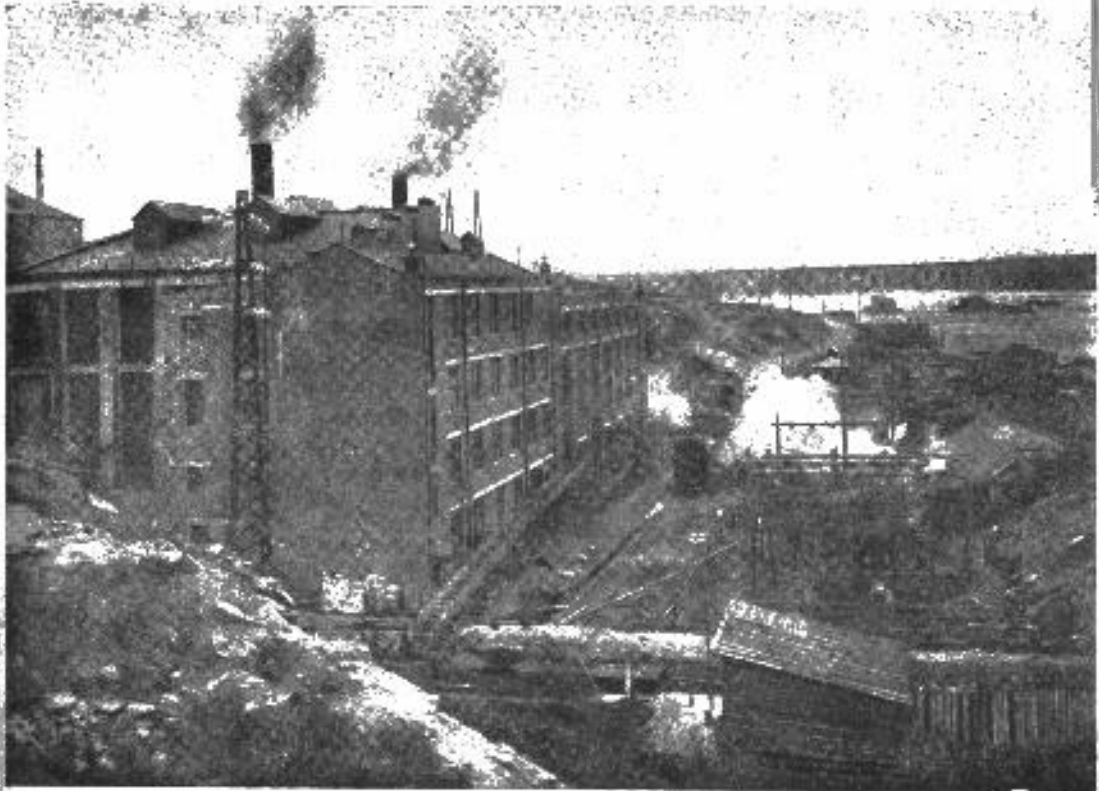


Рис. 35. Временная электростанция на 13 000 квт.

Здесь можно было разместить лишь самое незначительное количество рабочих. Поэтому с самого начала было принято широкое жилищное строительство, для размещения 15 000 рабочих и служащих¹. С этой целью построены на правом и левом берегах поселки (рис. 33, 34) с домами капитального и полукapитального типа и несколько поселков с домами барачного типа.

Вся заселенная территория канализована, для чего на правом и левом берегах были построены соответствующие очистные сооружения.

На обоих берегах построены водопроводные сооружения, снабжающие водой поселки и места работ. В целях экономии на обоих берегах проложено по две водопроводных сети, из которых одна снабжает население и работы очищенной питьевой водой, другая же служит для

подачи к месту работ неочищенной воды для технических целей.

Особое внимание обращено на санитарное обслуживание населения работ и общее благоустройство местности. На обоих берегах реки построены амбулатории, а на местах работ в большом количестве организованы пункты первой медицинской помощи. Построена больница на 120 коек, развернутая впоследствии в связи с строительством заводов комбината на 500 коек.

Санитарное обслуживание населения и территории работ сосредоточено в ведении медико-санитарного отдела, располагающего в настоящее время штатом врачей около 100 чел.

В целях общего благоустройства местности, в местах расположения постоянных поселков насажены парки. Улицы обсажены деревьями и растениями.

На обоих берегах организована пожарная охрана работ и поселков, располагающая пожарными автомобилями, моторными и т. д.

Одновременно с подготовкой жилья и

¹ В настоящее время в связи с развитием работ по строительству заводского комбината общее количество рабочих и служащих на Объединенном строительстве достигло 50 000 чел.



Рис. 36. Главные механические мастерские.

медико-санитарным благоустройством места работ велись работы по постройке вспомогательных заводов и предприятий для обслуживания основных работ.

Строительству прежде всего пришлось позаботиться о собственном источнике электроэнергии для работ, так как получить ее в необходимом количестве извне не представлялось возможным из-за отсутствия в этом районе достаточно мощных электростанций. С этой целью была построена своя паротурбинная электростанция на 13 000 кв, работающая на мазуте (рис. 35). Она имеет необходимый резерв и в период наибольшего напряжения работ давала в месяц до 6 000 000, квт-ч энергии.

Для обслуживания работ текущего и капитального ремонта паровозов, вагонов экскаваторов, локомотивных кранов, для производства основных металлических конструкций построены центральные механические мастерские (рис. 36 и 37).

Они состоят из ряда цехов: механического, котельного, кузнечного, литейного, электросварочного, электротехнического и др. Все цеха снабжены новейшим оборудованием и усовершенствованными станками. Общее количество станков, установленных в центральных механических мастерских, достигает 132. В настоящее время здесь работает 1150 рабочих.

Для снабжения строительства необхо-

димым сортаментом лесных материалов и столярными изделиями на правом берегу построен лесопильный завод с деревообделочной мастерской (рис. 38 и 39). Завод оборудован двумя вертикальными лесопильными рамами и необходимым количеством обрезающих и поперечных пил. В деревообделочных мастерских установлено 42 строгальных, шипорезных, сверлильных и прочих станка. При мастерских построена специальная сушильня для сушки лесных материалов. На этом заводе и на лесных складах при нем занято 900 рабочих.

Кроме того, на левом берегу, для постройки комбината заводов дополнительно построены еще два лесопильных завода с четырьмя лесопильными рамами. Для обслуживания работ в скальных карьерах и котлованах, а также для обслуживания всевозможных монтажных работ построено на обоих берегах несколько компрессорных, дающих воздух, сжатый до 6—7 ат. Компрессорные объединены общей сетью воздухопроводов. Общая производительность компрессорных достигает 390 м³ воздуха в минуту; в периоды напряженной работы они вырабатывают до 10 млн. м³ воздуха в месяц.

Для взрывных работ при скальных работах применяется преимущественно

жидкий кислород, дающий наибольшую гарантию безопасности работ как в карьере, так и на камнедробильном заводе. Поэтому на каждом берегу первоначально было построено по одному заводу жидкого кислорода, производительностью по 25 кг жидкого кислорода в час. Впоследствии на левом берегу, где количество скальных работ больше, был построен второй завод, дающий 50 кг жидкого кислорода в час.

Уже в первый период организации работ был построен ряд полевых мастерских и подготовлены карьеры для добычи камня. Карьеры пришлось открыть независимо от того, что камень получился в результате разработки котлованов под сооружения, потому что невозможно было по времени так организовать бетонные работы, чтобы использовать для них только камень котлованов сооружений.

Одновременно с постройкой вспомога-

тельных предприятий были приняты меры к приобретению необходимого строительного оборудования и подвижного состава. При этом подвижной состав был закуплен на советских заводах, а строительные машины, главным образом, в Америке.

В соответствии с гигантским размером предстоявших работ строительное оборудование приобретено большой мощности как в общей сумме, так и в отдельных его единицах. В настоящее время строительство для производства работ располагает следующим количеством основных механизмов (не считая оборудования, приобретенного для постройки комбината заводов):

Электрических экскаваторов с емкостью ковша 3 м ³	4 шт.
Паровых экскаваторов с емкостью ковша 1,33 м ³	6 »
Паровых экскаваторов с емкостью ковша 2,1 м ³	1 »

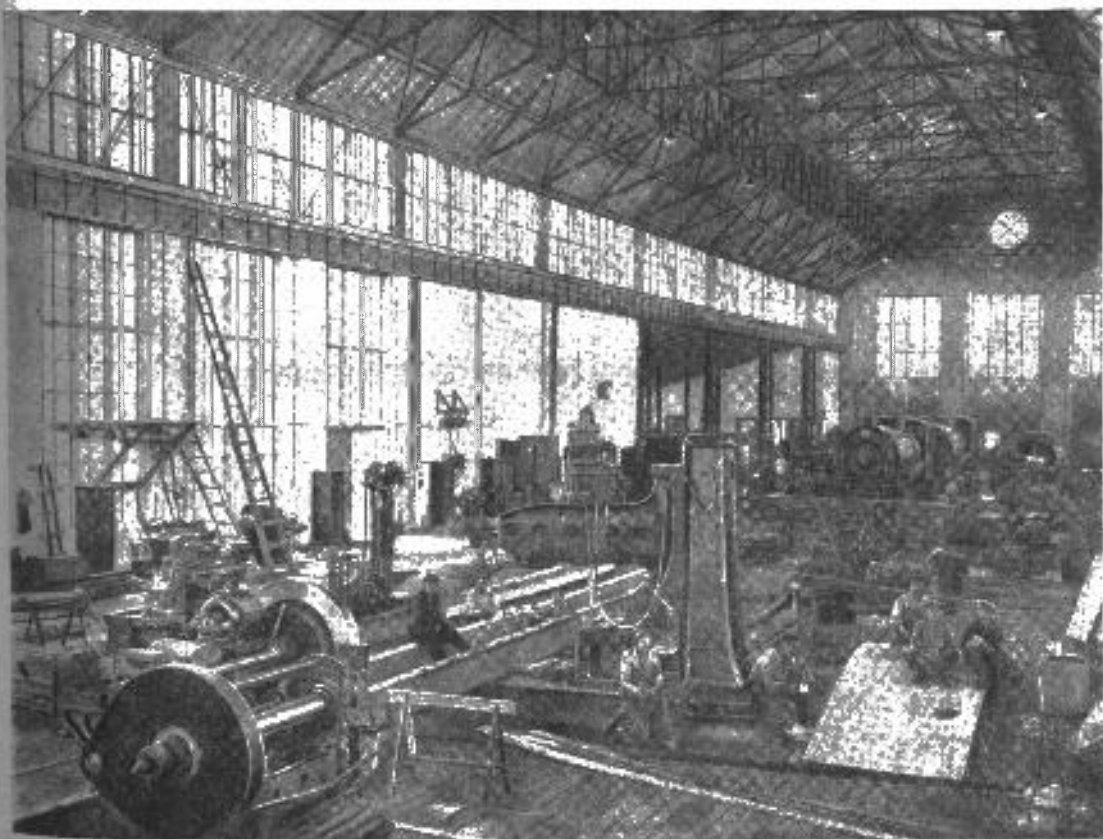


Рис. 37. Механический цех главных мастерских.

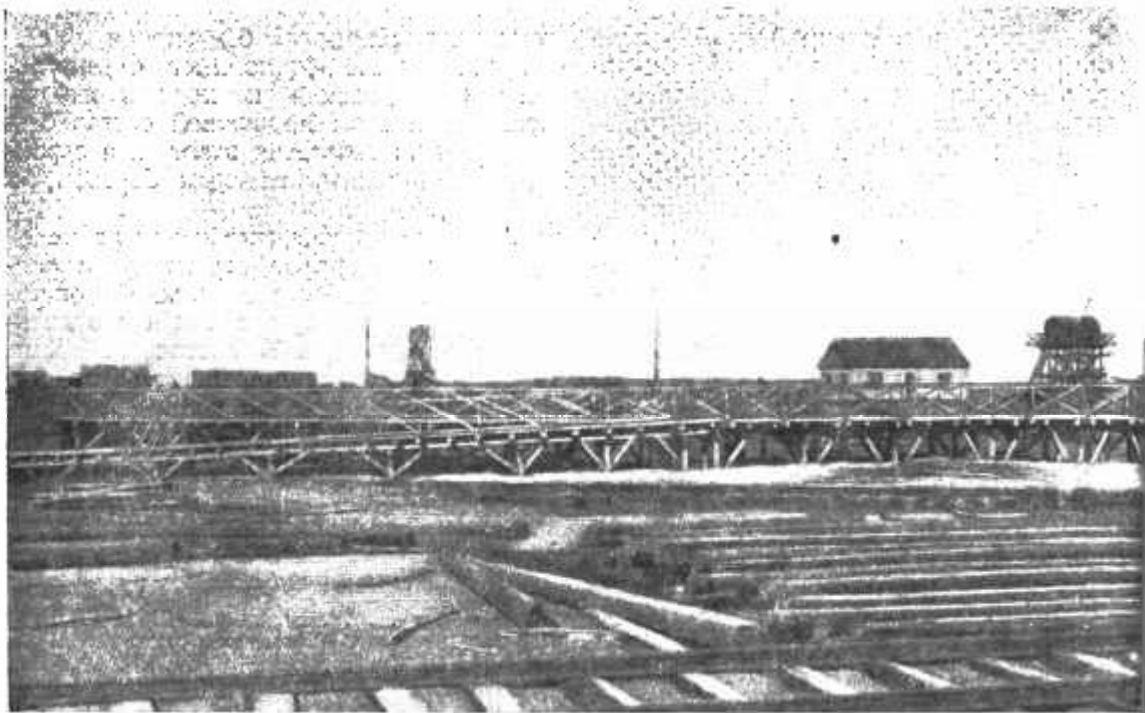


Рис. 38. Лесо

Паровозов нормальной широкой колеи . . .	56 шт.
Вагонов крытых	25 »
Платформ	198 »
Опркидных платформ для скальных и землян. работ, грузоподъемн. по 30 т	89 »
Паровозных кранов грузоподъемностью по 40 т	28 »
Электрических и паровых дерриков-кранов	

с вылетом стрелы до 35 м и грузоподъемностью от 10 до 20 т 17 шт.

Кроме того, строительство располагает большим количеством буровых станков перфораторов, подвижных компрессоров, более мелких подъемных механизмов и пр.

3. Камнедробильные и бетонные заводы

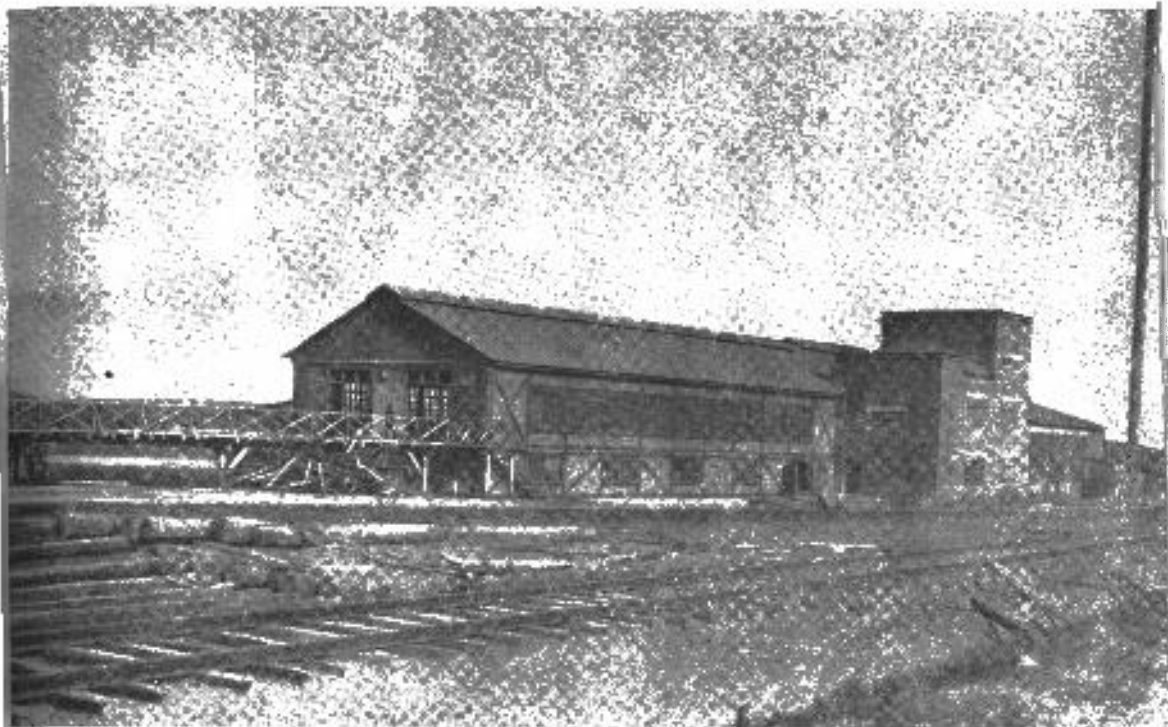
Среди возведенных Днепростроем вспомогательных сооружений и предприятий особое место занимает постройка двух камнедробильных и бетонных заводов.

При проектировании камнедробильных и бетонных заводов было учтено, что средняя суточная производительность бетонной кладки на строительстве может достигнуть в сезон 2 000 м³. Предполагалось, что наибольшая потребность в бетоне в течение длительного периода выразится в 3 000 м³ в сутки. Для покрытия этой потребности было решено постро-

ить два камнедробильных и бетонных завода, по одному на каждом берегу. Оба эти завода почти одинаковы по своему оборудованию и производительности, с той только разницей, что на левом берегу вследствие крутого берегового склона камнедробильный и бетонный заводы помещены в одном здании.

На рис. 40 изображен камнедробильный и бетонный завод правого берега. Рис. 41 дает в схеме продольный разрез того же завода.

Камень для дробления поступает на завод из карьеров или котлованов в са-



пильный завод.

моразгружающихся вагонах (рис. 42) и выгружается в особые загрузочные платформы, установленные на уровне железнодорожного пути (на рисунке обозначены цифрой 2). С платформ при помощи поднятия одного края их камень сыпается на наклонный транспортер 3, дно которого образовано из ряда стальных балок. Балки поочередно, через одну, приподнимаются и одновременно передвигаются в направлении большой первичной дробилки 4, увлекая в своем движении находящийся на них камень, который, таким образом, постепенно сбрасывается в дробилку.

Большая первичная камнедробилка ротационного типа, имеет зев размером $1,50 \times 1,20$ м. Размер зева выбран с таким расчетом, чтобы она без дополнительного дробления могла перерабатывать камни, прошедшие через ковш экскаватора при погрузке камня на вагоны в харьерах.

Производительность первичной дробилки 250 т камня в час. Это дает за две смены 3 000—3 500 т камня, что обеспечивает суточную потребность од-

ного берега в щебне с некоторым запасом.

В первичной дробилке камень дробится до размеров 25—30 см в поперечнике. После этого он поступает на качающийся совок-транспортер 5, который мерными порциями загружает его в ковши нории 6. Нория поднимает и затем сбрасывает камень в приемник круглых дробилок. Оттуда он в количестве до 120 т в час поступает в каждую из двух вторичных круглых дробилок 8.

С момента поступления в круглые дробилки вся продукция дробления разделяется на две части и в дальнейшем уже до конца переработки движется через остальную часть камнедробильного завода двумя несмешивающимися друг с другом потоками, проходящими через одинаковые машины. Таким образом, начиная с круглых дробилок, завод является как бы сдвоенным.

Вторичные дробилки установлены на шель в 90 мм и дают основной крупный щебень.

Вся продукция круглых дробилок по двум нориям 9 поднимается и подается в четыре круглых грохота 10. Здесь она

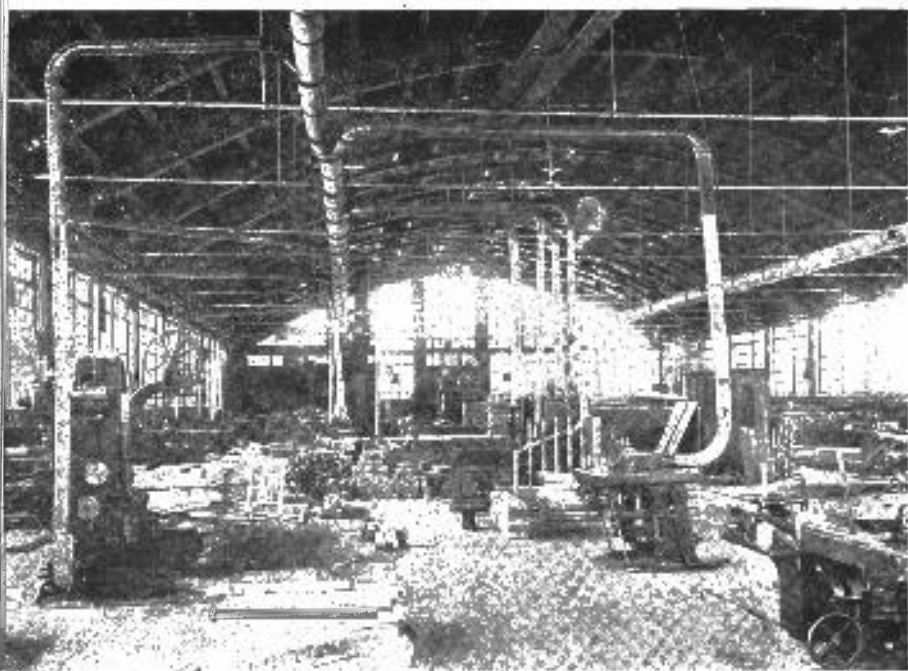


Рис. 39. Деревообделочная мастерская.

сортируется на три сорта: крупный щебень (от 90 до 30 мм), мелкий (от 30 до 7 мм) и песок (ниже 7 мм).

Рассортированный материал попадает в четыре группы силосов, по одной группе под каждым грохотом, а крупные отходы по четырем желобам 15 направляются в четыре малых челюстных дробилки 16.

Малые челюстные дробилки имеют зев 700×300 мм и устанавливаются на щель 10—15 мм. Свою продукцию они передают на четыре мельницы 17, перерабатывающие ее на песок и мелкий щебень. В случае недостатка крупных отходов имеется возможность питать малые дробилки крупным щебнем.

Продукция мельниц передается четырьмя малыми нориями 18 в приемник больших норий 9, которые вместе с продукцией от крупных дробилок вторично поднимают ее для сортировки к четырем грохотам, находящимся над силосами 10.

Чтобы обеспечить себя от полной остановки камнедробильного, следовательно, и бетонного завода в случае аварии с большой первичной дробилкой, предусмотрена возможность загружать вторичные круглые дробилки 8 более мелким камнем с находящегося около них пути.

Емкость силосов камнедробильного за-

вода рассчитана на десятичасовую продукцию завода. Так как камень поступает на заводы не только из карьеров, но и из котлованов, разработка которых должна вестись бесперебойно, непосредственно вблизи камнедробильных заводов устроены склады щебня и песка. Емкость их рассчитана приблизительно на полуторамесячный запас инертных материалов.

Наличие этих складов дало строительству большую гибкость в выполнении взаимно связанных работ по разработке котлованов, карьеров и по бетонной кладке.

Вывозка инертных материалов на склад производится поездами нормальной колеи, состоящими из саморазгружающихся вагонов. Поезда для загрузки подаются к силосам завода по двум путям, из которых один проходит под силосами 19, другой—рядом с ним—20.

С этих же путей при помощи имеющихся на уровне их воронок возможна загрузка с поездов ленточных транспортеров 21, подающих инертные материалы на бетонный завод. Это предусмотрено на случай полной остановки камнедробильного завода и позволяет вести работу бетонного завода, пользуясь запасами инертных материалов, имеющихся на складах.



Рис. 40. Камнедробильный и бетонный завод правого берега (такой же завод на левом берегу).

Нормально продукция камнедробильного завода поступает из силосов не на склад, а по желобам на ленты четырех находящихся под силосами транспортеров 21, передающих ее в силосы бетонного завода.

Бетонные заводы обоих берегов имеют по шесть бетоньерок, емкостью по $1,50 \text{ м}^3$ на замес. Емкость бетоньерок соответствует емкости бадей, в которые из них выгружается бетон для доставки к месту укладки.

Количество бетоньерок рассчитано на максимальную длительную суточную потребность в бетоне. При этом продолжительность цикла приготовления и выдачи одного замеса принималась в 5 мин.

При таком расчете при 15 час. чистой работы в две смены производительность каждого из заводов определялась в 1620 м^3 бетона в сутки.

Над каждой бетоньеркой имеется по пять силосов: для двух сортов щебня 30, для двух сортов песка 31 и для цемента 29. Инертные материалы загружаются в силосы при помощи проходящих над ними четырех ленточных транспортеров 23, которые принимают материал с четырех наклонных ленточных транспортеров 21, идущих от камнедробильного завода.

Загрузка цемента в цементные силосы производится при помощи шнеков 26, 28 и нории 27, подающих цемент из цемент-

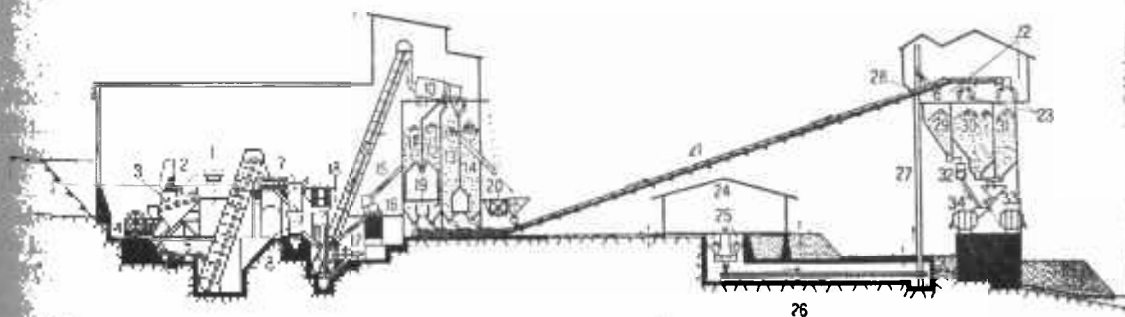


Рис. 41. Схема камнедробильного и бетонного завода правого берега.

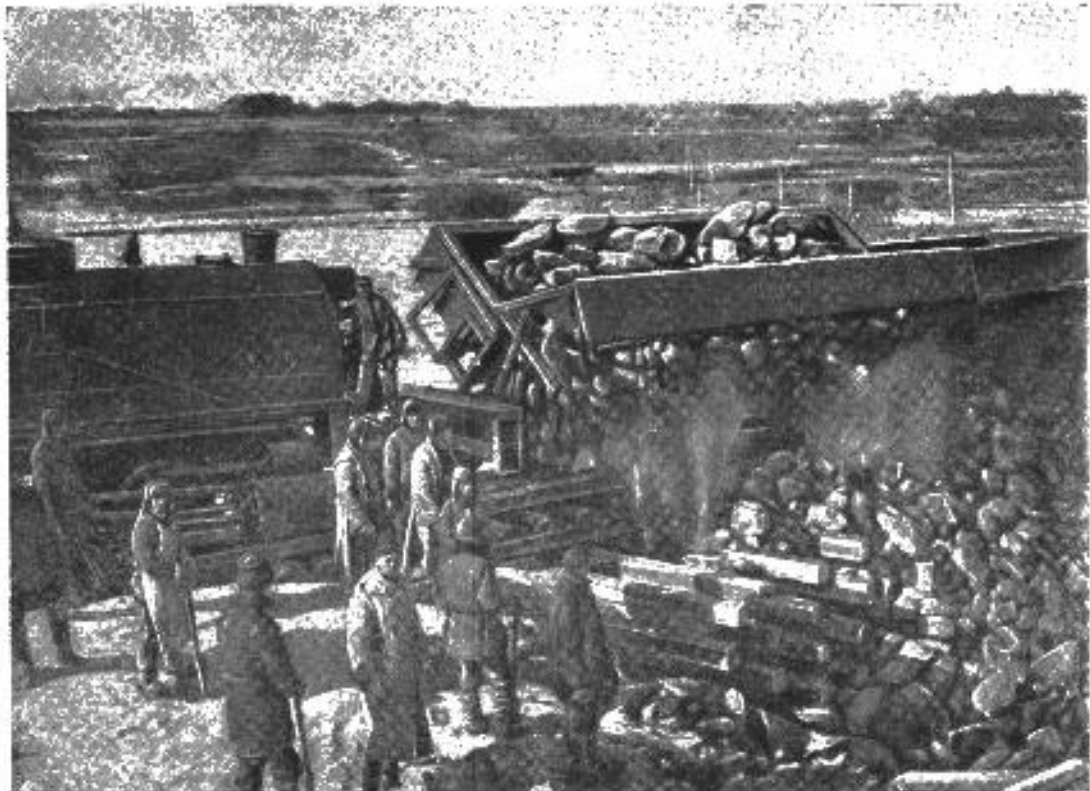


Рис. 42. Саморазгружающийся вагон.

ного сарая 24, расположенного непосредственно у бетонного завода под наклонной эстакадой ленточных транспортеров 21.

К цементному сараю цемент подается в поездах в мешках. Мешки разгружаются на ленточный транспорт 25, который подает их к специальным бункерам для распушки.

Для приготовления бетона на строительстве принята весовая дозировка материалов. Для этого у каждой бетоньерки установлены полуавтоматические весы для отвешивания инертных материалов 33 и автоматические—для отвешивания цемента 32.

Необходимая для приготовления бетона вода отмеривается в регулируемых автоматических мерных бачках.

На каждом из бетонных заводов по три бетоньерки отеплено для зимних работ.

Подогрев щебня производится в силосах острым паром; подогрев песка—при помощи обогреваемых паром змееви-

ков, заложенных в песочные силосы; подогрев воды—острым паром, впускаемым в бак с водой.

Пар в систему труб подается от паровоза, устанавливаемого на путях около завода.

Общая мощность электромоторов, установленных на камнедробильных и бетонных заводах, составляет: на правом берегу—1 860 л. с., на левом—1 997 л. с.

Описанная система бетонного хозяйства вполне оправдала себя; она дала возможность не приостанавливать бетонные работы даже при таких авариях, как поломка вала главной дробилки 4 и аварий с экскаваторами в карьерах, связанные с прекращением подачи камня. Расчеты производительности бетонных заводов оказались правильными: в дни форсирования бетонных работ они выдавали до 2700 м³ бетона в сутки на каждый завод при непрерывной работе в три смены.

Изображенные на рис. 43 и 44 графики дают представление о ежедневной

м.с. м³

Суточный график бетонной кладки по правому берегу за 1930 год.

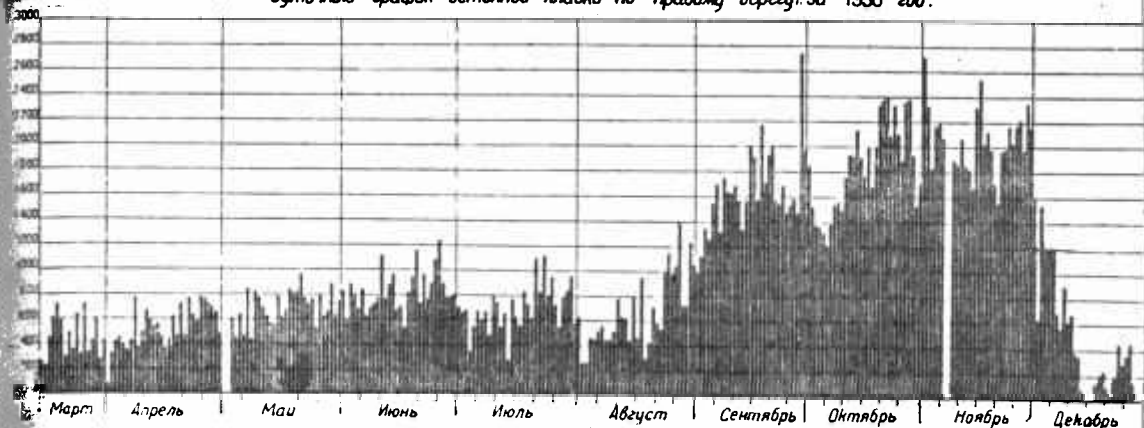


Рис. 43. Суточный график бетонной кладки по правому берегу за 1930 г. в тыс. м³.

м.с. м³

Суточный график бетонной кладки по левому берегу за 1930 год.

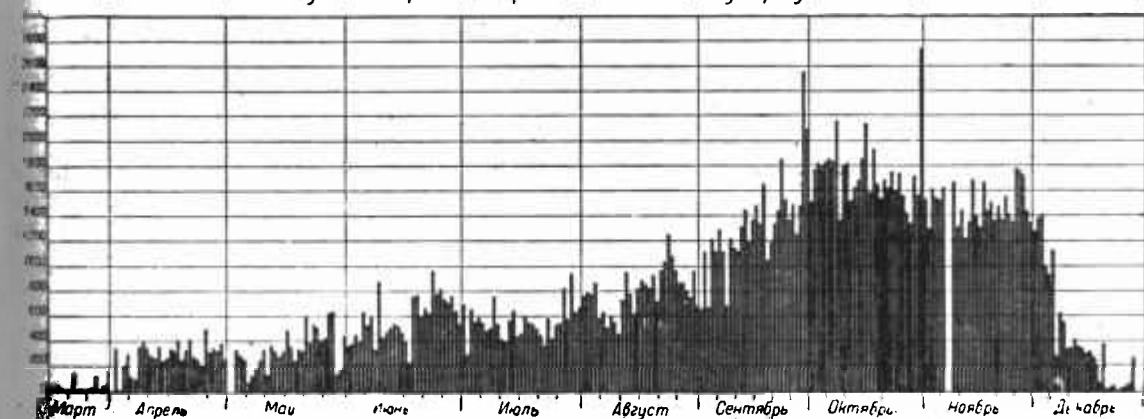


Рис. 44. Суточный график бетонной кладки по левому берегу за 1930 г. в тыс. м³

тыс. м³

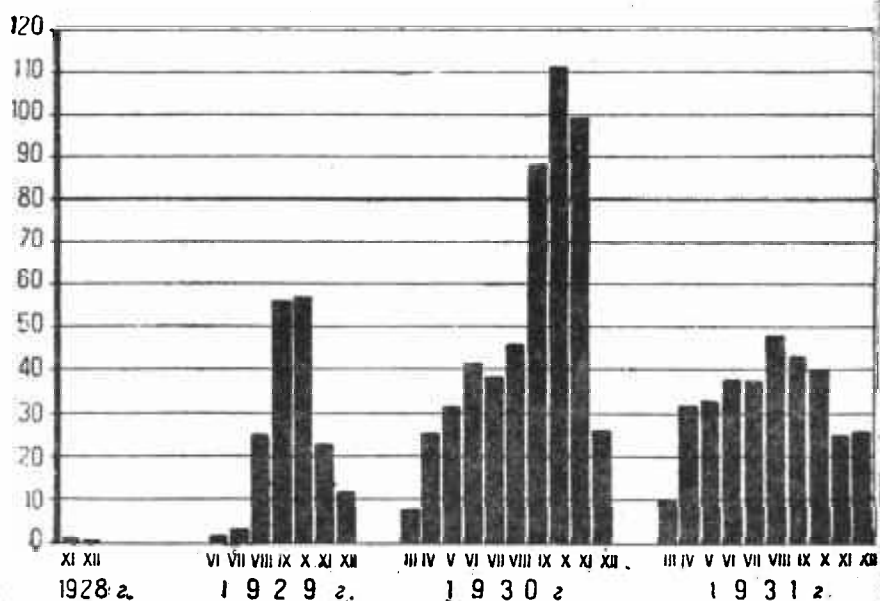


Рис. 45. Суммарный месячный график бетонной кладки по основным сооружениям за период от начала работ до конца 1931 г. в тыс. м³.



Рис. 46. Постройка ряжевых перемычек.

загрузке заводов правого и левого берегов за 1930 г.,—год наиболее интенсивных бетонных работ.

На рис. 45 показана работа обоих бе-

тонных заводов строительства в виде ежемесячного графика бетонных работ за период от начала бетонных работ до конца 1931 г.

4. Перемычки

Одновременно с постройкой вспомогательных сооружений производилась разработка котлованов для основных сооружений (плотина, гидростанция, шлюз). Для этого в большей части пришлось строить перемычки. Общее протяжение построенных для этой цели перемычек составляет около 3,2 км. Большая часть перемычек ряжевого типа.

Ввиду того что дно реки на месте сооружений во многих местах покрыто слоем валунных отложений, наиболее целесообразным оказался тип перемычек, изображенный на рис. 46 и 47.

Перемычка состоит из ряда, сделанного из брусев 22×22 см в поперечнике.

Брусья в плане образуют целый ряд клеток около $2,0 \times 2,0$ м. Они соединены между собой без каких бы то ни было врубок, только при помощи нагелей—железных стержней квадратного сечения 22×22 мм, длиной около 60 см, забитых в просверленные для них круглые дыры диаметром 24 мм. Каждый

брус в месте своего пересечения с другими прибывался одним нагелем длиной в 60 см, который соединял между собой три бруса.

Таким образом весь ряж по высоте оказывается связанным нагелями, причем в каждом пересечении брусев имелось всегда три нагеля.

Верхние венцы ряжей связаны не нагелями, а шурупами для облегчения разборки перемычек. Из соображений устойчивости ширина перемычки бралась обычно равной $1,1 H$ метров, где H —наибольший напор, выдерживаемый перемычкой. По длине своей (перпендикулярно плоскости чертежа) отдельные ряжи достигают до 50 м.

Первые семь-восемь венцов таких ряжей рубились на берегу, на стапелях. После этого ряж спускался на воду¹ и

¹ При постройке последней очереди перемычек в среднем протоке нижняя часть ряжей рубилась на существующих перемычках небольшими секциями, опускалась в воду краном, и уже на плаву секции соединились в длинный ряж.

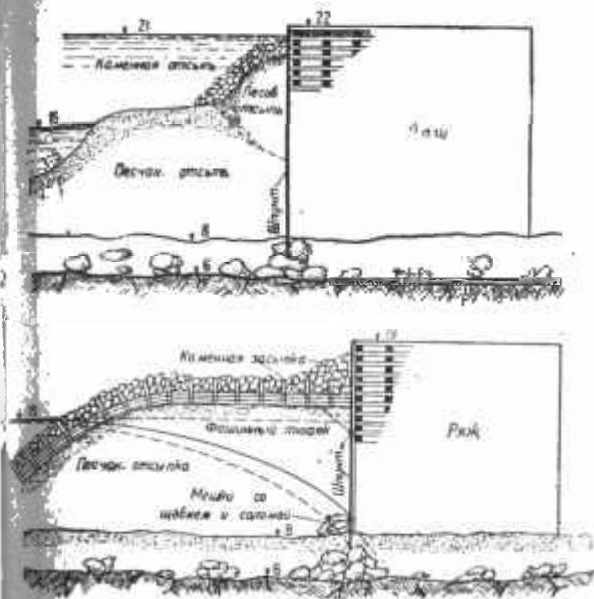


Рис. 47. Типовые ряжевые перемычки с металлическим шпунтом и песчаной отсыпью.

при помощи буксира на плаву подтаскивался к месту установки, где расчалывался тросами и частично пригружался камнем.

Затем на плаву происходили наращивание ряжа и дальнейшая загрузка его камнем, пока он не садился на дно.

После этого ряж дорубался до нужной высоты и окончательно загружался камнем.

Для этого, чтобы плавающий ряж можно было загрузить камнем и заставить его погрузиться в воду, часть клеток ряжа была сделана с глухим брусчатым дном.

Чтобы ряж на месте своей установки плотно прилегал к дну реки, нижние венцы его рубились с причерчиванием к дну. Для этого на месте установки ряжа предварительно производились точные измерения конфигурации дна реки.

С целью уменьшения фильтрации под ряжами, до установки их, со дна реки

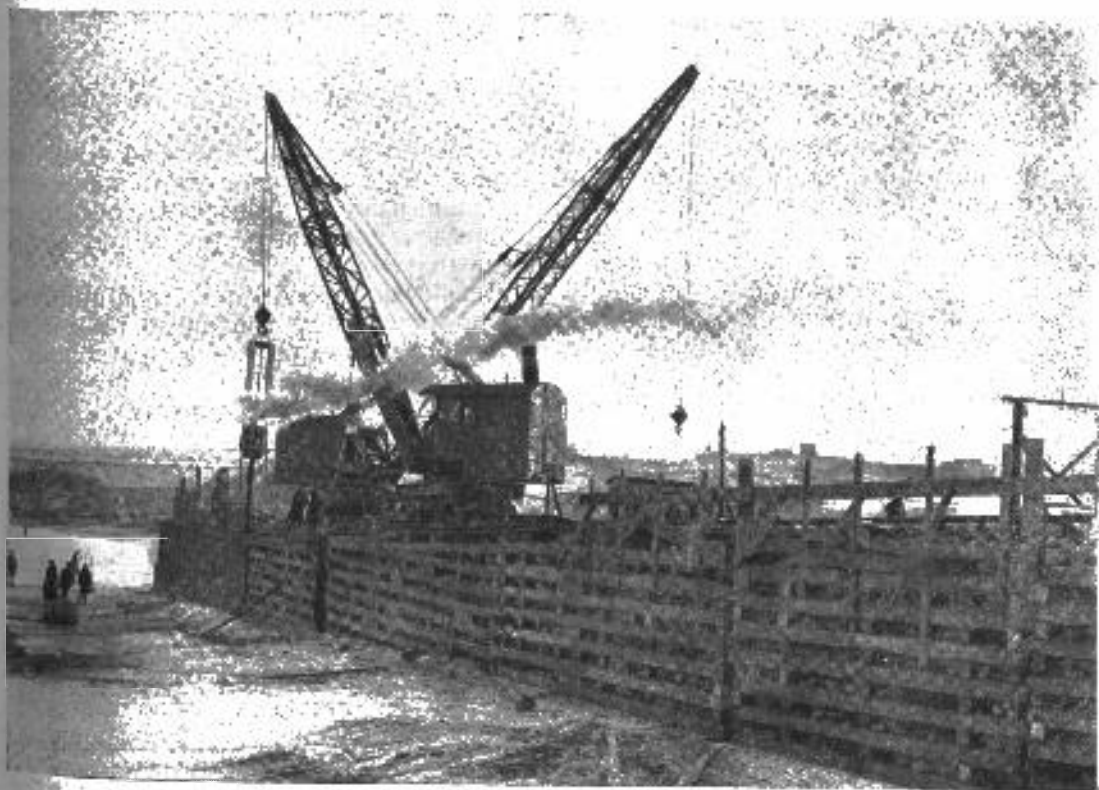


Рис. 48. Забивка металлического шпунта паровым молотом.

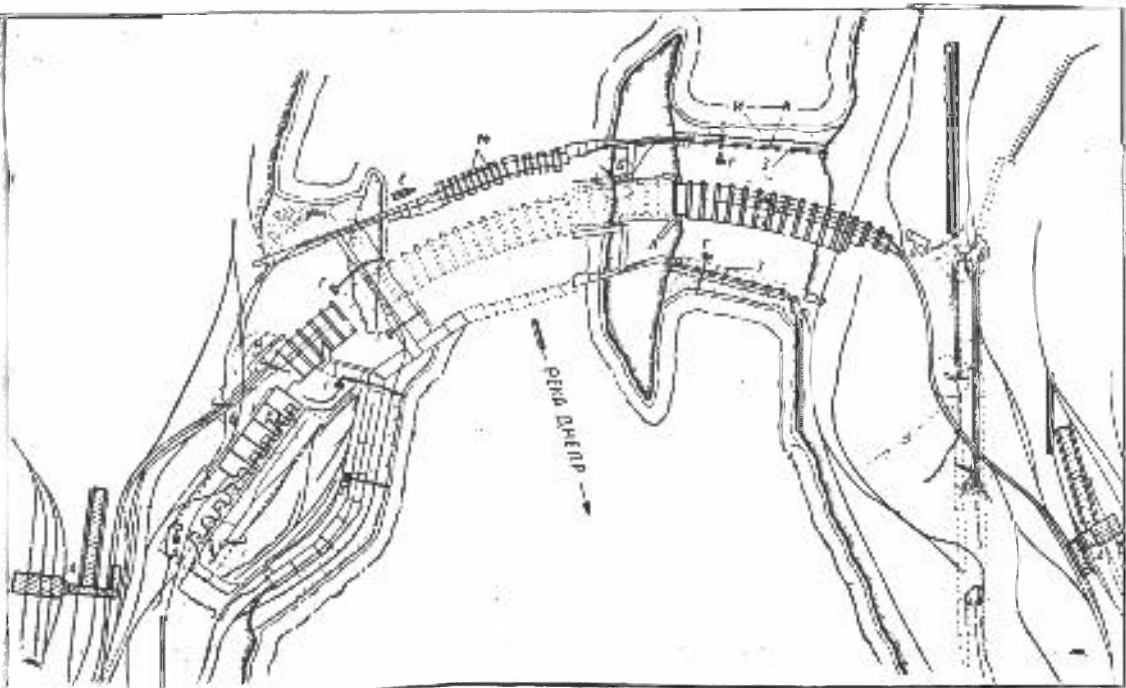


Рис. 49. План железнодорожных путей по основным работам к концу 1929 г.
 А — камнедробилки и бетоносушилки; Б — железнодорожный паровой кран; В — деррик жесткий; Г — водосливы; Д — экскаватор; Е — землесос; З — перемычка, собранная до 11 000; И — песчаная отмель; К — неразобранный шпунт; Л — бутовая стенка; М — пролеты; Н — деррик.

при помощи рефулера удалялись, по возможности, все наносы, но валуны при этом, конечно, оставались.

По установке ряжей, с внешней стороны их, при помощи паровозных краев и паровых молотов забивался металлический шпунт системы Лакавана (рис. 48). У места соприкосновения шпунта с дном укладывалось несколько рядов мешков, заполненных песком с соломой и щебнем. После этого впереди перемычки при помощи рефулера делалась

большая песчаная отсыпь, выходящая на поверхность воды.

Так как перемычки почти во всех случаях должны были пропускать через себя весенний паводок, то песчаная отсыпь их одевалась фашинным тюфяком, загруженным камнем.

Перемычки этого типа были применены для удержания напора до 13 м и хорошо оправдали себя в эксплуатации.

Стоимость их за 1 м³, включая и металлический шпунт, составляет 17 р. 35 к.

5. Плотина

Всего в плотину с ее примыканиями к берегам нужно было уложить около 820 000 м³ бетона.

Предварительно нужно было соответственно подготовить основание плотины. Для этого потребовалось вынуть до 74 000 м³ речных наносов и около 170 000 м³ скалы. Выполнение этой грандиозной задачи весьма осложнялось краткостью сроков в строительном се-

зоне, в продолжение которых возможно было вести эти работы.

Хотя климат юга Украины и считается мягким, однако, морозы, доходящие до 20° С, не являются здесь редкостью. Вегры, которые зимою довольно часто бывают в этом районе, еще ухудшают условия работ. Зима устанавливается здесь нередко с ноября, а оканчивается в середине—конце марта. Так что вести бе-



Рис. 51. Разработка скального основания плотины

тонные работы нормальным способом можно лишь в течение 7—7½ мес. в году. Для работ на плотине и этот срок значительно сокращался.

Устье Днепра находится от истоков по прямой линии в расстоянии свыше 1000 км. Весна на этом громадном протяжении наступает не одновременно: на юге много раньше, чем на севере. Поэтому весенний паводок в нижнем течении Днепра длится довольно долго.

Максимум его пики наступает значительно позже таяния местных снегов и, вообще говоря, значительно позже наступления весны в этом районе. Возвести в Днепре для постройки плотины перемычки, которые не затоплялись бы весенним паводком, оказалось делом весьма трудным и экономически невыгодным. Пришлось мириться с перемычками затопляемыми. Это повело в дальнейшем к сокращению строительного периода для подводных работ по плотине еще на 3—4 мес. Таким образом, если учесть время, необходимое на откачку и на очистку котлована после паводка, для производства бетонных работ оставалось всего 3—4 мес. в году.

Краткостью строительных сроков диктовались и темпы, которые нужно было развить в отдельные периоды производ-

ства работ, а также мощность и характер оборудования.

Как видно из плана (рис. 49) река Днепр у места сооружения плотины в своем русле имеет два острова: «Большой» и «Малый». Этими островами русло реки разделено на три протока: левый, средний и правый.

При постройке плотины был принят следующий порядок закрытия протоков и пропуска воды через них.

Прежде всего закрывался правый проток и почти одновременно с ним левый. Весь расход реки пропускался через средний проток. Таким порядком легче всего было начать постройку перемычек. Это сразу же давало большой фронт для постройки перемычек и требовало меньше вспомогательного материального оборудования, что было крайне существенно в первый период организации работ.

После разработки котлованов за перемычками возводилось тело плотины, т. е. строились бычки и пролеты между ними. В правом протоке бычки и пролеты плотины строились на высоту, значительно превышавшую меженный горизонт воды в реке, так как правый проток не предназначался для пропуска воды в период постройки плотины. В левом же протоке бычки плотины строились до вы-



тины в котловане левого протока. Март 1929 г.

них отметок (30,50 м), а пролеты между ними—только до отметки 12,00 м, т. е. на 21,25 м ниже межи (рис. 50, стадия II). Пониженные пролеты левого протока предназначались для последующего пропуска воды при работах в среднем протоке.

До возведения плотины в правом и левом протоках до указанных пределов перемычки в левом протоке разбирались, и закрывался средний проток. При этом вода в верхнем бьефе соответственно поднималась, и весь расход реки пропусклся через пониженные пролеты в плотине, т. е. через левый проток.

В среднем протоке за перемычкой разрабатывался котлован и возводилось тело плотины. При этом бычки и правые полупролеты строились до отметки 30,50 м, а левые полупролеты—до отметки 15,00 м (рис. 50, стадия IV, см. рис. 10).

После доведения в среднем протоке работ по плотине до указанных пределов перемычки оказывались больше не нужны и разбирались как в среднем, так и в правом протоках. Вода после этого проходила через левый и средний проток—через незаделанные пролеты между бычками. С этого момента начиналось «закрывание гребенки плотины» и систематическое

поднятие верхнего бьефа реки до гребня водослива, т. е. до отметки 42,25 м.

Перемычки плотины имели отметку верха: низовая—17,00 м, верховая—19,00 м. Это позволило работать за ними при расходах в реке до 2000 м³, т. е. они ограждали котлованы даже при осенних паводках.

Постройка перемычек в правом протоке была начата 8 июля, а в левом 14 ноября 1927 г. Котлованы, огражденные этими перемычками, были откачены—левобережный—15 августа, а правобережный—1 октября 1928 г.

Только после этого явилась возможность приступить к систематической и планомерной разработке оснований под плотину.

Предстояло снять слой мягких наносных отложений, достигавший в среднем 2,5—3 м, убрать слой валунных отложений и, наконец, снять поверхностный разрушенный слой скалы до пределов здоровой скалы. Оказалось, что в левом и правом протоках здоровая скала залегала значительно глубже первоначальных предположений. В среднем же протоке она оказалась ближе к поверхности. В левом и правом протоках приходилось убирать около 6—7 м разрушенного слоя скалы; в среднем протоке—около 4,5—5 м.

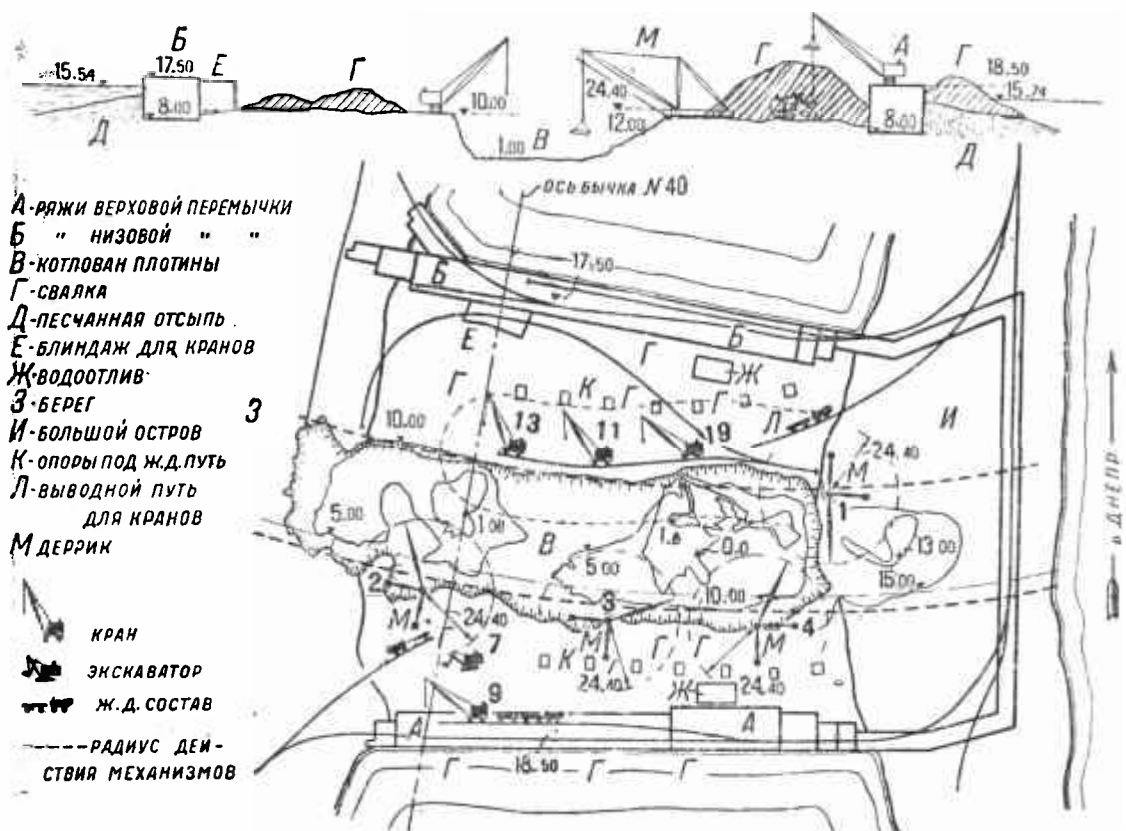


Рис. 52. План левобережного котлована плотины с показанием рабочих механизмов и железнодорожных путей.

Мягкие наносы были в значительной части убраны грабарями. Разработка скальных выемок была произведена полумеханизированным способом.

Применение для скальных разработок в котлованах экскаваторов оказалось нецелесообразным. Экскаватор для успешности работ требует сравнительно высокого забоя, а также ровной площадки для своего передвижения. Удовлетворить этим условиям в данном случае было невозможно, так как наперед глубина выемки не была точно известна. Чтобы впоследствии не увеличить непроизводительно объем бетонной кладки, необходимо было снимать только поврежденный слой скалы, не трогая здорового. Но поврежденный слой в разных местах по глубине был весьма различен. Съемку скалы приходилось вести мелкими пластами, следуя рельефу здоровой скалы. В результате получилась такая поверхность котлована, по которой передвижение экскаваторов было бы крайне затруднено.

Экскаваторы для успешности своей работы требуют хорошо налаженных путей для бесперебойной отвозки продукции их работы.

В данном случае и это условие было крайне затруднительно выполнить, так как котлованы были глубокие и берега, к которым они примыкали, крутые. Поэтому разработку скалы в котлованах решено было вести с помощью так называемых жестких дерриков и паровозных кранов (рис. 51).

Деррики были применены жесткие, а не вантовые, так как расчалка последних в реке была бы затруднительна и помешала бы в дальнейшем укладке бетона.

Деррики были применены с грузоподъемностью в большинстве случаев в 10 т, лишь несколько дерриков имели грузоподъемность в 20 т. Десятитонные деррики имели стрелы длиной 24,4 и 30 м, а двадцатитонные — 24,4 м. Деррики имели электрические лебедки с моторами по 110 и 150 л. с. (у двадцатитонных).

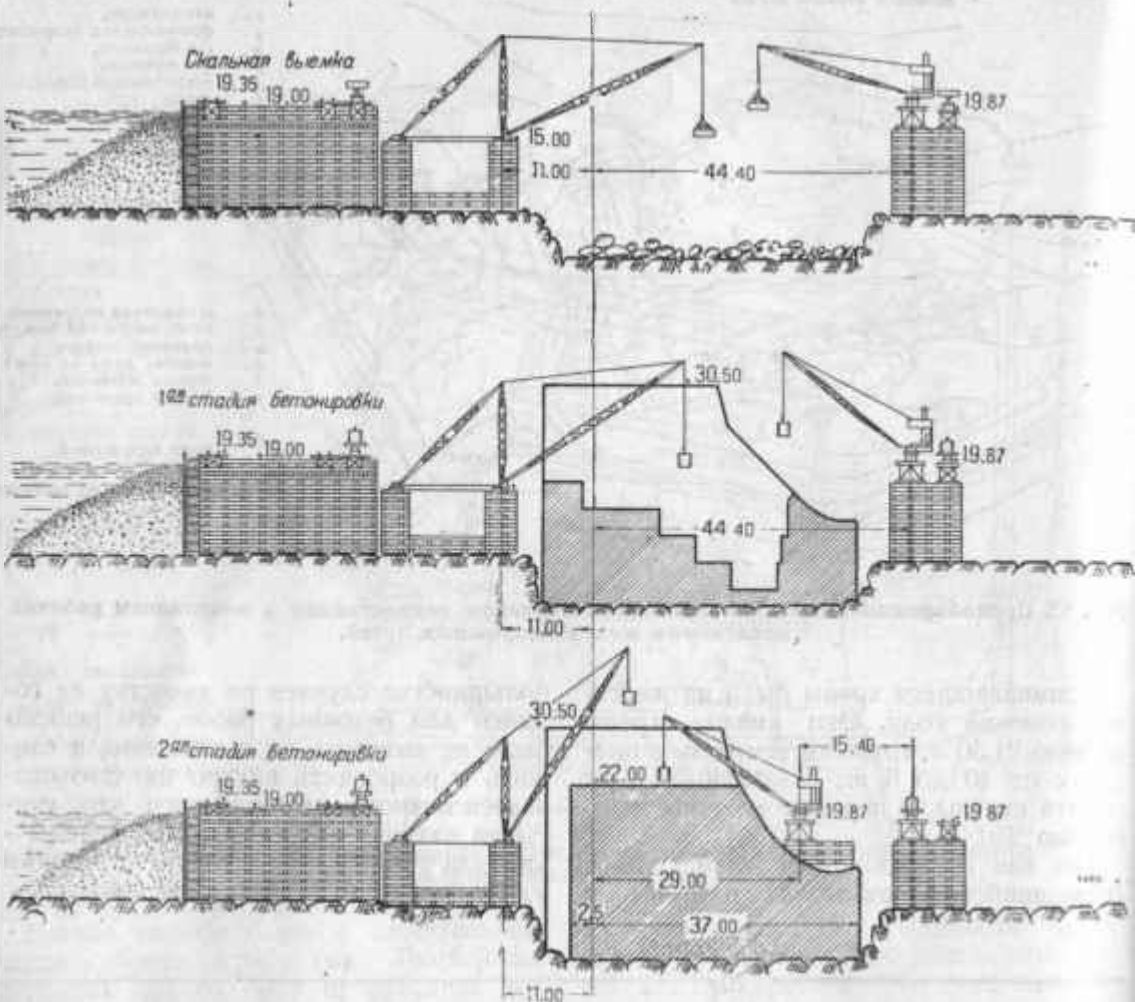


Рис. 55. Расположение механизмов для скальных и бетонных работ на плотине в 1930 г. в среднем протоке.

Скальная разработка велась следующим образом.

Перфораторами бурились сравнительно неглубокие скважины, которые заряжались аммоналом или окисиликвитом и затем взрывались. Взорванная скала разбиралась камнеломами вручную и погружалась в трехбортовые ковши емкостью в $1\frac{1}{2}$ и в 3 м^3 . Полутораметровые ковши применялись для паровых кранов. Вес таких ковшей, наполненных камнем, вместе с тарой составлял около 5 т . Это соответствовало грузоподъемности кранов при максимальном вылете стрелы. Ковши в 3 м^3 применялись для дерриков.

Если по уборке взорванной скалы обнаженная скала была недостаточно проч-

ной, она снова взрывалась тем же порядком, т. е. мелкими бурками, до тех пор, пока не удавалось достигнуть скалы вполне прочной, неветрившейся и без всяких прослоек.

Рис. 51 иллюстрирует описанный метод работ. На нем около дерриков видна куча камня, вынутая дерриками.

На рис. 52 и 53 изображены в плане котлованы левого и правого протоков и показаны оборудование и подъездные пути, примененные при их разработке. На рис. 53 показан также котлован гидростанции, отделенной от правобережного котлована плотины секционной перемычкой, обозначенной на чертеже буквой *К*.

Показанный на рис. 52 в котловане

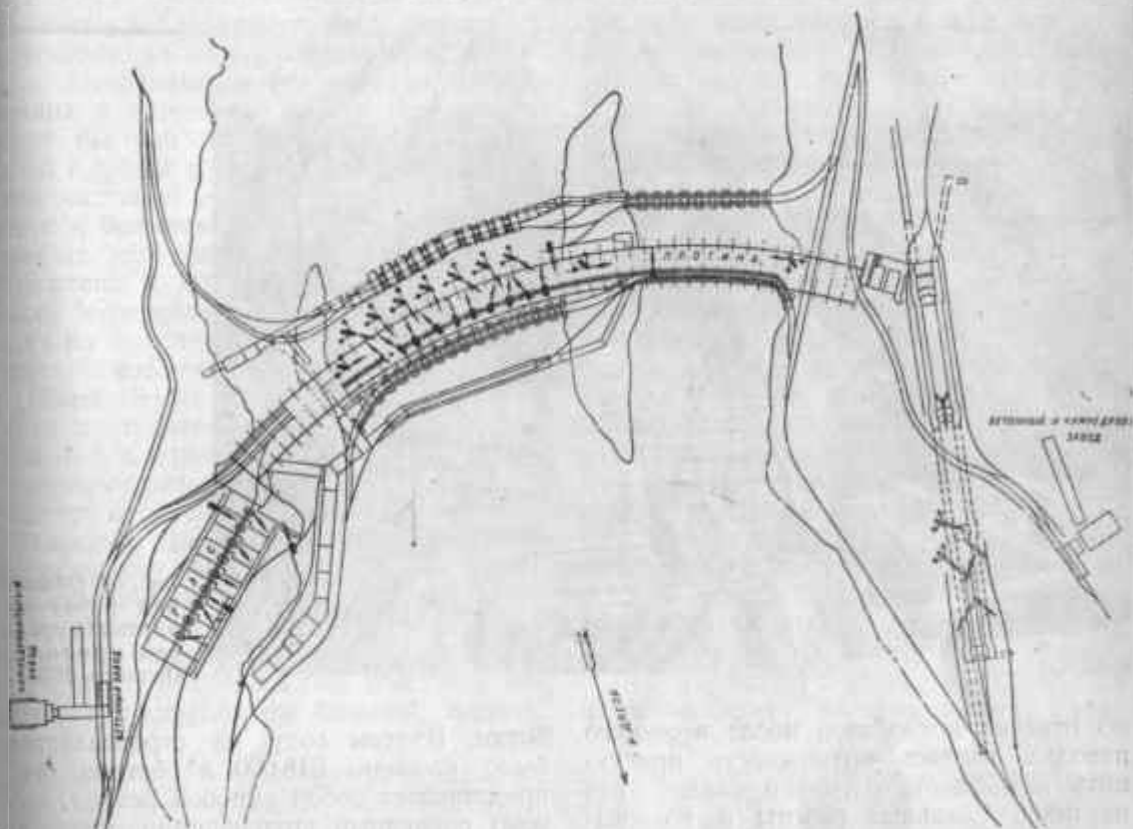


Рис. 56. План железнодорожных путей для обслуживания бетонных работ в 1930 г.

левого протока экскаватор № 7 и обслуживающий его кран № 9 на перемычке появились вне плана. В этом котловане вследствие глубокого залегания здоровой скалы пришлось вынуть выветрившейся скалы значительно больше проектного количества. Вынутую скалу уже невозможно было разместить внутри котлована, почему для уборки ее пришлось поставить экскаватор и паровозный кран. Экскаватор грузил скалу в ковши, а кран поднимал их и разгружал—частично в железнодорожные составы, частично за перемычку.

На рис. 54. изображен график фактического хода работ по разработке скальных оснований в котлованах плотины.

Вынутый из котлована плотины камень ввиду его плохого качества использовался для загрузки ряжевых перемычек и фашинных тюфяков.

Перемычки правого и левого протоков существовали до зимы 1929/30 г. К этому времени бетонные работы в левом протоке и цементация основания под

плотину были уже в такой стадии, что позволяли разобрать перемычки, затопить котлован и пропустить воду через проток. Это было сделано 23 января 1930 г.

После пропуска воды через левый проток явилась возможность досстроить перемычки в среднем протоке и закрыть его. Перемычки в среднем протоке были начаты постройкой заблаговременно в целях использования относительно небольших зимних расходов реки. Уже к 1 июля 1930 г., т. е. непосредственно после паводка, котлован был закрыт и откачан.

Непосредственно после откачки котлована среднего протока в нем начаты были земляные и скальные работы по подготовке основания для плотины. Эти работы велись теми же методами, что и в других протоках (рис. 55).

Вторая половина 1927 и весь 1928 г. ушли на постройку перемычек и на подготовку основания для плотины в левом и правом протоках. Лишь с июля 1929 г.,

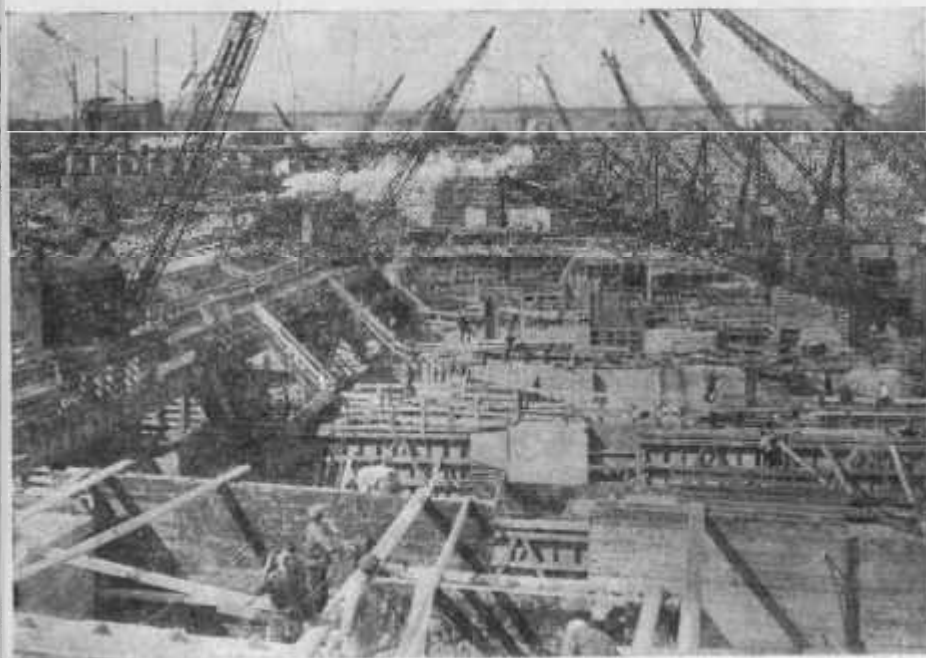


Рис. 57. Общий вид работ на плотине в среднем протоке. Октябрь 1930 г.

по откачке котлованов после весеннего паводка, явилась возможность приступить к массовой бетонной кладке тела плотины. Скальные работы в котлованах в этот период еще продолжались, но они продвинулись настолько, что места разработки скалы были удалены уже минимум на 30 м от мест укладки бетона, т. е. на то расстояние, которое выдерживалось, как минимальное, для производства взрывных работ в районе бетонных сооружений.

Для бетонных работ на плотине были применены деррики жесткого типа и паровые краны. При этом жесткие деррики после окончания скальных работ не переставлялись в новое положение, а с тех же самых мест продолжали вести бетонные работы.

Для подачи бетона, опалубки и всех необходимых для работ материалов в район бетонных работ плотины были проложены специальные железнодорожные пути нормальной широкой колеи. Пути эти каждый год перестраивались соответственно условиям работ данного года.

На рис. 49 изображены пути, которые были построены и использованы для работ 1929 г. Рис. 56 дает представление о путях 1930 г.—года наиболее напряженного по массовым бетонным ра-

ботам. В этом году на строительстве было уложено 518 000 м³ бетона, что представляет собой мировой рекорд, высоко оцененный крупнейшими представителями европейской и американской техники.

Эти необычайные успехи Днепростроя достигнуты на основе ударничества и социалистического соревнования. Они свидетельствуют о гигантских возможностях, какие открывают социалистические методы труда. На рис. 57 засняты механизмы, примененные на плотине для работ 1930 г.

В наиболее напряженные месяцы 1930 г. на работах по плотине было занято 10 дерриков и 11 паровых кранов. Их обслуживало по 19 поездов, подвозивших бетон. Время обращения поезда составляло около часа на один цикл. Железнодорожный пост, обслуживающий узел путей между бетонным заводом правого берега, плотиной и гидростанцией, пропускал поезда, груженные бетоном, порожняк и др. через каждые 1½—2 мин.

Общее количество поездов, подававших в эти месяцы бетон для работ на плотине и гидростанции, достигало 25.

При постройке путей, обслуживающих бетонные работы, они ввиду требовавшейся от них большой пропускной спо-

снбности, везде, где это было возможно, строились по кольцевой системе движения. Непременным условием ставилось, чтобы у бетонного завода все поезда, куда бы они ни направлялись, двигались в одном и том же направлении. Такой системой давалась четкость в работе и большая производительность бетонных заводов. Отсутствие встречных движений и «пробок» на путях обеспечило бесперебойное снабжение работающих на бетонировке механизмов и большую производительность их.

Применяемые железнодорожные пути хотя и строятся «нормальной» широкой колеи, т. е. с расстоянием 1 524 мм между головками рельсов, но значительно отличаются от обычных своим профилем и радиусами. Для строительных путей допущены уклоны 0,035 и даже до 0,040, а минимальные радиусы—до 50 м и в некоторых случаях до 45 м. По путям таких радиусов ходят танк-паровозы с базой до 2,80 м и нормальные советские вагоны с распушенной сцепкой, однако,

при небольших скоростях и с соответствующими мерами предосторожности.

В тех местах, где работа велась не дерриками, а паровозными кранами, для них рядом с ходовым путем всегда устраивался отдельный путь, на который устанавливались паровозные краны, чтобы не мешать сквозному движению по ходовым путям (см., например, рис. 55).

Метод возведения тела плотины лучше всего иллюстрируется графиком фактического состояния бетонной кладки по плотине на определенные периоды этой работы (рис. 50).

Массовая бетонная кладка на плотине начата с левого и с правого берегов почти одновременно.

В первый год работы, т. е. в 1929 г., она производилась следующим образом.

Деррики, находившиеся внизу, в котловане, возводили бычки до отметки 18,00 м и пролеты между ними до отметки 12,00 м (рис. 59).

Два паровозных крана, находившиеся на левом берегу, на двух верхних путях



Рис. 58. Нарастивание бычков плотины катучими дерриками в левом протоке. Июль 1930 г.

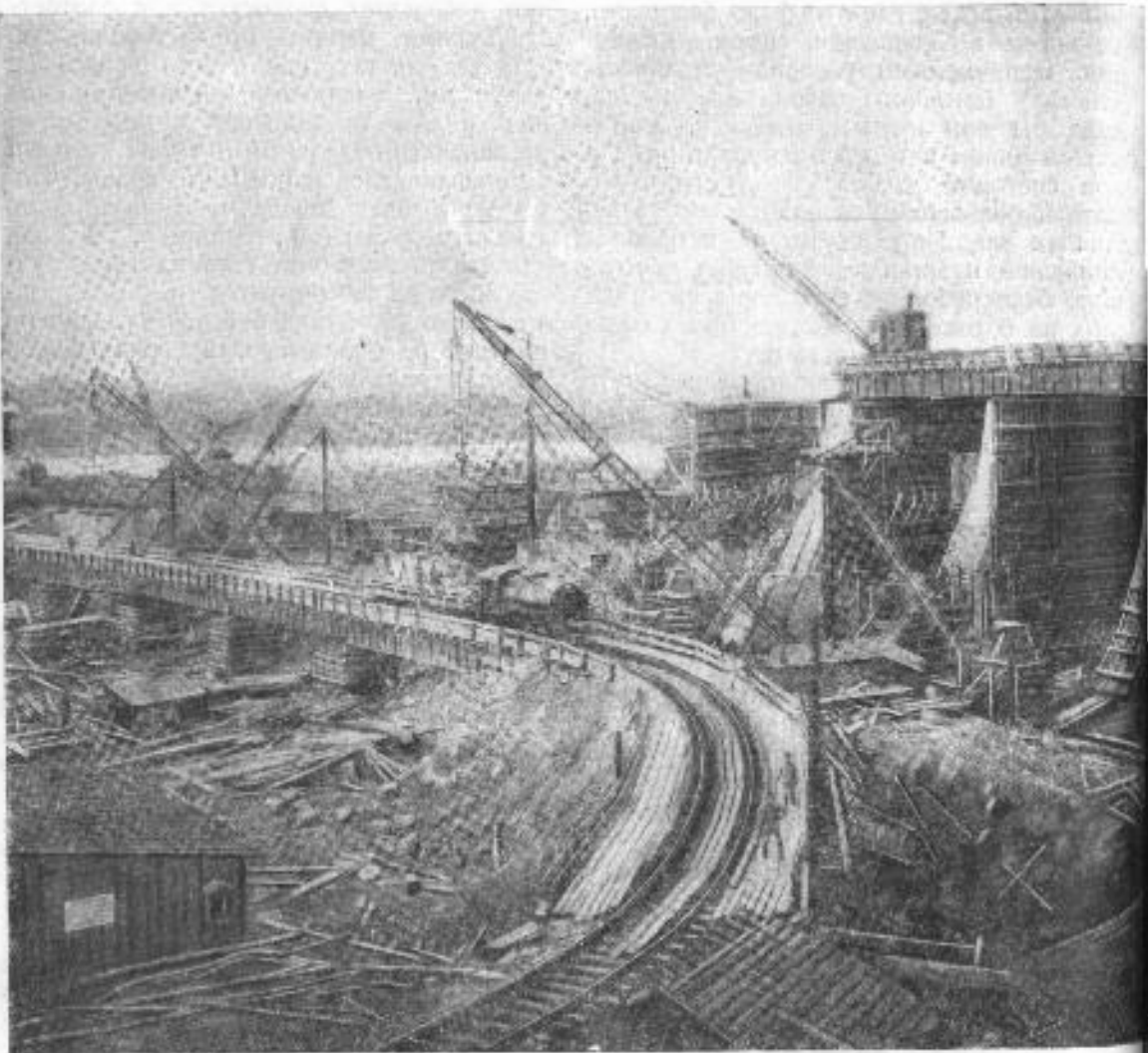


Рис. 59. Общий вид работ на плоти-

(на отм. 33,16) постепенно продвигались от берега к среднему протоку, пионерно возводя бычки плотины до отметки 30,50 м, и укладывали на них пути (рис. 59).

На правом берегу два паровозных крана тем же способом пионерно возводили бычки до отметки 30,50 м и, укладывая на них пути, продвигались от берега в сторону среднего протока.

На уложенных ими железнодорожных путях, позади них, другие паровые краны заполняли бетоном пролеты между бычками.

В результате работ первого года было уложено на плотине 147 500 м³ бетона,

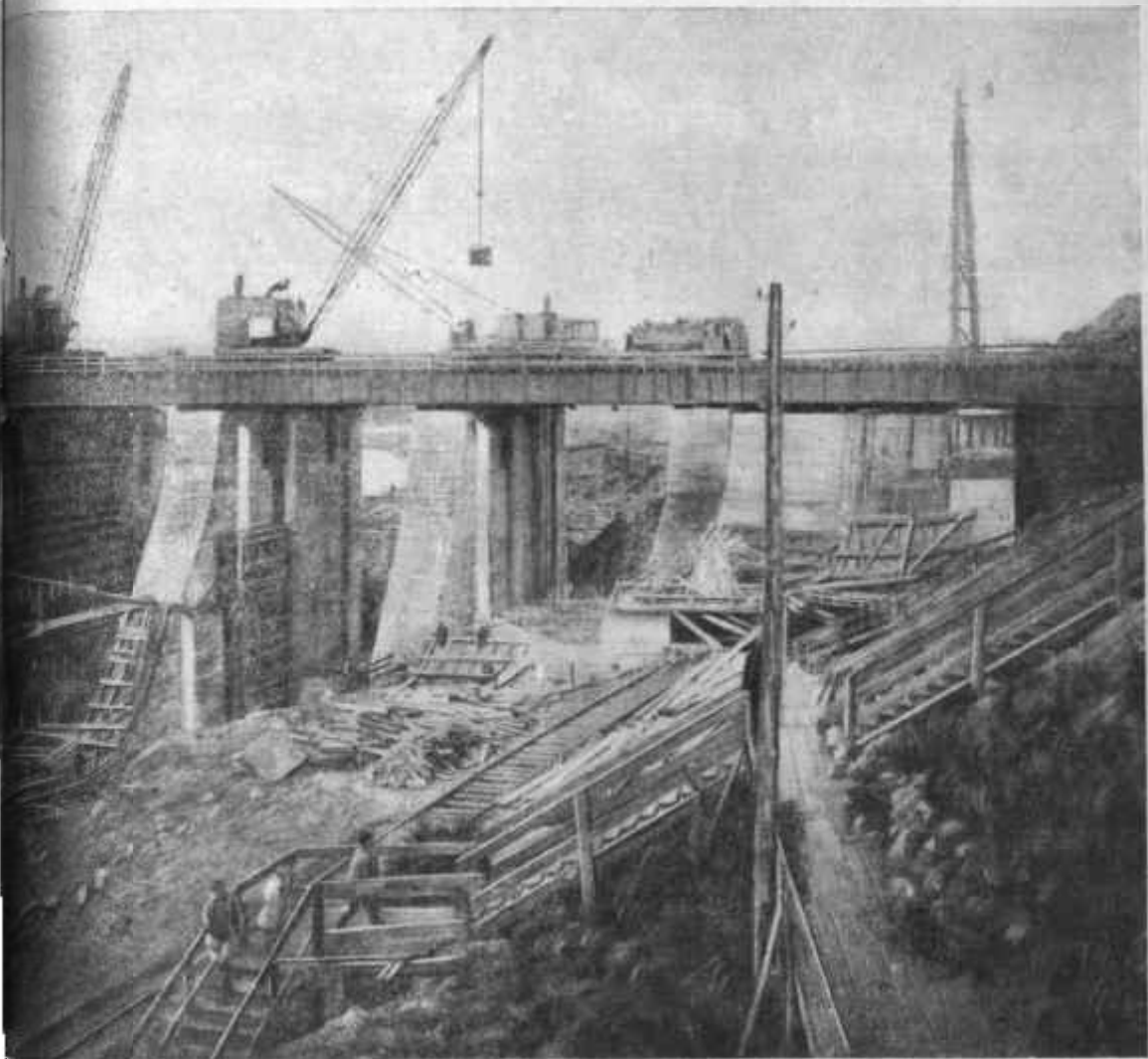
и бетонная кладка имела вид, обозначенный на графике рис. 50 цифрой II.

В течение зимы 1929/30 г. были переустроены пути для бегонных работ. К началу строительного сезона они имели вид, изображенный на рис. 56.

В 1930 г. работа велась следующим образом.

В среднем протоке деррики с верховой стороны и паровозные краны с низовой возводили бычки плотины до отметки 30,50 м, правые по течению полупролетов—до отметки 18—22 м, а левые—до отметки 15,00 м (рис. 55).

Два катучих деррика, установленных на путях на отметке 33,16 м у быч-



не в левом протоке. Октябрь 1929 г.

ка 34, расходясь от него в разные стороны (один—к берегу, другой—к середине реки), повышали бычки от отметки 30,50 м до отметки 51,80 м, убирая при этом за собою мосты, по которым они двигались (рис. 58).

Паровозные краны, надвигаясь к середине реки со стороны правого берега, идя по путям на отметке 33,16 м, помогали деррикам повышать бычки до отметки 30,50 м и укладывали мосты на отметке 33,16 м. Идущие вслед за ними другие паровозные краны повышали пролеты. Работа эта велась по типу, изображенному на рис. 59.

В результате второго года бетонных

работ было уложено на плотине 313 300 м³ бетона и плотина имела вид, отмеченный на графике рис. 50 цифрой IV.

В течение зимы 1930/31 г. пути вновь были перестроены. В 1931 г. бетон подавался с обоих берегов по верхним путям, уложенным по верху бычков на проектной отметке 54,24 м, причем с правого берега до половины лета еще и по путям на отметке 34,50 м.

К середине лета 1931 г. все бычки плотины были построены до верха. Пути, которые прокладывались по ним с обоих берегов, сомкнулись (рис. 60). Вся последующая бетонировка плотины и закрытие гребенки велись после этого

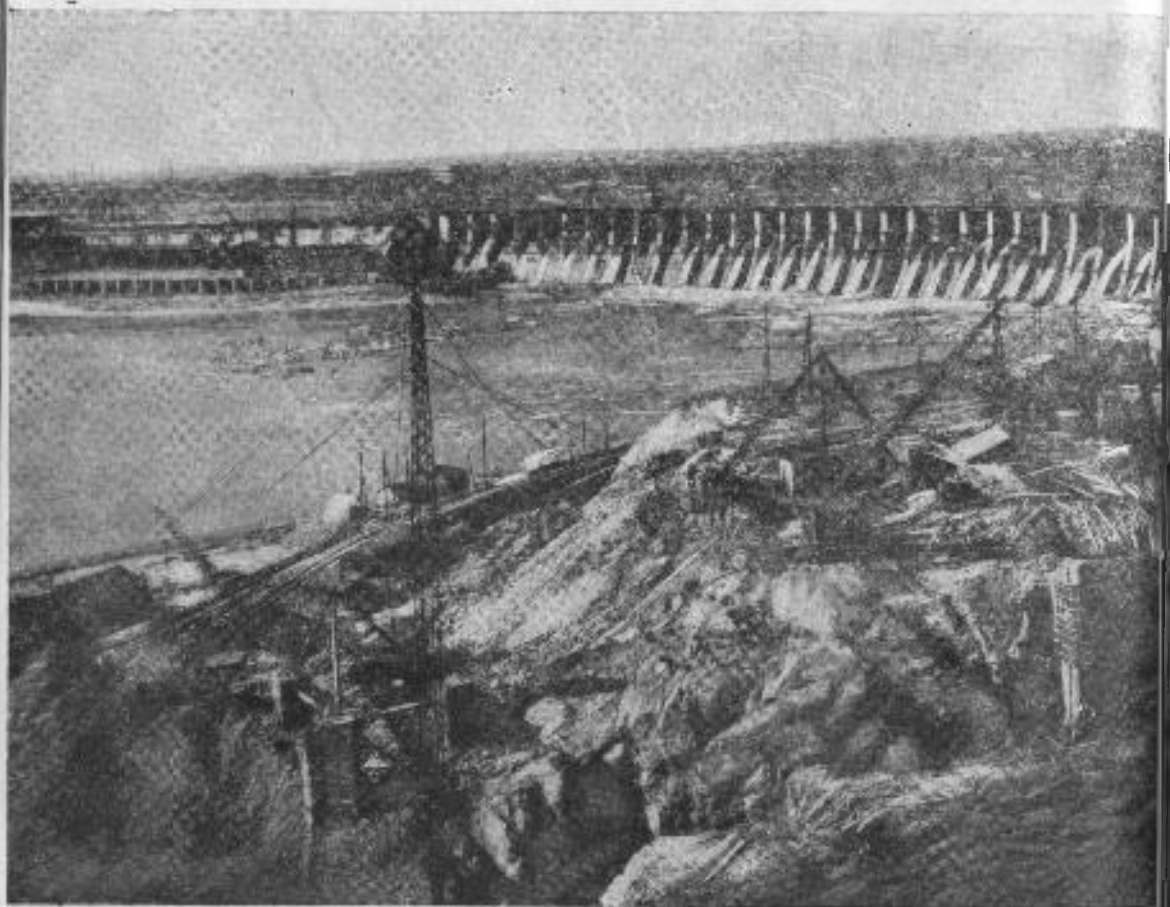


Рис. 60. Общий вид плоти-

олько с верхних путей. По верху бычков, на отметке 54,24 м, было уложено по мостам четыре линии путей: два внешних пути для работы паровозных кранов, два внутренних—для подачи к ним бетона и прочих материалов.

Для строительных мостов при бетонных работах на плотине и на других сооружениях были использованы мосты, предназначенные для последующей установки на плотине в качестве постоянных мостов для кранов, обслуживающих щиты Стонея, и под проезжую дорогу (рис. 9).

Вся работа на плотине в 1931 г. велась только паровозными кранами. Жесткие деррики не могли быть успешно применены, так как их невозможно было разместить на мостах, не закрывая движения по ним.

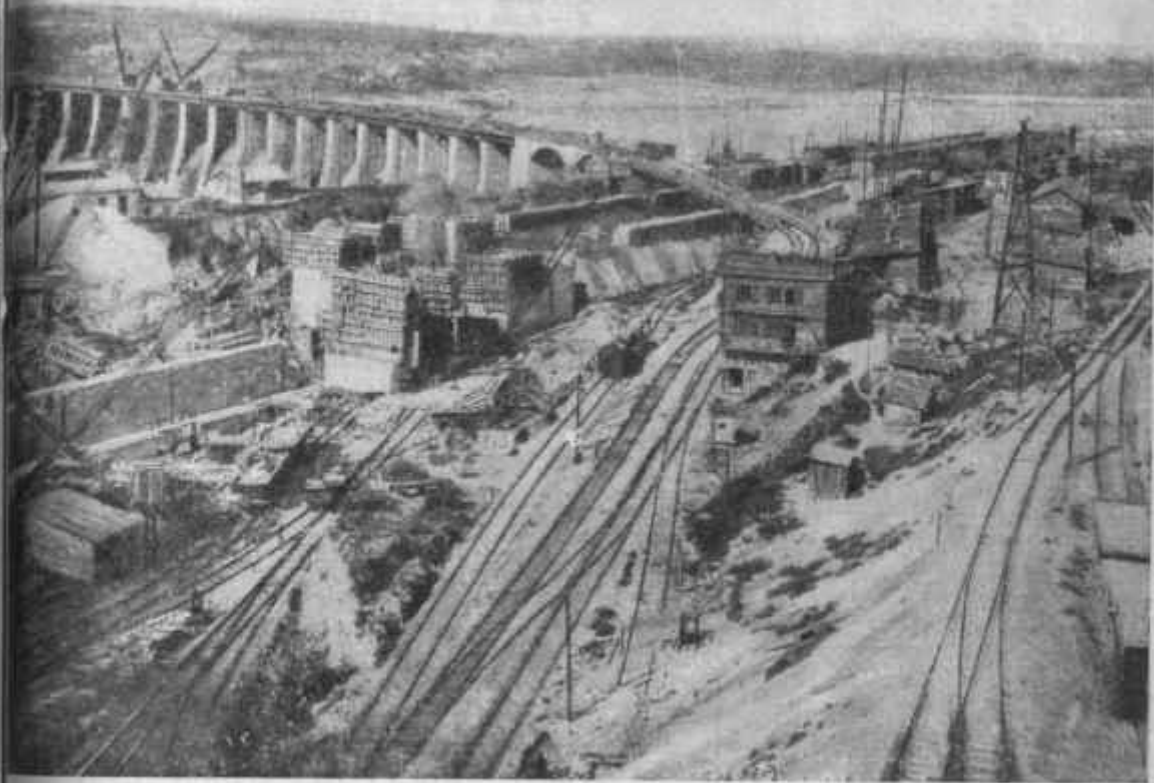
Систематическая работа по закрытию гребенки плотины, если не считать пред-

варительных работ опытного характера, началась летом 1931 г., после спада весеннего паводка и постройки мостов.

Закрытие гребенки заключается в заполнении бетоном полупролетов между бычками, оставленных незаделанными для пропуска воды во время постройки плотины, осуществляемом при одновременном поднятии горизонта реки в верхнем бьефе. Так как работа эта трудная и кропотливая, то, естественно, для гребенки было оставлено незаделанным лишь минимальное количество полупролетов между бычками, обусловленное необходимостью пропускать в процессе работ бытовые расходы реки. Все остальные полупролеты между бычками были забетонированы обычным способом.

Работа по заделке полупролетов производилась следующим образом.

Часть полупролетов оставлялась открытой и через нее пропускали воду.



тины в сентябре 1931 г.

Другую часть закрывали щитами специальной конструкции. В результате из тех полупролетов, которые раньше были забетонированы до отметки 15,00 м, вода стекала в нижний бьеф, имеющий в межень отметку около 14,00 м, и они становились доступными для работ.

В левом же протоке для пропуска воды при наличии перемычек в остальной части реки были оставлены не полупролеты, а целые пролеты с отметкой порога их 12,00 м, т. е. ниже горизонта воды в нижнем бьефе. Поэтому, закрывая гребенку, приходилось ограждать такие пролеты щитами не только с верхнего, но и с нижнего бьефа и из огражденного пространства откачивать воду. Только после этого появлялась возможность начать в пролетах бетонные работы. На рис. 12 засняты с нижнего бьефа закрытые щитами пролеты гребенки в левом протоке.

В пролетах, освобожденных таким образом от воды, производилась кладка бетона тела водосливной части плотины. При этом левая половина каждого пролета бетонировалась до отметки 15,00 м, а правая—метров на 8—12 выше, а в некоторых случаях и до проектной высоты (рис. 11).

Таким способом гребенка всей плотины была приведена к однотипному виду и состояла из полупролетов, имевших отметку порога 15,00 м.

Только после этого началось систематическое закрытие гребенки, которое в дальнейшем велось уже по всему фронту плотины.

Для простоты и наглядности все пролеты гребенки, закрытые щитами, на схеме (рис. 61) сдвинуты в одну сторону (на первой постановке щитов—влево); все незакрытые пролеты, пропускающие воду,—в другую сторону.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

 — пролеты, закрытые щитами,
 n — число пролетов, закрытых щитами,
 N — число пролетов, пропускающих воду,
 v — ширина водосливного пролета в свету,
 t — коэффициент расхода для незакончен. бетонир.
 пролета $t = 0,32$,
 t — коэффициент расхода для закончен. бетонирован.
 пролета $t = 0,45$.

$$Q = N m d \sqrt{2 g b^3 i_2}$$

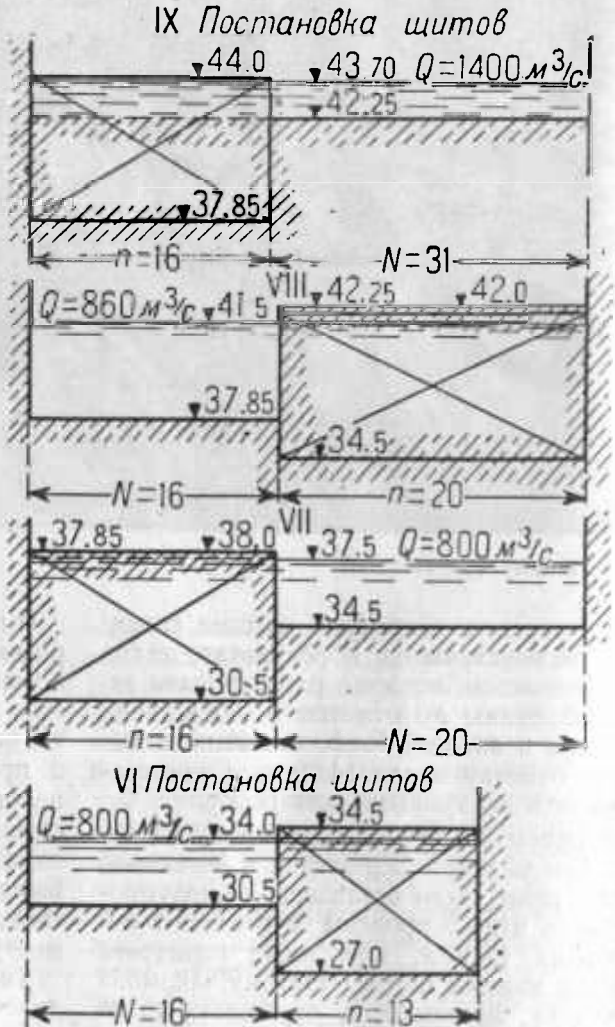
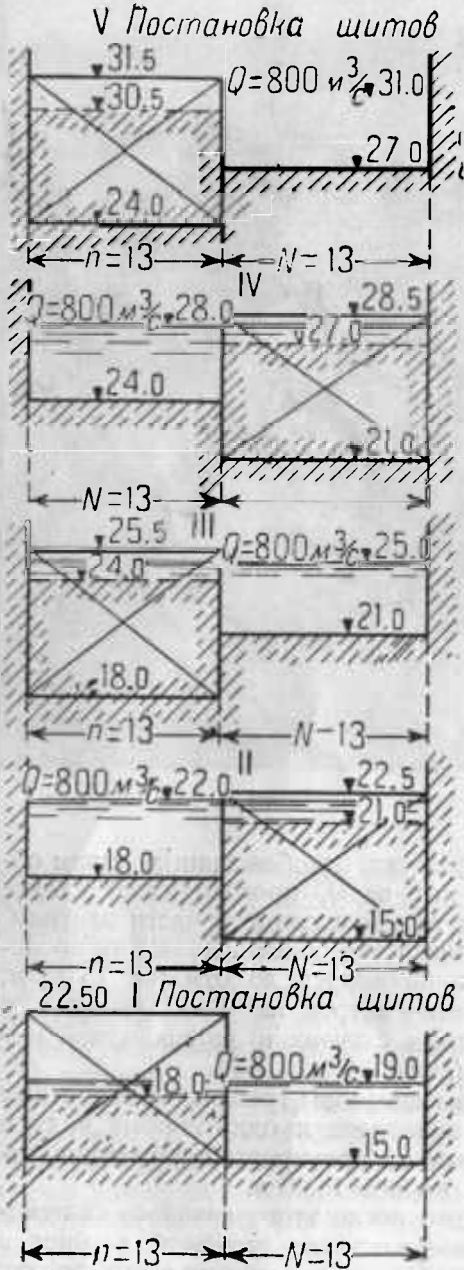


Рис. 61. Схема закрытия гребенки плотины.



Рис. 62. Опуска-
ние металличе-
ского каркаса боль-
шого щита греб-
енки.

В действительности закрытые и неза-
крытые полупролеты чередовались ме-
жду собою.

Работа начиналась с I постановки щи-
тов, при которой щитами, установлен-
ными на отметке 15,00 м, закрывалось
тринадцать отверстий гребенки. Другие
тринадцать отверстий гребенки остава-
лись открытыми и через них пропускали
воду. (Плотина имеет 49 пролетов, но

остальные были забетонированы выше и
в первую стадию закрытия гребенки не
вошли.)

Горизонт воды в верхнем бьефе при
этом повышался и при расходах воды
в реке в 800 м^3 в секунду устанавли-
вался на отметке около 19,00 м.

В пролетах гребенки, закрытых щи-
тами, под их прикрытием укладывался
бетон до отметки 18,00 м. По окончании

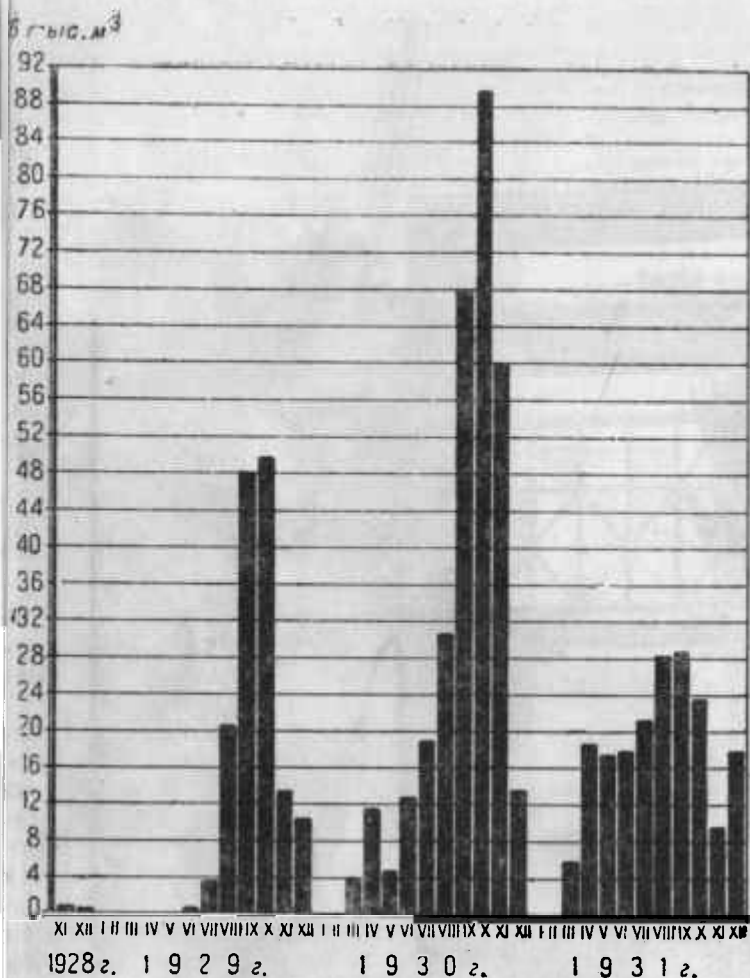


Рис. 63. Месячный график бетонной кладки на плотине от начала работ до конца 1931 г.

этой работы щиты снимались и переставлялись в другую часть пролетов гребенки, через которые перед тем пропусклась вода (см. II постановку—щиты справа). В случае того же расхода воды в реке верхний бьеф повышался при этом до отметки 22,00 м.

Работа велась этим порядком до тех пор, пока все пролеты водосливной части плотины не были возведены до проектной высоты, т. е. до отметки 42,25 м.

Расходы водосливных отверстий гребенки при разных напорах определялись по приведенной на схеме формуле незатопленного водослива. Коэффициенты расхода для нее были определены в лаборатории опытным путем и практически совпали с действительно имевшими место.

На деле от описанной схемы пришлось несколько отступать. Эти отступ-

ления сводились, главным образом, к тому, что из-за больших осенних паводочных расходов в реке в некоторых стадиях работ пришлось закрывать меньше пролетов щитами. Вследствие этого вместо одной постановки щитов в данной стадии работ получалось две-три. В основном же описанный принцип схемы выдерживался.

Для закрытия пролетов гребенки применялись специальные металлические щиты каркасного типа со щитками Буле. Каркас щита опускался в текущую воду. Пролета гребенки при помощи паровозных кранов и раскреплялся. После этого этими же кранами опускались в пазы каркаса отдельные щитки Буле, чем и достигалось прекращение движения воды через отверстие гребенки. На рис. 62 изображен каркас большого щита гребенки в момент его опускания, т. е. с вы-

нутыми щитками Буле. Каркас весит 40 т. Он закрывается шестью щитками Буле, весом каждый по 8 т (с балластом). Каркас малого щита, для закрытия полупролетов гребенки, в два раза уже и закрывается тремя щитками Буле. Строительству имело для работ 14 малых каркасных щитов, 3 больших и 60 щитков Буле к ним.

Самый метод укладки бетона в пролетах гребенки не отличался от общепринятого на строительстве и описан несколько ниже.

В 1931 г. на плотине было уложено 186 000 м³ бетона, и к концу декабря

6. Гидростанция

Для постройки гидростанции, расположенной у правобережного примыкания плотины, предстояло произвести следующее количество главнейших строительных работ.

1. Сделать ряжевых перемычек около . 10 000 м³
2. Земляных работ в обыкновенном грунте 80 000 »
3. Скальных работ 315 000 »
4. Бетонных работ 220 000 »
5. Смонтировать металлических конструкций каркаса здания 2 400 т

Кроме того, нужно было произвести сложный монтаж всего механического и электрического оборудования.

Отличительной чертой этих работ являлось то, что они были расположены на крайне узком фронте и из-за этого почти все могли быть произведены только в порядке последовательности. Это обусловливало длительность выполнения их. Ввиду того что большая часть указанных работ была расположена на отметках ниже горизонта воды в реке, то они почти в такой же степени, как и работы по плотине, зависели от режима горизонтов реки.

Предварительные подсчеты грозили невозможностью выполнить работы по гидростанции в сроки, обусловленные для ее пуска.

Чтобы избавиться от зависимости от реки и удлинить строительный сезон, котлован гидростанции решено было сделать незатопляемым даже в весенние паводки. С этой целью верх перемычек

1931 г. плотина имела вид, схематически показанный на рис. 50, стадия VI.

Закрытие гребенки плотины закончено в марте 1931 г. После весеннего паводка 1932 г. будет приступлено к установке на гребне водослива плотины щитов Стояня, в результате чего верхний бьеф поднимется до проектной отметки 51,20.

На рис. 63 изображен ежемесячный график хода бетонных работ на плотине. Он очень хорошо иллюстрирует ранее сказанное, а именно: краткость строительного сезона для этих работ. До тех пор пока работа велась за перемычками, наибольшие массы бетона укладывались в течение трех-четырех месяцев в году.

был поднят до отметки 22,00 м, что превышало горизонт максимального, известного в то время, катастрофического паводка.

На деле, однако, котлован, ограждаемый этими перемычками, в весенние паводки дважды затоплялся. В первый раз это произошло 10 апреля 1929 г. вследствие прососа в валунном слое под основанием перемычек; второй раз—6 мая 1931 г., когда горизонт катастрофического весеннего паводка достиг отметки 22,60 м, превысив все известные до этого горизонты высоких паводков на 0,70 м.

Первое из этих затоплений потребовало тщательной и кропотливой работы по заделке прососа, и повлекло потерю в деле разработки котлована около двух месяцев.

Второе затопление прекратило часть работ всего лишь на три недели и было безболезненно ликвидировано уже после частичного спада пики паводка.

Повышенные перемычки, ограждавшие котлован гидростанции, вполне себя оправдали—они дали возможность выполнить все подводные работы в намеченные сроки.

С окончанием постройки перемычек гидростанции явилась возможность широко развернуть скальные работы под зданием гидростанции и в отводящем канале.

Мягкий грунт почти целиком находился в пределах аванкамеры, откуда он сравнительно легко был удален—частично паровыми гусеничными экскаваторами, час-

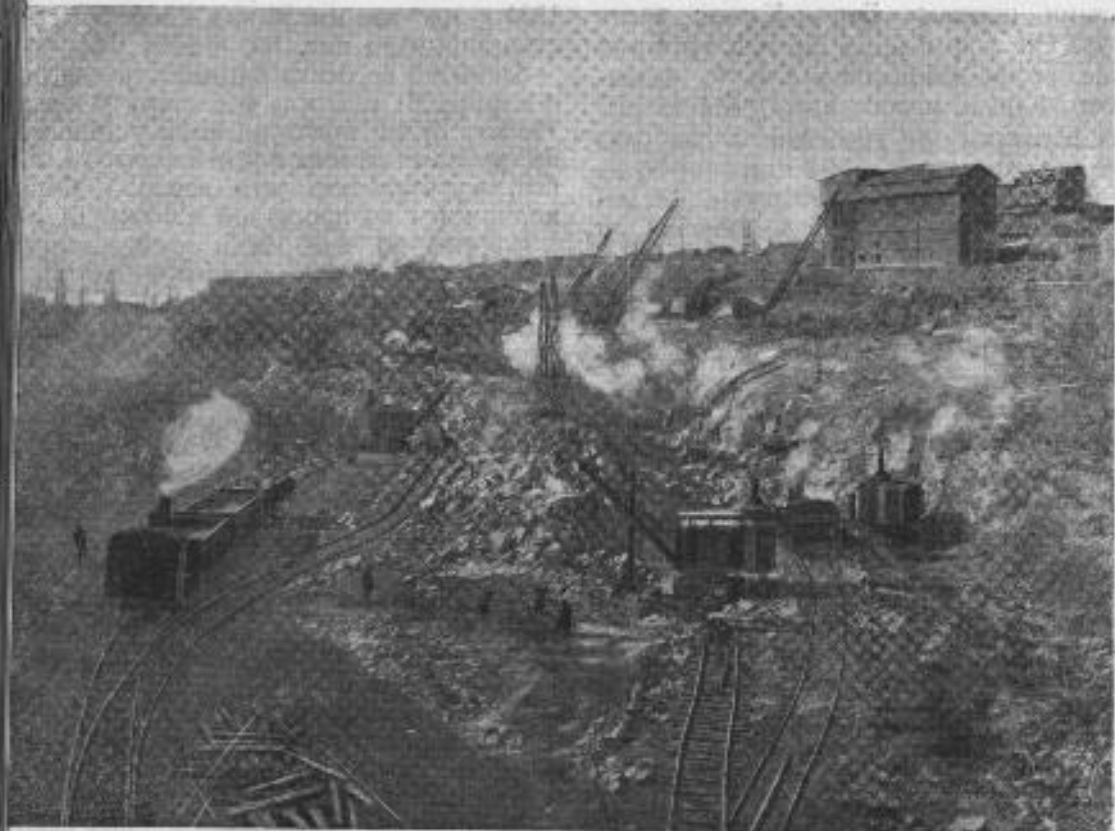


Рис. 64. Разработка котлована гидростанции и отводящего канала. Март 1929 г.

точно—грабарями. Наиболее трудной операцией была разработка котлована непосредственно под зданием гидростанции и в отводящем канале, так как именно в этом месте было сосредоточено почти все указанное выше количество скалы.

Разработка котлована гидростанции была начата 14 июня 1927 г. До середины сентября она велась исключительно вручную. Вручную велось также и бурение. Когда в сентябре начали прибывать заказанные экскаваторы и пневматическое буровое оборудование, это позволило постепенно перейти на механизацию скальных работ. Однако период работ до сентября—октября 1928 г. можно охарактеризовать как период с неустановившимися процессами работ на строительстве. Лишь к указанному сроку были получены необходимые механизмы, как-то: достаточно мощное буровое оборудование (станки Сандерсона), экскаваторы, паровозы, саморазгружающиеся вагоны и пр. Указанное обстоятельство отразилось и

на темпе работ и на стоимости единицы разработанной скалы.

На рис. 53, в левой части его, изображен в плане котлован гидростанции и отводящего канала, оборудованный ж.-д. путями и механизмами для производства скальных работ.

Для этих работ были применены следующие главнейшие механизмы: паровые и электрические гусеничные экскаваторы «Марион» с ковшами емкостью 1,33 и 3,00 м³; станки Сандерсона для ударного канатного бурения с долотом диаметром 150 мм; перфораторы для более мелкого бурения; саморазгружающиеся вагоны широкой колеи, грузоподъемностью 30 т с емкостью кузова 18 м³; двух- и трехосные танк-паровозы весом до 54 т. Позднее, к окончанию скальных работ, были применены также вантовые деррики с грузоподъемностью 15 т.

Основная выемка скалы в котловане гидростанции была сделана экскаваторами. Доборка же скалы до проектных

профилей и устройство первоначальных забоев для экскаваторов делалось при помощи паровозных кранов, а впоследствии и дерриков. При работе паровозными кранами и дерриками рабочие вручную загружали взорванным камнем трехбортовые ковши, которые затем кранами или дерриками поднимались из котлованов и опрокидывались в саморазгружающиеся вагоны. Из трех-четырех вагонов составлялись поезда, которые в зависимости от качества камня отвозили его в камнедробильный завод для переработки на щебень, на перемычки для загрузки ряжей или на свалку. Уклоны строительных путей в котловане достигали 0,030—0,035 и не позволяли формировать поезда из большого количества вагонов.

На рис. 64 изображено состояние скальных работ в котловане гидростанции и отводящего канала в марте 1928 г. Экскаватор в центре ведет работу на уровне дна всасывающих труб. Левее и дальше его при помощи паровозных кранов разрабатывается траншея, которая в следующей стадии была превращена в забой для экскаваторов.

В июле 1929 г. скальные работы по разработке котлована гидростанции продвинулись настолько, что явилась возможность приступить к кладке бетонных конструкций.

На рис. 65 и 66 изображено в плане и разрезе расположение путей и механизмов, примененное для постройки здания

гидростанции и щитового отделения (также рис. 90).

При выборе типа механизмов исходили из того, что на небольшом сравнительно участке гидростанции и щитового отделения сосредоточено большое количество бетонных и других разнообразных работ, тесно связанных друг с другом. Так например, кладка бетона и железобетона все время переплеталась с установкой закладных частей турбин, с установкой напорных труб, металлического каркаса машинного зала и т. д.

Фронт работ был до крайности узок; прокладка подъездных и обслуживающих путей в район работ была крайне затруднительна из-за конфигурации возводимых сооружений и, еще в большей степени, из-за большой разницы в отметках отдельных частей сооружения.

В силу этого для работ на гидростанции было решено использовать, главным образом, деррики. При этом предпочтение было отдано вантовым деррикам, так как они требуют меньше места для своей установки и, вращаясь на 360°, полностью обслуживают вокруг себя площадку. Лишенные этих преимуществ жесткие деррики были широко использованы на плотине.

Вантовых дерриков было установлено пять. Все они (рис. 90) однотипны, имеют мачты высотой 40 м, стрелы длиной 35 м, грузоподъемность 15 т и мощность электрических моторов 110 л. с.

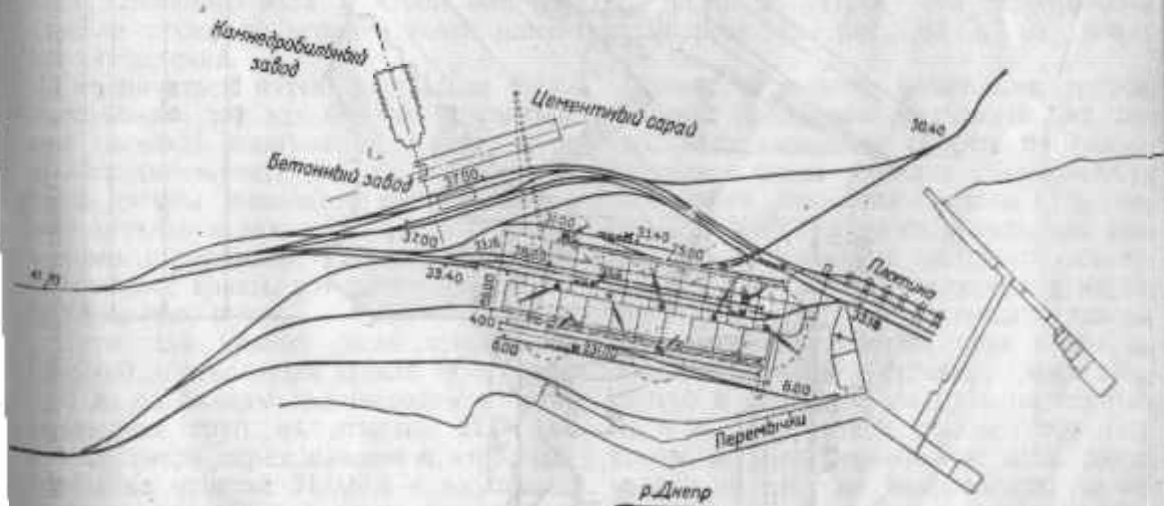


Рис. 65. План железнодорожных путей для работ на гидростанции в 1930 г

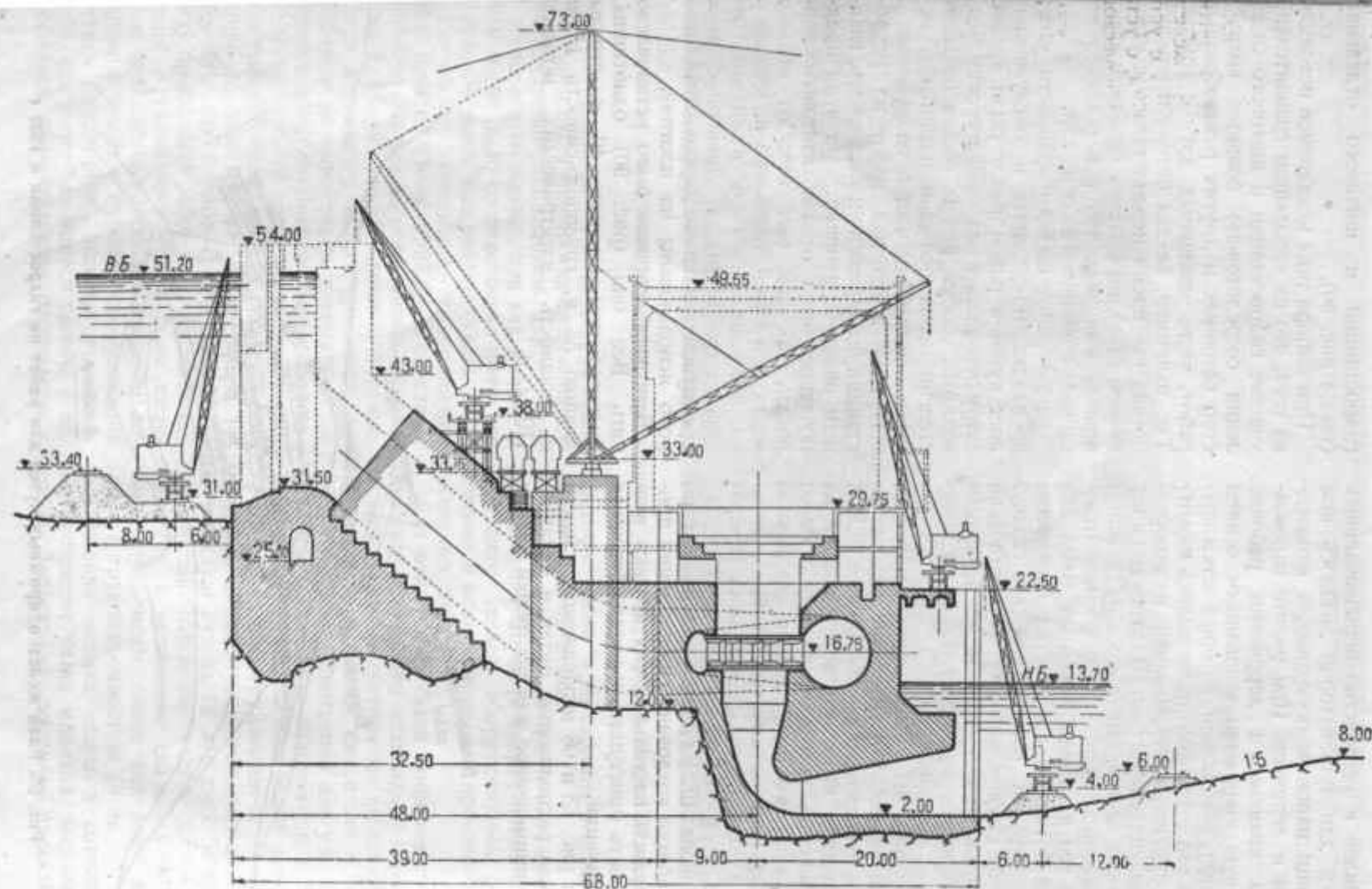


Рис. 66. Расположение механизмов и железнодорожных путей для работ по зданию гидростанции и щитовому отделению. Разрез.

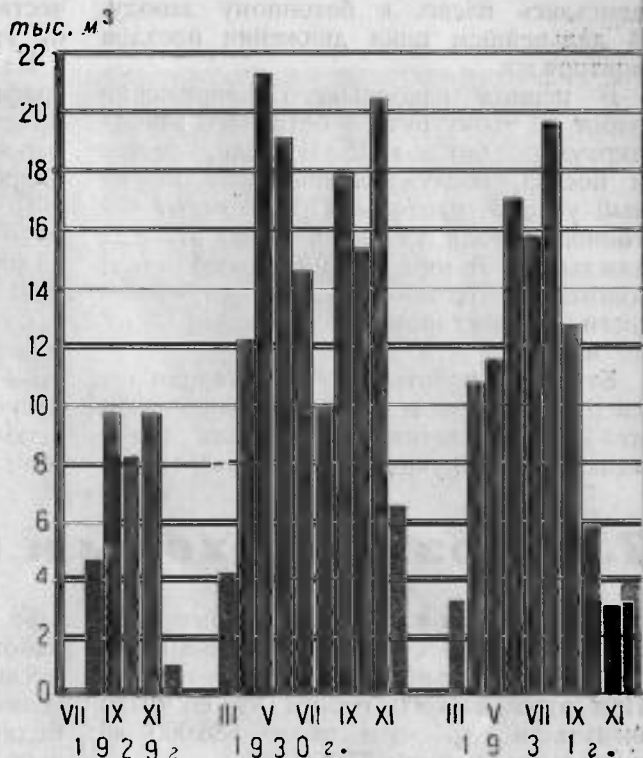


Рис. 67. Месячный график бетонной кладки на гидростанции. щитовом отделении, сопрягающем устой и глухой плотине (правобережное примыкание) от начала работ до конца 1931 г.

Вантовые деррики были установлены на специально для них построенных бутовых опорах высотой 21 м, поставленных в скальных траншеях, предназначенных для последующей укладки напорных труб больших турбин. Отметка верха опор была выбрана с таким расчетом, чтобы дерриками можно было смонтировать верх металлического каркаса машинного зала и чтобы они доставали также до верхней точки щитового отделения.

Ограничиться пятью дерриками было невозможно, так как они не покрывали всю площадь сооружения. Кроме того, производительность их была недостаточна, чтобы выполнить все необходимые работы в заданный срок. Поэтому в помощь деррикам были приданы еще паровозные краны, которые работали со специальных путей.

Пути для кранов были проложены (рис. 66): в отводящем канале на отметке 4,00 м; по бычкам над выходом из всасывающих труб на отметке 22,50 м; в аванкамере перед входом в напорные трубы на отметке 31,00 м и на откосе стенки щитового отделения на отметке 38,00 м. Количество работавших паро-

возных кранов в зависимости от напряженности работ колебалось от 2 до 5.

Перечисленные пути были предназначены исключительно для работы в них паровозных кранов. Для подачи к паровозным кранам и к деррикам бетона, опалубки, арматуры и прочих материалов и грузов были построены специальные пути на отметках 6,00 м, 33,16 м и 33,40 м. Пути эти изображены в разрезе на рис. 66 и на плане рис. 65.

Ввиду большого количества грузов, которое предстояло перевезти, на путях, обслуживавших работы на гидростанции, была создана возможность кольцевого движения поездов. Так например, основная масса бетона для здания гидростанции и щитового отделения была подана по следующему маршруту (рис. 65). От бетонного завода поезда, получив бетон, шли влево до соответствующей стрелки; отсюда — вправо к деррикам, на путь на отметке 33,16 м. Здесь они отдавали бетон деррикам и уже порожняком шли далее вправо по тому же направлению до соответствующей стрелки на эстакаде плотины. С эстакады плотины поезда снова

двигались влево, к бетонному заводу. В дальнейшем цикл движения поездов повторялся.

В период наибольшего напряжения работ по этому пути у бетонного завода циркулировало до 15 поездов, считая и поезда, обслуживавшие правобережный участок плотины. При этом от бетонного завода поезд с бетоном отходил каждые 4—5 мин. Время одного цикла движения бетонного поезда, обслуживавшего гидростанцию, составляло 35—40 мин.

Бетонные работы на гидростанции велись в основном теми же приемами, что и на плотине. Лишь для более мелких конструкций с большим коли-

чеством арматуры делались отступления от этих приемов.

На рис. 67 изображен ежемесячный график бетонной кладки по зданию гидростанции, щитовому отделению и прилегающим к нему сооружениям с плотиной и с правым берегом.

По отдельным годам на этом участке работ было уложено бетона: в 1929 г.—33 400 м³, в 1930 г.—134 000 м³ и в 1931 г.—102 000 м³.

Схемы путей, расстановки и типа примененных механизмов вполне оправдали себя во время работ, дав возможность с чрезвычайной гибкостью провести все необходимые операции строительного, монтажного и транспортного характера.

7. Шлюз и подходы к нему

Главнейшими работами, которые нужно было произвести для постройки шлюза, были земельно-скальные и бетонные. При этом мягкого грунта нужно было вынуть и перевезти около 685 000 м³ и скального—около 770 000 м³.

Почти вся указанная выше масса мягкого грунта была расположена в пределах верхового затона и шлюзовой лестницы. Основная же кубатура скального грунта—в районе низового подхода, в пределах острова «скала Дурная». Шлюзовая лестница также почти целиком была высечена в скале.

Работы по устройству шлюза зависели от режима реки лишь в части, касающейся третьей камеры с четвертой головой и низового подхода. Остальная часть шлюзовой лестницы и верховой затон с пирсом от режима реки совершенно не зависели, и потому для постройки их имелось времени значительно больше, чем требовалось. В силу этого работы по шлюзу вначале особо не форсировались. Они считались резервными и в критические моменты отсюда черпались для более важных ударных участков работ рабочая сила и механизмы. Поэтому темп работ постройки шлюза не является показательным для Днепровского строительства, хотя эти работы и были начаты одними из самых первых—21 мая 1927 г.

Главнейшая часть земляных работ по шлюзу была произведена грабарями

(рис. 68). Этот способ производства работ объясняется тем, что с первых же месяцев деятельности строительства невозможно было получить экскаваторы, подвижной состав и прочий инвентарь, необходимый для механизированной работы.

Скальные работы в шлюзе и шлюзовом подходе были самыми большими скальными работами на строительстве. Методы, которыми они велись в шлюзовой лестнице и в низовом подходе, на скале Дурной, существенно разнятся друг от друга.

В шлюзовой лестнице были применены все виды механизмов и способы производства скальных работ, практиковавшиеся на строительстве. Здесь, как и в котловане гидростанции, работали: экскаваторами, с отвозкой камня на самоопрокидывающихся вагонах; дерриками, с предварительной разработкой и погрузкой вручную камня в ковши; паровозными кранами—с тем же методом работ, что и дерриками.

Причины столь разнообразных методов работ лежали в том, что шлюзовая лестница, высеченная в скале узкой траншеей и расположенная террасами, представляла собою весьма неудобный участок по трудности устройства подъездов к нему и по трудности использования экскаваторов.

Вести работу экскаваторами можно было только лобовым способом при



Гис. 68. Земляные работы в шлюзовой д. станиц. Август 1927 г.



Рис. 69. Скальные работы в шлюзовой лестнице. Сентябрь 1928 г.

крайне неудобной отвозке от них разработанной скалы, что значительно удорожало стоимость работ.

Рис. 69 иллюстрирует применявшийся способ разработки скалы в шлюзовой лестнице при помощи экскаваторов.

В низовом подходе, главным образом, на скале Дурной, работы производились почти исключительно экскаваторами. Здесь на небольшом сравнительно участке сосредоточено громадное количество скальных работ (около 600 000 м³). Они ведутся приемами, обычными при разработке больших каменных карьеров: в несколько террас, с соответствующим количеством забоев (рис. 70).

Камень от скальных разработок на шлюзе отвозился частью на камнедробильный завод, частью для загрузки перемычек плотины и для устройства дамбы-перемычки, ограждающей низовой подход к шлюзу (рис. 30).

График рис. 71 иллюстрирует ход

работ по скальным выемкам в шлюзе и низовом подходе.

На рис. 72 дан ежемесячный график хода земельно-скальных работ по плотине, гидростанции и шлюзу от начала строительства до декабря 1931 г.

Бетонные работы на шлюзе были начаты в июне 1929 г. Для производства их место работ было оборудовано специальными подъемными механизмами, которые перемещались по фронту работ по мере его изменения.

Для подвозки к механизмам бетона и других материалов были запроектированы соответствующие железнодорожные пути. По мере продвижения работ их приходилось несколько раз перетрассировать и перекладывать.

На рис. 73 изображены в плане пути, запроектированные и построенные для бетонирования, а также для скальных разработок низовой половины шлюза. На этом чертеже показана расстановка



Рис. 70. Низовой подход к шлюзу. Скальные работы на скале Дурной. Ноябрь 1928 г.

дерриков, которые были использованы для скальных и бетонных работ. Рис. 74 дает общий вид этого участка работ в ноябре 1931 г.

По рис. 73 можно видеть те затруднения для транспорта материалов, которые здесь создавались вследствие больших уклонов местности. Идущему по путям обслуживавшему работы в шлюзе поезду приходилось делать много заездов, прежде чем он попадал к соответствующему механизму; в особенности, если механизм находился у третьей камеры, на речной ее стороне.

В этом случае разница отметок между начальным пунктом отправления поезда с бетоном (от бетонного завода) и его конечным пунктом составляла около 30 м.

Бетон для работ на шлюзе подавался с расположенного в непосредственной близости левобережного бетонного за-

вода. Пути у бетонного завода были запроектированы так, что движение поездов у завода происходило всегда в одном и том же направлении, причем поезда, обслуживавшие бетонные работы на шлюзе, у бетонного завода вливались в общее движение с поездами, приходившими за бетоном к тому же заводу с левобережного участка плотины.

В первой стадии производства бетонных работ на шлюзе организация доставки бетона на речную сторону шлюза, противоположную от бетонного завода, была затруднена вследствие трудности устройства соответствующих путей. Это затруднение удалось обойти тем, что в первой камере шлюза был устроен травелер с дерриком жесткого типа (рис. 76). Травелер был поставлен на пути, специально устроенном для него на дне первой камеры.

в тыс. м³

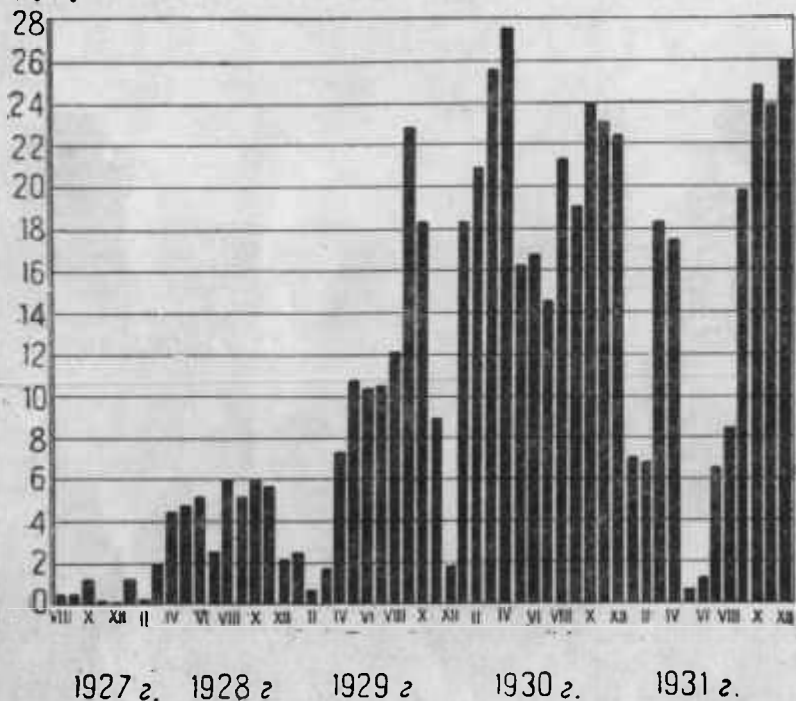


Рис. 71. Месячный график скальных работ по шлюзу и низовому подходу за период от начала работ до-конца 1931 г.



Рис. 72. Месячный график земельно-скальных работ на всех основных сооружениях за период от начала работ до конца 1931 г.

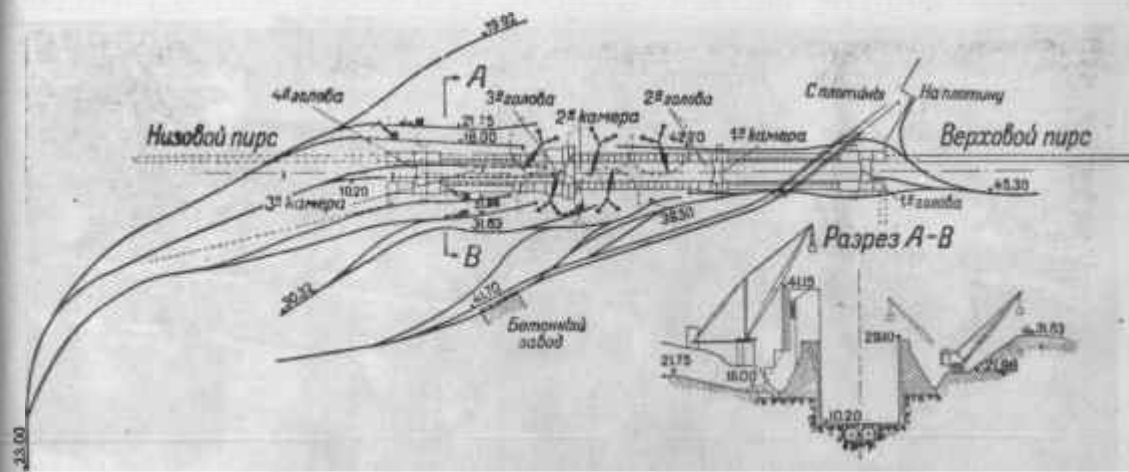


Рис. 73. План железнодорожных путей в низовой половине шлюза и схема расстановки механизмов для работ в 1931 г.

По этому пути его передвигали по мере продвижения фронта бетонных работ.

Деррик, находившийся на травелере, имел возможность получать бетон и другие материалы с железнодорожного пути, проложенного вдоль береговой стенки шлюза и передавать их на речную сторону.

График рис. 74 показывает ход бетон-

ных работ на шлюзе. На этом графике видно, как отразилось на бетонных работах по шлюзу то, что этот участок работ строительства являлся в течение некоторого периода резервным.

Из него же можно усмотреть, что по отдельным годам было уложено на шлюзе следующее количество бетона: в 1929 г.—6 400 м³, в 1930 г.—63 000 м³ и в 1931 г.—48 000 м³.

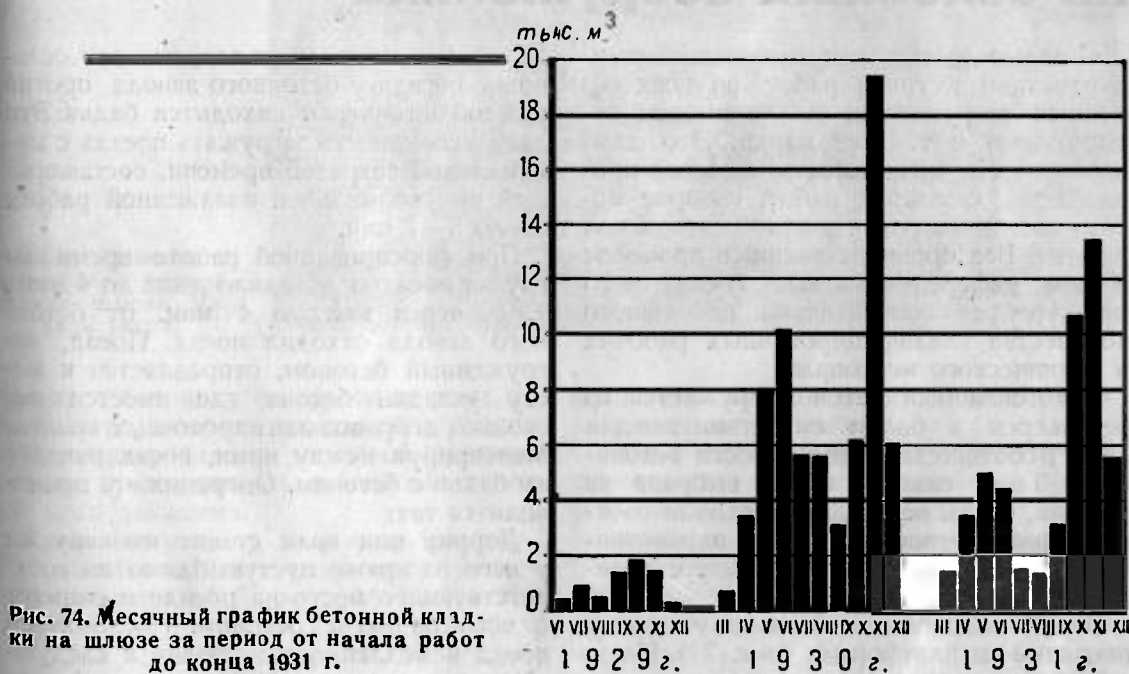


Рис. 74. Месячный график бетонной кладки на шлюзе за период от начала работ до конца 1931 г.

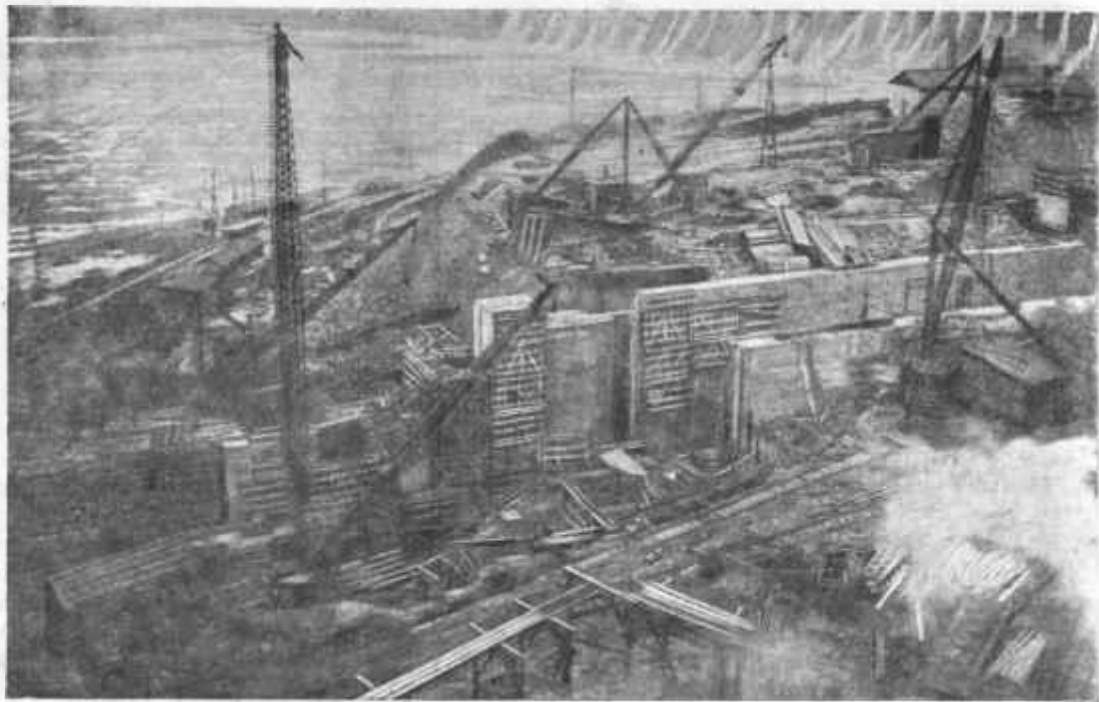


Рис. 75. Жесткие деррики на скальных и бетонных работах в низовой половине шлюза, 1931 г.

8. Метод производства бетонных работ на основных сооружениях

С целью достижения наибольшей стандартизации методов работ во всех основных сооружениях был применен бетон одной и той же марки. Это дало возможность организовать массовое производство бетонных работ, которое носит все признаки типичной заводской работы. Все производственные процессы в нем дифференцированы, в силу чего оно требует относительно небольшого количества квалифицированных рабочих и технического персонала.

Изготавливаемый бетон выгружается из бетоньерок в бадьи емкостью каждая $1,5 \text{ м}^3$, соответствующие емкости бетоньерок. Такая емкость бадьи выбрана из расчета, чтобы вес бадьи с бетоном соответствовал грузоподъемности паровозного крана при наибольшем вылете стрелы (5 м).

Бадьи подаются к бетонному заводу поездами на платформах (рис. 77). Поезда обычно состоят из двух-трех платформ, на которых устанавливается до 12

бадей. Размещены они так, что при остановке поезда у бетонного завода против каждой бетоньерки находится бадя. Это дает возможность загружать поезда с минимальной затратой времени, составляющей при нормальной налаженной работе около 5—7 мин.

При форсированной работе время загрузки поездов доходило даже до 4 мин., т. е. через каждые 4 мин. от бетонного завода отходил поезд. Поезд, нагруженный бетоном, отправляется к месту укладки бетона, где имеется несколько дерриков или паровозных кранов. Маневрируя между ними, поезд раздает им бадьи с бетоном. Операция эта производится так:

Деррик или кран ставит имеющуюся у него на крюке пустую бадью на соответствующее место на поезде и снимает с него бадью с бетоном. После этого поезд немедленно же уходит к следующему деррику или крану, не ожидая возврата взятой бадьи. Отдав последнюю



Рис. 76. Травелер с дерриком в первой камере шлюза. Январь 1931 г.

бадью с бетоном, поезд, опять-таки не ожидая ее возврата, немедленно уходит к бетонному заводу за новой порцией бетона, и, получив ее, возобновляет тот же цикл движения.

В зависимости от дальности расстояния поезд совершает один цикл движения в течение от 35 мин. до 1 часа. По одной и той же линии или по одному и тому же кольцу курсирует обычно не один, а несколько поездов. Количество их зависит от потребности в бетоне и от

количества находящихся на этой линии работающих механизмов.

Бадья, снятая с поезда дерриком или паровозным краном, передается им в тот блок, где в данный момент ведется бетонная кладка. Находящиеся в блоке рабочие разгружают бадью, имеющую открывающееся дно, вследствие чего бетон, вываливаясь из бадьи, образует на поверхности блока конусообразную кучу (рис. 78). Открывание бадьи производится на высоте не более 0,5—0,7 м

от поверхности блока, для того чтобы избежать распадаения составных частей бетона.

Выгруженную кучу бетона рабочие утаптывают ногами до тех пор, пока она совершенно не распластается (рис. 79). При этом бетон должен быть тщательно перемят и должен получить однообразный вид.

При укладке бетона с момента погрузки бетона с завода в поезд до момента его выгрузки в блок должно пройти не более часа. К каждой бадье, отправляемой с завода, прикрепляется металлический ярлычок с пометкой о времени отправки. Если по каким-нибудь причинам возраст бетона, поданного на работы, окажется более одного часа, то такой бетон выбрасывается, как негодный.

В самом блоке укладку бетона ведут слоями толщиной около 25 см. При этом для обеспечения надежного сцепления между слоями каждая последующая порция бетона должна укладываться на

предыдущую с промежутком времени не более часа. Если этот интервал больше, то работа во всем блоке прекращается на 2—3 дня, пока уложенный бетон совершенно не схватится и достаточно не окрепнет. Только после этого работа возобновляется, причем сперва производится такая же предварительная подготовка блока, какая необходима для начала бетонирования.

Эта первоначальная подготовка блока заключается в том, что с поверхности ранее уложенного бетона перфораторами снимают верхний тонкий слой (если он сильно загрязнен или выморожен) и всей поверхности придают шероховатость. После этого старый бетон тщательно промывают струей воды и сжатого воздуха. На обработанную таким образом поверхность выливают жидкий раствор цемента («молока»), который стальными щетками тщательно втирают в бетон. Лишь после этого начинают вести кладку бетона описанным выше способом. После того как бетон схватится, с его

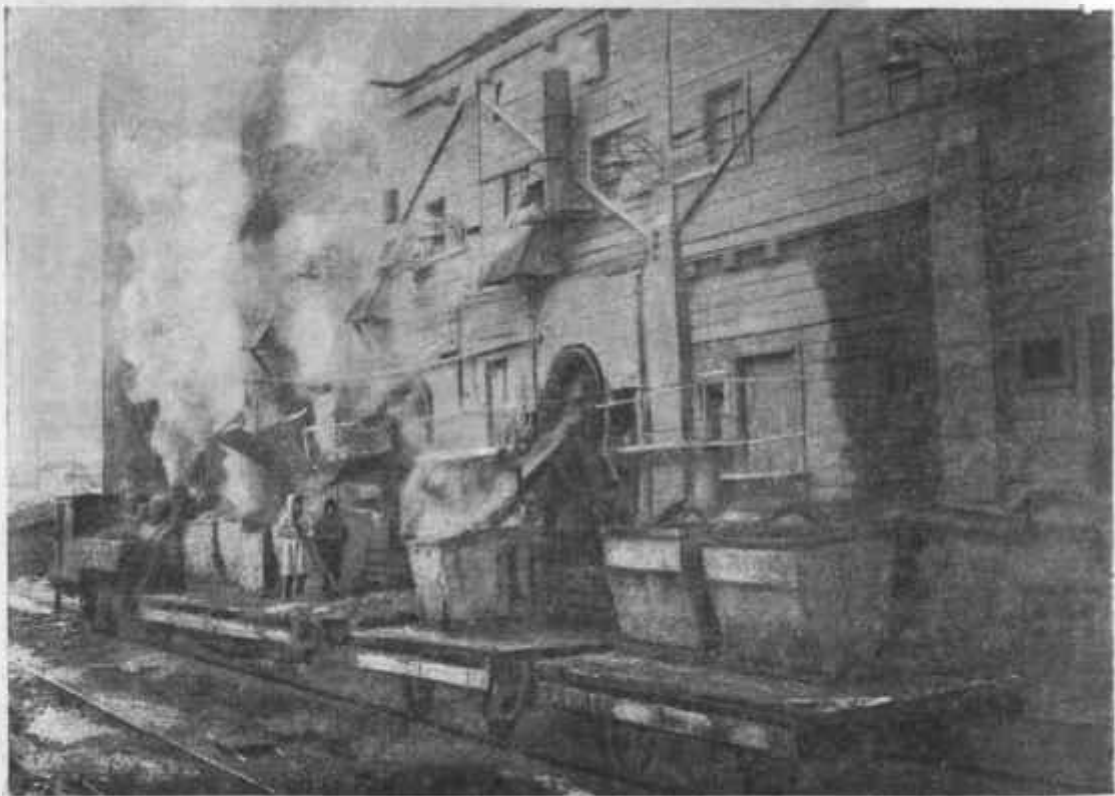


Рис. 77. Бетонный завод. Погрузка бетона в бадьи на поезд.



Рис. 78. Открывание бадьи с бетоном.

поверхности стальными щетками тщательно счищают верхнюю пленку, наиболее пористую и потому сильно фильтрующую.

При бетонировке больших массивов в бетон, там, где позволяют обстоятельства, укладывают «изюм», т. е. отдельные большие камни объемом от 0,5 до 2 м³ (рис. 81). «Изюм» доставляется к месту укладки на платформах, прицепляемых к поездам с бетоном. Укладывается он при помощи тех же дерриков и паровозных кранов, которые ведут бетонировку блока. Для поднимания «изюма» в нем предварительно заделывается проушина. Проушина делается из круглого арматурного железа, которое вставляется в бурку, сделанную в камне и заливается раствором цемента.

Общее количество уложенного «изюма» вследствие затруднений производственного характера не превысило 4% от общего веса массива.

Размер бетонируемых блоков в плане выбирается в зависимости от числа работающих на бетонировке его механизмов с таким расчетом, чтобы в течение 1 часа вся поверхность блока была сплошь покрыта одним слоем бетона. Во избежание появления трещин, в неармированном бетоне размер стороны блока в плане берется не более 15 м, а по высоте не более 4 м.

Опалубка, как правило, применяется стандартная, щитовая, многократно оборачиваемая, изготавливаемая в специальных опалубных мастерских. Рис. 81 дает представление о типах применяющихся щитов.

Опалубка доставляется на место работы при помощи дерриков и подъемных кранов (рис. 82).

Для напорных труб, всасывающих труб, турбин и всевозможных галлерей и камер деревянные формы готовятся также в опалубочных мастерских. Размеры отдельных элементов таких форм выбираются наибольшими в пределах, допускаемых грузоподъемностью работающих механизмов. На рис. 83 заснят момент установки на место формы напорной трубы.

Описанный метод ведения бетонных работ применяется как основной при массовых работах на плотине, гидростанции и шлюзе. Отступления от него делаются сравнительно редко, главным образом, для работ на гидростанции,— для мелких деталей с большим количеством арматуры. В таких случаях бетон из бадьи выгружается на бойки, устраиваемые рядом с бетонируемой конструкцией. С бойков бетон передвигается по наклонным желобам лопатами к месту укладки, где и утаптывается или утрамбовывается рабочими.

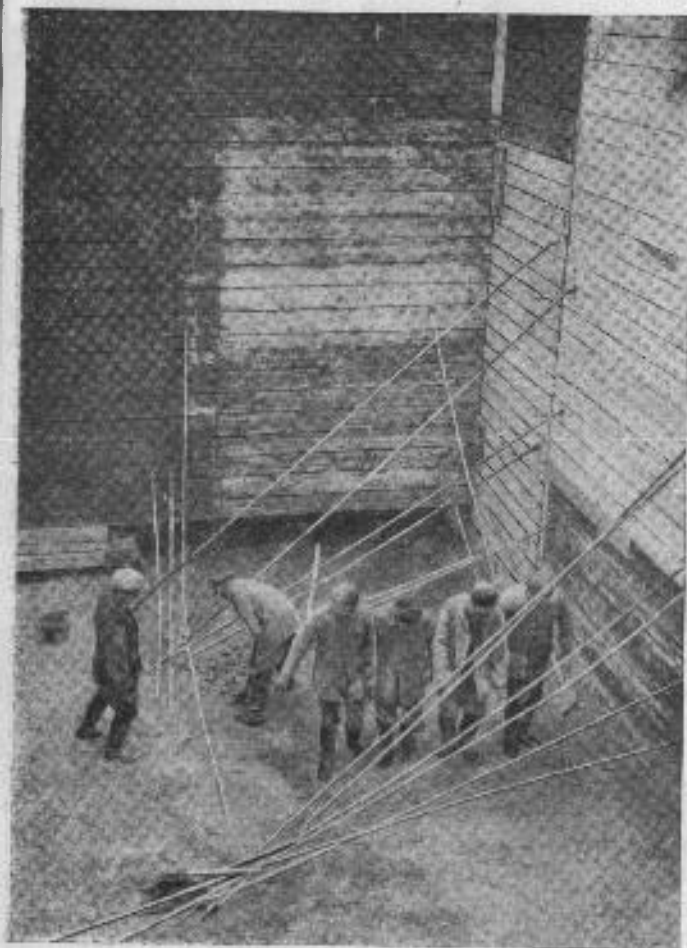


Рис. 79. Утаптывание бетона.

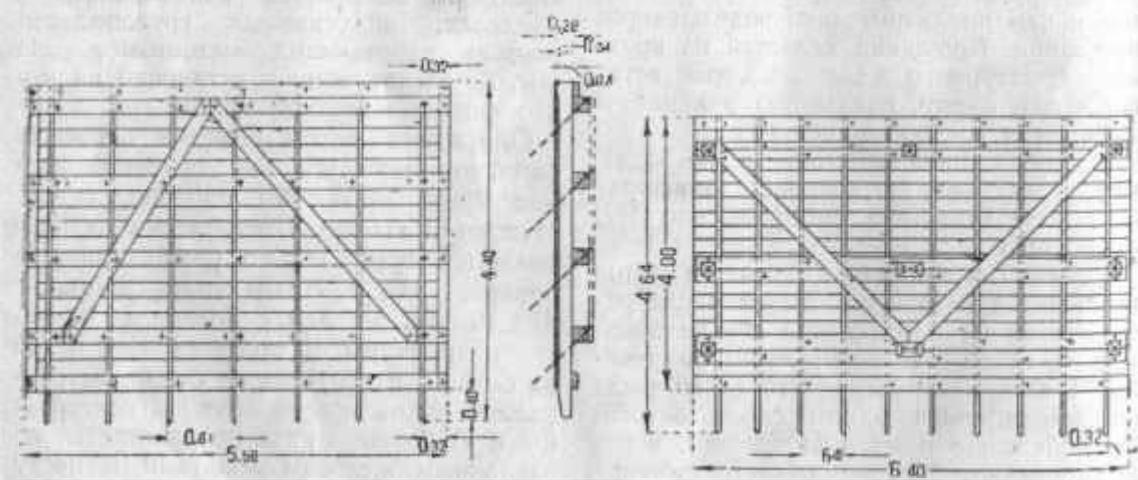


Рис. 80. Типовая щитовая опалубка для бетонных работ.



Рис. 81. Укладка «изюма».

9. Гавань

Гавань в верхнем бьефе строится «насухо», до подъема воды в реке плотиной. Она является сооружением гидротехническим лишь по типу своих конструкций, но не по методу производства работ.

Большое количество земляных работ по гавани—2 025 000 м³ и небольшой срок, остающийся до поднятия верхнего бьефа, требовали четкой и мощной организации для своевременного выполнения этих работ.

Наличие оборудования, освобождавшегося на других основных работах, дало возможность своевременно перебросить его на гавань.

Так как на работах в гавани применено то же оборудование, что и на основных работах (те же подъемные механизмы, тот же подвижной состав; бетон изготовляется и подается с того же левобережного завода и т. д.), то методы и приемы работ на этом участке строительства не существенно отличаются от описанных

выше применявшихся на других участках.

Следует упомянуть лишь об одном из способов разработки мягкого грунта, применявшемся, правда, и при производстве вскрыши третьего карьера строительства, но еще не описанном.

Наряду с экскаваторной разработкой мягкого грунта, проводимой в большом масштабе на земляных работах гавани, для тех же работ применяются гидромониторы (рис. 84). Рельеф местности и условия работ позволяют использовать их с большой выгодой.

Часть смываемого гидромониторами грунта используется для намыва пирса гавани, ограждающего ее со стороны реки. Излишняя же часть просто спускается в реку. Расстояние между разрабатываемыми гидромониторами земляными массивами и пирсом всего около 700 м. Рельеф местности оказался настолько благоприятен, что для стока смытого грунта не потребовалось устройства никаких искусственных лотков.

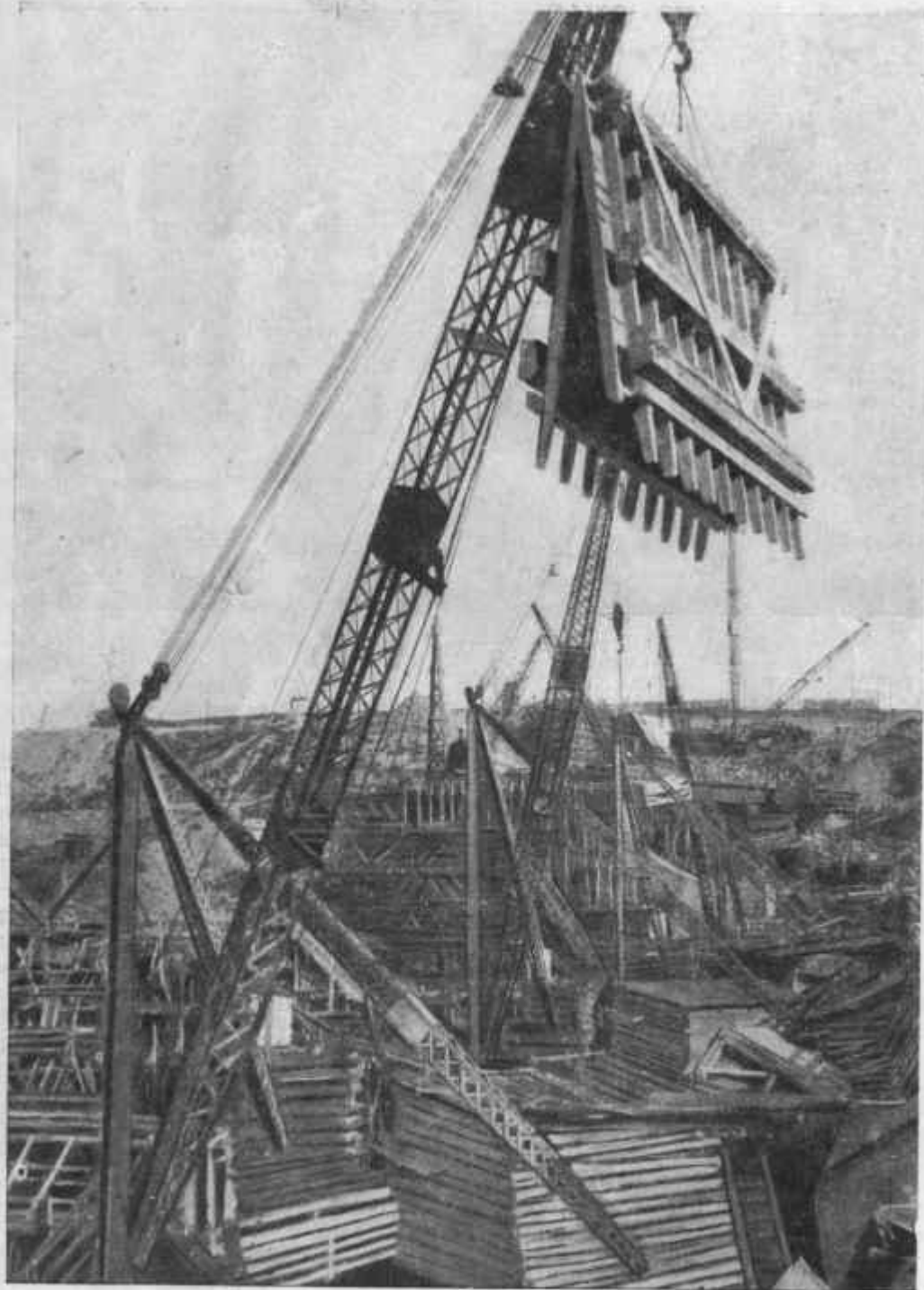


Рис. 82. Установка опалубки дерриком.

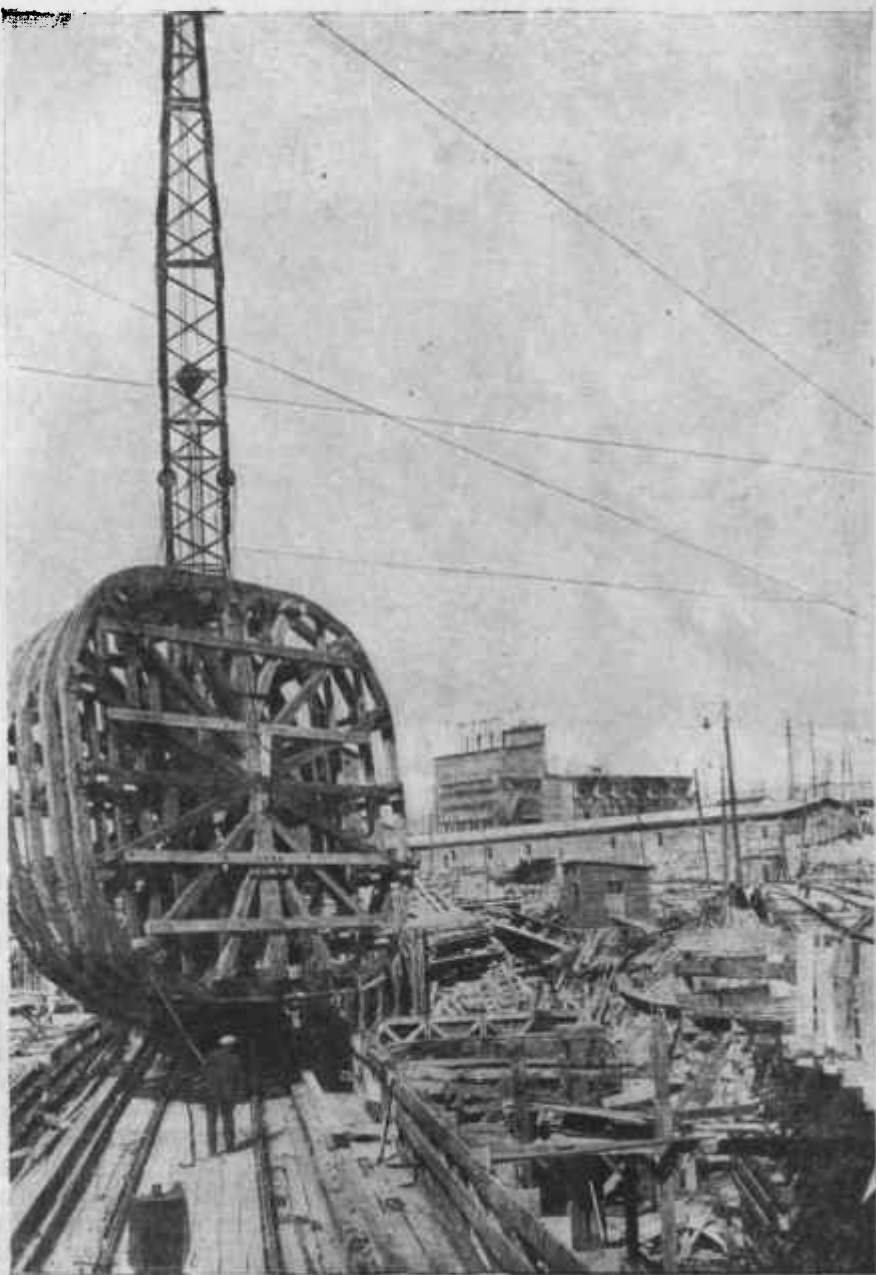


рис. 83. Установка
железнодорожным краном
каркаса опалубки
напорной трубы.

Работа по намыву пирса ведется следующим образом:

Предварительно из рваного камня устраивается по контуру пирса гряда высотой 2 м. Эта гряда с внутренней стороны пирса обсыпается имеющимся под рукой мягким грунтом или жерстью на толщину около 1 м. В огражденное таким образом пространство впускается размывтый грунт, который в нем оседает.

По заполнении огражденного грядой пространства до верха каменная гряда с ее земляной отсыпью повышается, и работа по намыву пирса повторяется снова в той же последовательности, как и для начала намывных работ.

Каменная гряда входит в состав одежды откосов пирса, предусмотренной проектом, так что устройство ее не является какой-либо дополнительной для строительства работой.



Рис. 84. Земляные работы в гавани. Гидромонитор.

В гавани работает четыре однотипных гидромонитора. Они имеют внутренний диаметр насадки сопла 35 мм и для успешной работы требуют подвода воды к соплу под давлением 20 ат.

Каждая пара гидромониторов обслуживается отдельной насосной установкой с центробежным насосом, работающим от электромотора. Характерные данные насосной установки следующие:

Мощность электромотора . . .	650 л. с.
Производительность насоса . . .	450 м ³ воды в час
Давление у насоса	25 ат
Давление у сопла гидромонитора	20 ат
Диаметр напорного трубопровода	200 мм

В лессовом грунте, в котором гидромониторам в условиях строительства почти исключительно приходится работать, в зависимости от прослоек в нем они дают производительность на 1 сопло от 70 до 85 м³ смытого грунта на 1 час чистой работы по обмеру в выемке. Потребляют они при этом энергии в среднем 2,21 квт-ч на 1 м³ смытого грунта. Стоимость разработки грунта гидромониторами составляет 32 коп. за 1 м³ со всеми начислениями.

Для сравнения следует указать, что

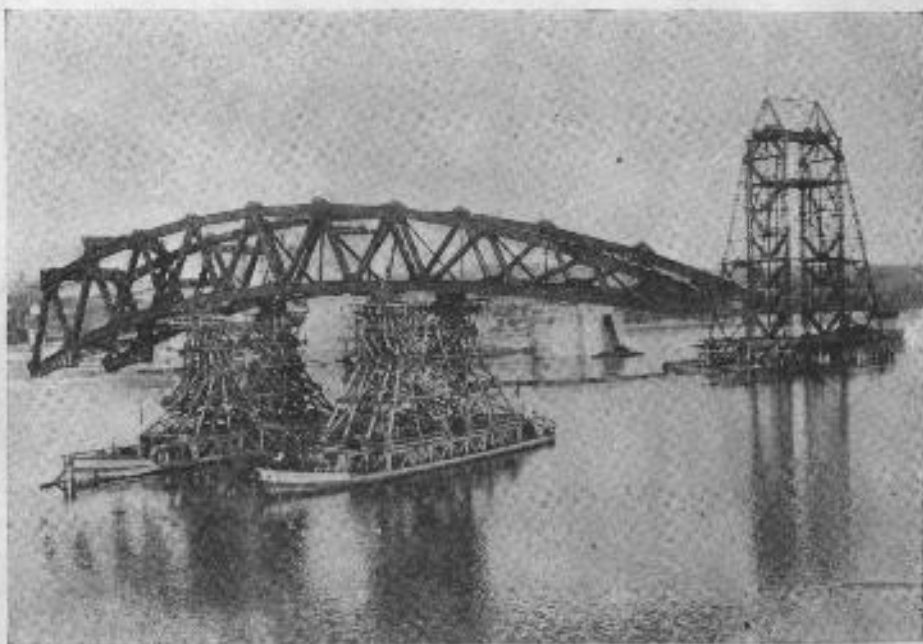
в тех же условиях в гавани работают паровые экскаваторы «Марион», которые в среднем на 1 экскаватор за час чистой работы дают 70—80 м³ выемки при стоимости 1 м³ с отвозкой и выгрузкой 1 р. 56 к.

Практически можно считать, что гидромонитор с одним соплом, указанных размеров и мощности (при указанных условиях работы), равноценен по производительности одному экскаватору «Марион» типа 37.

Способ разработки выемок гидромониторами вполне оправдал себя. Он оказался на строительстве самым дешевым и удобным способом производства земляных работ. Он требует минимума рабочей силы, притом, главным образом, неквалифицированной, и дает возможность избежать устройства подъездных путей, применения дорогого железнодорожного состава и экскаваторов, требующих для обслуживания квалифицированных рабочих тех профессий, которые в современных условиях СССР особенно дефицитны.

Единственный недостаток гидромониторов в том, что ими невозможно работать зимою при морозах свыше 10°.

Рис. 85. Сборка моста через реку Новый Днепр. Подвозка полуарки.



10. Мосты

Оба моста и железнодорожная магистраль Шлюзовая—Канцеровка полностью закончены и с сентября 1931 г. находятся в эксплуатации Екатерининской железной дороги.

Постройка опор моста через р. Новый Днепр произведена за песчаными перемычками той конструкции, какая обычно применялась при гидротехнических работах на Днепре.

Арка моста через р. Старый Днепр собрана на сплошных деревянных подмостях. Для сборки арок и надарочных эстакад моста через Новый Днепр был применен оригинальный метод, иллюстрируемый рис. 85—88.

На левом берегу реки, в непосредственной близости от моста, были построены на забитых сваях деревянные подмости. На них при помощи паровозных и козловых кранов собирались и окончательно выклепывались полуарки пролетов моста.

К подмостям могли причаливать два гончака, спаренных между собою. На гончаках сделаны специальные подмости, на которые с береговых подмостей сдвигалась полуарка моста, после того как она была собрана и склепана. После раскрепления полуарки на гончаках их буксиро-

вали в соответствующий пролет моста, к месту установки арки.

Полный вес полуарки, имевшей длину около 70 м, составлял 425 т. Процесс буксировки полуарки заснят на рис. 85. Береговые подмости, на которых собирались полуарки, видны на рис. 87.

В середине пролета моста предварительно собиралась на забитых деревянных сваях металлическая башня, изображенная на рис. 85 и 86. Гончаки с полуаркой заводились между устоем моста и башней так, что опорная часть полуарки попадала к устою, а другой конец ее—в середину башни, между ее стоек (рис. 86). Опорная часть полуарки заправлялась в опорный шарнир, а другой конец ее подвешивался к шарнирным цепям, в свою очередь подвешенным к домкратам, установленным на верху башни. После этого гончаки изпод полуарки выводились, и полуарку при помощи домкратов постепенно поднимали в ее нормальное, верхнее положение, вращая около опорного шарнира.

Таким же путем устанавливали и поднимали в верхнее положение и вторую полуарку того же пролета. После этого

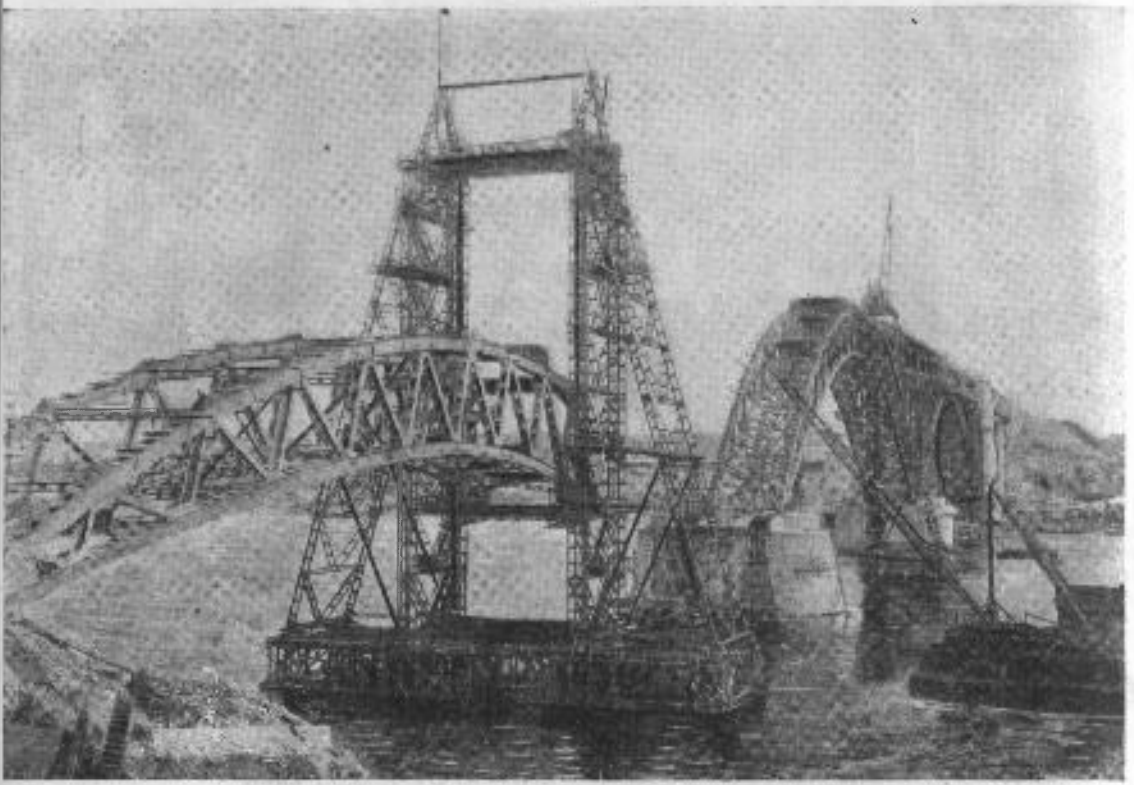


Рис. 86. Сборка арочных пролетов моста через р. Новый Днепр.

обе полуарки наверху между собою соединялись и башня разбиралась.

После того как обе полуарки были соединены в одно целое, начиналась сборка надарочного строения. Сборка велась при помощи электрического крана-деррика, постепенно надвигавшегося от левого берега к правому. При этом кран двигался по путям, уложенным на собранном им надарочном строении (рис. 87).

Левобережная 140-м неразрезная двух-пролетная ферма этого моста была собрана на легких металлических подпорках. Процесс сборки ее изображен на рис. 88. Сборка этой фермы и установка

металлических подпорок велась тем же электрическим дерриковым краном, которым непосредственно за этим была произведена сборка надарочных строений моста. Описанная сборка пролетных строений моста через реку Новый Днепр произведена Днепропетровским заводом треста Стальмост. Примененный им метод сборки дал большую экономию в лесных материалах и во времени.

Вся металлическая пролетная часть моста, имеющая общий вес 8 480 т, была собрана в течение 331 дня. В том числе на сборку трех арочных пролетов моста с надарочными строениями было затрачено 215 дней.

II. Заключение

На предварительное оборудование места работ жильем, вспомогательными предприятиями и механизмами, а также на постройку перемычек ушло около двух лет. Лишь по истечении этого срока явилась возможность начать массовое про-

изводство основных работ: скальных, бетонных и др.

Срок этот (два года), несомненно, велик для условий работ в САСШ или в Западной Европе, где имеется широко развитая индустрия, дающая возмож-

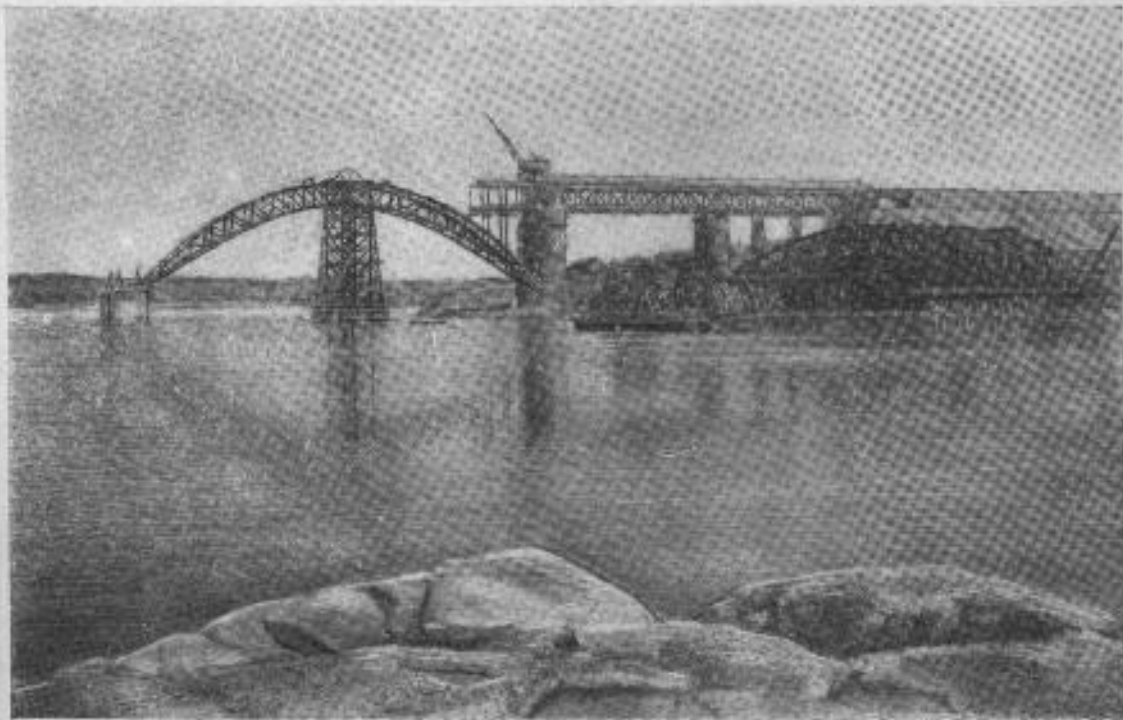


Рис. 87. Сборка арочных пролетов и надарочных строений моста через р. Новый Днепр.

ность в любой момент получить нужное оборудование. Последнее обстоятельство делает излишним постройку таких больших вспомогательных заводов, как описанные выше механические мастерские, с их многочисленными цехами, или как лесопильные заводы и некоторые другие вспомогательные предприятия строительства. В современных же условиях СССР и тем более в первые годы деятельности Днепровского строительства, когда индустриализация Советского союза находилась в начальной стадии своего осуществления, без этих вспомогательных предприятий вообще нельзя было бы успешно вести работу. Что же касается заграничного оборудования, то на оформление заграничных заказов и получение по ним механизмов в большинстве случаев требуется около года (например из Америки).

Таким образом указанный двухлетний срок подготовительных работ нельзя считать большим и следует сократить примерно на год, если сравнивать его с подготовительным периодом аналогичных работ, производящихся в САСШ или в Западной Европе.

Потратив около двух лет на подготовительный период, Управление строительства по истечении его получило возможность развить работы полным темпом, обеспечившим ему своевременное окончание всех работ.

Показателем достигнутого эффекта, в результате правильной организации строительства, могут служить бетонные работы 1930 г. По этим работам в указанном году были значительно превзойдены все мировые рекорды, существовавшие до сих пор. Так, в 1930 г. за строительный сезон было уложено на строительстве кругло 518 000 м³ бетона. При этом максимальное месячное количество уложенного бетона было 110 600 м³, а максимальное суточное—5 270 м³ (октябрь месяц).

Об интенсивности развитых строительством темпов за 1930 г. можно судить по рис. 90 и 91, заснятым с промежутком в один год. Успехи эти по справедливости были оценены как исключительные не только в Советском союзе, но и за границей. В частности инж. Х. Л. Купер, возглавляющий на Днепрострое американскую консультацию, в своем письме

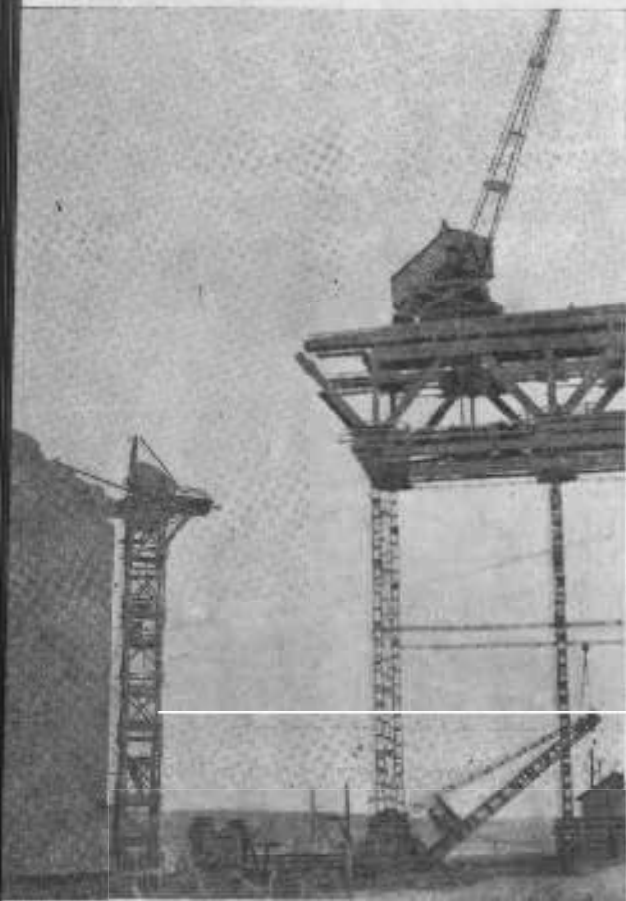


Рис. 88 Сборка левобережной 140-м неразрезной фермы моста через р. Новый Днепр

к работникам Днепростроя так писал по окончании работ 1930 г.

«Американская консультация приветствует рабочих Днепростроя и поздравляет их с успешным выполнением их решения уложить в сооружения строительства 500 000 м³ бетона в течение рабочего сезона 1930 г. Этим установлен мировой рекорд. Факт этот станет известен повсюду и будет поставлен в огромную заслугу Советской республике. Честь этого великого достижения разделяется всеми, кто принимал участие в работах этого года, но в особенности ее следует приписать тем, кто своим энтузиазмом и добровольным порывом вызвал тот толчок, без которого нельзя было обойтись для полного завершения выполненной ныне блестящей программы».

Говоря об успехах строительства, нельзя не упомянуть, хотя бы очень кратко, о тех трудностях, с которыми приходилось сталкиваться, и о тех факторах, которые дали возможность их преодолеть.

При том бурном росте индустриализации страны, который, в особенности в последние годы, имеет место строительству пришлось столкнуться с огромными недостатками рабочей силы и большими трудностями в получении ее. Выходом из этого положения было—применить механизацию работ. Однако механизмы для работы требуют живых людей, а их не было. Тем не менее, строительство сознательно пошло на путь усиленной механизации работ.

Для того чтобы получить недостающий персонал для работы на механизмах, чтобы получить машинистов, бригадиров, а также десятников, техников, чертежников и пр., строительством были организованы всевозможные курсы, в программу которых входило опытное и, отчасти, теоретическое обучение учащихся.

Инженеры, техники и даже квалифицированные рабочие, окончив свою обычную ежедневную работу на строительстве, преподавали на курсах и обучали



Рис. 89. Работа добровольцев в котловане среднего протока. Июль 1930 г.

работе на механизмах сотни учащихся, набранных из рабочих и служащих строительства.

В результате—острый недостаток в квалифицированных работниках был удовлетворен, и работа механизмов налажена. Рабочие, обученные работе на механизмах, быстро квалифицировались и в конце концов настолько овладели техникой управления механизмами, что вполне могли конкурировать с иностранными рабочими.

Громадные успехи, достигнутые на работах Днепровской гидростанции, есть результат активного и твердого руководства партийных и профессиональных организаций и правильного технического руководства Управления строительства. Эти успехи достигнуты при участии и энтузиазме всего многотысячного коллектива рабочих и инженерно-технического персонала, неоднократно приходивших со своею помощью и поддержкой в самые

критические моменты жизни строительства.

В качестве образца такой реальной и чрезвычайно ценной помощи можно указать на работы 1930 г. Они являются одной из наиболее ярких страниц в истории жизни строительства и своими успехами обязаны широкому развитию ударничества и социалистического соревнования среди рабочих и инженерно-технического персонала.

Летом этого года, после спада весеннего паводка, был откачан и оборудован котлован в среднем протоке. Нужно было приступить к разработке скалы в нем, но обнаружился громадный недостаток рабочей силы вследствие чрезвычайной текучести ее, вызванной отливом на полевые работы и другими специфическими условиями того года.

Громадный котлован, откачанный и оборудованный для работ, стоял пустой, почти без признаков жизни в нем. Потеря 1—2 месяцев в то время ввиду необ-



Рис. 90. Общий вид с правого берега

ходимости закончить ряд исотложных работ до наступления зимы чи весеннего паводка следующего года означала потерю целого строительного года и на целый год отдалялся срок пуска гидро-станции.

Этот критический момент поняли и правильно оценили рабочие Днепровско-го строительства, а также и других предприятий, находящихся в прилегающих районах.

Организованные своими партийными и профессиональными организациями в ударные бригады добровольцев черно-рабочие, слесаря, учащиеся, инженеры, врачи, педагоги, военные и др. по окончании своего трудового дня ежедневно сменными группами являлись в котлован

плотины и наряду с рабочими камнело-мами по 3—4 часа в день выполняли тя-желую и непривычную для них работу по разработке скалы (рис. 89). Не одна ты-сяча человек перебивала на этих работах.

Результат был самый блестящий. Зна-чительно раньше намеченного планом срока основание для плотины было го-тово.

Непосредственно начавшаяся за скаль-ными работами бетонная кладка плотины прошла при общем подъеме, вызванном успешно законченной предыдущей рабо-той. Рабочими был выдвинут встречный план укладки 500 000 м³ бетона. На вы-полнении этого встречного плана пар-тийными и профсоюзными организациями было сосредоточено все внимание рабо-



Рис. 91. Общий вид с правого берега на



на работы в апреле месяце 1930 г.

чей общественности. В результате правильного руководства и энтузиазма всей рабочей массы встречный план был перевыполнен, и были достигнуты поразившие мир сверхрекордные цифры кладки бетона.

Случай этот не единственный. Их было много. Настолько много, что перечислять их было бы затруднительно. Успех работ 1930 г. описан лишь как наиболее яркая иллюстрация тех новых социалистических форм быта и труда, на основе которых не только строится Днепровская гидростанция, но и вообще осуществляется в нашей стране строительство социализма.

Ударничество и социалистическое соревнование на Днепрострое начали раз-

виваться летом 1929 г. Вначале это движение не давало ощутимых результатов, так как в ударных бригадах участвовало лишь около 5% рабочих. Но уже в 1930 г. движение приняло массовый характер. До тех пор низкий, несмотря на механизацию работ, уровень производительности труда дал скачок вверх. Это в свою очередь сказалось и на снижении стоимости работ, не говоря уже о значительном повышении темпов строительства.

Значительная часть инженерно-технических работников также приняла активное участие в социальном соревновании и ударничестве. Весьма ценна была организованная ими помощь ударным бригадам рабочих в виде технической консультации,



работы в мае месяце 1931 г. (паводок),

тения лекций, шефства над отдельными бригадами и т. д.

Участники соцсоревнования ставили перед собой конкретные задачи и цели: сократить сроки тех или других работ, экономя простои машин, уплотнить рабочий день, поднять производительность труда.

Новые социалистические формы труда, дружная работа всего коллектива работников строительства, продуманный план производства работ и точное руководство ими привели к тому, что уже в начале этого года (апрель 1932 г.) большая часть основных работ была закончена: бетонные работы были выпол-

нены в размере около 1 120 000 м³ из общего количества 1 180 000 м³, были окончены работы по закрытию «гребенки» плотины, заканчивался монтаж механического оборудования щитового отделения, производилось механическое оборудование шлюза. Уже работают первые турбины и генераторы. Монтируются линии электропередачи и подстанции.

Все это позволило уже с мая месяца этого года дать первый ток с Днепровской гидростанции и дает уверенность в том, что это грандиозное строительство, успешно начатое в 1927 г., не менее успешно будет полностью закончено в 1932 г.

Сводка главнейших данных.

Ниже приводится систематическая сводка основных данных, характеризующих Днепровскую гидроэлектрическую станцию.

✓ 1. Установленная мощность гидростанции . .	810 000 л. с.
2. Нормальный напор	37,5 м
✓ 3. Турбины вертикальные одноколесные. системы Френсиса, число турбин	9 шт.
4. Мощность каждой турбины при 85% открытия	90 000 л. с.
5. То же при 100% открытия	103 000 л. с.
✓ 6. Годовая отдача энергии в зависимости от степени многоводности года от	2500 000 000 квт/ч
до	4 400 000 000 »
7. То же в средний гидрологический год . .	3 000 000 000 »
✓ 8. Коэффициент использования установленной мощности для среднего гидрологического года .	0,60
9. Площадь бассейна реки выше плотины . .	460 000 км ²
10. Максимальный катастрофический расход реки	24 500 м ³ /сек
11. Минимальный катастрофический расх. реки	300 » »
12. Средний меженный расход реки около . .	700 » »
13. Средний годовой расход реки	1 600 » »
14. Площадь затопления земель	16 500 га
15. Объем водохранилища	3 000 000 000 м ³
16. Используемый для регулирования объем водохранилища	1 110 000 000 »
✓ 17. Наибольшая высота плотины над скальным основанием	62 м
18. Общая длина водосливной части плотины .	611 м
✓ 19. Общая длина вододержательных сооружений	1,4 км

20. Общее количество бетона	1180 000 м ³
в том числе:	
а) в плотине и сопряжениях ее с берегами	820 000 м ³
б) в гидростанции	220 000 »
в) в шлюзе	150 000 »
21. Общее количество земляных работ	3 400 000 »
22. Общее количество землесосных работ	3 200 000 »
23. То же скальных работ ¹	1 900 000 »
✓ 24. Общее протяжение высоковольтных линий электропередачи (161 000 в)	883 км
25. Общая установленная мощность понижающих трансформаторов на подстанциях	1 080 000 кВа
✓ 26. Общая стоимость, включая линии электропередачи, судоходные и транспортные сооружения (шлюзы, мосты и ж.-д. линии Шлюзовая — Канцеровка), а также расходы по отчуждениям	278 000 000 руб.
27. То же без линий электропередачи и без транспортных сооружений, но с расходами на отчуждения	171 550 000 руб.
✓ 28. Начало строительных работ	Март 1927 г.
✓ 29. Пуск в эксплуатацию первых четырех агрегатов	Май 1932 г.
✓ 30. Пуск в эксплуатацию остальных агрегатов постепенно	К январю 1933 г.
31. При выполнении бетонных работ на строительстве были достигнуты следующие производительности:	
32. В строительный сезон 1930 г. уложено бетона	518 000 м ³
✓ 33. Наибольшая месячная производительность укладки составила при этом	110 600 »
✓ 34. Наибольшая суточная производительность	5 270 »

1 руб.

¹ Без гавани.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	4
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
I. Описание сооружений	
1. История проекта и его гидрологическое обоснование	6
2. Состав Запорожского узла сооружений	13
3. Плотина	14
4. Аванкамера и щитовое отделение	22
5. Гидростанция	24
а) Строительная часть	—
б) Турбины	27
в) Электрооборудование	29
6. Распределительная подстанция и линии электропередачи	38
7. Шлюз и подходы к нему	41
8. Гавань	45
9. Мосты и железнодорожная магистраль Шлюзовая—Канцеровна	46
10. Стоимость сооружений и энергии	49
ЧАСТЬ ВТОРАЯ	
II. Производство работ	
1. Организация управления работ	50
2. Предварительные организационные мероприятия	52
3. Камнедробильные и бетонные заводы	56
4. Перемычки	62
5. Плотина	64
6. Гидростанция	81
7. Шлюз и подходы к нему	86
8. Метод производства бетонных работ на основных сооружениях	92
9. Гавань	97
10. Мосты	101
11. Заключение	102
Сводка главных данных	109