

# ***Вечный двигатель***



***Волжско-Камский гидроэнергетический каскад:  
вчера, сегодня, завтра***

ОБ

31  
B39

# **Вечный двигатель**

*Волжско-Камский гидроэнергетический каскад:  
вчера, сегодня, завтра*

111097-1K  
БАЛАКОВСКАЯ ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ  
БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

Москва  
2007

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ  
ЧБС



Россия - великая водная держава. Наша страна отличается изобилием природных вод, обладает уникальным водным побережьем протяженностью более 60 тыс. км, по ее территории протекает пятая часть рек всего мира.

Водные ресурсы лежат в основе всей хозяйственной деятельности человечества. Невозможно представить себе отрасль экономики, где бы не осуществлялось прямое или опосредованное использование воды, будь то сельское хозяйство, черная или цветная металлургия, легкая промышленность, коммунальное хозяйство, энергетика...

Особое место среди водопользователей занимает гидроэнергетика - возобновляемый и оказывающий наименьшее воздействие на окружающую среду способ производить электроэнергию. Россия обладает гигантским гидропотенциалом - за счет энергии рек можно ежегодно получать более 850 млрд. кВт/ч электроэнергии, это более 3/4 текущего энергопотребления в стране. Однако освоен он лишь на 20%, и впереди - огромная работа по его дальнейшему освоению, строительству новых гидроэлектростанций.

Особое значение для развития гидроэнергетики и экономики страны в целом имеет каскад гидроузлов на Волге и Каме, построенных с середины 30-х по конец 80-х годов прошлого века. Это уникальное явление в истории отечественного гидростроения, одно из ключевых звеньев



Единой энергосистемы России. Волжские и камские гидростанции - гигантский овеществленный труд миллионов людей, воплощение интеллекта и таланта десятков и сотен выдающихся теоретиков и практиков гидротехники. Имена А.П. Александрова, Б.К. Александрова, С.Я. Жука, Н.М. Иванцова, И.В. Комзина, Н.А. Малышева, А.В. Михайлова, Н.В. Разина и многих других ученых, инженеров и организаторов строительства золотыми буквами вписаны в историю России.

Среднемноголетняя выработка электроэнергии гидроэлектростанциями Волжско-Камского каскада составляет около 37 млрд. кВт/ч. По подсчетам экономистов, электроэнергия, вырабатываемая ГЭС Волжско-Камского каскада, позволяет экономить десятки миллионов тонн невозобновляемых энергоносителей и атмосферного кислорода, сжигаемых тепловыми электростанциями. Велика роль волжских и камских гидроэлектростанций и водохранилищ в поддержании и развитии экономического потенциала нашей страны, сохранении окружающей среды.

При формировании Федеральной гидрогенерирующей компании (ОАО «ГидроОГК») 9 ГЭС Волжско-Камского каскада были включены в ее состав. На всех станциях стартовала беспрецедентная по своим масштабам программа технического перевооружения и реконструкции. К 2010 г. на волжских и камских ГЭС ОАО «ГидроОГК» будут заменены более 20 гидрогенераторов, 40 гидравлических турбин, 45 силовых блочных трансформаторов, порядка 150 ячеек открытых распределительных устройств. За счет модернизации суммарная мощность каскада возрастет на 199 МВт к 2011 г. и почти на 600 МВт к 2020 г. Реализация программы модернизации позволит продлить срок жизни станций, станет залогом их надежной и экологичной работы на десятилетия вперед.

*Расим Хазиахметов,  
член Правления ОАО «ГидроОГК»*



## *Саратовская ГЭС*

Как уже говорилось, при разработке схемы гидроэнергетического использования Нижней Волги учитывалось, что падение реки от Куйбышевского гидроузла до Волгограда не могло быть использовано в одной ступени из-за низких отметок левого берега, поэтому вместо одного Камышинского гидроузла предусматривались два – Волгоградский и Саратовский. Изыскательские работы по Саратовскому гидроузлу начались в июле 1953 года. Проектировщики Гидропроекта рассмотрели ряд створов на участке Волги протяженностью около 140 км между городами Хвалынском и Марксом. В результате сравнения выбрали створ выше Саратова, в районе г. Балаково, где основанием для сооружений служат плотные третичные глины. Особое опасение вызывали напорные воды, лежавшие под основанием будущего здания ГЭС: предполагалось, что они могли «взорвать» дно котлована при его вскрытии, однако при опытных работах выяснилось, что такой угрозы нет. В 1957 году место для балаковского створа было утверждено – правда, не там, где предлагал Гидропроект.

Подготовка к строительству началась годом раньше. В конце февраля – начале марта 1956 года в районе г. Балаково был организован отдельный строительный район Куйбышевгидростроя, на базе которого, в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 5 июня 1956 года № 3231, образовано Строительно-монтажное управление «Саратовгэсстрой». Начальником строительства был назначен В.В. Антонов.

Приказом начальника Главцентрэнерго от 27 августа 1956 года дирекцию строящейся Саратовской ГЭС возглавил Г.С. Голованов.

По проекту Саратовского гидроузла, разработанному Гидропроектом, предусматривалось наглухо перекрыть земляной плотиной правую протоку Волги и остров Пустынный, а левую перегородить бетонной водосливной плотиной и сооружениями гидроэлектростанции. Шлюзованный судоходный канал предполагалось прорыть на левом



**Голованов  
Георгий  
Сергеевич**  
(06.06.1917–08.03.1979)

Родился в г. Ташкенте. Окончив в 1940 году Среднеазиатский индустриальный институт по специальности инженер-электрик, работал дежурным инженером на Комсомольской ГЭС (Узбекистан, г. Чирчик), затем мастером, главным инженером, директором каскада Нижне-Бозсуйских ГЭС. В 1956-1979 годах – директор Саратовской ГЭС.

берегу и соединить с левой протокой. При этом волжская вода должна была устремиться через водосбросную плотину и турбины электростанции в левую протоку и увеличить скорость течения в ее русле вдвое. Расчеты показывали, что на участке Волги ниже плотины гидроузла придется в течение нескольких десятилетий, пока естественный русловой поток не размоет себе широкого ложа, применять дорогостоящую двойную буксировку груженых барж. Кроме того, для сооружения гидроэлектростанции и бетонной водосливной плотины потребовалось бы перекрыть полноводную левую протоку и часть острова Пустынного полукольцом громадной защитной дамбы (причем энергии для работы земснарядов по намыву такого колоссального объема в Балакове к тому времени еще не было) и только после этого, выкачав воду, рыть основной котлован.

Главный инженер Саратовгэсстроя Н.М. Иванцов, вскоре возглавивший строительство, предложил значительно удешевить проект, несколько изменив створ гидроузла и совместив гидростанцию с водосливной плотиной (по аналогии с Камской ГЭС).

**Иванцов  
Николай  
Максимович**  
(29.12.1913–11.09.2000)



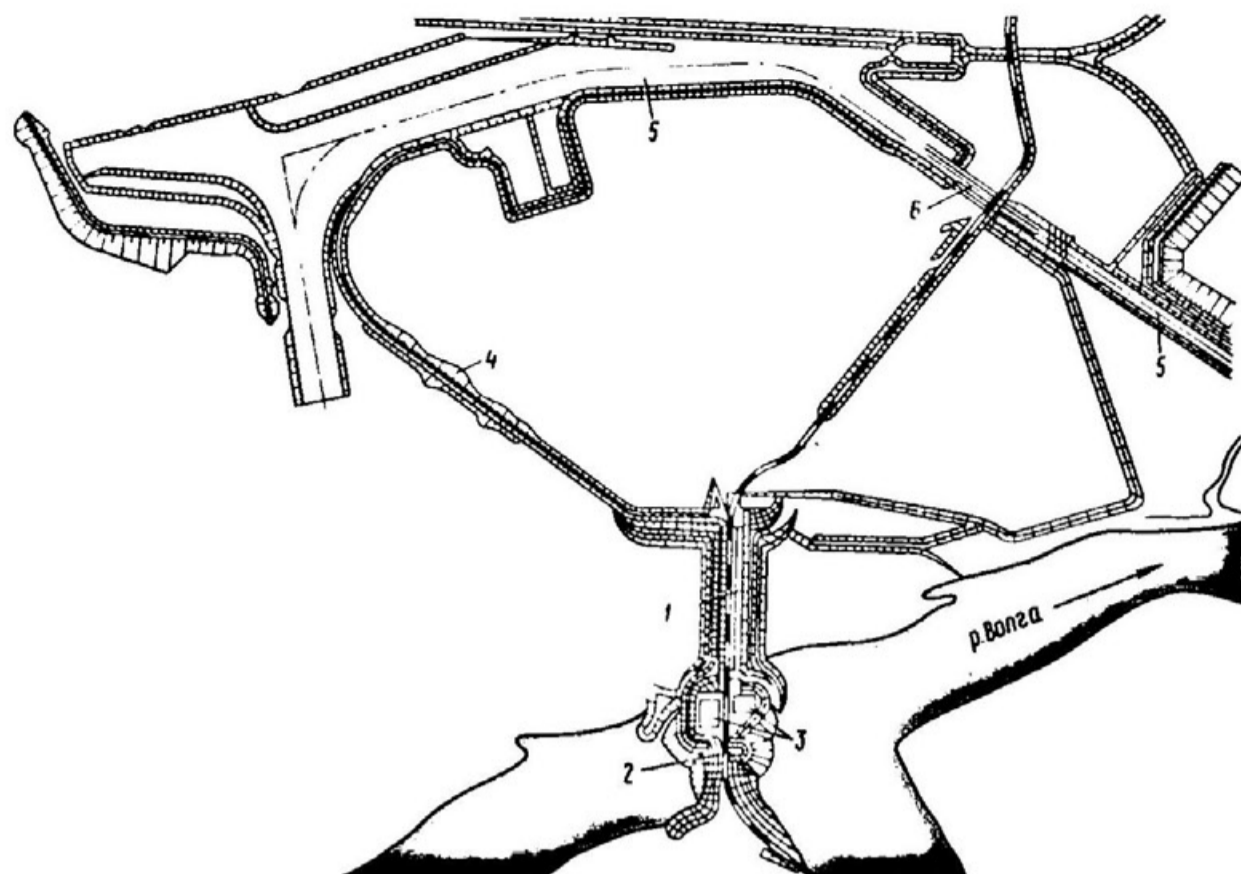
Окончив в 1937 году гидротехнический факультет Московского гидромелиоративного института, работал на строительстве шлюза канала Москва – Волга, проектировал уральские гидроэлектростанции. С 1949 года – главный инженер проекта Карповской реверсивной насосной станции, Волго-Донского канала (лауреат Сталинской премии), затем заместитель начальника отдела Гидропроекта, заместитель главного инженера СМУ левого берега на строительстве Куйбышевского гидроузла. С 1956 года – главный инженер, в 1957 году – начальник Саратовгэсстроя, с 1959 года – директор института «Гидроэнергопроект».

В 1975-1985 годах – заместитель министра энергетики СССР. С 1975 года – начальник строительства Камского автозавода.

В последние годы жизни возглавлял Союзгидроэнергострой, работал заместителем председателя научно-технического совета Министерства энергетики и электрификации СССР, консультантом в институтах «Гидропроект», «Оргэнергострой», «Гидроспецпроект».

Герой Социалистического Труда (1972 год). Награжден двумя орденами Ленина.

Почетный гражданин г. Набережные Челны.



План сооружений  
Саратовского гидроузла:  
1 – здание ГЭС  
2 – земляная плотина  
3 – ОРУ 500 и 220 кВ  
4 – левобережная дамба  
5 – судоходные каналы  
6 – судоходный шлюз

## Битва проектов

Еще в Москве, в Гидропроекте, мне посоветовали познакомиться на Волге с инженером Иванцовым.

– Настойчивый человек... он расскажет вам о битве двух проектов, – хитровато улыбаясь, сказал молодой загорелый проектировщик, вернувшийся в Москву из дальней командировки...

В водовороте строительства найти Иванцова трудно, мы встречаемся лишь к вечеру... Это высокий, плотный, широкоплечий человек; засученные рукава обнажают сильные загорелые руки. Открытый лоб чертят тонкие морщины; испытующе и серьезно смотрят немного усталые карие глаза...

Николай Максимович Иванцов был направлен с Куйбышевгидростроя на строительство Саратовского гидроузла главным инженером.

Внимательно изучив проект, познакомившись с материалами гидрологических постов на Волге и осмотрев местность, инженер пришел к неожиданному выводу: строительство гидроузла по утвержденному проекту неудачно решит проблему судоходства и обойдется слишком дорого. А график строительства с этим проектом полетит ко всем чертям...

Главные и самые трудоемкие работы проект откладывал на вторую очередь, ведь сооружение защитных перемычек в левой протоке потребует тысячи тонн камня, а для его подвозки необходимо построить еще стокилометровую железную дорогу к Пугачевским карьерам. Откладывалось сооружение и самих перемычек – намыть их могли только мощные землесосные снаряды, а пустить их можно было, только получив ток Куйбышевской гидроэлектростанции. Иванцов понял, что с таким проектом далеко не уедешь и что строить гидроузел по такому проекту нельзя. Понимали это и многие инженеры строительства.

– Представьте на минуту мое положение, – говорит Иванцов, – меня прислали строить гидроузел в незыблемые сроки графика, а строить я не мог: не

верил в проект. Что тут делать? Отказаться строить, уйти в сторону? А куда деть совесть инженера-коммуниста?

Иванцов решил изменить проект Саратовского гидроузла, перенести створ плотины и сооружений гидроэлектростанции выше острова Пустынного.

Понимал ли главный инженер, какую ответственность и заботу принимал на себя? Отлично понимал, и все-таки решил проектировать и строить, укладываясь в график. В эту трудную минуту на помощь инженеру пришел коллектив его товарищей по работе.

«Новый проект гидроузла нужен как воздух». И новую схему решили сделать сообща, быстро, пока идет вспомогательное и жилищное строительство.

Контуры нового строительства возникали на местности, подкреплялись необходимыми изысканиями и расчетами. В небывало короткие сроки, не считаясь со временем, Иванцов с группой инженеров и проектировщиков выполнили свою работу.

Новый створ Саратовского гидроузла прошел выше острова Пустынного, по кратчайшему направлению от крутых откосов правого берега, через единственный русловой пролет Волги, к невысокому уступу древней волжской террасы, где расположились северо-западные окраины Балакова. Плотина, выстроенная по этому створу, сохранит естественные особенности руслового потока Волги ниже гидроузла. Бетонную водосливную плотину нужно повернуть «лицом» к мысу острова Пустынного. Вода, устремляясь к острову из водосбросных сооружений построенной плотины и гидроэлектростанции, потечет двумя равными струями по левой и правой протокам. Скорости течения в обоих рукавах Волги останутся прежними, и взводное судоходство не потребует. Строителям не нужно будет лезть в реку, намывать высокие защитные перемычки для котлована гидроэлектростанции на дне левой протоки. Место котловану наметили на суше пойменной террасы левого берега Волги, неподале-

ку от Балакова. Здесь потребуется насыпать лишь обычные дамбы, ограждающие котлован от полых вод. Основные работы по рытью котлована гидроэлектростанции можно было начать тотчас после утверждения нового проекта.

Для судоходного канала и шлюзов решили использовать готовое ложе реки Сазанлей. Окружая с востока и юга Балаково, она впадает в левую протоку Волги. Балаково по этому проекту очутится на острове между Саратовским морем, Волгой и руслом реки Сазанлей, преобразованным в канал.

Новый проект почти вдвое сокращает фронт напорных сооружений. Длина земляных перемычек уменьшается с 4,5 километра до полутора, а объем земляных работ – с пяти до двух миллионов кубометров.

Стоимость сооружения Саратовского гидроузла становится ниже на сотни миллионов рублей. Проект Иванцова сокращает сроки работ, уплотняет график строительства. Теперь строители дают обязательство пустить первые агрегаты Саратовской гидроэлектростанции в конце шестой пятилетки.

Как же сложилась судьба нового проекта Саратовского гидроузла?

Как обычно. Он рос и креп в борьбе с устаревшим проектом. Составители первого проекта не хотели признавать детища стройки, рожденного жизнью. Несколько месяцев продолжалась битва двух проектов – жаркие схватки экспертов и составителей. Много тревожных, бессонных ночей провел инженер Иванцов, обдумывая возражения, разгадывая хитроумные маневры своих противников. Он не отступил в борьбе за правое дело, не отступили его товарищи-инженеры и партийная организация строительства.

Центральный Комитет партии предложил в кратчайшие сроки и объективно решить судьбу проекта. 28 марта 1957 года Коллегия Министерства электростанций вынесла решение о переходе на новый створ Саратовского гидроузла, выше острова Пустынного. Инженер Иванцов стал начальником стро-

ительства и опять, как прежде, воплощает свои проекты в жизнь, вместе с большим коллективом строителей гидроузла...

Сокращение фронта и компактность нового створа привели инженеров строительства к более совершенной, прогрессивной конструкции сердца Саратовского гидроузла – Саратовской гидроэлектростанции. Они решили совместить в одном сооружении гидроэлектростанцию и водосбросную плотину.

...Иванцов получил Сталинскую премию, построив в одном сооружении небольшую водосливную плотину и Карповскую станцию на Волго-Донском канале. В 1955 году вошла в строй Камская гидроэлектростанция на первой ступени Камского каскада. Здание этой станции проектировщики Гидроэнергопроекта совместили с водосливной плотиной, расположив в теле водосливов 24 агрегата мощностью по 21 тысяче киловатт. Вдвое сократился фронт бетонных сооружений плотины; сгон воды у нижнего ее бьефа увеличивает теперь во время половодий напор и мощность этой гидроэлектростанции.

Последний штрих проекта – совмещение водосливной бетонной плотины с гидроэлектростанцией – чуть ли не вдвое сократит объем, сроки и стоимость самых дорогих и трудоемких бетонных работ на сооружении Саратовского гидроузла...

Почему ошиблись инженеры Гидропроекта, составившие первый проект Саратовского гидроузла?

Я вспоминаю эскизы двух волжских гидроузлов – они похожи, как родные братья: Волга, разветвляющаяся на два рукава, и посередине острова. На створе Куйбышевского гидроузла – остров Телячий, русло Волги и Телячья Воложка; на старом створе Саратовской плотины у наших ног – остров Пустынный, правая и левая протоки. После успешной проектировки Куйбышевского гидроузла проектировщики искали место для плотины Саратовского гидроузла с предвзятой, готовой схемой в уме...

*В. Болдырев. «Рассказы о большой Волге» – Саратов, 1958 год*



Плавучий земснаряд на строительстве Саратовской ГЭС



Стройка с самого начала отличалась от других. Так, еще в августе 1956 года, по приказу исполнявшего в то время обязанности начальника Саратовгэсстроя Н.М. Иванцова, на строительстве временной перемычки и железнодорожной линии Пугачев – Балаково для экскаваторщиков, скреперистов и бульдозеристов была введена сдельно-премиальная оплата труда: при выполнении нормы на 120 % выплачивалось 50 % за перевыполненный объем, сверх того – 100 %. Материальные стимулы работали порой лучше идеологических лозунгов и методов ГУЛАГа.

Двадцать первого октября 1957 года на стройку по новенькой линии электропередачи пришел ток с Сызранской ТЭЦ, а позже и с Куйбышевской ГЭС. Двадцать четвертого октября в 17 часов смена багермейстера Глеба Евстафьева вынула первый кубометр грунта на строительстве Саратовской ГЭС, а спустя три дня на строительстве заработал самый мощный в то время в Советском Союзе земснаряд...

### **Н.П. Бородин:**

«В 1957 году, после защиты дипломного проекта (в ожидании решения о строительстве Переволокского гидроузла, которым я "заболел", наверное, до конца дней своих) по предложению Б.Б. Богуша я переехал в Балаково. Работая в техническом отделе управления "Саратовгэсстрой" начальником отделения основных сооружений, пришлось с первых же дней, и ночей тоже, с головой окунуться в проектирование бесчисленных вариантов компоновок, конструкций. Н.М. Иванцов, будучи начальником (а также и "заядлым" проектировщиком), организовал группу молодых инженеров, в которую входили И.Б. Тиминская, В.А. Альфиш и я. Каждую ночь мы просиживали в кабинете Иванцова и рисовали, чертили на миллиметровках – он жирным карандашом, а мы уже с линейками. Споры происходило! Но было очень интересно. Главное – чтобы не так, как в проекте Гидропроекта...

Вообще, у этой стройки была непростая судьба. Через месяц после знаменитой речи Н.С. Хрущева на открытии Куйбышевской ГЭС (почти дословно: "Но строите вы долго и дорого. Вот ниже вас Саратовская гидростанция строится мощностью 1 миллион киловатт и стоимостью 4 миллиарда рублей, а мы можем построить за эти деньги четыре электростанции на угле, каждая такой же мощности") на строительство Саратовской ГЭС прибыла правительственная комиссия во главе с заместителем председателя Совмина СССР З.И. Засядько. Два дня шли бурные дебаты о том, как законсервировать строительство.

Котлован был осушен, в рисберму уложен небольшой объем бетона, оставалось зачистить основание под здание гидростанции. Строители и проектировщики предлагали уложить бетон фундаментной плиты (более 2000 тыс. кубометров), что предохранит основание от разуплотнения. Комиссия же предложила сделать пригрузку грунтом, то есть вовсе засыпать котлован, а это не менее 3 миллионов кубометров! Засядько воскликнул: "Дайте мне бумагу, я уполномочен подписать любое решение о прекращении строительства!"

И только на третий день после бурных дискуссий (с ящиками коньяка, икрой и раками) комиссию вывезли в Москву.

Тем временем шла работа над проектом. До тех пор, пока Иванцову весной 1959 года не предложили возглавить в Москве институт "Гидроэнергопроект" (ГИДЭП). Перед отъездом он пригласил меня в кабинет и попросил собрать все проработки проекта. Рулон получился около 10 кг весом, с ним он и уехал в столицу, где очень быстро организовал в составе ГИДЭПа специальный отдел новой техники, который под его личным началом занялся проектированием Саратовской ГЭС. Позднее это соревнование с Гидропроектом было официально узаконено руководством Минэнерго.

В чем же суть этого соревнования?

В Гидропроекте бытовало "классическое" понимание гидравлического потока воды через гидроагрегат, то есть несимметричная спиральная камера со стороны верхнего бьефа, несимметричная изогнутая отсасывающая труба. Все это, конечно, усложняло геометрию конструктивных элементов блока (бычков, перекрытий и т.д.). Применить в этом случае массово "индустриальные" методы строительства с использованием сборного железобетона было очень трудно. Но таким был лозунг того времени – сборность во всем, включая даже жилые дома: даешь процент сборности!

Есть, конечно, в этом много плюсов, но и минусов хватает (сложные технологические базы, заводы сборного железобетона, перерасход металла и прочее). Никак мы не можем остановиться на среднем, рациональном. Везде и во всем нам нужны крайности...

Итак, соревнование шло почти три года.

Гидропроект решал свои проекты почти классически, на примере Киевской ГЭС, с применением армопанелей весом до 30 тонн, а ГИДЭП изобретал самые разные компоновки энергоблока с применением сборных элементов весом до 200 тонн. Самым оригинальным был вариант с применением так называемого гидрокона Муди. В этом случае обе камеры, как спиральная, так и отсасывающая, превращались в абсолютные прямоугольники – и в плане, и в разрезах, что позволяло максимально применить крупноблочный сборный железобетон. По этой схеме и был изготовлен макет, который показали Н.С. Хрущеву на Всесоюзном совещании по энергетике осенью 1962 года. Сам макет выглядел красиво, хотя и здесь Хрущев не смог удержаться, чтобы не "ляпнуть": "Краны-то лучше применять башенные", – хотя башенных кранов такой грузоподъемности не было в природе.

При высоком одобрении идеи противников среди специалистов все равно нашлось очень много. К ним примкнули и турбостроители Ленинграда и Харькова – они не гарантировали надежной работы турбин с такой упрощенной схемой проточной части.

В результате многочисленных бурных дискуссий, совещаний в Минэнерго, Госстрое, Госплане были приняты решения: изогнуть отсасывающую трубу, создать спиральную камеру, отказаться от гидрокона Муди, то есть принять близкие к "классическим" формы проточной части, хотя и остались в урезанном виде решения о применении крупноблочного сборного железобетона.

В итоге этого "соревнования" ГИДЭП был ликвидирован (объединен с Гидропроектом), в Гидропроекте в Москве создан отдел Саратовской ГЭС, куда частично вошли остатки отдела новой техники ГИДЭПа, а Н.М. Иванцов остался без работы».

Тем временем в связи с принятой ЦК КПСС программой химизации всей страны и для загрузки строителей Саратовгэсстроя в сверхсрочном порядке уже к декабрю проводятся изыскания под строительство крупнейшего комбината искусственного химволокна в Балаково, который ранее относился к Забайкалью.

«Большого бетона» на гидроэлектростанцию пришлось ждать четыре года. Гидростроители буквально разрывались между молотом и наковальней. С одной стороны, всеобщая химизация, с другой стороны, центр требовал дополнительной энергии, которую в числе прочих должна была дать строящаяся Саратовская ГЭС. При этом гидроузлы должны были строиться быстрее и дешевле. Выступая, например, на открытии Кременчугской ГЭС 29 июля 1962 года, Н.С. Хрущев уже в который раз подчеркнул: «Товарищи! Видимо, крупные гидроэлектростанции могут и должны строиться не более 4-5 лет каждая. Если вы будете строить в меньшие сроки, мы будем только поощрять вас за это».

**Нина Ивановна Калмыкова**, с 1962 года главный геолог проекта Саратовской ГЭС:

«В 1962 году проект Саратовской ГЭС был передан из Гидропроекта Гидроэнергопроекту. И вот тогда начались наши работы, и проектные, и изыскательские. Дело в том, что



Котлован Саратовской ГЭС

Саратовский котлован уже стоял открытым в течение шести лет, то есть его прошли, но никаких строительных работ, кроме земляных, не проводилось. Заново началось проектирование гидроэлектростанции. Предусмотренная по новому проекту совмещенная, так называемая водосливная ГЭС – сооружение очень легкое (потому что оно пронизано отверстиями, во-первых, для сброса воды и, во-вторых, для проточной части гидротурбин), поэтому одной из наших задач было решить, как пригрузить основание...

Было установлено, что происходит интенсивное разуплотнение пород оснований (древних мезозойских глин, настолько плотных и прочных, что они выглядят как антрацит). Перед нами стояла задача – выяснить, насколько этот процесс серьезный, глубокий и насколько он влияет на свойства глин основания.

Сразу же надо сказать, что такие процессы отмечались и раньше на некоторых объектах, как зарубежных, так и наших, но они нигде не были изучены. Например, на Верхне-Свирской ГЭС под Ленинградом, где были такие же трещиноватые коренные переуплотненные глины. Станция начала строиться еще перед войной, проектировали ее шведы, которые в процессе проектирования заявили, что там строить нельзя – как раз из-за слабого основания. Но там решили просто утяжелить плотину.

В случае с Саратовской ГЭС это было невозможно. Мы провели множество опытов и наблюдений, применили ряд уникальных методик, до той поры никогда не применявшихся в практике инженерной геологии. В конечном итоге, новые расчетные показатели очень сильно отличались от тех, которые принимались в процессе проектирования и изысканий на первом этапе еще в конце 1950-х годов. По результатам наших исследований был уточнен проект. Основание плотины было укреплено в соответствии с новыми расчетными показателями.

Сегодня о нашем саратовском опыте рассказывают студентам Московского геологоразведочного института. Очень актуальной проблема была признана и в МГУ, на кафедре инженерной геологии, где я защищала кандидатскую диссертацию. Было признано, что по своему размаху и масштабу работ этот объект является, безусловно, исключительным.

Вообще, задача инженерной геологии, обязательная задача – это надежность наших прогнозов, надежность наших рекомендаций, которая определяет и надежность сооружений. В выборе методик, в проведении самых дорогостоящих и сложных наблюдений никто не ограничивал. И с их стоимостью никто не считался – если так надо, значит, надо».

В 1961 году директор строящейся станции Г. Голованов обнадежил строителей («Социалистический труд», № 156, 8 августа): «Учитывая колоссальную работу, проводимую коллективом Саратовгэсстроя по введению и вводу в этом году комбината искусственного волокна, основной размах строительства ГЭС начнется с будущего года, а пуск агрегатов будет осуществлен в 1964 году».

Однако этот прогноз руководства не осуществился.

«К концу 1963 года основные объекты Балаковского комбината искусственных волокон и ТЭЦ для него были завершены и Саратовгэсстрою удалось частично продолжать работы по строительству гидроэлектростанции, – рассказывает **Н.П. Бородин**. – К этому времени были пущены первые две секции большого бетонного завода на 4 тыс. м<sup>3</sup> в сутки, арматурного завода, комбината "Стройдеталь" и т.д.

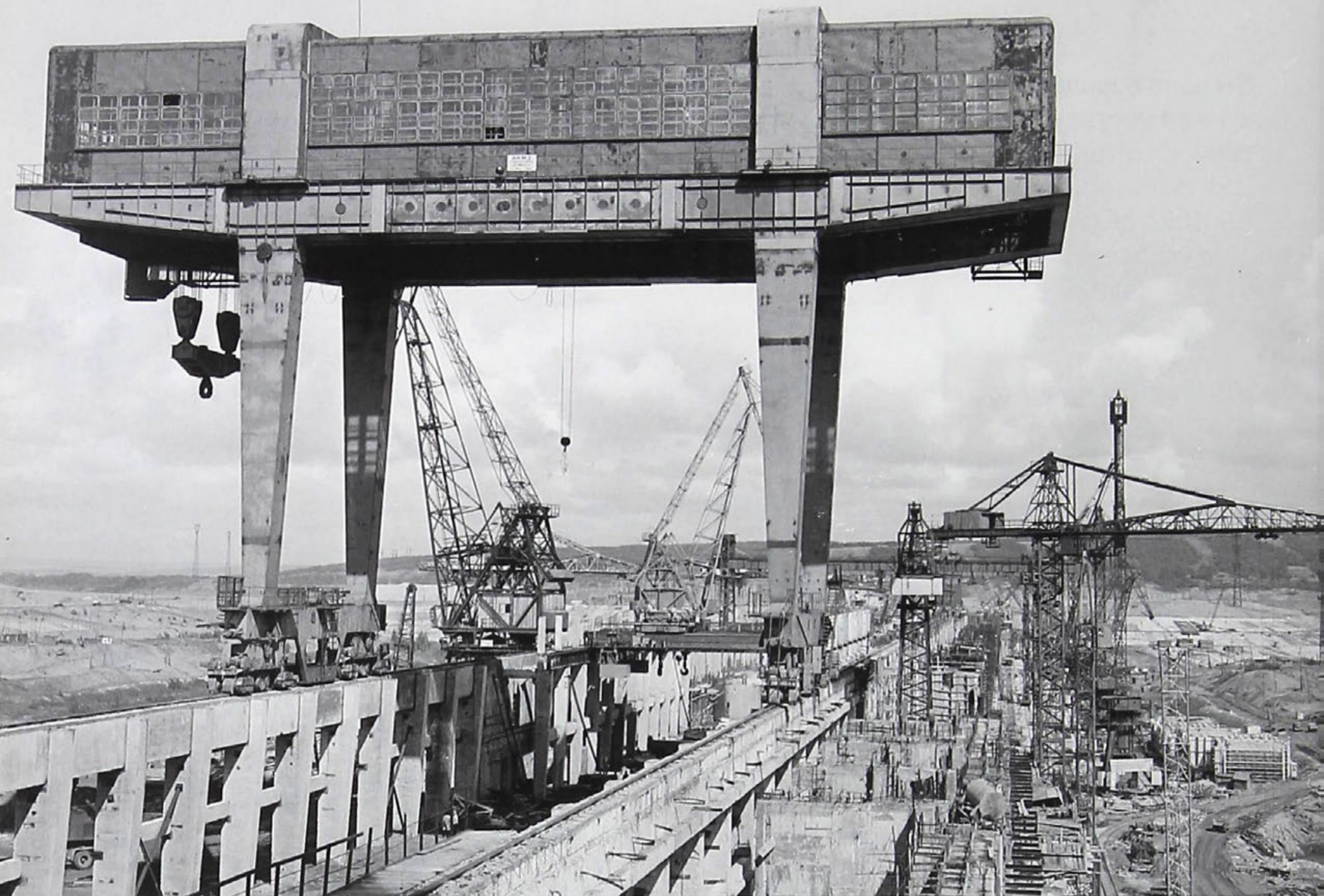
Это позволило выполнить сооружение значительной части фундаментной плиты ГЭС, водобоя, рисбермы и понура.

За это время несколько раз менялось руководство Саратовгэсстроя, не приветствовавшего идею крупноблочного строительства.

И вновь на Саратовгэсстрое объявился Н.М. Иванцов, который немедленно раскрутил все в направлении своих идей сборности. Значительную часть проектирования перетасил в Балаково, в основном, за счет командированных выходцев из ГИДЭПа, организовал опытный полигон по отработке технологии изготовления крупных железобетонных блоков и т.д. К 1965 году была построена третья секция бетонного завода вместе с технологической линией изготовления блоков, начат монтаж четырех козловых кранов над зданием ГЭС, железной дороги в котлован. Начались работы на шлюзах...»

Основные бетонные работы на строительстве гидроэлектростанции начались лишь в 1964-м. В этом году уложили 274 тысячи кубометров бетона, смонтировали 11360 тонн армоконструкций. По инициативе бригад Н. Деркача, Н. Фролова, Н. Корнилова и П. Куцаева СУ-1 был внедрен поточный способ монтажа арматуры, опалубки, укладки бетона. Почин подхватили коллективы других строительных управлений. К концу 1964 года основная задача – закрыть основание ГЭС фундаментной плитой – была выполнена.

Стремясь ускорить строительство, специалисты Саратовгэсстроя предложили построить надфундаментную часть здания ГЭС из крупноблочного сборного железобетона весом до 200 тонн с созданием специальной технологической линии для его производства и монтажа в котловане с колес. Газета «За коммунистический труд» (№ 84, 29 апреля 1962 года) писала: «По разработанному Гидропроектом варианту здания станции Саратовской ГЭС – из плоских армоопалубочных элементов, эти элементы должны быть размером 10х4,5 метра и толщиной 30 см. Вес одного элемента 35 тонн. Такой элемент можно транспортировать на обычных железнодорожных платформах и подавать на место установки башенными или другими кранами, которые выпускает наша промышленность. Недостатком данного варианта является сохранение большого объема монолитизирующего



Первый эксплуатационный кран готов к монтажу агрегатов

бетона, процесс укладки которого сложен и трудоемок. Поэтому, несомненно, большим прогрессом в гидротехническом строительстве будет широкое внедрение полносборных конструкций. В этом отношении Саратовской ГЭС предстоит быть пионеркой-стройкой, так как здесь предстоит впервые в мировой практике построить здание ГЭС из сборных железобетонных блоков... Строительство здания Саратовской ГЭС из сборного железобетона явится одним из важных этапов развития советского гидростроительства».

Однако и этой идее пришлось пробивать себе дорогу. В итоге при строительстве здания Саратовской ГЭС было смонтировано около 5000 элементов сборного железобетона (в общей сложности 538 тыс. м<sup>3</sup>).

Монтаж осуществлялся при помощи трех крупнейших в стране козловых кранов грузоподъемностью по 220 т, специально изготовленных для Саратовской ГЭС на Днепропетровском металлическом заводе, способных поднимать грузы на высоту 17-этажного дома. Краны охватывали все здание ГЭС и пути подачи железобетона и позволяли подавать блоки в любую точку сооружения. (Всего было изготовлено и смонтировано четыре таких крана, но один из них, проработав несколько месяцев, рухнул вместе с подвешенным к нему блоком, полностью разрушившись. К счастью, это произошло в выходной день и люди не пострадали. Причиной случившегося был заводской дефект.)

Широкое применение крупноблочного сборного железобетона стало основной особенностью строительства Саратовского гидроузла. Оно позволило существенно уменьшить трудозатраты, сократить сроки и сэкономить сотни миллионов рублей. Как показал анализ результатов сооружения Саратовского гидроузла, применение сборного железобетона позволило значительно повысить уровень индустриализации и культуры строительного производства и стало крупным экспериментом в гидротехническом строительстве.

**В.М. Лятхер:**

«На Саратовской ГЭС я работал, начиная от строительства перемычек и заканчивая возведением здания станции. Можно сказать, знаю ее с самого начала. Стоял вопрос о том, как защитить перемычку от размыва.

На строительстве Куйбышевской ГЭС было принято традиционное решение, которое состояло в том, что перемычку по контуру огораживали металлическим шпунтом. Происходил огромный расход материала. Забивали шпунт – это было очень надежно, но и очень дорого. Кстати, это решение Малышева. Ведь когда строили Куйбышевскую ГЭС, деньги не считали: надо было делать надежно. А потом стали подсчитывать экономический эффект, и тогда пришлось искать более рациональное решение. И в Саратове мы вместе с моим коллегой Александром Михайловичем Крыловским предложили отсыпать каменный пирс, который "отжимал воду" от перемычки, и его надежно закрепить. На модели посмотрели – убедились, что все в порядке. Причем пирс можно было засыпать прямо зимой, со льда. А перемычку вообще не крепили. Такое предложение было осуществлено в этом проекте. Нам говорили: "Как же так, одним пальцем решили удержать Волгу". Тем не менее Волгу удержали. И на всех последующих гидроузлах такая технология применялась – в Чебоксарах, во многих случаях на Евфрате. Оградить перемычку железным шпунтом стоило бы раз в десять дороже...

В 1960-1961 годах Николай Максимович Иванцов пригласил меня в Гидроэнергопроект на должность главного специалиста. Он выдвигал вариант сборного железобетона, сборной станции. И стоял вопрос о гидродинамических нагрузках.

Я участвовал в научном обосновании этого проекта. Испытывал гидромодели в разных организациях. Знаменательным был такой эпизод: когда Иванцов сделал макет этой станции и показал на Всесоюзном совещании по энергетике Хрущеву, как эта станция будет собираться из отдельных частей, Хрущев одобрил, и проект приняли к осуществлению, несмотря на то, что гидротехники, считавшиеся опытными и знающими, были против. Некоторые специалисты считали, что при этом будет пульсация давления, гидравлический режим не такой, как надо, вибрация...

Но в конечном итоге вариант был испорчен. Когда Хрущева сняли, проект стали переделывать. Проект должен был быть полностью сборный, но в него внесли много элементов, связанных со сложными формами турбинного блока. Это вопрос дискуссионный: неизвестно, лучше это или хуже, но первоначальный проект был изменен. Хотя главная идея была сохранена – были использованы крупные сборные элементы...

Когда в 1962 году был подписан приказ о слиянии Гидроэнергопроекта с Гидропроектом (а по сути, Гидропроект поглотил ГИДЭП), Иванцов остался без работы. Через некоторое время он поехал начальником строительства на Саратовскую станцию.

Когда проект был в ГИДЭПе, им руководил Иванцов и делал то, что хотел. А когда проект перешел в Гидропроект, то начались все изменения, в результате которых многое было искажено вопреки первоначальной идее.

У меня с Иванцовым сохранились дружеские отношения до самой его смерти. Он, конечно, был выдающейся личностью, сам был исключительно работоспособным...»

**Владислав Борисович Сафонов**, кандидат технических наук, лауреат Государственной премии СССР, ныне консультант ОАО «ГидроОГК»:

«В 1960 году я окончил гидротехнический факультет МИСИ имени Куйбышева и сразу попал в Гидроэнергопроект, тогда его возглавлял Николай Максимович Иванцов. Попал в научно-исследовательский сектор, который начал заниматься разработками новой технологии строительства Саратовской ГЭС. Как известно, Саратовская ГЭС построена (единственный раз в мире, первый, а может быть, и последний) не просто из сборного железобетона, а из крупногабаритного сборного железобетона, из двухсоттон-

ных блоков. По тем временам это был революционный проект. На базе в Солнечногорске мы до 1962 года экспериментировали с вибраторами, с опалубкой новых типов, с электропрогревом бетона и прочим, а затем я переехал в Балаково, где был организован опытный полигон. Там мы начали делать первые экспериментальные блоки. Все новые разработки, все технические решения новаторского плана шли через научно-исследовательский полигон, а потом уже выходили на производство...

В чем разница между монолитным и сборным вариантами? Основной момент: при монолитном варианте в котловане сооружения нужно вокруг каждого блока делать свою собственную погоду, свои климатические условия. Особенно сложно зимой, когда опалубку надо выставлять на морозе, на ветру; потом обогреть эти блоки, чтобы укладывать бетон при положительной температуре; потом за этим бетоном ухаживать, чтобы он, не дай бог, не замерз (а он замерзает, в конце концов)... От ветра, от солнца, от зимы и лета зависели темпы бетонных работ, их качество. А идея сборности была в том, чтобы в заводских условиях, с положительной температурой круглый год по индустриальной технологии создавать бетонные блоки и уже качественно изготовленные везти в котлован, и там их только монтировать. И уже затем делать минимальный объем работ по обмоноличиванию.

Но тогда шла борьба со всем новым, все было очень сложно. До 1965 года были серьезные возражения против новой технологии, статьи в "Правде" с нападками на Иванцова: дескать, он ради собственных идей тормозит строительство Саратовской ГЭС. А потом было принято решение двух главков прекратить нападки, потому что в это дело вмешался сам Косыгин. И развернулась настоящая жизнь. Мы были подготовлены, технология начала приобретать реальность. На основании приказа министра был построен завод по производству крупногабаритных блоков, и возведение станции фактически было завершено. Она до этого семь лет кисла – а тут за два года, от берега до берега, было построено километровое сооружение...

Новая технология потребовала создания уникального технологического оборудования. Были собраны краны грузоподъемностью 200 т, каких не было нигде в мире. Выпустили кантователи для двухсоттонных блоков, поточные линии, 60 платформ грузоподъемностью 200 т на специальных тележках, за что и получили Государственную премию... И все это потом вдруг было забыто, растаскано, разворовано и раскидано. Слезы лились из глаз, когда эти краны потом, после Саратовской ГЭС, резали на металлолом, растаскивали по кусочкам, в то время как параллельно строились Нижнекамская и Чебоксарская ГЭС...

А дело в чем? На строительстве Саратовской ГЭС Иванцов по существу был и главным инженером проекта, и начальником строительства, и он вел всю эту идеологию. А Чебоксарскую и Нижнекамскую ГЭС проектировал Куйбышевский филиал Гидропроекта. У него был опыт строительства Куйбышевской ГЭС, а это же все традиции. Куйбышевская ГЭС построена из монолитного железобетона, опыт этого строительства был перенесен на Нижнекамскую и Чебоксарскую гидростанции. Ну, в Чебоксарах, правда, сумели еще добавить армопанели...

Что говорить, был в нашем социалистическом хозяйстве большой изъян – в том, что в то время не существовало преемственности фирменной организации работ. Ну и создали краны, потом они ничьи – ну и порезали их. Это было, конечно, варварство. Если бы Саратовскую ГЭС строила и проектировала специализированная фирма, она бы в результате этого строительства оснастилась такой уникальной техникой...

Я считаю, что если бы, положим, Нижнекамскую ГЭС проектировала та же команда, что и Саратовскую, если бы проектировал московский Гидропроект, он бы, конечно, повторил эту технологию. Было гораздо разумнее повторить, перетащить эти краны на Нижнюю Каму или в Чебоксары... Но это целая история. По этому поводу мы тогда писали статьи. Теперь уже время ушло...»



**Владимир Михайлович Семенов**, ветеран гидроэнергетики, руководитель исследований по проектам ряда крупнейших отечественных гидроэлектростанций, впоследствии заместитель начальника департамента РАО «ЕЭС России», лауреат премии Совета Министров СССР:

«По сути, тогда был принят симбиозный вариант: вот эта часть – Гидропроекта, а вот эта – уже ГИДЭПа. И я был в самом начале этих поисков...

С 1959 года был начальником лаборатории гидравлических исследований в Гидроэнергопроекте и участвовал в исследованиях по поискам различных компоновочных решений в возведении Саратовской ГЭС, отличающихся от предложенных Гидропроектом. А поскольку у нас не было собственной лабораторной базы, мы базировались в трех институтах: в Московском энергетическом институте, в МВТУ имени Баумана и в корпусе университета на Воробьевых горах, где была лаборатория. В этом смысле у нас был крепкий тыл.

Занимались гидравлическими исследованиями и исследованиями турбинного тракта. Это был наш первый крупный проектный заказ (до этого – только чисто научные исследования), и очень интересный, поскольку подходы были изначально совсем не такие, какие требовались для традиционного здания ГЭС, начиная от водосбросов: ведь в новом проекте не было плотины. По молодости лет мы очень активно включились в эту работу и в короткие сроки сумели найти чисто конструктивное решение для дальнейшего продвижения проекта в части водосброса, а позже нашли достаточно хорошее решение и в части турбин.

Вообще, это было очень сложное время. Проектировщики ждали, пока мы дадим готовое решение. Но сроки поджимали. Нас все время подгоняли: быстрее, быстрее, куда тянуть! Работали круглосуточно, без отпусков.



Строится здание гидроэлектростанции



Что касается инноваций, то их при строительстве Саратовской ГЭС действительно было много. Собственно, строительство станции из сборного бетона позволяло ускорить процесс – можно было сразу развернуть его по всему фронту. Здесь совсем другая технология. Но ее применение, конечно, связано со спецификой условий, удобных для Саратовской ГЭС. Такой технологии нигде больше не было. Может быть, потому, что поскольку Гидропроект поглотил Гидроэнергопроект, все эти инновации как-то заглохли быстро, Гидропроект в этом отношении был очень консервативной организацией. Вот в тепловой стройке сплошь и рядом применяется сборный железобетон, а в гидротехнике это был единственный, уникальный случай. И это было хорошо: он подтолкнул мысль и всех нас заставил работать. Хотя были две полярные точки зрения и старики – "гидэповские" и "гидропроектские" проектировщики – не сошлись во мнениях, по-моему, до сих пор. Знаете, вот так же реки сливаются, одна темная, другая светлая, в одно русло, граница раздела прослеживается на многие километры ниже по течению. Так и здесь. Просто совершенно разные подходы были...

Собственно, проект Саратовской ГЭС – это продукт хрущевской оттепели...»

### **Что мешает строительству Саратовской ГЭС**

...На долю Саратовской ГЭС, седьмой энергетической ступени Волжского каскада, выпало немало невзгод. Строительство ее началось в 1956 году. Но вместо готового энергогиганта производительностью 4,5 млрд киловатт-часов в год, на балансе гидростроителей лишь многочисленные изменения проектных решений, недостаточное финансирование. И вот итог – готова только фундаментная плита.

...Пока что станция поднимается медленно. Котлован длительное время был вскрытым, и грунт начал разуплотняться. Чтобы его закрепить, потребуется дополнительно уложить почти 900 тысяч кубометров бетона. А это лишних 27 млн рублей. Можно понять, как опасна дальнейшая затяжка!

Разрабатывая проект Саратовской ГЭС, его создатели намеревались удешевить и ускорить ее строительство. Вот почему они собирались вложить в сооружение около 70 % сборного железобетона. Однако после многочисленных изменений и уточнений, внесенных в проект, доля сборного железобетона снизилась до... 12 %. При этом вместо небольшого количества появилось около 180 типоразмеров блоков сборного железобетона, причем многие из этих элементов – вертикальные.

Какой же выход из создавшегося положения? Его подсказывает директор строящейся ГЭС Г.С. Голованов.

По нашему мнению, – говорит он, – следует начать строительство из монолитного бетона, хорошо оправдавшего себя на многочисленных гидротехнических объектах.

Директор ГЭС не является Колумбом в этом вопросе. Такое же решение предлагалось и в выводах экспертизы проекта и смет и Главного управления капитального строительства Государственного комитета по энергетике и электрификации СССР, утвержденных заместителем председателя Госкомитета Н.М. Чупраковым. В них говорится: пока Саратовгэсстрой не располагает технологическими знаниями изготовления крупных железобетонных блоков, а сроки ввода станции в действие сорваны, целесообразно разрешить до второго квартала 1965 года возводить здание ГЭС из монолитного бетона.

Учитывая эту рекомендацию, начальники Главгидроэнергостроя, Главтехстройпроекта и Главного управления капитального строительства Государственного производственного комитета по энергетике и электрификации СССР в конце декабря подготовили совместное решение, в котором предложили: «С 1 января 1965 года приступить к возведению здания Саратовской ГЭС с применением монолитного железобетона, как правило, во всех вертикальных конструкциях (бычки, стенки), ранее запроектированных в 200-тонных сборных железобетонных элементах...»

Казалось бы, теперь ничто не мешает форсированию работ на важнейшей стройке. И все же пока что плохо сбывается мечта Николая Фролова и его товарищей – видеть, как изо дня в день быстро растут ввысь сооружения ГЭС. Разумное решение, обеспечивающее своевременный ввод в строй станции, остается пока лишь на бумаге.

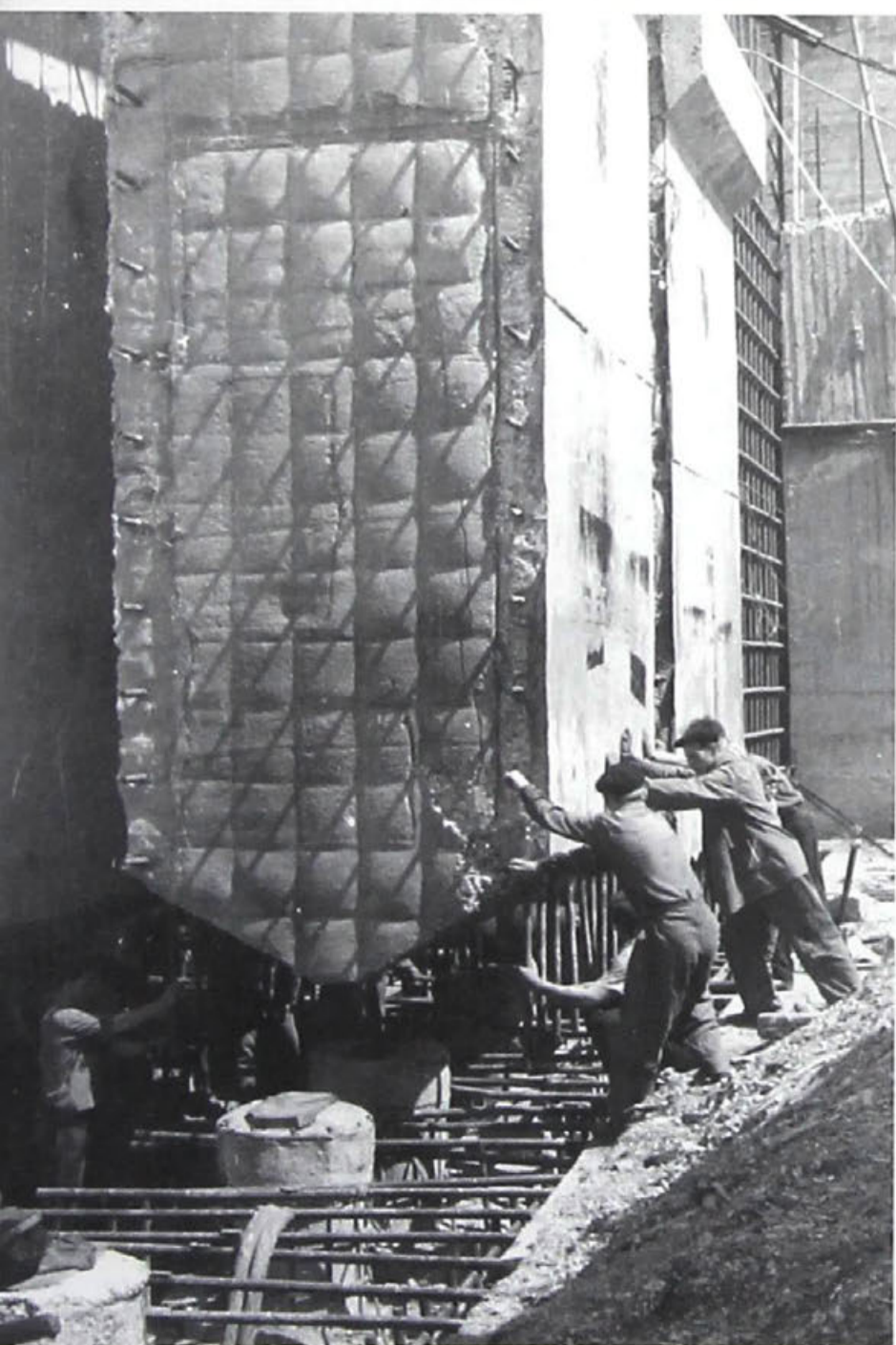
Недостаточно энергично организует переход на монолитный бетон начальник Саратовгэсстроя Н.М. Иванцов, являющийся, кстати, автором проекта сооружения ГЭС из сборного железобетона. Неужели тов. Иванцову по душе прошлогодняя история, когда и без того недостаточные ассигнования из-за неудовлетворительного их освоения были сокращены на 5 млн рублей?

Стройка у Балакова – на виду у всей страны. Она заслуживает самого пристального внимания Государственного производственного комитета по энергетике и электрификации СССР. Именно руководство Госкомитета должно как можно скорее разобраться в обстановке на сооружении Саратовской ГЭС, обеспечить пуск станции в установленный срок.

А. Бондарюк, газета «Советская Россия»,  
28 января 1965 года



Установка на кантователь  
первого железобетонного блока



Монтаж крупноблочного железобетона

Восемнадцатого марта 1965 года, сообщает газета «Строитель коммунизма», «когда всю стройку облетела весть о запуске космического корабля "Восход-2", в котлован ГЭС прибыл первый тепловоз ТГМ-1-552 с восьмиосной платформой, загруженной блоками общим весом 230 тонн. Высокая честь провести испытания почти пятикилометрового железнодорожного "конвейера", соединяющего промбазу с котлованом гидростанции, выпала на долю машиниста тепловоза Альфреда Алексеевича Тимошина. Железнодорожники посвящают открытие движения в котлован ГЭС героям-космонавтам Павлу Ивановичу Беляеву и Алексею Архиповичу Леонову, которые на космическом корабле "Восход-2" совершили новый подвиг на звездных просторах во славу нашей великой Родины». А 27 марта был изготовлен первый крупногабаритный блок для здания ГЭС. Таким образом, производство и монтаж крупногабаритного железобетона были поставлены на поток (последний сборный железобетонный элемент на здании ГЭС был установлен 10 сентября 1967 года).

В апреле 1965 года решением ЦК ВЛКСМ обе балаковские стройки – комбинат химволокна и гидроэлектростанция – были объявлены ударными комсомольскими. На строительство ГЭС было решено направить три тысячи юношей и девушек из Саратова и городов области.

Тем временем Ленинградский металлический завод имени XXII съезда КПСС взялся освоить специально для Саратовской ГЭС выпуск крупнейших в мире вертикальных поворотно-лопастных турбин с диаметром рабочего колеса 10,3 метра (в первоначальном проекте планировалось установить освоенные – с диаметром 9,3 метра) мощностью по 59 тысяч киловатт каждая. Кроме того, впервые в мире в порядке эксперимента изготовили два горизонтальных гидроагрегата с диаметром рабочего колеса 7,5 м мощностью 45 тысяч киловатт. ЛМЗ изготовил и малую гидротурбину для рыбопропускного устройства.

**Николай Константинович Малинин**, ветеран Гидропроекта:

«На Саратовской ГЭС был установлен так называемый рыбоходный агрегат. Для чего он был предназначен? Ближе к правому берегу, напротив острова Пустынного, были сделаны бетонные выводы в нижний бьеф, и туда было выведено постоянное высокое напряжение. Предполагалось, что рыба под этим напряжением будет заходить к рыбоподъемнику, попадать в подъемный ковш размером примерно 20 или 30 кубометров, который с помощью рыбоходного агрегата будет подниматься и опрокидывать "улов" в верхний бьеф. Но не тут-то было. Дело в том, что в верхнем бьефе скорость воды практически нулевая, а значит, кислорода там тоже мало, а рыба идет туда, где кислород, и поэтому она тут же шла в турбины и попадала в нижний бьеф, естественно, уже порезанная, только лишь не в консервных банках. Поэтому это дело очень быстро прекратили...»

В то же время для строящейся гидроэлектростанции разрабатывались гидрогенераторы нового типа. «Группа конструкторов завода "Уралгидроаппарат" под руководством ведущего конструктора В.И. Страхова разработала технический проект и ведет рабочее проектирование оригинального гидрогенератора для низконапорной Саратовской ГЭС, – сообщила газета "Правда" 7 августа 1961 года. – Машина такого типа создается в СССР впервые... Предстояло спроектировать мощную электрическую машину, которая бы делала всего несколько десятков оборотов в минуту. Уральские инженеры в содружестве с сотрудниками московского института "Гидропроект" и конструкторами Харьковского турбинного завода успешно справились с этой задачей».

1966 год стал для строителей гидроэлектростанции предпусковым. В январе в Балаково был смонтирован статор первой турбины. Тогда же участок Н.Г. Мошкина из Управления механизации строительных работ начал отсыпку камня в зону перекрытия Волги.

Тридцатое октября стало юбилеем для СУ-1 Саратовгэсстроя – оно уложило в сооружение ГЭС миллион кубометров бетона.

## Турбины для осетров

Такая гидротурбина изготовлена в Ленинграде на Металлическом заводе им. XXII съезда КПСС. Спроектированная по рекомендации ихтиологов, она будет установлена в плотине ГЭС и создаст в лотке рыбоподъемника такую скорость течения, какая была на этом участке Волги до сооружения гидроэлектростанции. Турбина эта поможет осетрам найти нужную «тропу», подведет их к лифту, построенному для переброски рыб через плотину в период нереста.

Одновременно турбина приведет в действие генератор мощностью около 9 тысяч киловатт.

*«Строитель коммунизма», № 78,  
23 сентября 1967 года*



Начало монтажа статоров турбин. Вид со стороны верхнего бьефа. 1966 год



Митинг по случаю монтажа первого рабочего колеса.  
Выступает начальник Саратовгэсстроя Н.М. Иванцов. 30 июня 1967 года



Затопление котлована. Октябрь 1967 года

И вот пусковой 1967 год. Двадцатого марта коллектив Саратовгэсстроя принял решение пустить в конце года четыре гидроагрегата вместо двух по плану и вызвал на социалистическое соревнование строителей Красноярской ГЭС. Тридцатого июня в шахту турбины агрегата № 5 опущено первое рабочее колесо. Начался монтаж сразу четырех гидроагрегатов. Ротор на первый пусковой агрегат был установлен 4 сентября бригадой Павла Юдина из Спецгидромонтажа.

Четырнадцатого октября 1967 года, «идя навстречу 50-летию родного государства», как известила одна из выходявших на стройке «Молний», создатели гидростанции затопили котлован.

### **Большой праздник большой семьи**

Около 40 тысяч балаковцев и их гостей из Москвы, Саратова, Волгограда, Тольятти, Вольска, Хвалынска и других городов страны были очевидцами этого волнующего события. Оно вылилось в большой, светлый праздник, отмеченный одной дружной семьей под лучами яркого октябрьского солнца...

Начальник главка Николай Алексеевич Лопатин, обращаясь к героям дня, сказал:

– От имени министерства и главка разрешите от всей души поздравить строителей, монтажников, проектировщиков и инженерно-технических работников с успешным завершением основных гидротехнических работ по Саратовской ГЭС и затоплением котлована. Это замечательный подарок Родине в канун 50-летия Советской власти. Действительно выполнена огромная работа. Было много споров и трудностей по финансированию стройки, по конструкциям, по способам возведения сооружений. Глядя на красавицу-гидростанцию, можно утверждать, что споры породили прекрасное сооружение, которое века будет работать на коммунизм.

Это с полным правом позволяет назвать Саратовскую ГЭС седьмой жемчужиной Волги и заявить, что решения XXIII съезда КПСС выполняются успешно. Сегодня хочется поздравить рабочих, монтажников и инженеров, которые создали эту жемчужину, отметить прекрасный коллектив отлично сработавшихся специалистов своего дела.

У нас есть все данные, что в начале 1968 года первые отряды балаковских гидростроителей начнут осваивать строительную площадку Чебоксарской ГЭС...

*«Строитель коммунизма», № 84-85, 17 октября 1967 года*



Разборка перемычки под затопление котлована. Вид с верхнего бьефа



Панорама перекрытия Волги. 2 ноября 1967 года

«Наконец котлован затоплен, – вспоминал впоследствии ветеран стройки экскаваторщик В. Поляков. – Мы грузим камень, отсыпаем banquet, сужаем основное русло. На Волге возводят наплавной мост. Недалек еще один решающий момент – перекрытие прорана. Шоферы В. Черкасов, П. Харин и их товарищи подвозят первые тетраэдры и сбрасывают их в Волгу. К нашим экскаваторам непрерывным потоком идут мощные КРАЗы. Начался штурм великой русской реки, и она – покорена! Вписана еще одна страница в историю создания Саратовской ГЭС...»

Перекрытие Волги состоялось 2 ноября 1967 года. Двадцать шестого ноября Волжская ГЭС имени В.И. Ленина начала сброс воды для наполнения Саратовского моря и прокрутки первых четырех пусковых гидроагрегатов Саратовской ГЭС. Двадцать восьмого декабря дежурный инженер ГЭС Д. Тарасенко записал в вахтенный журнал: «Первые агрегаты Саратовской ГЭС поставлены под нагрузку». Второго января 1968 года гидроэлектростанция включена в единую энергосистему страны.

Четырнадцатого февраля 1968 года Н.М. Иванцов доложил делегатам партийной конференции Саратовгэсстроя: «Время сооружения ГЭС от фундаментной плиты до пуска первых агрегатов сокращено на 30 %. Фактически ГЭС пущена на год раньше, что позволит дать в энергосистему страны 4,5 млрд киловатт-часов электроэнергии. Приобретен громадный опыт возведения гидростанции из крупногабаритного сборного железобетона по поточной технологии. Умение концентрировать силы коллектива на главнейших направлениях трудно переоценить. Ведь в дни подготовки к затоплению в котловане ГЭС работало до 8,5 тысячи человек. В то же время это почти в три раза меньше, чем на Куйбышевской и Волгоградской ГЭС».

К концу 1970 года были введены в эксплуатацию все 24 гидроагрегата. «Балаковские гидростроители выполнили свои обязательства. Двадцать второго декабря, в день 50-летия ленинского плана ГОЭЛРО, под промышленную нагрузку встал агрегат № 22. В канун нового года дали ток последние две машины – № 23 и 24. Мощность Саратовской ГЭС доведена до 1360 тысяч киловатт, – писал в газете "Строитель коммунизма" (№ 2, 6 января 1971 г.) новый начальник Саратовгэсстроя А.И. Максаков. – За годы строительства здесь освоено более 300 млн рублей. В сооружение гидроузла уложено 3 млн кубометров бетона и железобетона, смонтировано 180 тысяч тонн арматурных конструкций, переработано 100 млн кубометров грунта... Станция еще строилась, но уже отсчитала в энергосети страны 13 млрд киловатт-часов, почти полмиллиарда из них сверх плана».



Машинный зал Саратовской ГЭС





Вид на водосливную плотину Саратовского гидроузла со стороны нижнего бьефа

Двадцать шестого ноября 1971 года Государственная комиссия под руководством заместителя председателя Государственного комитета при Совете Министров СССР по науке и технике Д.Г. Жимерина подписала акт о приемке Саратовской ГЭС имени Ленинского комсомола в промышленную эксплуатацию. Отличную оценку комиссии получили гидросиловое оборудование, сборный железобетон и отделка станции.

**Владимир Маркович Серебрянский**, кандидат архитектуры, заместитель главного архитектора проекта Саратовской ГЭС:

«Польза, прочность, красота – римляне так определили смысл архитектуры. Он не меняется. Понимаете, нельзя понимать пользу отдельно от прочности, прочность отдельно от красоты. Польза – это стратегическая задача, для чего, собственно, сооружение строится. Прочность – это понятно, после "Трансвааль-парка" объяснять не нужно. А красота – тоже понятно, потому что человек все старается делать по законам красоты. Вот, собственно, и все. Так что это не мы придумали, это тысячи за две лет до нас...

Гидропроект проектировал обычную, стандартную станцию – монолитную, все как в гидротехнике положено, как проектировали Куйбышевскую, Сталинградскую. И те станции, собственно, никаких особенностей не имели. В самом разгаре была холодная война. Станции рассчитывались на удар атомного оружия, поэтому там стены были очень толстые, окон как таковых не было. А потом изобретение оружия развилось настолько, что смысла дальше укреплять не было – уже в готовом проекте Саратовской ГЭС архитекторов обязали сделать нормальные окна, пустить дневной свет, и чтобы при этом не нарушать конструкцию...

Монолитный железобетон – это вообще великолепный материал, наверное, лучший материал для строительства, потому что из него, тем более сейчас, в XXI веке, можно

сделать все, можно даже спутник запустить в железобетонном варианте. Сборный железобетон тоже имеет свои преимущества. Конечно, если бы была не такая сумасшедшая гонка, мы бы что-нибудь придумали – какие-нибудь элементы, укрупняющие ритм. Но тогда просто не было такой возможности. И не было у нас таких ресурсов. Мы все-таки шли вторыми, первыми всегда шли инженеры. Шли, идут и будут идти на стройках...

Но есть одна особенность, которая, собственно, от архитекторов не зависит, но очень полезна была для архитектуры. При советской власти гидростанции были визитной карточкой страны, поэтому архитекторам, скажем, на проектировании гидростанции позволялось куда больше, чем не менее сильным архитекторам на проектировании, скажем, теплоэлектростанции.

Иванцов дал нам большую свободу в выборе отделочных материалов. Нам позволялись какие-то излишества, какие-то компоновочные решения, не самые экономичные, хотя и самые, может быть, красивые. И получались очень симпатичные работы...

А вообще, с точки зрения архитектуры, на Саратовской ГЭС особых новаций не было, была школа, у школы были свои традиции. Во-первых, это совместная работа с инженером чуть ли не с первых шагов, причем с сильной обратной связью. Во-вторых, внимание к деталям. И, наконец, третье – максимальное привлечение монументальной скульптуры, потому что гидроэлектростанция, как я уже сказал, – это визитная карточка страны».



В машинном зале Саратовской ГЭС

## Архитектура гидроузла

Решая архитектуру Саратовской ГЭС, мы стремились сделать не просто удобное для работы и эксплуатации сооружение, не только красивое и современное здание станции, а в его архитектурных формах отразить ощущение простора и энергии созидания в современном Поволжье, вписать сооружение в природу, чтобы человек, находясь в здании ГЭС, не чувствовал себя в замкнутом пространстве, а ощущал воздух, окружающее водное пространство и в то же время – величие совершенного.

Саратовский гидроузел – это целостный архитектурный ансамбль, объединивший здание ГЭС, земляные плотины, судоходные сооружения, центральный пульт управления. Здание ГЭС выполняет несколько функций: является плотиной, держащей напор водохранилища, где вода, вращая турбины, дает народному хозяйству свыше 5 млрд киловатт-часов электроэнергии в год...



Через ГЭС пролегли автомобильная и железнодорожные транспортные артерии, соединившие оба берега реки в самом центре России. С правого и левого берегов Волги к зданию ГЭС примыкают земляные дамбы и плотины, образующие как бы единый архитектурный фронт, опоясывающий водохранилище. Четкий геометрический ритм железобетонных бычков агрегатных секций, здания ГЭС, пилонов железнодорожной эстакады зрительно объединяются широкой лентой остекления машинного зала.

Главный вход в ГЭС расположен на левом берегу. Между двумя крыльями производственных корпусов, за большим витражом, начинается машинный зал протяженностью более километра. Ар-

хитектурное решение и отделка интерьера закрытой монтажной площадки и зала – колонны, облицованные золотистым камнем, черные гранитные полы, алюминиевый потолок со встроенными люминесцентными светильниками, создающими иллюзию светлых проемов, – создают впечатление, что мы вошли во дворец света, дворец электричества. Здесь не чувствуешь себя оторванным от природы: через остекленные торцы зала хорошо просматриваются силуэты Балаково и правого берега Волги. Дополняют эту связь с природой зимние сады, интересные по форме, с вечнозеленой экзотической растительностью, расположенные через каждые четыре агрегата.

Отделка стен, колонн, пола выполнена в мягких, теплых тонах. На этом спокойном, сдержанном фоне четко выделяются ярко-голубые верхушки головок гидроагрегатов – основного оборудования ГЭС... На главном фасаде здания управления, находящегося между двумя камерами шлюза, выполнено цветное мозаичное панно «Огонь Прометея».

Сооружение Саратовской ГЭС явилось большой школой для строителей, инженеров и архитекторов. Здесь все – от технической идеи до элементов архитектурной отделки сооружения – было проникнуто новаторскими решениями...

Необходимо отметить творческий энтузиазм коллектива спецуправления Саратовгэсстроя под руководством Н.Л. Стряпчева, который разработал и внедрил ряд новых видов отделочных работ и материалов. В кратчайший срок на Саратовгэсстрое было создано оборудование для обработки камня Березовского месторождения. Из этого камня – доломитизированного известняка – были изготовлены великолепные плиты для облицовки колонн, стен. В своем стремлении найти прогрессивные пути в архитектурном решении и отделке современных сооружений архитекторы и строители широко применяли материалы, позволяющие одновременно решать вопросы индустриальности и эстетики. Интересным новшеством было устройство в машинном зале монолитного мозаичного пола типа терраццо.

По качеству работ отделка Саратовской ГЭС не уступает лучшим образцам советской архитектуры и, в частности, Московскому метро...

*В. Ваксман, главный архитектор проекта Саратовской ГЭС  
газета «Огни коммунизма», № 196, 10 декабря 1971 года*

Итоги пятнадцатилетнего труда строителей в статье «Саратовская ГЭС работает на коммунизм» («Огни коммунизма», 30 ноября 1971 года) подвел директор гидроэлектростанции Г. Голованов: «Саратовская ГЭС – это крупное гидротехническое сооружение, в отличие от других гидростанций представляющее собой сочетание нового способа строительства с применением оригинальных строительных конструкций и новейших материалов... На ГЭС установлено два опытных горизонтальных агрегата, равных которым по мощности и по оригинальности конструкций нет во всем мире. Горизонтальные агрегаты, в отличие от вертикальных, требуют меньших строительно-монтажных работ, они будут устанавливаться на низконапорных электростанциях.

Группой инженеров ГЭС (Г.П. Некряченко, Ю.Б. Васильев, В.А. Пономарев, А.Г. Марков, М.Г. Матков) совместно с НИИ внедрен ряд усовершенствований... что позволило довести мощность электростанции до 1 млн 360 тыс. кВт (проектная мощность – 1290 тыс. кВт)...

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 ноября 1972 года звания «Герой Социалистического Труда» с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и молот» за выдающиеся успехи, достигнутые при сооружении Саратовской ГЭС имени Ленинского комсомола, большой вклад, внесенный в разработку и внедрение новых технических решений и прогрессивных методов производства работ было присвоено начальнику строительства Н.М. Иванцову (в то время заместителю министра энергетики и электрификации СССР), бригадиру комплексной бригады производственного управления «Промстрой» П.Е. Куцаеву и ветерану стройки машинисту экскаватора В.И. Полякову, прибывшему сюда с Куйбышевской ГЭС и уже получившему в 1966 году за строительство Саратовской ГЭС орден Ленина. «С марта 1956 года до перекрытия Волги наш экипаж вынул около трех млн кубометров грунта, – писал он. – И в том, что сейчас ГЭС работает на коммунизм, есть немалая доля нашего труда».



ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА

**ПОЛЯКОВ**  
Владимир Ильич

Младший сержант запаса. Родился 28 августа 1922 года. Член КПСС. В Советской Армии служил с декабря 1941 года по ноябрь 1946 г. Участвовал в боях с немецко-фашистскими захватчиками на Калининском, Западном и Втором Прибалтийском фронтах. Машинист экскаватора УСМР ордена Ленина управления «Саратовгэсстрой».

Звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и Золотой медали «Серп и Молот» присвоено 29 ноября 1972 года за выдающиеся успехи, достигнутые при сооружении Саратовской гидроэлектростанции имени Ленинского комсомола. Персональный пенсионер союзного значения, живет и работает в городе Балакове.



ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА

**КУЦАЕВ**  
Петр Егорович

Бригадир электросварщиков УСМР ордена Ленина управления «Саратовгэсстрой». Родился 1 января 1929 года. Член КПСС.

Звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и Золотой медали «Серп и Молот» присвоено 29 ноября 1972 года за выдающиеся успехи, достигнутые при сооружении Саратовской гидроэлектростанции имени Ленинского комсомола.

Живет и работает в городе Балакове.



## **Особенности эксплуатации Саратовской ГЭС**

Эксплуатация Саратовской ГЭС началась в довольно сложных условиях. Пропуски паводков 1968-1970 годов в связи со строительной неготовностью сооружений были проведены с большими отступлениями от проектной схемы маневрирования затворами глубинных водосбросов. Поскольку условий маневрирования по всему фронту не было, затворы открывались на высоту 6-8 м на длительное время при низких отметках воды в нижнем бьефе.

### **Н.П. Бородин:**

«Не поладив с Н.М. Иванцовым по некоторым частным техническим вопросам (я возражал против сборности пазовых частей бычков из-за их сложности; впрочем, впоследствии пазовые элементы с закладными частями были с трудом изготовлены и смонтированы на первом ярусе нескольких секций), а Иванцов не терпел инакомыслящих, я вынужден был перейти на работу в дирекцию ГЭС. Там и проработал три года начальником гидроцеха, заместителем начальника ПТО. Пришлось принимать всю исполнительную техническую документацию – вагон и маленькую тележку, участвовать в бесконечных рабочих комиссиях по приемке сооружений под затопление, а затем и в эксплуатацию.

Но самым главным и ответственным делом была организация пропуска через недостроенное сооружение практически всего расхода Волги с помо-

щью донных водосбросов, маневрирование затворами которых было просто эквилибристикой, особенно в зимний период. Тут-то и обнаружилось, что ни в проекте, ни в литературе не было никаких данных о скорости добега гидродинамической волны при резкопеременных расходах на вышележащей Куйбышевской ГЭС. Пришлось в аварийном порядке с участием ОДУ Средней Волги, ЦДУ ЕЭС, Гидрометцентра организовывать около десяти водомерных постов по всему Саратовскому водохранилищу, налаживать связь с ними. На самой ГЭС круглосуточно дежурили бригада Гидромонтажа, бригада строителей и отряд водолазов...»

В составе гидроузла – здание ГЭС, грунтовые плотины, судоходный шлюз. Здание ГЭС руслового типа, совмещенное с напорными водосбросными галереями, оснащено двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 2 x 180 / 50 тс и двумя кранами грузоподъемностью 2 x 200 / 10 тс для маневрирования затворами и сороудерживающими решетками. Каждая секция здания разделена перекрытиями на три яруса, имеет по два напорных водосброса, в блоках монтажных площадок – семь водосбросов. Глубинные водосбросы расположены ниже спиральной камеры. По проекту на выходе из водосбросов были установлены основные плоские скользящие затворы, маневрирование ими произ-

водилось при напорах до 10 м козловыми кранами нижнего бьефа (грузоподъемностью 2 x 200 т) с использованием управляемой гидравлической захватной балки и дополнительной балластной секции массой 189 т. Однако при временной эксплуатации эта система управления и сигнализации не была отлажена до конца. Третьего января 1968 года произошла авария: в момент опускания захватной балки затвор сорвался с подхватов и упал в поток на порог с высоты 4,35 м, разрушился, был вынесен потоком из пазов и упал на бетонную плиту у выхода из отсасывающей трубы. Эксплуатационному персоналу потребовалось около суток, чтобы поставить новый затвор – в это время водосброс работал полным сечением (12 м x 8,6 м).

Как выяснилось, технической причиной разрушения затвора явилось действие на него непроектной нагрузки при падении на порог. Была отмечена и вина персонала, обслуживающего затворы, не сумевшего в сложных зимних условиях тщательно выполнить операцию фиксации затвора. Также было признано, что «примененная здесь впервые система дистанционного управления подхватами затвора при помощи гидропривода, установленного на захватной балке, достаточно сложна, требует тщательной наладки и безотказной работы сигнализации. Четкое срабатывание этой системы в условиях зимней эксплуатации представляется сомнительным; дальнейшего распространения она не получила».

Немало проблем вызвала и эксплуатация аварийно-ремонтных затворов турбинных камер. Каждый турбинный блок ГЭС имеет на входе три пролета, перекрываемых аварийно-ремонтными затворами в следующей последовательности: сначала в текущую воду опускают затворы двух боковых пролетов; последним устанавливают затвор среднего пролета, который снабжен бетонным балластом массой 115 т, то есть общая масса затвора среднего пролета 200 т. Всего на ГЭС для 21 гидроагрегата предусмотрены три комплекта аварийных затворов, то есть девять штук, из них три – с балластом, который уложен в верхней части секции, выше среднего ригеля. Металлоконструкция затвора – двухобшивочная, сварная, выполненная из стали М16С.

«В зимний период происходило обмерзание пазов затворов, приходилось опускать в люльках рабочих с ледорубами, а иногда и водолазов, чтобы зацепить затвор специальной пневмозахватной балкой, которая постоянно выходила из строя, подхваты на затворах забивались льдом и мусором, – рассказывает **Н.П. Бородин**. – Зимой даже специально подгоняли паровоз и пытались оттаивать пазы паром, но эффект был не более, чем у тех самых рабочих-ледорубов, которых через каждые 10-20 минут вытаскивали обледенелыми с головы до ног...»

В 1984 году на одном из затворов с бетонным балластом после подъема его на поверхность обнаружили по всему пролету местные выпучивания и

разрывы на верхней и нижней обшивках в зоне нижней границы бетона. Технической причиной повреждения металлоконструкции специалисты Гидромонтажа признали «замерзание в зимнее время воды, скопившейся в щели между бетоном и обшивкой. Производственной причиной этого явился недостаток проекта затвора, выразившийся в том, что бетонный балласт не был защищен сверху от атмосферных осадков. Вследствие этого вода могла проникать через щели и трещины в бетоне и, не имея каналов для выхода, скапливаться между обшивкой и бетоном... Для предотвращения в дальнейшем попадания воды в межобшивочное пространство авторы проекта рекомендовали... перекрыть балласт на уровне верхнего стрингера стальным листом толщиной 4 мм. Следует заметить, что случаи подобного рода повреждений сталежелезобетонных конструкций в зимнее время были известны и ранее и поэтому учитывались при проектировании, в частности, опытного сталежелезобетонного затвора водосбросов Волжской ГЭС».

**Ю.А. Елизаров**, ветеран Саратовской ГЭС:

«За 23 года моей работы на Саратовской ГЭС приходилось заниматься и внедрением новых технологий, новых устройств. В частности, когда мы пускали первые основные агрегаты, у них возбуждение было ионное, то есть система возбуждения работала на ртутных выпрямителях. Со временем ртутные выпрямители были заменены тиристорными, что увеличило их надежность и безопасность работы. Вторым примером может служить внедрение горизонтальных капсульных агрегатов – новой, можно сказать, техники в гидростроении и у нас и за рубежом...»

**А.А. Александровский**, ветеран Саратовской ГЭС:

«Я начинал на Саратовской ГЭС монтером по обслуживанию релейной защиты и автоматики генераторов, затем работал мастером по релейной защите и автоматике машинного зала. Впоследствии по предложению старшего мастера Виктора Васильевича Базилевского был направлен на работу по обслуживанию релейной защиты ОРУ 220 и 500 кВ, где и проработал до ухода на пенсию...»

Первое время, когда вводились в работу генераторы, было довольно напряженным и приходилось работать по 10-12 часов в день. В 1967 году, 28 и 30 декабря, ввели четыре генератора. Станция еще строилась, и генераторы пускались под временной крышей, то есть под шалашом. В то время в России вводилось много объектов, была нужна энергия, поэтому правительство требовало как можно быстрее включить генераторы. Так что работали мы с подъемом, было все как бы в новинку.

Я принимал участие в приемке оборудования. И приходилось делать замечания тем, кто налаживал оборудование, особенно если были какие-то недоделки. Помню, однажды те, у кого я принимал



### Главный щит управления Саратовской ГЭС

оборудование, пожаловались начальнику смены, что я слишком строг. Но начальник наладочной группы Николай Сергеевич Рудов, выслушав меня, сказал, что никаких претензий ко мне не имеет и чтобы я продолжал действовать дальше таким же макаром.

Сложности в моей работе появились только, когда я перешел на эксплуатацию релейной защиты и автоматики линий 220 и 500 кВ. Здесь все было на полупроводниках, а для меня это было ново. Приходилось много работать над собой, немало перечитать технической литературы, чтобы освоить эту технику...»

### Н.К. Малинин:

«В 1974-1976 годах мы занимались разработкой и внедрением автоматизированной системы управления технологическими процессами на Саратовской ГЭС...

Саратовская гидроэлектростанция была технологически, по режимам, очень тяжелая: 24 агрегата, энергетические характеристики этих агрегатов нелинейные. Перед нами была поставлена задача с помощью АСУТП разработать такие правила управления, которые позволили бы несколько увеличить выработку энергии гидроэлектростанцией за счет оптимизации числа и состава агрегатов.

Надо сказать, это было довольно сложно. Представьте поворотные-лопастные агрегаты с диаметром колеса 10,3 метра и максимальным расходом 500 кубических метров в секунду. Москва-река в створе Кремля – 100 кубических метров в секунду: река

Урал – 200, а здесь один агрегат – 500 кубических метров в секунду! Гигантский расход! Более того, на Саратовской ГЭС очень сложная система подвода воды к агрегатам и отвода от них. В связи с переделкой проекта под сборный железобетон сильно изменилась гидравлика. Непросто было провести натурные испытания: опущенные в поток датчики, приваренные к решеткам, работали первые две секунды или минуты, а потом – поминай как звали. Останавливали агрегат, пускали водолазов – нет решетки, она уже уплыла в Саратов. Огромная мощность воды их просто срывала. Можно было сделать решетки более массивными, но тогда мы создали бы такое сопротивление, что исказили бы весь поток. Поэтому натурные испытания были прекращены и сделан пересчет аналитическим путем.

В итоге с помощью инженерной группы и студентов, которые были на практике на станции, мы подготовили техническое задание по АСУТП ГЭС. В Центральном научно-исследовательском институте кибернетики и автоматизации была даже разработана экспериментальная управляющая машина – специально для Саратовской ГЭС (хотя в то время уже были управляющие машины, которые могли ставиться на любой гидростанции). Правда, она оказалась крайне неудачной с точки зрения надежности работы, а поскольку она была включена в единую технологическую цепочку, в энергосистему, "тему" эту через некоторое время просто прикрыли...

В то время руководство станций было заинтересовано принимать студентов. Мало того, что за это

руководителю практики от предприятия добавляли 25 % к зарплате, студенты даром давали рационализаторские предложения, за которые можно было получить огромные деньги.

Был очень большой конкурс, чтобы попасть на гидроэлектростанцию. Там были хорошие оклады, а если сравнивать с тепловыми и атомными, то и прекрасные условия работы. На ГЭС и температура нормальная, и воздух. Тепловики говорили про ту же Саратовскую ГЭС, что у нас курорт. Сложности начались только в 1980-е годы, когда в районе гидростанций появились города-мегаполисы, население разрослось, а с жильем возникли проблемы».

В 1980-е годы на гидрогенераторах, введенных в работу в 1967-1969 годах, микалентно-компаундированная изоляция была частично заменена термореактивной. В последние годы, с учетом результатов комплексных обследований, проведенных персоналом станции с привлечением научных организаций (ВНИИЭ), на Саратовской ГЭС начата работа по техническому перевооружению гидроагрегатов, отработавших свой проектный ресурс. Техническое перевооружение предполагает замену изоляции, модернизацию механической части ротора и замену сердечников статоров на всех гидроагрегатах.

При обследованиях, в частности, был сделан вывод, что альтернативы замене обмотки генераторов нет, поскольку количество дефектных стержней возрастает и при недостаточных темпах модернизации вероятность неконтролируемого роста количества повреждений увеличивается. Модернизация механической части ротора обусловлена недостаточной суммарной площадью посадки обода на спицах, что не обеспечивает надежной и стабильной плотности посадки обода, надлежащей формы ротора, следствием чего являются высокие уровни радиальной низкочастотной «оборотной» вибрации статора. Необходимость замены разъемного сердечника статора вызвана длительной эксплуатацией генераторов с неудовлетворительным вибрационным состоянием.

Как считают специалисты, запланированные «объемы модернизации гидрогенераторов Саратовской ГЭС имеют очевидное экономическое преимущество по сравнению с альтернативным вариантом, предусматривавшим замену генератора в целом. Учитывая длительность процесса модернизации на гидростанциях, успешно решается и другая важная проблема: обоснование объемов плановых ремонтно-профилактических работ с целью обеспечения надежности эксплуатации генераторов до начала их технического перевооружения».

В ОАО «Саратовская ГЭС» утверждена масштабная программа технического перевооружения и переоснащения оборудования и гидросооружений с целью повышения мощности гидроэлектростанции, уровня безопасности, решения экологических про-

блем, увеличения эффективности использования гидроресурсов, сведения к минимуму технического обслуживания оборудования. В 2006 году проведена модернизация 10 вертикальных гидрогенераторов, и ежегодно будет производиться обновление еще двух.

Если еще в 2003 году финансирование этих работ составляло около 60 млн рублей, то в 2006 году на реализацию программы было затрачено свыше 750 млн рублей. Ремонт только одного агрегата станции обходится примерно в 100 млн рублей. Инвестиционная программа на ближайшие годы предусматривает также модернизацию трансформаторов, кабельных линий, оборудования распределительных устройств, систем возбуждения и регулирования агрегатов. Будут установлены более мощные гидротурбины современной, экологически безопасной конструкции.

В 2006 году на двух гидроагрегатах Саратовской ГЭС была внедрена новая система автоматизированного управления (САУ) типа «Овация» производства фирмы «Эмерсон». Комплект системы объединил в себе устройства сигнализации состояния и управления двумя гидроагрегатами (№ 1 и № 2). Новая САУ повышает надежность эксплуатации агрегатов, улучшает качество регулирования их работы (оптимизация заданного режима, высокая точность его поддержания). Для достиже-







ния оптимальных результатов по техническому перевооружению Саратовской ГЭС предусматривается модернизация системы регулирования, управления и контроля всех гидроагрегатов, основного и вспомогательного оборудования; создание САУ ОРУ-500/220/35; модернизация УРЗА ОРУ-500/220/35 и главного щита управления ГЭС; со-

здание системы управления ГЭС.

В ближайшие пять лет инвестиции в техническое переоснащение Саратовской ГЭС составят порядка 7 млрд рублей. До 2020 года оборудование станции должно быть практически полностью модернизировано.



Вид с правого берега на Саратовскую ГЭС и город Балаково

## Современное состояние и оценка безопасности гидросооружений Саратовской ГЭС

Анализ данных натуральных наблюдений показывает, что все гидротехнические сооружения находятся в удовлетворительном работоспособном состоянии.

В связи с введением новой карты сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-97) и повышением нормативной сейсмичности Поволжья на 1-2 балла, по сравнению с сейсмичностью, принятой при проектировании ГЭС, был заключен договор с ОАО «ВНИИГ имени Б.Е. Веденеева» на выполнение работы по теме «Оценка сейсмостойкости сооружений Саратовской ГЭС». В заключении экспертов, представленном в декабре 2005 года, сделан вывод о том, что строительные конструкции здания ГЭС должны перенести землетрясение с расчетной интенсивностью 7 баллов без существенных повреждений (при том что вероятность такого события крайне мала).

Последняя проверка безопасности гидротехнических сооружений Саратовской ГЭС была осуществлена в 2004 году.

На основании результатов осмотров гидротехнических сооружений и исследований, выполненных ОАО «НИИЭС» в 1999-2003 годах, был сделан вывод о том, что гидротехнические сооружения гидроузла в настоящее время надежны. В результате анализа данных натуральных наблюдений за фильтрационным режимом в основании здания ГЭС, свидетельствующем о стабильном режиме противодействия на подошву плотины и низких величинах пьезометрических напоров, а также на основе данных о вертикальных и горизонтальных смещениях здания ГЭС и показаний арматурных

динамометров, можно сделать вывод, что устойчивость здания ГЭС обеспечена.

Превышение гребня русловой плотины и левобережной дамбы над нормальным подпорным уровнем достаточно (проектное превышение составляет 6,0 м; согласно требованиям СНиП 2.06.05-84 – 5,6 м). За весь период эксплуатации сооружений ГЭС перехлеста воды через плотину и дамбу не наблюдалось.

Состояние здания ГЭС, сопрягающих бетонных стенок удовлетворительное. Противофильтрационный контур здания ГЭС, состоящий из анкерного понура, фундаментной плиты здания ГЭС, водобоя и рисбермы, надежно обеспечивает фильтрационную устойчивость основания. Фильтрационное давление на флютбет здания ГЭС значительно ниже расчетного.

Верховой и низовой зуб фундаментной плиты защищают от контактной фильтрации в основании сооружений. В сопряжении бетонных сооружений с земляными надежно работает шпунтовая стенка левого и правого берегов.

Качество и полнота оценки технического состояния гидросооружений напрямую зависят от состояния контрольно-измерительной аппаратуры, установленной в сооружениях. На Саратовской ГЭС принято решение провести реконструкцию дренажных и пьезометрических систем с применением уникального способа криволинейного бурения бетона. Реконструкция КИА в полном объеме позволит улучшить качество мониторинга сооружений и в дальнейшем вывести его на более высокий уровень.





Панорама Чебоксарского гидроузла

## ***Чебоксарская ГЭС***

Начатые в 1930-е годы по предложению бюро «Большая Волга» изыскательские и проектные работы по Чебоксарскому гидроузлу были возобновлены в 1950-е.

Институт «Гидроэнергопроект» разработал проектное задание на строительство гидроэлектростанции в четырех километрах ниже Чебоксар – в Пихтулинском створе, на основании которого уже в 1959 году Совет Министров РСФСР своим распоряжением запретил новое строительство в зоне будущего Чебоксарского водохранилища. В 1960 году дальнейшее проектирование гидроузла было поручено Куйбышевскому филиалу Гидропроекта. К 1963 году была подготовлена корректировка проектного задания: основные сооружения Чебоксарского гидроузла предлагалось разместить в Ельниковском створе, в 11 километрах ниже Чебоксар; уровень верхнего бьефа (из соображений создания глубоководного пути на участке Волги от Чебоксар до створа Нижегородской ГЭС у Городца) был определен на отметке 68,0 м. По новому проектному заданию, в здании Чебоксарской ГЭС предполагалось установить 32 горизонтальных капсульных агрегата, мощностью 51,2 тыс. кВт каждый (впоследствии от горизонтальных гидроагрегатов отказались – госэкспертиза рекомендовала установить 18 вертикальных гидроагрегатов). После согласования с Госпланом и Госстроем 22 января 1967 года это проектное задание было утверждено Советом Министров СССР.

Стоит отметить, что проект компоновки основных сооружений Чебоксарской ГЭС уникален. «Природные и экономические условия района строительства позволили принять для Чебоксарского гидроузла наиболее удачную компоновку основных бетонных сооружений в одном котловане у правого берега, в непосредственной близости к району нового промышленного и жилищного строительства, к которому подведены железная и автомобильная дороги, ЛЭП и другие инженерные коммуникации» [57]. Было подсчитано, что общие затраты на строительство при правобережном варианте уменьшались на 10-20 %. Кроме того, впервые в Советском Союзе при проектировании гидроузлов на «мягких» грунтах при сбросном расходе, достигающем 48000 м<sup>3</sup>/с, ГЭС и водосливная плотина повернуты в сторону левого берега под углом 99° к оси шлюза со стороны нижнего бьефа и максимально приближены к нему (в компоновках остальных гидроузлов на Волге водосбросные и судоходные сооружения значительно удалены).

В 1967-1968 годах были организованы Управление строительства «Чебоксаргэсстрой» и дирекция строящейся Чебоксарской ГЭС – заказчик основных сооружений гидроузла. При этом впервые в практике гидростроительства в СССР дирекция строящейся ГЭС создана как одно из подразделений генерального проектировщика – Куйбышевского филиала Гидропроекта. Заказчиками по работам в зоне затопления были

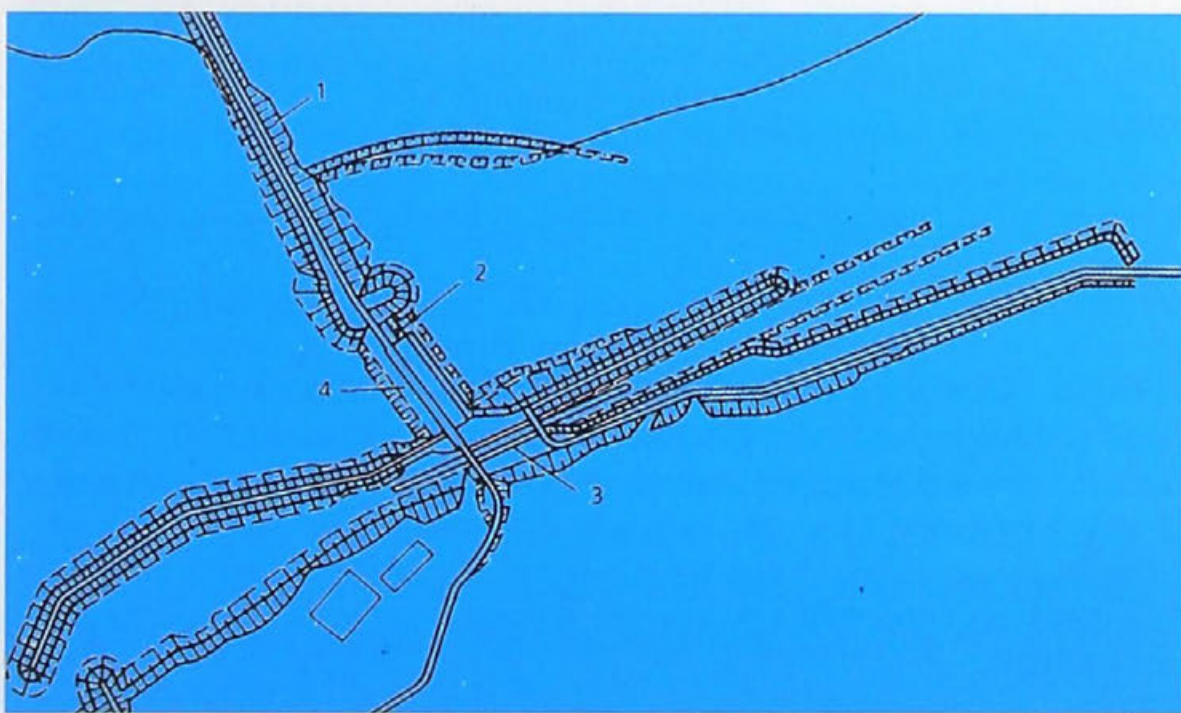


определены руководящие органы административных единиц, затрагиваемых водохранилищем: правительства Чувашской АССР, Марийской АССР и исполнительный комитет Горьковского областного Совета депутатов трудящихся.

Предусматривалось, что в 1974-1977 годах Чебоксарская ГЭС должна выйти на проектную мощность – 1404 тыс. кВт, и с вводом ее в эксплуатацию будет решен целый ряд задач: завершится реконструкция Волжского водного пути от Москвы до Астрахани; будет создан автодорожный переход магистрали первой категории Горький – Казань; за счет водохранилища появится возможность увеличить водообеспеченность орошаемого земледелия в Поволжье на 250-300 тыс. га благодаря использованию 12 агрегатов ГЭС в режиме синхронных компенсаторов. Кроме того, водохранилище Чебоксарской ГЭС можно будет использовать в качестве крупного резерва электроэнергии в холодные зимы при нарушении топливоснабжения тепловых электростанций, что позволит дополнительно получить 600 млн кВт/ч электроэнергии.

В 1968 году начаты подготовительные работы, в 1969-м в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР – строительство гидроэлектростанции.

«Однако вследствие недостаточного финансирования, ограниченного выделения материально-технических ресурсов, увеличения объемов и трудоемкости подготовки зоны водохранилища к затоплению на промежуточную отметку 63 м весной 1981 года часть предусмотренных пусковым комплексом работ не была выполнена. На значительной части территории изменились гидрогеологические условия, поднялись уровни грунтовых вод, произошло подтопление ряда низин и населенных пунктов. Выявилась необходимость серьезной корректировки проектных решений открытых и закрытых дренажей, осушительных сетей, насосных станций. Это повлекло за собой изменение методов производства работ – замену сухоройных разработок каналов гидромеханизиро-



План сооружений Чебоксарского гидроузла:

- 1 – земляная плотина
- 2 – водосливная плотина
- 3 – шлюз
- 4 – гидроэлектростанция



## Юдковский Аби Гершович

Родился в 1924 году в городе Мелитополе Запорожской области. Участник Великой Отечественной войны.

Окончив в 1953 году Московский инженерно-строительный институт по специальности инженер-гидротехник, работал в Московском гидротехническом институте: инженером, руководителем группы. Участвовал в строительстве Каховской, Кременчугской, Саратовской ГЭС.

С ноября 1975 года – директор и главный инженер проекта Чебоксарской ГЭС, впоследствии и директор строящейся Чебоксарской ГЭС. В 1981-1987 годах – директор Чебоксарской ГЭС.

Награжден боевыми орденами Красной Звезды и Отечественной войны I степени, орденами «Знак Почета», Октябрьской Революции, медалями.

Лауреат премии Совета Министров СССР.

ванными. В конечном итоге стоимость работ по инженерным защитам увеличилась более чем вдвое. Значительно увеличилась также стоимость работ, связанных с переселением, повторной лесочисткой, компенсацией сельскому хозяйству и др.» [57].

В 1975 году дирекцию строящейся Чебоксарской ГЭС возглавил главный инженер проекта гидроэлектростанции А.Г. Юдковский.

В 1978 году, по предложению Минэнерго СССР, распоряжением Совета Министров СССР от 1 июня 1978 года № 28-р пусковой комплекс Чебоксарской ГЭС был уточнен: в 1980 году, при заполнении водохранилища до отметки 61 метр, был запланирован пуск первых двух агрегатов (вместо ранее предусмотренных шести) с наполнением водохранилища до отметки 63 метра к началу навигации 1981 года. Все 18 агрегатов было решено ввести в строй к 1985 году. Таким образом, продолжительность строительства Чебоксарской ГЭС была увеличена до 17 лет.

С этого момента резко возросли темпы строительных работ на основных сооружениях – здании ГЭС и шлюзах, хотя отставания от графика избежать не удалось. Так, предшествующее пуску первого агрегата затопление котлована началось не 20 октября 1980 года, как предусматривалось проектом, а 2 ноября. При этом впервые в истории строительства волжских и камских гидроузлов при сооружении Чебоксарской ГЭС перекрытие Волги было проведено прогрессивным пионерным способом. Вместо того чтобы сразу разобрать низовую перемычку, было решено с помощью земснарядов заполнить водой котлован, прилегающий к зданию гидроэлектростанции и к плотине со стороны Куйбышевского водохранилища.

Юдковский поднялся со стула, подошел к этажерке и достал с полки толстый альбом со снимками; и вот мы перелистываем страницы...

– Вот так мы начинали... Это земснаряд «Гидротехник». Старая, заслуженная машина. Недавно ушла на покой. Так вот на этом снимке она намывает первую перемычку котлована. А вот остров Ельниковский... Песок, кустарники... Остров оказался в зоне котлована. Теперь только на снимке его и увидишь. Осталось от него одно лишь воспоминание. Тысячелетиями создавался этот остров. А землесосные снаряды размыли его за несколько суток. Грунт был использован для строительства перемычек котлована. Так что остров сослужил добрую службу гидростроителям. А вскоре придет пора и для разборки перемычек. И снова вступят в дело земснаряды. И опять переместится грунт, взятый на острове Ельниковский. Его погонят по трубам к левому берегу Волги, где поднимается песчаная русловая плотина. Здесь грунт с острова останется на века...



Перекрытие Волги. Ноябрь 1980 года

...Экипажи трех землесосных снарядов получили новое задание, не совсем обычное. Вместо грунта они должны были гнать по трубам... воду. Слой воды должен был достигнуть девяти метров... Конечно, вода могла с таким же успехом полностью заполнить котлован и в результате разборки перемычек. Казалось бы, при этом варианте хлопот было бы меньше.

– Но это только на первый взгляд. Мы ни в коем случае не могли допустить, чтобы были занесены грунтом отсасывающие трубы гидроагрегатов, – пояснил начальник управления «Гидрострой» Ю.И. Панкратов. – Но если бы котлован был пуст, то после размыва перемычек вместе с водой, сметающей все на своем пути, хлынули бы к зданию ГЭС и потоки грунта. И тогда долго пришлось бы очищать отсасывающие трубы. И, представьте, сколько хлопот прибавилось бы нам...

Пятьдесят часов потребовалось на перекачку двух миллионов кубометров воды... После затопления котлована здание ГЭС и водосливную плотину можно было сравнить с полуостровом: с трех сторон их окружали водные просторы. Но полуостровом этим сооружениям оставалось быть очень недолго. Гидростроители завершили с затоплением котлованов первый этап штурма Волги. И без передышки приступили к последним приготовлениям ко второму этапу.

*Ю. Князев «Зарево над Волгой»*

Четвертого ноября строители взорвали низовую перемычку. «В проран начал поступать поток воды. По достижении отметки 47 м начался перелив воды через порог водосливной плотины в верховую часть котлована. Буквально спустя несколько часов уровень воды сравнялся с уровнем воды в реке. Пятого ноября был выполнен проран со стороны верховой перемычки и началась интенсивная ее разработка» [57].

Восьмого ноября в 9 часов утра начался штурм Волги. В ночь с 14 на 15 ноября перекрытие было завершено.

К концу 1980 года были завершены практически все основные работы по подготовке ложа Чебоксарского водохранилища.

«Расположение водохранилища в густонаселенном районе, широкое использование Волги, Оки и других рек как транспортных артерий и мест отдыха населения, а также опыт проектирования предыдущих водохранилищ и стремление к снижению ущерба, наносимого водохранилищами сельскохозяйственному производству, предопределили подход к проектированию мероприятий по Чебоксарскому водохранилищу, – читаем в сборнике научных трудов Гидропроекта (вып. 70, 1980 год). – Основные особенности проекта заключаются в том, что подготовка ложа осуществляется из условия получения максимального комплексного эффекта от создания и использования будущего водоема, а также широкого применения инженерной защиты городов, сел, сельскохозяйственных земель. При этом проведение всех мероприятий намечено комплексно, в увязке с планами развития народного хозяйства района водохранилища» [43].

При нормальном подпорном уровне 68 м, предусмотренном проектом, подпор Чебоксарского водохранилища «задевает» 4 административных района Чувашской Республики, 2 района Республики Марий Эл и 12 районов Нижегородской области: ведет к затоплению 168 тыс. га земель (из них 54,2 тыс. га сельхозугодий), влиянием водохранилища затрагивается 119 населенных пунктов. При этом в перечне основных мероприятий по подготовке водохранилища предусматривалось переселение 40 тыс. жителей, вынос 11,7 тыс. домовладений личной собственности, домов и строений (с благоустройством мест нового размещения населения); восстановление сельхозпроизводства посредством интенсивного использования защищенных земель, освоения, орошения и культуртехники сельхозугодий на площади 46 тыс. га; инженерная защита дамбами

Специальная инженерная защита создается возле знаменитого самобытного памятника истории и архитектуры на волжском берегу – Макарьева монастыря. Это на левобережье, в Лысковском районе Горьковской области. Выразительная, несколько суровая архитектура средневековья. Возле монастыря в старину, в XVI-XVIII веках, ежегодно проводились популярные далеко за пределами Поволжья ярмарки, названные Макарьевскими. Здесь предлагали свои товары русские купцы и торговые гости из Средней Азии, Закавказья, Ирана.

Дамба, облицованная бетоном и камнем, преградит доступ воде к этому памятнику. С этого сооружения откроется прекрасная панорама монастыря на фоне лесов и лугов Заволжья. Отлично будет виден Макарьев монастырь и с палуб проплывающих по морю теплоходов.

Но сколько же усилий надо приложить, чтобы сберечь все эти богатства...

Никогда еще гидромеханизаторам страны не приходилось выполнять в пусковой год столь большой объем земляных работ на инженерной защите. Судите сами. На берегах Чебоксарского водохранилища должно быть намыто шестьдесят миллионов кубометров песка...

– Переселение людей было очень важным и ответственным этапом нашей работы, – рассказывает заведующий республиканским отделом по подготовке зоны затопления водохранилища Чебоксарской ГЭС В.П. Глуханьков. – Со дна будущего моря предстояло переселить почти десять тысяч человек... Всего пришлось возвести для переселенцев около 150 тысяч квадратных метров жилья. Это по площади почти пять таких городов, какими были старые Чебоксары...

Не скрою, что, проходя по дну будущего залива, по мостовым извилистым улочкам, на которых не осталось уже ни одного здания, невольно испытываешь грусть. Уйдут под воду старые Чебоксары, где много веков назад начинался город... Вот здесь шумел кронами деревьев парк... По этой дороге проходила Надежда Константиновна Крупская, направляясь с теплохода на встречу с горожанами в особняк, где сейчас находится народный музей В.И. Ленина...

На новом месте стоит теперь памятник Надежде Константиновне. Заложены скверы и парки, застраиваются новые улицы. Воплотятся в бетоне, камне и стекле проекты театров, музеев, художественной галереи, Дома книги...

Когда знакомишься с замыслами архитекторов и строителей, к чувству грусти за ушедшие безвозвратно старые Чебоксары прибавляется чувство гордости за размах наших дел, наших свершений, наших планов.

*Ю. Князев «Зарево над Волгой»*



Вид города Чебоксары

ленной мощности составляет по Чебоксарскому водохранилищу 39 тыс. га, по Саратовскому – 41, Волгоградскому – 43, Куйбышевскому – 120 и т. д., в то время как стоимость компенсационных мероприятий по сельскому хозяйству значительно превышает аналогичные затраты по другим водохранилищам.

Относительно меньшие потери сельскохозяйственных земель объясняются, в значительной степени, большими объемами защитных мероприятий. Вопрос о защите сельскохозяйственных угодий специально и широко рассматривался при уточнении проекта. Обоснования защиты этих земель были рассмотрены экспертизой Госплана СССР с привлечением Академии наук СССР и всех заинтересованных министерств, ведомств и землепользователей... Меры по защите, освоению и интенсификации производства позволят полностью компенсировать потери сельского хозяйства от затопления земель...»

Кроме того, проект предусматривает «строительство нерестово-выростного хозяйства с годовым выпуском 12 млн штук молоди в год, завоз и вселение кормовых объектов (6,3 млн штук за год), мелиорацию и лесочистку ложа водохранилища с подготовкой рыбопромысловых участков более 50 тыс. га активного и пассивного лова. Предполагается увеличение вылова рыбы в 6 раз по сравнению с существующим уровнем...» [57].

При создании водохранилища сохранен ряд уникальных памятников истории и архитектуры. Мало того, в Чебоксарах за счет средств из статьи «На зоны затопления Чебоксарской ГЭС» были построены Чувашский государственный академический драматический театр, Государственный русский драматический театр, Чувашский государственный театр оперы и балета, здание филармонии.

Строители Чебоксарского гидроузла строго выдержали сроки ввода гидроагрегатов. Как отмечают ветераны строительства, это было связано с тем, что – опять же впервые в практике гидростроительства – дирекция ГЭС приняла неординарное решение: полностью взять на себя эксплуатацию базы гидросилового оборудования: поставку, хранение и передачу в монтаж спецподрядным организациям.

«Самую большую нагрузку принес предпусковой 1980 год. Низкая строительная готовность здания ГЭС, отсутствие служебного моста для завоза оборудования на мон-

и берегоукреплением семи городов, шестнадцати сел и деревень, девяти сельхознизин; создание новой инфраструктуры транспорта и связи и ряд других мероприятий, которые бы свели ущерб от затопления к минимуму.

«Сравнение показателей проекта Чебоксарского водохранилища с показателями других осуществленных водохранилищ Волжского каскада ГЭС показывает, что относительные потери от затопления на нем меньше, а компенсация больше. Так, например, затопление сельскохозяйственных угодий на 1 млн кВт установленной мощности составляет по Чебоксарскому водохранилищу 39 тыс. га, по Саратовскому – 41, Волгоградскому – 43, Куйбышевскому – 120 и т. д., в то время как стоимость компенсационных мероприятий по сельскому хозяйству значительно превышает аналогичные затраты по другим водохранилищам.



тажную площадку и коммуникационного моста для прокладки контрольных кабелей на открытое распределительное устройство, отсутствие постоянного воздушного перехода выдачи мощности на ОРУ и другие крупные недоделки вызывали большую тревогу по поводу своевременного ввода первого гидроагрегата. К тому же отсутствовал и сам гидроагрегат. Ленинградский металлический завод явно срывал поставку, ссылаясь на большой объем зарубежных заказов. Чувствовалось, что гидротурбину в срок не получить. Положение спас заместитель министра энергетики Николай Максимович Иванцов. Авторитетный и целеустремленный, с присущей ему энергией он взялся за дело. Возникла идея – одну из турбин, предназначенных для Нижнекамской ГЭС, переадресовать Чебоксарам. Это был единственный шанс не сорвать пуск. С большими трудностями этот вариант удалось осуществить. А.Г. Юдковскому как директору и отделу оборудования, а особенно его руководителям Н.И. Лобанову и В.И. Долганову, пришлось практически все время проводить "на колесах", так как часть гидросилового оборудования заводом уже была отправлена на Каму. С большими усилиями они комплектовали первый гидроагрегат... В условиях продолжающегося строительства монтаж оборудования был делом нелегким. Но все обошлось...» [57].

«На Чебоксарской мы с Иванцовым, в то время заместителем министра (я в то время был управляющим трестом "Гидромонтаж"), были месяцами – не ради того, чтобы пустить ГЭС, а чтобы вовремя пропустить флот через шлюзы, – рассказывает ветеран энергетического строительства, бывший руководитель треста «Гидромонтаж» Юрий Яковлевич Павшинский. – Представьте наше состояние, когда 200 судов стоят снизу и гудят, просят пройти шлюз! И мы круглосуточно вели работы: народ не выводили из шлюзов – опускали туда горячую пищу и чай, чтобы только шла работа...»

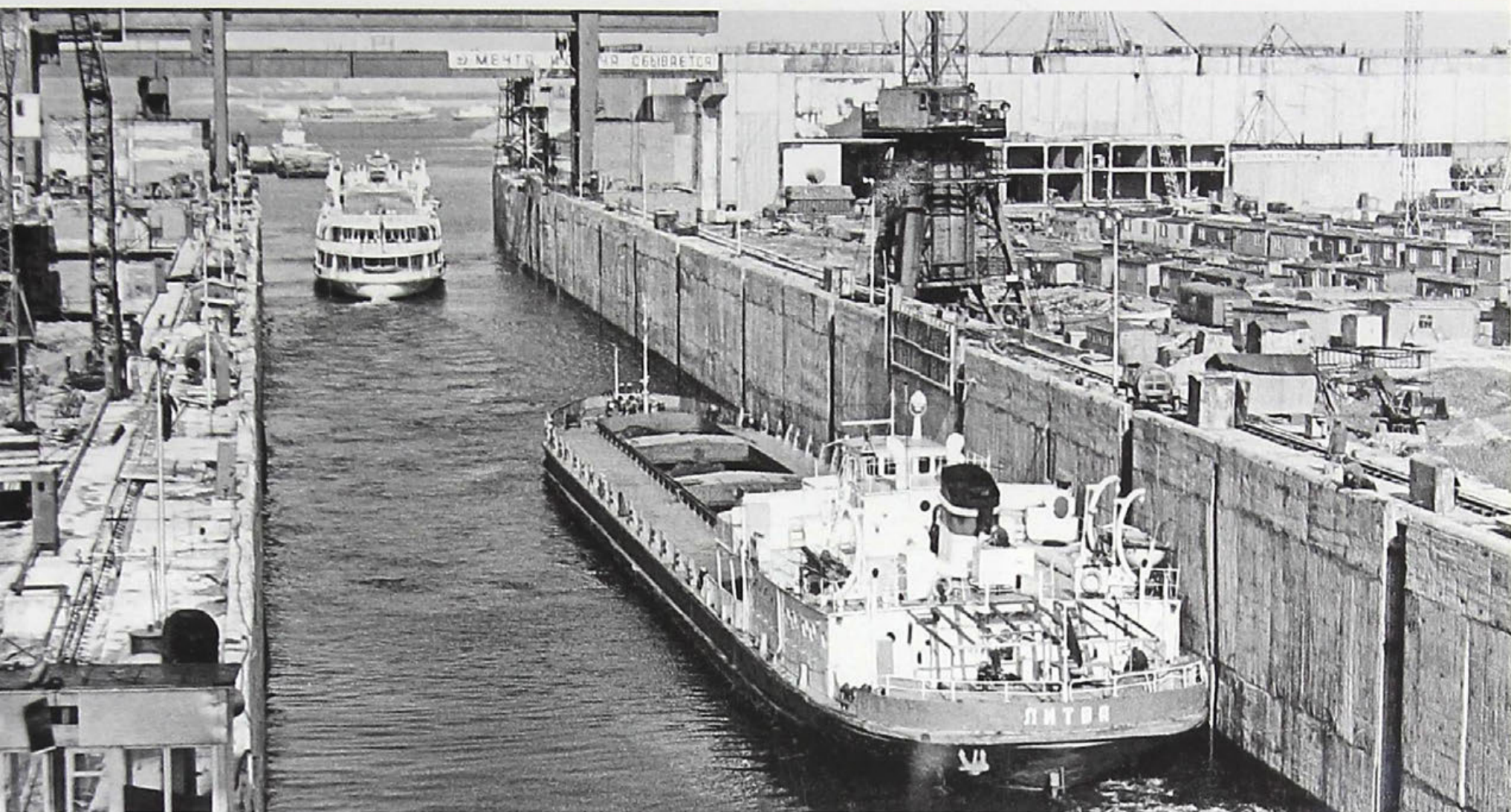
Лобанов – бывалый энергетик. Чебоксарская ГЭС – четвертая крупная стройка в его послужном списке. Начинать более двух десятков лет назад на Оби, где сооружалась Новосибирская ГЭС. А затем – каскад электростанций на Кубани. Пять лет Николаю Ивановичу довелось работать в Сирии, где участвовал в строительстве и освоении электростанции на реке Евфрат. Родом Николай Иванович из Ульяновской области. Он волгарь. И потому с таким желанием он принял приглашение участвовать в создании новой гидроэлектростанции на Волге, на чувашской земле...

Поступает оборудование, которое воплощает в себе последние достижения науки и техники.

– Вот хотя бы такой пример, – говорит Лобанов. – При строительстве нашей ГЭС, заключительной ступени Волжского энергетического каскада, особое внимание уделяется предотвращению загрязнения воды в бассейне Волги. Этой цели служит оригинальное новшество, которое будет применено впервые в практике отечественного гидротурбостроения на агрегатах, предназначенных для Чебоксарского гидротехнического узла. Предложено оно специалистами производственного объединения «Ленинградский металлический завод». Дело в том, что рабочие колеса гидротурбин поворотного-лопастного типа до сих пор страдали одним серьезным недостатком: создавались протечки масла через уплотнения лопастей. В результате масло попадало в воду, река при этом неизбежно загрязнялась. Само собой разумеется, допускался при этом значительный перерасход дорогостоящего высококачественного масла. На некоторых гидроэлектростанциях приходится ежедневно доливать в емкости рабочего колеса немалое количество масла для того, чтобы восполнить его протечки. А это десятки тонн дорогостоящей продукции. И вот ленинградцы решили применить полимерные уплотнения втулок рабочего колеса. Их преимущество в том, что они не требуют смазки. Полость рабочего колеса остается при этом методе свободной от давления масла. В результате исключается попадание масла в воду. Одновременно решается и другая задача: улучшаются условия эксплуатации оборудования, уменьшается расход масла.

Предусмотрен и более высокий коэффициент полезного действия чебоксарских турбин по сравнению с агрегатами, которые выпускались ранее. За счет усовершенствования конструкции облегчается вес такого исполинского узла, как рабочее колесо. Прогрессивные решения, последние достижения науки и техники применены при создании генератора, воздушного выключателя и многих других видов оборудования, предназначенного для новой ГЭС...

*Ю. Князев «Зарево над Волгой»*



Шлюз Чебоксарского гидроузла

В 1980 году было принято решение пустить первый агрегат Чебоксарской ГЭС при не заполненном до проектной отметки водохранилище. По мнению специалистов, «при этом ускоряется на два года ввод первых агрегатов. Положительный экономический эффект достигается, с одной стороны, более ранним получением электроэнергии и улучшением судоходных условий, с другой стороны, уменьшением потерь от замораживания капиталовложений. Приращение выработки электроэнергии за счет ускорения пуска составляет около 2,5 млрд кВт/ч» (Сборник научных трудов Гидропроекта...)

И действительно, 3 января 1981 года по команде главного инженера М.Г. Хисина гидроагрегат № 1 Чебоксарской ГЭС мощностью 70 МВт был включен в Единую европейскую энергосистему по временной схеме (на напряжении 220 кВ вместо 500 кВ по проекту). «Чебоксарская ГЭС начала выработку электрической энергии для народного хозяйства. Многолетняя мечта руководителей Чувашской автономной Социалистической Республики, а также регионов стала реальностью. Благодаря упорному труду многотысячного коллектива гидростроителей, при активной помощи строителей Минстроя, работников Министерства сельского и лесного хозяйства многонациональный коллектив одержал великую победу. Построена последняя ступень гидростанции на главной реке России Волге...» [57].

В 1986 году на Чебоксарской ГЭС ввели последний, 18-й агрегат. Станция заработала по проектной схеме, началась ее нормальная эксплуатация. По не зависящим от гидроэнергетиков обстоятельствам Чебоксарский гидроузел был введен в эксплуатацию при промежуточном уровне верхнего бьефа и по сей день эксплуатируется при уровне 63 м вместо проектного 68 м, что вызывает серьезную тревогу специалистов.

По мнению чувашских энергетиков, принятое в свое время решение привлечь в качестве заказчика по работам в зоне затопления региональные власти «оказалось ошибочным и последствия его негативно сказались на всем ходе строительства и эксплуатации ГЭС... Из-за местнической, конъюнктурной позиции, которую заняли руководство республики Марий Эл и Нижегородской области», остался нерешенным ряд задач, предусмотренных проектом. В их числе сооружение железнодорожного перехо-



Автомобильный переход

Появление Чебоксарской ГЭС позволило увеличить выработку электроэнергии в энергосистеме в средний по водности год на 3,34 млрд кВт/ч и повысить энергоотдачу нижележащих ГЭС Волжского каскада на 190 млн кВт/ч. При заполнении Чебоксарского водохранилища до проектной отметки выработка электроэнергии на гидроэлектростанциях Волжско-Камского каскада может значительно возрасти.

## Особенности эксплуатации Чебоксарской ГЭС

**В.Д. Дорофеев**, ветеран Чебоксарской ГЭС:

«Мы приехали в Новочебоксарск в сентябре 1980-го с Токтогульской ГЭС вместе с Владимиром Бочаровым. Он возглавил электротехническую лабораторию, я – группу автоматики и тиристорного возбуждения. Стояла задача подготовить систему автоматической защиты, управления и возбуждения агрегатов в тесном взаимодействии с монтажниками, наладчиками, проектировщиками. Объем работы был невероятный. Выявляли множество дефектов в поступающем оборудовании, недоделок, ошибок в проекте. В ту пору жена и дети видели меня дома очень редко. Мы практически ночевали на станции, но первый агрегат запустили. Со следующими мучений было меньше, но пару раз Новый год приходилось встречать в машинном зале ГЭС.

Надо сказать, что в предпусковой период здесь собрали костяк из опытных эксплуатационников, приглашенных с действующих станций. Квалифицированные специалисты подбирали и обучали местные кадры. Такой метод их расстановки и подготовки, практиковавшийся в СССР со времен принятия

да через Волгу, снижение угрозы паводковых затоплений в нижнем бьефе, санитарно-гигиеническое благополучие в зоне водозаборов городов Волжский, Зеленодольск, Казань. По их пессимистическим прогнозам, «проблема пониженной отметки водохранилища, видимо, в обозримом будущем, решена не будет...»

Тем временем еще в конце 1980-х было отмечено: сопоставление проекта Чебоксарской ГЭС с проектами других гидроэлектростанций Волжско-Камского бассейна ставит ее в один ряд с высокоэкономичными и эффективными гидроузлами, решающими крупные народнохозяйственные задачи. Несмотря на высокую стоимость мероприятий по зоне водохранилища, Чебоксарский гидроузел является эффективным, комплексным и важным объектом для развития производительных сил в Европейской части СССР. Благодаря комплексному использованию гидроузла срок окупаемости Чебоксарской ГЭС составляет немногим более 4 лет.

плана ГОЭЛРО, обеспечивал своевременную ротацию, обновление, повышение квалификации специалистов, передачу опыта и традиций. Одна из лучших черт российских энергетиков – высочайшая степень ответственности за порученное дело. К примеру, на Чебоксарской ГЭС я не знаю людей, кто был бы не готов в любое время суток прибыть на устранение неполадок и трудиться до полного завершения работ, не спрашивая о дополнительной оплате и отгулах. «Электроснабжение непрерывно!» — эта заповедь непререкаема и свята для энергетиков, к сословию которых имею честь принадлежать с 15 лет».

**С.Г. Гурьев**, ветеран Чебоксарской ГЭС:

«В первый год эксплуатации сложности были. Затворы, которые были смонтированы для водосбросов, еще не все могли быть подняты крановым оборудованием, потому что работал всего один кран. Поэтому пропускали через водосливную плотину. Там тоже были определенные сложности с пропуском половодья, потому что инструкцию, которую выдавали проектировщики (вплоть до того,

какой пролет насколько открывать по высоте), не всегда получалось соблюдать. Я был как раз поставлен на эту работу, на контроль. Соответственно, с меня требовали постоянно. Надо было каждое утро докладывать, что в течение суток происходит: что открыто, насколько открыто.

Опять же, повреждения случаются: крановое оборудование, какой-то механизм отказывает. Поэтому была налажена постоянная связь с проектировщиками мехоборудования – с запорожским филиалом Гидростали, который проектировал все затворы, решетки, краны. Проектировщики оперативно реагировали на все сигналы через свое представительство на гидростанции...

Считаю, что на ГЭС неэффективно используется оборудование. Все это из-за недостроенности: не набрали уровень в водохранилище – теряем выработку. И судоходство страдает. Да и рыбное хозяйство. Объем водохранилища маленький, поэтому во время половодья вода перемешивается, загрязняется и такая проходит через турбины.

Должен сказать об особенности Чебоксарской ГЭС: у нас установлены экологически чистые тур-

бины, исключаяющие утечку масла в воду. Завод-изготовитель гарантирует их нормальную эксплуатацию при величине напора (разнице между уровнями верхнего и нижнего бьефов) от 6,5 до 20 метров. При этом расчетный напор, создающий наиболее благоприятные условия для работы агрегатов, – 12,4 метра, а у нас он 8-9. Когда станция не работает, всю ночь копит воду, к утру вода внизу на отметке 53, вверху – 63. Утром после включения агрегатов примерно через полчаса перепад уровней уменьшается, а с ним и мощность машин. При напоре в 8 метров вместо 12,4 выработка в полтора раза меньше расчетной. В 2004 году при отметке водохранилища 68 метров мы вырабатывали бы 3,5 млрд кВт/ч электроэнергии, а даем 2,1. Кроме того, из-за недостаточного напора на машинах наблюдается повышенная вибрация, а это более частые ремонты (вместо одного – два-три в год) и лишние расходы. В паводок режим работы станции меняется. Большую воду используем с максимальной отдачей. На весну ремонты не планируем, с конца марта до середины мая все агрегаты трудятся круглые сутки, вырабатывают электроэнергию



Вид на водосливную плотину Чебоксарской ГЭС

по полной программе. Если вода продолжает прибывать, открываем донные водосбросы. Не помогает – на помощь приходит водосливная плотина. В 1994-м на ней открыли половину затворов. Накапливать воду мы не можем – топим Козьмодемьянск вверху; сбрасывая, можем залить Кокшайск внизу. Приходится мавеврировать потоком, чтобы не пострадал ни тот, ни другой...

Самое трудное было при монтаже. Нелегко запускался первый агрегат. Самый первый – значит, самый сложный. Как всегда бывает: недостроенность зданий и сооружений. Как первый блин... Решение о пуске первого агрегата было принято пятилетним планом (а это уже 1980 год, завершающий год десятой пятилетки). Но получилось, что наша турбина задерживалась на ЛМЗ. Не так-то просто тогда было получить этот агрегат, я тогда сам этим занимался. Завод отправляет, а там какие-то неувязки получаются. На вагоне написано: «Для Чебоксарской ГЭС», а почему-то направляют на Нижнекамскую. Было принято решение перехватить с Нижнекамской ГЭС. Ничего, успели. Кстати, это единственный маслonaполненный агрегат Чебоксарской гидростанции...

Было много мороки с турбинами, потому что в 1982 году, через год с небольшим после установки, они начали ломаться. Третья машина у нас была смонтирована в конце 1981 года, а уже в октябре 1982 года, через год эксплуатации, произошли поломки механизма поворота лопастей. Приходилось заниматься восстановлением работоспособности гидротурбин, а потом уже параллельно шли работы по переводу сегментов подпятников гидрогенераторов на фторопластовую основу. Решение о переводе подпятников на фторопласт было принято уже на уровне Минэнерго СССР. Начиная с 1983 года, у нас планомерно вводились новые турбины, а сегменты подпятников заменялись во время монтажа. На тех агрегатах, которые уже действовали, замену проводили при капитальных ремонтах или при выходе их из работы. Девятый агрегат мы пустили с новыми сегментами при монтаже, а первые восемь нам пришлось менять во время ремонта.

В отношении кавитационного износа наши турбины оказались удачной конструкции, в отличие от турбин других станций Волжско-Камского каскада».

**Ф.Д. Дмитриев, ветеран Чебоксарской ГЭС:**

«Примерно лет семь-восемь назад на ГЭС образовали группы АСУТП. А получилось как. У нас в электротехнической лаборатории работал Владимир Исаакович Брегер. Он был старшим инженером в группе РЗА, занимался противоаварийной автоматикой. В те времена он у нас был первым специалистом, который окончил ГЗПИ по специальности, связанной с радиоэлектроникой, и разбирался в компьютерной технике. Помню, как се-

годня: купили первый компьютер, по тем деньгам за 70 тысяч рублей – а это десять автомобилей "Жигули". Стали осваивать.

По моему рапорту из группы РЗА выделили двоих специалистов для группы АСУ: Брегера как руководителя и электромеханика Андрея Александровича Бугаева (он по сей день работает в этой группе, только теперь их объединили со связистами и создали целую службу – АСДТУ).

Можно сказать, благодаря стараниям Брегера и Русинова мы начали заниматься внедрением новой системы управления гидроагрегатами, которая раньше работала на механических реле. Заключили договор с НИИ, с заводами ЛАРа, разработали конструкцию. И вот 7 февраля 2002 года ввели в эксплуатацию ЭМСУК "Волна". Уже начиная с первого-второго агрегата, мы стали ставить низкопроцессорную систему термоконтроля. Все это в комплексе называется ПТК (программно-технический комплекс) "Волна".

Разработки наши, отечественные, поставленные по соглашению с заводом "Милар". Такое же устройство, низкопроцессорная система термоконтроля, в фирмах "Сименс", "АББ" и у других зарубежных производителей раза в три-четыре, наверное, дороже, чем наше. Но нас больше устраивает наше детище. Именно наше, потому что систему разработали по нашему техзаданию, мы сами принимали участие в разработке, ездили во ВНИИР. Потом, когда завод разрабатывал, тоже ездили. Конечно, первый комплекс монтировали вместе с заводчанами и учеными, ну а сейчас уже можем сами смонтировать, размонтировать, наладить. Да в случае чего, поскольку завод рядом, оттуда приедут по первому зову: у нас с ними договор на сервисное обслуживание...»

**В.Д. Дорофеев:**

«Вырабатывая электроэнергию в часы наибольшего потребления, наша ГЭС обеспечивает надежность работы Единой энергосистемы страны. Созданное водохранилище частично улучшило условия судоходства на Волге. Станция наполовину покрывает потребности Чувашии в электричестве. Это позволило вывести республику в число энергоизбыточных регионов страны. Чувашские тарифы на этот ресурс ниже общероссийских, что создает более выгодные условия для развития промышленности. Значение предприятия для города трудно переоценить, и оно будет возрастать.

Двадцать пятого ноября 2005 года в Чебоксарах состоялось совещание с участием министра экономического развития России Германа Грефа, где компания "ГидроОГК", в которую входит ОАО "Чебоксарская ГЭС", представила программу подъема уровня водохранилища. До какой отметки – 68 или 65? На этот вопрос должны дать ответ специалисты Гидропроекта. Оптимальна и экономически целесообразна отметка 68 метров. Под этот

уровень уже построена большая часть объектов инженерной защиты. Их нужно кое-где отремонтировать, кое-где восстановить. Нынешняя отметка 63 однозначно признана наносящей ущерб...»

В 2005 году ОАО «Чебоксарская ГЭС» выработало 2154 млн кВт/ч электроэнергии, или 98 % от плана (2200 млн кВт/ч). Полезный отпуск электроэнергии составил 2113 млн кВт/ч.

По результатам 2005 года программа ремонтов, технического перевооружения и реконструкции Чебоксарской гидроэлектростанции выполнена на

общую сумму 149706 тыс. рублей, что составляет 91 % от плана (отставание от плана связано со срывом работ и поставок гидротурбинного оборудования рядом поставщиков). В 2005 году на ОАО «Чебоксарская ГЭС» выполнены капитальные ремонты на трех гидроагрегатах. Завершена модернизация ротора гидроагрегата № 5, в рамках реконструкции гидроагрегата № 10 начаты работы по замене железа обода ротора. Произведен ремонт рабочих затворов, затворов донных водосбросов, заменено электрическое оборудование на ячейках открытого распределительного устройства 220 кВ.

## **Современное состояние и оценка безопасности гидросооружений Чебоксарской ГЭС**

Оценка состоянию и надежности гидротехнических сооружений гидроузла была дана в акте обследования, проведенного в июле 2002 года.

Визуальные осмотры, анализ данных натурных наблюдений, сравнение их с критериями безопасного состояния показывают, что прочность и устойчивость гидротехнических сооружений Чебоксарской ГЭС обеспечена.

Тарировка водопропускных сооружений гидроузла не проводилась; значительная (в отдельные периоды года) неувязка водного баланса свидетельствует о необходимости уточнения их расходных характеристик.

Имеются ограничения по пропуску расчетных максимальных расходов воды через створ гидроузла, так как согласно заключению института ОАО «Волгаэнергопроект-Самара» камеры шлюза не могут участвовать в пропуске половодья вероятно-

стью превышения 1 % и менее, что противоречит проектной схеме пропуска половодья. Комиссия считает необходимым ОАО «Волгаэнергопроект-Самара» разработать инструкцию, в которой предусмотреть использование камер шлюзов в пропуске высоких половодий.

В целом состояние всех обследованных комиссией гидротехнических сооружений и их конструктивных элементов удовлетворительное, не вызывающее опасения при их дальнейшей эксплуатации. Фактические значения осадок, горизонтальных смещений и фильтрационных напоров находятся в пределах критериальных. Наличие материальных ресурсов, дорожно-транспортной техники, подготовленного персонала обеспечивает готовность объекта к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях.



Здание гидроэлектростанции

## **Нижнекамская ГЭС**

Строительство Нижнекамского гидроузла было начато по распоряжению Совета Министров СССР № 549р от 19 марта 1963 года. Проектное задание на строительство Нижнекамской ГЭС, представленное ГПК СССР по энергетике и электрификации, было утверждено в июне 1964 года со следующими показателями: установленная мощность ГЭС – 1080 тыс. кВт; среднегогодовая выработка электроэнергии – 2550 млн кВт/ч.

В дальнейшем проектное задание неоднократно уточнялось и дополнялось по замечаниям и предложениям союзных министерств и правительств РСФСР, Татарской, Башкирской и Удмуртской АССР, территорию которых затрагивало строительство ГЭС и водохранилища. В уточненном проектном задании 1968 года, составленном Куйбышевским филиалом института «Гидропроект», были приняты значительные изменения ранее утвержденных проектных решений. В результате проектно-исследовательских и научно-исследовательских работ, выполненных на стадии рабочего проектирования и с учетом получения экономического эффекта от унификации гидроагрегатов Нижнекамской и Чебоксарской ГЭС, было принято решение об установке шестнадцати гидроагрегатов мощностью 78 тыс. кВт с увеличением мощности гидроэлектростанции до 1248 МВт. В связи с сокращением числа водосбросных отверстий ГЭС при переходе от восемнадцати к шестнадцати гидроагрегатам в состав основных сооружений гидроузла была включена бетонная водосливная плотина пропускной способностью 6190 м<sup>3</sup>/с. Шлюз был смещен в сторону нижнего бьефа так, что на месте нижних голов по прежним проработкам оказались верхние головы. Смещение было проведено по геологическим условиям основания, уточненным в ходе изысканий под рабочие чертежи.

Значительные изменения в уточненном проектном задании коснулись зоны затопления, что привело к резкому увеличению затрат – в основном за счет включения в смету расходов на сооружение инженерной защиты нефтяных месторождений, разведанных и введенных в эксплуатацию после утверждения проектного задания 1964 года, а также стоимости защиты сельскохозяйственных низин, повышения размеров компенсации за сносимые жилые строения, стоимости строительства новых жилых и культурно-бытовых объектов и т.д.

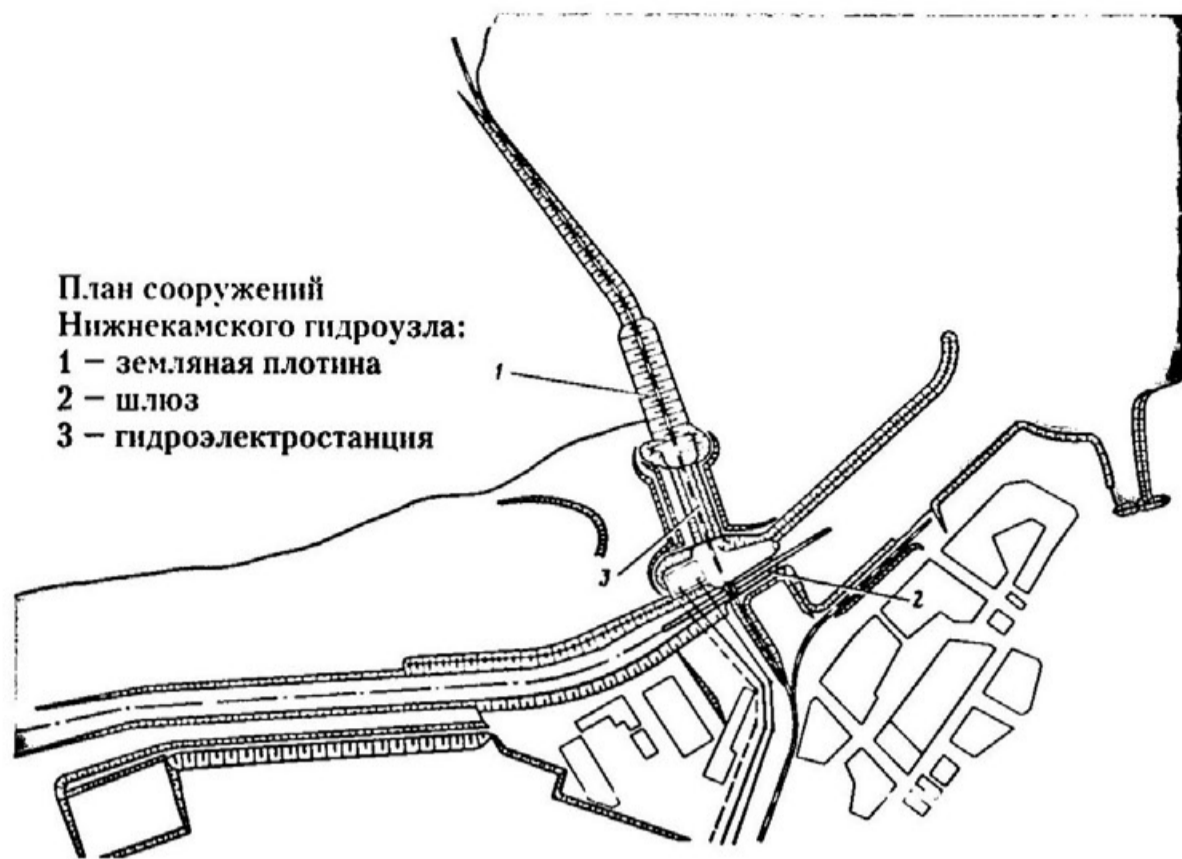
В соответствии с уточненным проектным заданием пуск первых гидроагрегатов намечался в 1972 году, всей гидроэлектростанции на полную мощность – в 1974 году.

Однако в 1969 году уточненное проектное задание не получило положительного отзыва Государственной экспертной комиссии Госплана СССР, в постановлении которой было отмечено: «Считать крайне нежелательной потерю больших площадей высокоплодородных пойменных земель от затопления, вызванного высокой отметкой НПУ, принятой в проекте...» Министерство сельского хозяйства полагало, что целесообразно оставить отметку НПУ 68 м – с учетом выплаты рассчитанной правительством Татарстана компенсации «переселяемого сельскохозяйственного производства». Как отмечают авторы книги «В золотых огнях гидроэлектростанции...», выступление представителей руководства республики «в защиту отметки 68,0 м послужило краеугольным камнем в решении проблемы».

В 1965 году была создана дирекция строящейся Нижнекамской ГЭС, первым директором был назначен М.Е. Хотимский (в 1969 году его сменил М.Г. Юсупов, в 1988-м – Р.Г. Айсин), главным инженером – Л.П. Махов.

Работы на строительстве гидроузла развернулись в 1969 году: в январе началась укладка бетона в блок водобоя ГЭС и подготовка к бетонированию плит левобережного сопряжения и откосов ковша рисбермы, в августе был сдан в эксплуатацию первый растворобетонный завод. Тем временем началось строительство Камского автомобильного завода, и в 1970-1974 годах темпы работ на гидроузле заметно снизились.

Тридцать первого марта 1975 года министр энергетики и электрификации П.С. Непорожний и первый секретарь обкома КПСС ТАССР Ф.А. Табеев обратились в Совет Министров СССР – письмо ЭС-249 «Об установлении срока ввода в действие Нижнекамской ГЭС на р. Каме» – с просьбой утвердить срок ввода в действие первой очереди ГЭС с пуском четырех агрегатов мощностью 78 МВт каждый и мостовых переходов в 1978 году.



В том же году вышел приказ Минэнерго № 139 «О мерах по форсированию строительства Нижнекамской ГЭС в 1975-1976 годах». На строительство Нижнекамского гидроузла были привлечены дополнительные силы.

Двадцатого июля 1976 года бригада З.Г. Юнусова из СМУ-34 Гидростроя уложила миллионный кубометр бетона в сооружения ГЭС. В 1977 году в дирекцию строящейся ГЭС прибыли первые специалисты-эксплуатационники с действующих гидроэлектростанций страны. Вскоре начальники смен и дежурные инженеры будущей ГЭС начали стажировку на Саратовской, Воткинской и Чебоксарской гидроэлектростанциях.

Двадцать пятого октября 1978 года затоплен котлован Нижнекамской ГЭС, второго ноября завершено перекрытие Камы.

В 1979 году пушены первые два гидроагрегата, а в 1989 году – 16-й агрегат третьей ступени Камского каскада – Нижнекамской ГЭС.

До настоящего времени, в связи с противодействием радикально настроенных «зеленых» и административными барьерами (а проблема гидроузла затрагивает интересы трех республик – Татарстана, Башкортостана и Удмуртии), многие работы по вводу в эксплуатацию второй очереди Нижнекамской ГЭС не завершены. Гидроузел эксплуатируется на отметке 63,3 м – при НПУ 68 м.

Подсчитано: подъем уровня водохранилища до проектной отметки позволит ежегодно получать дополнительный прирост электроэнергии в объеме около 1 млрд кВт/ч, экономить 360 тыс. т условного топлива. Завершается работа над проектом обоснования инвестиций в достройку сооружений гидроэлектростанции и водохранилища, а также оценки воздействия предполагаемого подъема уровня воды на окружающую среду.

## Особенности эксплуатации и современное состояние Нижнекамской ГЭС

Эффективная работа Нижнекамской ГЭС в условиях промежуточной отметки водохранилища с первых лет эксплуатации являлась результатом усилий инженерно-технического персонала станции, обеспечивающего эксплуатацию гидроагрегатов на малых и сверхмалых напорах. Гидроэлектростанция работала в остропиковом режиме в условиях практически отсутствующей регулирующей емкости водохранилища. Приточность определялась сбросами Воткинской и Камской ГЭС, а также водностью

реки Белой, естественность которой периодически корректировалась работой Павловской ГЭС. Внизу постоянно ощущался подпор Куйбышевского водохранилища. Шла неустанная борьба за сохранение напора, который в паводок катастрофически снижался. Персоналу гидроэлектростанции приходилось так маневрировать режимом работы, чтобы сохранить уровень верхнего бьефа на максимально разрешенной отметке, не «задрать» нижний бьеф, не потерять напор.



Сведения гидрометбюро порой не соответствовали фактической приточности, и зачастую работникам службы главного инженера приходилось самостоятельно корректировать прогноз половодья, оценивая по сведениям о снегозапасах вероятный ход паводка в бассейнах рек Камы и Белой, а также планы набора Воткинского и Камского водохранилищ. Успех прохождения паводка оценивался прежде всего безостановочной работой агрегатов, что в конечном итоге сказывалось на годовых экономических показателях ГЭС.

Пробный пуск первого гидроагрегата Нижнекамской гидроэлектростанции на холостом ходу был произведен 28 апреля 1979 года. Двадцать третьего июня состоялся повторный пуск первого гидроагрегата на холостом ходу, после чего начались наладочные испытания. Включение генератора под нагрузку осуществлялось по резервной схеме выдачи мощности. Первое включение под нагрузку производил В.А. Нечипоренко. Тридцатого июня Государственной комиссией был подписан акт приемки в эксплуатацию законченного строительством пускового комплекса гидроагрегата № 1, а 30 декабря 1979 года был пущен и включен под нагрузку гидроагрегат № 2. В ночь с 30 на 31 декабря гидроагрегаты № 1 и № 2 были включены в Единую энергосистему. Первую синхронизацию и включение генераторов в сеть выполнил начальник смены ГЭС Е.Я. Ястребов.

После постановки гидротехнических сооружений под напор выявилась необходимость проведения цементационных работ напорных стенок в левобережном устье, сухой потерне здания гидроэлектростанции и водосливной плотине. Особое беспокойство вызывало состояние уплотнений межсекционных деформационных швов. Шахтные шпонки, заполненные мастикой, интенсивно фильтровали, осложняя строительство. При попытках разогреть мастику перегорали нагревательные стержневые электроды, смонтированные на всю высоту шпонок. Строители были вынуждены на первом этапе задействовать погружные насосы для постоянного водопонижения уровня воды в деформационных швах здания ГЭС. Устранение дефектов шахтных шпонок до сих пор доставляет немало забот эксплуатационникам. Эта работа и по сей день является самой трудоемкой и сложной на гидросооружениях.

В 1980 году продолжалось приращение мощности ГЭС и одновременно проблем эксплуатации. Гидроагрегат № 3 был введен в строй 21 апреля, четвертый – 30 сентября 1980 года. За этот год было выработано 700 млн кВт/ч электроэнергии. При этом для ее выработки использовано 43,4 % годового притока воды в водохранилище, остальные 56,5 % приточности были пропущены транзитом вхолостую через водосливы и донные водосбросы, в основном в паводок.

Строители развернули работы на третьей и четвертой секциях здания ГЭС, сдали под монтаж конструктивы пятого агрегата.

По мере приращения машзала стали проявляться дефекты кровли, стеновых ограждений, шахтных и контурных шпонок межсекционных деформационных швов. Вызывала беспокойство повышенная вибрация верхних строений машзала при открытии донных водосбросов в паводок.

Турбинистов беспокоила недостаточная прочность опорных узлов сегментов турбинных подшипников и повышенная величина биения вала гидроагрегата по причине механического дисбаланса рабочих колес. На холостом ходу отмечалась повышенная вибрация крышек турбин. В этот же период был выявлен прогрессирующий износ втулок маслоприемников из-за биения штанг.

#### **Н.К. Малинин:**

«Нижнекамская станция запомнилась, конечно, очень здорово – как самая одиозная станция, на которой я был, с точки зрения нелепых технических решений. Если можно собрать все нелепости и несуразности, то, по-моему, все там и было собрано. Проектировал ее не Мосгидропроект, а Куйбышевгидропроект. Станция имеет несколько этажей, и на каждом этаже установлено тяжелое оборудование, которое нужно ремонтировать и обслуживать. Грузовые люки на станциях обычно делают в одном месте, чтобы можно было одним краном работать, а на Нижнекамской ГЭС люки расположены в разных местах, и поэтому работники, которым нужно было все это “тягать”, говорили: “Если бы мы видели этого проектировщика, мы бы подвесили его на этом кране”. В результате персоналу станции пришлось приделывать к потолку на каждом этаже специальные балки...

Почему эта ГЭС оказалась такая тяжелая? Нижнекамская и Чебоксарская ГЭС строились одновременно. Вначале и на Нижнекамской, и на Чебоксарской ГЭС было предложено установить разнотипное оборудование – разные по диаметру турбины. Не помню уже, но кому-то пришла идея (а делал турбины Ленинградский металлический завод): “А что если мы вместо того, чтобы делать шестнадцать одних агрегатов и восемнадцать других, сделаем все однотипные – серией. В этом случае у нас затраты резко уменьшаться, а проект станции пусть переделают”. И когда станцию стали строить – турбины были уже другие. Пришлось сразу же на месте переделывать проект под новые турбины. Говорят, на переправе коней не меняют, а тут пришлось менять.

Я работал на ГЭС, когда она была в начальной стадии эксплуатации, там еще и персонал был не совсем опытный. Потом все устоялось, но вначале, конечно, были проблемы...»

После годичной работы в условиях пониженного напора было проведено обследование гидроагрегата № 1 и принято решение о досрочном выводе его в ремонт с осушением проточного тракта.

Специалистам-электрикам много неприятностей доставили выпрямительные трансформаторы системы возбуждения: неоднократно происходил пробой изоляции то при проведении высоковольтных испытаний перед вводом в эксплуатацию, то при работе в сети. После комиссионного ознакомления с технологией изготовления этих трансформаторов поступило предложение усилить изоляцию, что и было выполнено заводом.

Неожиданный сюрприз преподнес первый генератор – после пуска была выявлена асимметрия фазных напряжений. В результате многочисленных испытаний, проведенных с участием сотрудников из ВНИИЭ, Союзтехэнерго, НИИ «Сибэлектротяжмаш», была выявлена и устранена причина, заключающаяся в неправильной сборке выводных концов обмотки статора генератора на заводе.

В 1981 году в эксплуатацию было введено четыре гидроагрегата, к концу года в работе находилась уже половина агрегатов станции общей установленной мощностью 624 МВт. В этом же году впервые годовая выработка превысила миллиардный рубеж и составила 1,11 млрд кВт/ч. Выданная большей частью в часы максимальной нагрузки, эта энергия положительно сказалась на надежности энергосистемы.

В условиях постоянного дефицита генерирующих мощностей в энергосистеме ремонтным службам Нижнекамской ГЭС приходилось неделями ожидать разрешения на вывод из работы энергооборудования для производства даже плановых профилактических или ремонтных работ, сокращать до минимума время проведения необходимых операций.

В течение третьего года эксплуатации, совмещаемой с продолжением строительства, были проведены капитальные ремонты второго и третьего агрегатов, освоены их автоматические пуски и остановки. Введена в работу автоматика компрессорной станции, маслonaпорных установок, систем техводоснабжения и осушения проточного тракта агрегатов, дренажных и лекажных насосов. Задействованы по полной схеме колонка автоматики агрегатов и система автоматического пожаротушения кабельных тоннелей.

Заявили о себе генераторные выключатели ВВГ-20, проблема эксплуатации которых была связана с малым коммутационным ресурсом (1000 операций). Эта серия выключателей предназначена для работы станции в базовом режиме, в то время как Нижнекамская ГЭС работает в пиковом режиме и операции включение-отключение выполняются очень часто, иногда несколько раз в сутки. В таких условиях быстро изнашиваются кинематическая схема и резиновые уплотнения, разбирается контактная система, что приводит к нарушениям в работе. Уже через несколько лет после ввода практически все генераторные выключатели исчерпали свой коммутационный ресурс, и посыпался град отказов. В результате переговоров с заводом-изготовителем было принято решение о восстановлении и модернизации всех выключателей в заводских условиях, и в течение 1992-1998 годов эта работа была выполнена.

На территории хозяйственного двора станции началось строительство материально-технических складов, здания автохозяйства, здания гидроцеха с примыкающими производственными корпусами столярной и краскоприготовительной мастерских. Интенсивно велась работа по наращиванию стоек и бетонированию ригелей эстакады мостового перехода по зданию гидростанции.

В апреле 1983 года во время проведения планового капитального ремонта гидроагрегата № 1 была осуществлена первая замена сегментов подпятника агрегата с баббитовым покрытием на сегменты с покрытием из фторопласта производства Чебоксарского завода ЭМЗ «Энергозапчасть», которые выдерживают удельную нагрузку, почти в 1,5 раза превосходящую номинальную для подпятников гидроагрегатов Нижнекамской ГЭС. Их применение позволило снять практически все ограничения на работу подпятников. В мае 1987 года при капитальном ремонте гидроагрегата № 14 турбинный цех впервые выполнил эту работу самостоятельно. Замена покрытия сегментов на всех агрегатах завершена в 1988 году.

Турбины, изготовленные для Нижнекамской ГЭС на Ленинградском металлическом заводе, показали высокую надежность работы в расчетных режимах и при напорах ниже расчетных в период пропуска паводка. Эти турбины отличает низкий кавитационный износ лопастей и камеры рабочего колеса, надежная работа направляющего аппарата и маслonaпорной установки. Но со временем выявились и серьезные конструктивные недоработки. В частности, конструкция опорных узлов направляющего подшипника турбины оказалась нероботоспособной. От клиновой регулировки отказались в первый месяц эксплуатации, перешли на жесткую регулировку зазоров на прокладках. Завод-изготовитель изменил конструкцию опорных узлов, они были заменены на первых девяти агрегатах в период ремонтов. Впоследствии, в 1988 году, по опыту Чебоксарской ГЭС, и другие гидроэлектростанции перешли на свободное опирание сегментов, что значительно увеличило надежность работы опор.

Обнаруженные после нескольких лет эксплуатации трещины на нержавеющей рубашке вала турбинного подшипника разделялись и заваривались.

Обнаруженные после нескольких лет эксплуатации трещины на нержавеющей рубашке вала турбинного подшипника разделялись и заваривались.

В 1983 году были поставлены под нагрузку гидроагрегаты № 12, 13 и 14. Пуск в работу гидроагрегата № 12 знаменателен тем, что именно с него начался монтаж гидротурбин с экологически чистыми рабочими колесами. Рабочие колеса турбин типа ПЛ-20-811-В-1000, установленных на Нижнекамской ГЭС и рассчитанных на максимальный напор 18,5 м, – одни из самых больших в мире. У экологически чистых турбин корпус рабочего колеса заполнен водой, попадание масла в реку исключено.

1984 год отличался от предыдущих растянутым во времени паводком меньшей интенсивности и высоты паводковой волны. В связи со сработкой Куйбышевского водохранилища еще до прихода большой воды сверху уровень нижнего бьефа Нижнекамской ГЭС оставался значительно ниже обычного. Это позволило не только не останавливать агрегаты из-за потери напора, но и не открывать водосливную плотину, а лишь на несколько дней приоткрыть донные водосбросы. Однако это чуть не стало причиной аварии на станции. Во время паводка через проломленную часть сороудерживающей решетки в спиральную камеру агрегата проник огромный, весом не менее тонны, пень с разлапистыми остатками корней, втиснулся между лопатками направляющего аппарата и препятствовал его закрытию. Водолаз Рустам Хазимуратов добрался под водой к направляющему аппарату и сумел предотвратить беду.

В 1984 году был пущен пятнадцатый агрегат. В преддверии пуска последнего шестнадцатого агрегата обострился вопрос наполнения Нижнекамского водохранилища до проектной отметки. Поскольку сроки сооружения защитных дамб в зоне водохранилища чрезмерно затянулись, появилась необходимость выполнения ряда ранее неучтенных работ и привлечения дополнительных средств: Минэнерго СССР повторно уточнило проект на строительство Нижнекамской ГЭС и представило его на согласование в Госплан и Госстрой СССР. Возникли альтернативные предложения о снижении проектного подпорного уровня водохранилища с отметки 68,0 м до отметок 66,0 м; 64,0 м и 62,0 м.

Шестнадцатый гидроагрегат был смонтирован, обязан всеми системами жизнеобеспечения, автоматики и защит, то есть полностью готов к пуску уже довольно длительное время. Но надежда ввести его в работу одновременно с подъемом уровня водохранилища до проектной отметки и тем самым поставить большую точку в истории строительства гидроузла не оправдалась. И пуск 16-го гидроагрегата с установленной мощностью 35 МВт (условно, в связи с промежуточной отметкой водохранилища), который состоялся 30 сентября 1987 года, к большому сожалению строителей и эксплуатационников Нижнекамской ГЭС, не стал праздником

для страны, хотя это событие должно было стать значительным и для Камгэсэнергостроя, и для Набережных Челнов.

Паводок 1987 года оказался рекордным в восьмидесятые годы по максимальной приточности – свыше 15 тыс. м<sup>3</sup>/с. Более месяца были открыты донные водосбросы и водосливная плотина. В этот период вхолостую пропущен 31 км<sup>3</sup> стока – треть годовой приточности. Из-за потери напора гидроагрегаты простояли пятнадцать суток. Соответственно снизились и годовые показатели выработки электроэнергии (1,35 млрд кВт/ч). В 1987 году был выполнен расширенный капитальный ремонт второго агрегата с полным демонтажем и разборкой. К тому времени персонал электроцеха своими силами уже выполнил капитальный ремонт высоковольтного выключателя № 6 на ОРУ-500...

Год 1989-й запомнился неординарным событием: 11 ноября город вздрогнул от подземного толчка. Рашид Сабирович Гайнельянов, старейший работник Нижнекамской ГЭС, начальник смены станции, находился в этот день на дежурстве. Он вспоминает: «Был рядовой субботний день. Смена обещала быть спокойной. Внезапно качнуло под ногами пол и с грохотом “сыграл” подвесной металлический потолок. Я долгое время жил в Средней Азии, приехал в Челны с Нурекской ГЭС, и мне знакомы ощущения подземных толчков. Поэтому я не сомневался в том, что произошло.

Тут же позвонили ребята из машинного зала: “Что случилось? Работающие агрегаты вздрогнули. Что за удар?” Я высказал им свои догадки и отдал распоряжение внимательно осмотреть оборудование, уделив особое внимание шахтам турбин и нижним отметкам. Звонили из города руководители станции и подразделений. Всех интересовал один вопрос: “Все ли в порядке?” К счастью, все обошлось...» [2].

В течение 1990 года были освоены системы автоматического регулирования частоты и активной мощности на базе аппаратуры КТС ГРАМ, установки централизованного контроля температуры технологических процессов А-701 на агрегатах №№ 1-4. Выполнена настройка ограничителя минимального возбуждения с астатической характеристикой на всех машинах. Выполнен первый капитальный ремонт блочного трансформатора 400 тыс. кВА. В течение 1993-1994 годов при выполнении капитальных ремонтов на турбинах 16 и 14-го агрегатов восстановлен поворот-лопастной режим; наращены до проектных отметок штрабные гребни двух пролетов водосливной плотины (в них уложено по 1200 кубометров бетона в каждый); выполнен ремонт понура водосливной плотины. Перед паводком 1995 года было закончено бетонирование до проектной отметки гребня последнего, третьего штрабного пролета водосливной плотины.

В 1996 году подано одно из наиболее ярких рацпредложений. Работа группы авторов в составе В.Н. Гужавина, М.М. Ткачева, С.Н. Малыгина (НКГЭС); А.Р. Завьялова, Г.М. Миннахметова (Камспецэнерго) называлась «Переклиновка обода ротора с нагревом в расточке статора гидроагрегата».

При проектировании, сооружении и эксплуатации Нижнекамской ГЭС был реализован целый ряд новых технических решений, а именно:

- проточная часть турбин, запроектированная по лицензии шведской фирмы «Нохаб», повышает КПД агрегатов на 3 % (и как следствие, увеличивает мощность ГЭС на 32 тыс. кВт, а годовую выработку электроэнергии на 50 млн кВт/ч (при НПУ 68,0 м);

- главная схема электрических соединений выполнена укрупненными блоками «4 генератора + трансформатор» мощностью 400000 кВА; каждая пара генераторов имеет один общий выключатель;

- выход в распределительное устройство от блочных трансформаторов выполнен маслонаполненными кабелями 500 кВ, проложенными в подземных туннелях;

- применение тиристорного возбуждения генераторов в сочетании с автоматическими регуляторами возбуждения сильного действия обеспечивает высокую устойчивость работы ГЭС в энергосистеме;

- управление, регулирование и контроль работы электромеханического оборудования осуществляется автоматически с использованием средств телемеханики ближнего действия; оптимальный режим гидроагрегатов поддерживается с помощью автоматических устройств группового регулирования активной и реактивной мощностей; устройства автоматики обеспечивают пуск и включение в сеть резервного гидроагрегата за 40-60 секунд;

- на открытом распределительном устройстве (ОРУ-500) применены воздушные выключатели типа ВНВ-500, в которых для гашения электрической дуги используется сжатый воздух под давлением 40 кгс/см<sup>2</sup>; для глубокой осушки воздуха в пневмохозяйстве ОРУ-500 кВ применено редуцирование давления с 230 кгс/см<sup>2</sup> до 40 кгс/см<sup>2</sup>;

- струнный створ с успокоительными ваннами, предназначенный для наблюдений за сдвиговыми деформациями секций здания ГЭС, заменен в сухой потере на створ высокоточного оптического контроля как более технологичный и надежный.

В 1994 году на гидроэлектростанции введен в работу комплекс автоматизированных рабочих мест оперативного персонала на базе ПЭВМ, в 1995 году начались работы по созданию автоматизированной системы управления технологическими процессами.

В 2002 году на Нижнекамской ГЭС была достигнута максимальная с начала эксплуатации годовая выработка электроэнергии – 2,09 млрд кВт/ч. Была введена система АСКУЭ-1. В КРУ 6 кВ введена дуговая защита и установлены первые вакуумные выключатели.

В 2003 году впервые за годы эксплуатации станции проведена диагностика состояния кабельных линий 500 кВ и блочных трансформаторов: введена АСКУЭ-3; при содействии ЦКТИ им. Ползунова модернизировано устройство комбинаторной зависимости регулятора гидротурбин. Тогда же на гидроузле введен программный комплекс мониторинга состояния гидротехнических сооружений «БИНГ-2»...

В сентябре 2001 года, с целью всестороннего публичного рассмотрения проблемы подъема уровня Нижнекамского водохранилища, на ГЭС прошло выездное совместное пленарное заседание научно-технического совета РАО «ЕЭС России» и научного совета Российской академии наук по теме «Программа развития и концепция технического перевооружения гидроэнергетики России на период до 2015 года». На заседании были рассмотрены проблемы и перспективы подъема отметки Нижнекамского водохранилища; значение и роль Нижнекамской ГЭС рассматривались как важная составляющая программы развития гидроэнергетики европейской части России. После многочисленных выступлений крупнейших ученых авторитетов и специалистов в области гидроэнергетики было принято следующее решение: «Двадцать лет эксплуатации на уровне 62,0 м показали, что с каждым годом санитарно-эпидемиологическое и экологическое состояние водохранилища ухудшается. Сооруженные под отметку 68,0 м инженерные защиты сельхозземель, нефтяных месторождений, городов, а также причалы, пристани, водозаборные сооружения разрушаются и требуют все возрастающих затрат на ремонт. Выведенные в 1980 году под отметку 68,0 м сельхозземли в зоне отчуждения постепенно деградируют. Судоходные сооружения эксплуатируются с нарушением СНиП. На отметке 62,0 м водохранилище является крайне мелководным (до 50 % площади), не имеет регулирующей емкости, обеспечивающей возможность осуществления минимальных санитарных пропусков в нижний бьеф. Гидротехнический режим и качество воды по большинству показателей не соответствуют ряду нормативов.

В настоящее время ГЭС загружена только на 30 % установленной мощности. Среднегодовая выработка составляет 1,3 млрд кВт/ч при проектной 2,67 млрд кВт/ч... Наиболее приемлемым решением по выходу из сложившейся ситуации является подъем уровня водохранилища Нижнекамской ГЭС до отметки 68 м» [2].



## ***От стройки к стройке: накопление опыта и технологий***

Таким образом, за сорок лет XX столетия на Волге и Каме создан каскад из одиннадцати крупных гидроузлов комплексного значения общей мощностью 11300 МВт с водохранилищами общей площадью 25 тыс. км<sup>2</sup> и объемом 186 км<sup>3</sup> (см. приложение 3). Одновременно в Волжско-Камском бассейне строились насосные станции, оросительные системы, защитные дамбы, очистные сооружения, порты, причалы и т.п.

Особенности территории Волжского бассейна, сам характер рек Волги и Камы во многом предопределили тенденции и темпы развития технологий плотиностроения.

На условиях сооружения каскада гидроэлектростанций на Волге и Каме сказались сложные физико-географические и геологические особенности территории бассейна. Большая ширина долин потребовала строительства напорных сооружений значительной протяженности; необходимость сброса больших паводковых расходов с интенсивными ледоходами потребовала устройства водосбросных сооружений большой пропускной способности, а залегающие в основании мягкие грунты – пески, глины,

песчано-глинистые отложения, иногда с наличием напорных вод, – предопределили габариты сооружений и устройство ниже водосбросов мощных креплений дна реки во избежание его размывов.

В связи с этим при возведении ГЭС Волжско-Камского каскада российскими учеными-гидротехниками были разработаны и внедрены уникальные, большей частью не имевшие прецедента в мировой практике, технологии строительства, а многолетний опыт проектирования, сооружения и эксплуатации гидроузлов на Волге и Каме позволил выработать представление о наиболее надежных, экономичных и технологичных в строительстве конструкциях плотин, отвечающих специфике природных условий европейской части России.

К началу сооружения Волжско-Камского каскада энергетики уже имели определенный опыт возведения гидросооружений на «мягких» грунтах. Наиболее крупные к тому времени плотины Нижне-Свирской гидроэлектростанции на «мягком» основании – водосливная плотина высотой 26 м с общим объемом бетона более 200 тыс. м<sup>3</sup> и земляная плотина высотой более 28 м общим объемом

370 тыс. м<sup>3</sup> – были сооружены в чрезвычайно сложных гидрогеологических условиях при наличии в основании пластичных глинистых грунтов с очень низким коэффициентом сдвига. Схема сооружения гидроузлов на равнинных реках совершенствовалась с каждым последующим их введением. Волжско-Камский каскад гидроузлов стал «полигоном» для отработки прогрессивных методов и технологий гидроэнергетического строительства.

«Технические решения, которые были проведены при проектировании и строительстве гидроузлов Волжско-Камского каскада, стали классикой, – считает бывший главный инженер Гидропроекта, в настоящее время руководитель управления ОАО «Инженерный центр ЕЭС», кандидат технических наук **Валентин Дмитриевич Новоженин**. – По существу, Волжско-Камский каскад – единственный в мире комплекс, который построен в таких сложных геологических условиях.

Методология, сложившаяся в Гидропроекте, отличалась от методологии проектирования и создания таких сооружений, которая была принята в Европе и Америке. Отличалась тем, что здесь существовал единый комплекс, то есть единое решение, связанное с инженерными изысканиями, научными исследованиями и проектированием.



Получили новую технику.  
1952г.

После проектировщиков пришли строители, многие из них прошли школу Днепрогэса, сооружения Свирских гидростанций, особенно Нижне-Свирского гидроузла. Были созданы достаточно мощные строительные организации, такие как «Волгострой», «Куйбышевгидрострой», «Сталинградгидрострой», которые обладали очень серьезным комплексом специалистов самых разных направлений. И строительство было осуществлено качественно и быстро. Достаточно сказать, что Куйбышевский гидроузел – крупнейший гидроузел с очень сложной зоной водохранилища – был построен за пять лет. Это рекордные сроки, особенно по тем временам, с тем уровнем механизации...

Должен сказать, волжские и камские гидроузлы оказались очень удачными по конструкции и исполнению. Это очень надежные сооружения. В истории известны аварии гидроузлов, которые сопряжены с очень большими потерями и человеческими жертвами. Но, слава Богу, на волжских гидроузлах все обошлось удачно. Пятидесятилетний опыт их эксплуатации показал, что это очень надежное и верное решение, которое позволяет с уверенностью говорить о том, что ничего с этими сооружениями не случится».

Развитие отечественного плотиностроения шло по нескольким направлениям.

#### *Проектирование и строительство гидроузлов на нескальных основаниях*

«Проведенные исследования песчаных и глинистых грунтов в качестве оснований гидротехнических сооружений позволили выработать надежные решения, гарантирующие устойчивость сооружений на сдвиг, создание противофильтрационных и дренажных устройств, обеспечивающих суффозионную устойчивость грунтов и фильтрацию воды в допустимых и безопасных пределах» [43]. Низкие коэффициенты сдвига, характерные для мягких оснований, требуют для обеспечения устойчивости бетонных плотин специальных инженерных мероприятий, в частности, использования водяных пригрузок за счет выноса фундаментной плиты в сторону верхнего бьефа, устройства анкерных железобетонных понуров и применения дренажей.

«Мягкие» грунты, а также наличие в большинстве случаев напорных вод вкупе с необходимостью сброса больших паводковых расходов потребовали сооружения мощных бетонных плотин «гравитационного массивного профиля» (Иваньковская, Рыбинская, Угличская, Нижегородская, Жигулевская ГЭС).

В дальнейшем, в результате прогресса в области теории и практики гидротехнического строительства и в целях экономии бетона, удалось спроектировать и построить бетонные облегченные водосливные плотины пустотелой конструкции (Воткинская и Волжская ГЭС).

### *Пропуск значительных расходов воды через гидротехнические сооружения*

При проектировании гидроузлов Волжско-Камского каскада были отработаны конструктивные решения, позволившие заметно увеличить удельные расходы на водосбросных сооружениях.

Гидротехники серьезно продвинулись и в проектировании водобоев и рисберм с высокой способностью гашения энергии потока. Так, гидроузел Жигулевской ГЭС рассчитан на пропуск 86 тыс. м<sup>3</sup>/с паводкового расхода. Для предохранения сооружений от подмыва при пропуске столь больших расходов воды громадные мощности потока гасятся на водобоях.

В числе прогрессивных решений – использование для пропуска паводков не только водосбросных плотин, но и зданий гидроэлектростанций и судоходных шлюзов. В гидроэлектростанциях низкого и среднего напора – Жигулевской, Волжской, Саратовской и Чебоксарской – совмещены здания ГЭС и водосбросных плотин. При воплощении проектов Камской и Саратовской ГЭС удалось полностью отказаться от возведения водосливной плотины.

### *Широкое применение гидромеханизации*

Огромные объемы работ при сооружении земляных плотин значительной протяженности высотой до 38 м и объемом более 30 млн м<sup>3</sup>; довольно сжатые сроки строительства (и в связи с этим – необходимость резкого увеличения производительности труда), а также потребность в экономии средств – все это способствовало широкому внедрению гидромеханизации. Такие преимущества гидромеханизации, как относительная простота изготовления земснарядов, возможность работы в обводненных и подводных карьерах, сделали ее основным методом при производстве земляных работ. От стройки к стройке росла производительность отечественных земснарядов: при строительстве Верхневолжских гидроузлов – до 300 м<sup>3</sup>/ч, при возведении Жигулевской, Горьковской, Саратовской и Чебоксарской ГЭС – до 1000 м<sup>3</sup>/ч.

«Наличие на местах строительства неограниченных запасов аллювиальных песчаных отложений, хорошо поддающихся разработке и последующей укладке средствами гидромеханизации, привело к идее применения в этих условиях плотин намывного типа распластанного профиля. Большие теоретические и экспериментальные работы, проведенные по определению устойчивости песчаных плотин в условиях воздействия статических и динамических нагрузок, показали их полную надежность», – отметил в одной из своих публикаций В.М. Семенов.

Применение землесосных установок не исключало и широкое использование обычных средств механизации. Так, во многом в связи с потребностями интенсивного гидростроительства, отечест-

венной промышленностью было налажено производство экскаваторов с емкостью ковша до 4 м<sup>3</sup>, шагающих экскаваторов с емкостью ковша до 14 м<sup>3</sup>, мощных бульдозеров и скреперов, автосамосвалов грузоподъемностью до 25-40 т, полностью автоматизированных бетонных, камнедробильных и сортировочных заводов большой производительности, бетоноукладочных и монтажных кранов грузоподъемностью 26, 75, 100 и более тонн (например, козловые краны, специально изготовленные для строителей Саратовской ГЭС, имели грузоподъемность 220 т).

### *Индустриализация бетонных работ*

В СССР внедрение сборного бетона при строительстве бетонных плотин с применением плитоболочек и армоконструкций впервые началось при сооружении Угличского и Рыбинского гидроузлов в 1930-е годы.

«С 1956 года применение сборного железобетона в плотиностроении значительно расширилось за счет сборных креплений откосов земляных плотин, полностью сборных подпорных стенок, гибких рисберм, применения массивных бетонных облицовочных блоков и предварительно напряженного сборного железобетона в мостовых переходах и подкрановых конструкциях. Стали применяться сборные элементы в виде скорлупных железобетонных плит с выносной рабочей арматурой при возведении бычков и сопрягающих устоев плотин... Одновременно с внедрением индустриальных конструкций успешно совершенствовалась технология возведения бетонных плотин за счет применения мощных бетоноукладочных средств – башенных, порталных, кабельных и других кранов грузоподъемностью до 20-25 т, полной автоматизации всех технологических процессов по приготовлению бетона и внедрения подвижных инвентарных шатров, жестких бетонных смесей и непрерывно-поточных технологических линий по приготовлению и транспортировке бетонной смеси» [43]. Массовое применение сборный железобетон получил на строительстве последующих гидроузлов Волжско-Камского каскада. Так, при возведении Жигулевской ГЭС сборный железобетон был использован для перекрытия отсасывающих труб и спиральных камер, а предварительно напряженный железобетон в сочетании с несущими арматурными фермами – в различных элементах здания ГЭС. Из сборного железобетона был полностью построен машинный зал Волжской ГЭС, пустотелые водосливы выполнены из сборномонолитного железобетона. Наиболее широко сборный железобетон в виде крупноблочных (весом до 200 т) сборномонолитных конструкций был применен при сооружении надфундаментной части здания Саратовской ГЭС.

Все это способствовало сокращению объемов строительных работ и сроков возведения гидросооружений (см. приложение 4).

## **Содержание:**

### **Введение**

Несметное богатство России: Волга и Кама  
(историко-экономический очерк о бассейне великих рек) . . . . . 4

### **По пути прогресса . . . . . 17**

От водяных мельниц к гидротурбинам:  
краткая история развития технической мысли . . . . . 18

Предпосылки становления и развития гидроэнергетики как отрасли . . . . . 19

«Сумасбродные идеи» самарских инженеров . . . . . 21

### **Великие планы . . . . . 23**

«Россия во мгле» . . . . . 24

Самарский Волгострой:  
изыскания и проектирование гидроузла в Жигулях . . . . . 29

### **В начале свершений . . . . . 33**

«Большая Волга» . . . . . 34

Свет для осажденной Москвы: Угличская и Рыбинская ГЭС . . . . . 43

Стройка в Жигулях: отложенный проект . . . . . 79

### **Продолжение преобразований . . . . . 85**

Жигулевская (Куйбышевская) ГЭС . . . . . 86

Нижегородская (Горьковская) ГЭС . . . . . 137

Волжская (Сталинградская) ГЭС . . . . . 165

Камская ГЭС . . . . . 197

Воткинская ГЭС . . . . . 226

Саратовская ГЭС . . . . . 252

Чебоксарская ГЭС . . . . . 282

Нижекамская ГЭС . . . . . 294

Накопление опыта и технологий . . . . . 300

### **Каскад вызывает дискуссии . . . . . 303**

Социально-экономические последствия  
создания Волжско-Камского каскада . . . . . 304

Экологические аспекты гидростроительства . . . . . 313

Покорение рек: остановиться или продолжить? . . . . . 320

### **ГЭС и реформы . . . . . 331**

### **Приложения**

Основные характеристики гидроузлов Волжско-Камского каскада . . . . . 334

Литература . . . . . 348



**Вечный двигатель. Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: вчера, сегодня, завтра**  
под общ. ред. **Р.М. Хазнахметова**. Авт.-сост. **С.Г. Мельник**. -  
М. : Фонд «Юбилейная летопись», 2007. - 352 с.: ил.

Главный консультант – **Р. М. Хазнахметов**, член правления ОАО «ГидроОГК»

Консультанты:

**Н. П. Бородин**, ветеран электроэнергетики

**В. Л. Гвоздецкий**, доктор исторических наук

**Г. А. Милов**, ветеран электроэнергетики, заслуженный строитель РФ

**В. С. Серков**, кандидат технических наук, ветеран электроэнергетики

Автор, составитель, главный редактор

**С. Мельник**

Координатор

**Р. Ивлев**

Оригинал-макет, дизайн, верстка

**С. Котков**

Корректоры

**С. Семенченко, О. Кравцова**

Фотографии

**В. Коротун, А. Капитонов,**

**А. Терелюк** (компания «Альваспецстрой»)

Книга посвящена истории создания и эксплуатации уникального комплекса – каскада гидроузлов на великих реках Волге и Каме. В ней представлены материалы и документы, многие из которых ранее не публиковались, а также воспоминания участников событий – ученых-гидроэнергетиков, проектировщиков, строителей, ветеранов Угличской, Рыбинской, Нижегородской, Чебоксарской, Жигулевской, Саратовской, Волжской, Камской, Воткинской, Нижнекамской гидроэлектростанций.

Наряду с общеизвестными историческими и биографическими фактами книга содержит редкие материалы и фотографии из музейных фондов и личных архивов.

Предназначена для широкого круга читателей.

В книге использованы фотографии из архивов ОАО «Волжская ГЭС», ОАО «Воткинская ГЭС», ОАО «Камская ГЭС», ОАО «Каскал Верхневолжских ГЭС», ОАО «Нижегородская ГЭС», ОАО «Саратовская ГЭС», ОАО «Чебоксарская ГЭС», ЗАО «Альваспецстрой» (г. Санкт-Петербург) и фондов Заволжского краеведческого музея, а также личных архивов Н.П. Бородина, С.Г. Мельника, Г.А. Мурысей, Г.Н. Нацевского, В.А. Шипкова.

Подписано в печать 20.07.2007

Формат 210х297 мм. Бумага мелованная. Печать офсетная.

Тираж 3000 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ОАО «Типография «Новости», г. Москва

© Федеральная гидрогенерирующая компания (ОАО «ГидроОГК»), 2007

© Фонд «Юбилейная летопись», 2007

© Мельник Сергей Георгиевич, 2007