



ГИДРО- ТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Ежемесячный
научно-технический журнал

УЧРЕДИТЕЛИ:

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РФ,

ОАО «РУСГИДРО»,

АССОЦИАЦИЯ «КОРПОРАЦИЯ ЕЭЭК»,

ЗАО НТФ «ЭНЕРГОПРОГРЕСС»,

НП «НТС ЕЭС»

Основан в 1930 г.

№ 11

ноябрь

2011

Содержание

50-летний юбилей Братской ГЭС

- Семенов А. Н. 50-летний юбилей ввода первых агрегатов на Братской ГЭС 3
- Кузнецов С. В. Братская ГЭС — 50 лет эффективной эксплуатации 13
- Марчук А. Н. Прорыв 15
- Шайтанов В. Я. Организация проектно-исследовательских работ Братской ГЭС 18
- Марчук А. Н. Использование несущей способности льда и скального основания на строительстве Братской ГЭС 21
- Головин Л. В. Начало строительства Братской ГЭС на р. Ангаре: уникальное перекрытие реки 24
- Садович М. А., Шляхтина Т. Ф., Курицына А. М., Писарев В. Ю., Ким Е. Л. Современное состояние бетонной плотины Братской ГЭС 26
- Филиппова Е. А., Гинзбург С. М., Огнев А. К., Рагозин Д. А. Надежность эксплуатации сооружений напорного фронта Братской ГЭС 33
- Швайнштейн А. М. Гидравлическое лабораторное обоснование условий пропуска расходов р. Ангары в периоды строительства и эксплуатации Братского гидроузла. 39
- Дурчева В. Н. Результаты натурных наблюдений за работой бетонной плотины Братской ГЭС. 46
- Гольдин А. Л., Панов С. И. Исследования скального основания плотины Братской ГЭС. 50
- Семенков В. М. Братская ГЭС — гидротехнический флагман инновационного развития России 55

- Сольский С. В., Лопатина М. Г., Новицкая О. И., Герасимова Е. В., Терский В. П. Научное сопровождение эксплуатации грунтовых сооружений Братской ГЭС 58

Воспоминания строителей Братской ГЭС

- Эленбоген Г. Н., Вахромеев А. К. Создатели проекта жемчужины Ангарского каскада ГЭС — Братской гидроэлектростанции 63
- Грабарь А. Д. Братская ГЭС — яркая страница в нашей жизни. 70
- Кириллов Ю. И. Братская ГЭС и Братскгэсстрой 75
- Дурчева В. Н. Братска второго не будет 79
- Сергеев И. П. Пятьдесят лет тому назад (воспоминания проектировщика). 83
- Конько Т. Это было недавно, это было давно (воспоминания о Братске) 89
- Марголина О. Г. Братская ГЭС. 93
- Морозов А. Ф. Комсомол — главная опора Братскгэсстроя 97
- Поплавский А. М. Как молоды мы были 99
- Михайлов Н. Б. О встрече с Е. Евтушенко 103
- Подгайный В. Комсомольцы и молодежь на строительстве Братской ГЭС 104

Хроника

- Поздравление А. Н. Семенову 106
- А. Ф. Дьяков (к 75-летию со дня рождения) 108
- Поздравление В. М. Семенкову. 110

Уважаемые читатели, уважаемые братчане, уважаемые энергетики!

Полувековой юбилей отмечает действующая жемчужина энергетики России — Братская ГЭС, которая выработала для страны 1 трлн. 40 млрд. киловатт-часов экологически чистой электроэнергии. Ни одна электростанция мира не может сравниться с ней по этому показателю.

Первые строители пришли к Падунскому порогу 57 лет назад. Преодолевая необходимость края, жестокие морозы, бытовую неустроенность и атаки кровососущих насекомых, за шесть лет, в ноябре 1961 года, они обеспечили пуск первого гидроагрегата на пониженном напоре. Это смелое техническое решение позволило за период временной эксплуатации выдать в энергосистему Сибири 64 млрд. киловатт-часов электроэнергии, стоимость которой превысила затраты на сооружение гидроэлектростанции. В сентябре 1967 года Братская ГЭС сдана Государственной комиссии с оценкой «отлично». Сроки строительства Братской ГЭС до сих пор поражают воображение.

В дни юбилея отдадим должное светлой памяти главного инженера проекта Г. К. Суханова, начальника Братскгэсстроя И. И. Наймушина, главного инженера стройки А. М. Гиндина.

Высококвалифицированный коллектив рабочих, инженерно-технических работников, руководителей Братской ГЭС в течение всего 50-летнего периода её эксплуатации непрерывно работал над модернизацией гидросилового, электромеханического и гидромеханического оборудования, содержания в образцовом порядке гидротехнических сооружений. Не случайно Братская ГЭС неоднократно превышала свою проектную выработку, а в 1974 году достигла рекордного уровня годового производства электроэнергии — 28 млрд. киловатт-часов. Эксплуатационный персонал электростанции встречает юбилей в условиях напряженной работы по замене рабочих колёс гидротурбин, трансформаторов, систем теристорного возбуждения, внедрения современных устройств автоматики и телемеханики, ремонта и совершенствования контроля гидротехнических сооружений.

Добрая память сохраняется в коллективе о первых директорах Братской ГЭС Константине Андреевиче Князеве, Иване Фёдоровиче Устинове, главном инженере Иване Степановиче Глухове.

Поздравляю всех участников проектирования, строительства, монтажа и успешной эксплуатации Братской ГЭС со славным юбилеем, желаю доброго здоровья и успехов персоналу заслуженной гидроэлектростанции, которой гордится вся страна.

Министр энергетики
Российской Федерации



С. И. Шматко

50-летний юбилей ввода первых агрегатов на Братской ГЭС

Ввод первого гидроагрегата на Братской ГЭС был осуществлен в ноябре 1961 г. — 50 лет назад.

Братск, заложенный еще в 1629 г. казаками-первопроходцами стрелецкого сотника Петра Бекетова, почти три столетия был селом при остроге. Дореволюционная энциклопедия писала о нем: “Братский острог — село Иркутской губернии в 336 верстах от окружного города на левом берегу реки Ангары при впадении в нее реки Оки ... При селении имеется пристань и производится значительная рыбная ловля; приходское училище, основанное в 1850 году, волостное правление, основанное в 1850 году, винный и соляной магазины, 69 дворов и 150 жителей ...” Именно с этого села начинается звездный час легендарного Братска.

В сентябре 1954 г. перед взором строителей, которые должны были построить жемчужину отечественной гидроэнергетики, простиралась сопки, бескрайний зеленый океан тайги, буреломы, чащобы, пади. Стиснутая береговыми утесами стремительная Ангара играла на каменистых порогах. Именно здесь встала мощнейшая в мире ГЭС с самой большой выработкой энергии; протянулись самые длинные высоковольтные линии электропередач; выросли большие заводы, питающиеся энергией станции, которая, в свою очередь, питается водой самого глубокого и самого емкого в мире искусственного водохранилища.

Плотина Братской ГЭС вместе с земляными плотинами, раскинувшимися на оба берега реки, удерживает море по фронту пять с лишним километров.

В бетонное тело плотины заложено 20 труб-водоводов, по числу турбин станции, диаметром больше диаметра туннелей московского метро.

Турбины Братской ГЭС по размерам равны турбинам Днепрогэса, но по мощности они значительно превосходили их: мощность каждой турбины равна двум третям мощности Каховской ГЭС. Одна турбина Братской ГЭС по мощности — это четыре такие станции, как Волховская. Стоимость электроэнергии Братской ГЭС в ценах тех лет — 0,055 коп/(кВт · ч).

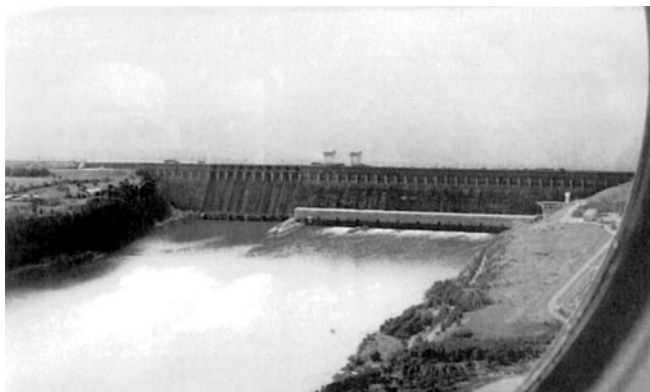
Экономичность во многом определялась исключительно выгодными природными условиями. ГЭС встала в Падунском сужении, где широкая и полноводная река, сжата диабазовыми утесами. Немного выше в Ангару впадают ее два больших притока — Ока и Ия. Но основная масса воды в Ангаре

из грандиозного природного резервуара — озера Байкал. Объем его настолько велик, что даже такая могучая река, как Ангара, выносит за год лишь одну четырехсотую его часть. Благодаря Байкалу и собственному гигантскому водохранилищу — Братскому морю Братская ГЭС в любое время года, как в дождливые, так и в засушливые годы, получает нужное ей количество воды.

К началу работ по сооружению Братской ГЭС советские энергостроители имели уже немалый опыт. Было выполнено и изучено пять вариантов проекта. Над их составлением, технической разработкой, подготовкой научных данных работали 70 научно-исследовательских институтов страны. Задачи, стоящие перед проектировщиками, учеными, конструкторами, были немалые. Предстояло оснастить станцию и ее строительство машинами и аппаратурой, способными работать при температуре до минус 55° С, укладывать бетон в зимнее время.

Международная обстановка, когда советское правительство приняло решение о начале строительства Братской ГЭС, была тревожной, и в этой связи любое решение нельзя рассматривать в отрыве от конкретной ситуации. Это был период разгара “холодной войны”.

“Братскую ГЭС строит вся страна” — эта крылатая фраза облетела все центральные газеты и журналы, в ней сосредоточились глубокий смысл и пафос дерзновенного замысла правительства и народа, осваивающего таежные пространства Сибири. Так было на Магнитке, в Кузбассе, на строительстве крупных автомобильных и тракторных заводов. При каждом большом начинании страна выдавала строителям все лучшее, что была способна дать экономика. Братчанам прежде всего было необходимо завязать и поддержать тесные деловые связи с сотнями заводов, проектных организаций, строительно-монтажных подразделений десятков министерств и ведомств. Когда в Братске еще валили первые сосны, натягивали первые палатки, во всех концах страны в научно-исследовательских учреждениях сотни людей уже разрабатывали проекты, готовили оборудование, технику, строительные материалы. Большое количество предприятий выполняли заказы стройки. Автомобильные заводы отправляли грузовики. Брянский паровозостроительный завод переправил на Ангару энергопоезд мощностью 4 тыс. кВт., Уралмашзавод отгрузил экскаваторы, Челябинск — бульдозеры, скреперы,



Братская ГЭС (вид с нижнего бьефа)

тракторы. В Братск спешили эшелоны с передвижными электростанциями из Еревана, стальными конструкциями из Новосибирска, трубами из Днепрпетровска и Таганрога, металлом из Магнитогорска. Надо было договориться с поставщиками, согласовать, внести изменения в чертежи, сроки (многие пожелания и просьбы строителей выполнялись досрочно), направить к ним специалистов.

Строительство Братской ГЭС приняло всенародный характер. Движимые чувством советского патриотизма, коллективы многих предприятий страны досрочно выполняли задания правительства, просьбы великой стройки. Всенародная помощь сократила строителям длительный период становления, типичный в прошлом для многих строек.

На строительство Братской ГЭС потоком поступали оборудование, строительные машины, кабельная и другая продукция из всех республик Советского Союза. Кухонные электроплиты и тензометрические станции присылали чехословацкие друзья. Свыше восьмисот больших и малых заводов страны были поставщиками Братской ГЭС, районной базы стройиндустрии, строительства БЛПК и БрАЗа, Коршуновского ГОКА и других объектов Братско-Усть-Илимского ТПК.

Все республики страны выполняли заказы для Братской ГЭС. С Украины приходили трансформаторы и автотрансформаторы, линейная арматура ЛЭП-500, различные кабели, тракторы, гидродъемники и краны, автобусы и автокраны, автопогрузчики и насосы; Белоруссия присылала братчанам автосамосвалы, тракторы, станки; Армения — двигатели и генераторы малой мощности; Латвия — телефонную аппаратуру; Узбекистан — различные кабели.

Друзья помогали, поддерживали, стремясь, чтобы стройка работала бесперебойно и не нуждалась ни в чем.

Формированию связей с поставщиками Братскгэсстрой уделял большое внимание. Речь шла не о деятельности толкачей-снабженцев, хотя без них не обходилось, не о дипломатической гибкости во

взаимоотношениях с субподрядчиками. Требовалось другое. Братскгэсстрой нуждался в серьезных, прочных связях, основанных на общем стремлении выполнить работу быстро, своевременно и с наименьшими затратами.

Подготовительные работы по строительству Братской ГЭС были начаты в 1955 г. Ввод в действие агрегатов гидроэлектростанции начался в ноябре 1961 г., и к 20 декабря 1966 г. под нагрузку было поставлено 18 агрегатов гидроэлектростанции первой очереди общей мощностью 4100 тыс. кВт. Первоначальное наполнение гигантского водохранилища емкостью 169,3 км³ продолжалось с сентября 1961 г. до июля 1967 г. К этому времени была достигнута отметка нормального подпорного уровня и началась промышленная эксплуатация гидроэлектростанции в проектных условиях.

Трудно переоценить народнохозяйственное значение Братской ГЭС для развития севера Иркутской области. Она стала энергетическим ядром Братско-Усть-Илимского ТПК и стимулировала развитие крупных промышленных узлов — Братского, Усть-Илимского, Железногорского. Братский алюминиевый завод и Братский лесопромышленный комплекс и в настоящее время являются крупнейшими в своей отрасли предприятиями России. Электроэнергия Братской ГЭС используется потребителями Иркутской, Новосибирской, Кемеровской, Томской областей, Красноярского и Алтайского краев.

Братская ГЭС занимает особое место в Объединенной энергосистеме Сибири. Она выполняет регулирование межсистемных перетоков и частоты, покрытие пиковых нагрузок в энергосистеме; участвует в многолетнем компенсационном регулировании стока рек Ангары и Енисея. Задача оптимизации нагрузки гидроагрегатов решается путем перевода гидроагрегатов в режим синхронного компенсатора. Схема и оборудование для этого режима были разработаны и смонтированы силами экс-



Братскгэсстрой перекрыл Ангару

платационников Братской ГЭС в начале 1970-х гг. Использование режима синхронного компенсатора в сравнении с вынужденной работой гидроагрегатов на холостом ходу в период провала графиков нагрузки позволяет получить существенную экономию воды, обеспечивающую соответственное повышение выработки электроэнергии.

С вводом Усть-Илимской ГЭС был организован Братско-Усть-Илимский энергетический комплекс. Территория Братско-Усть-Илимского ТПК составляет 11,5 % территории Иркутской области, здесь проживает 15 % ее населения, удельный вес комплекса в промышленном производстве области превышает 30 %. Братско-Усть-Илимский ТПК — пример активного освоения гигантских просторов Сибири.

На территории Братско-Усть-Илимского ТПК (Братский, Усть-Илимский и Нижнеилимский районы) площадью 88,8 тыс. км² в 1939 г. проживало 44,5 тыс. человек, в 1959 г. — 155,7 тыс. человек, на конец 1975 г. количество населения выросло до полумиллиона. Такие темпы роста населения в необжитой Сибири являются результатом вдумчивых системных перспективных планов развития этой части страны.

Вопрос заселения слабообжитых регионов Восточной Сибири, Дальнего Востока особо обострился после распада Советского Союза. Сегодня это стратегическое направление предано забвению.

Робкие попытки миграционных служб переселить людей в указанные регионы успеха не имеют и носят рекламный характер. Такое отношение привело к тому, что почти за 20 лет численность жителей Дальневосточного федерального округа уменьшилась на 18 %, а Сибирского — на 5 %.

Сегодня использование гидропотенциала Сибири и Дальнего Востока не превышает 8 %.

Успешное осуществление строительства уникальной Братской ГЭС в сложных природных и климатических условиях Восточной Сибири является значительным достижением советской науки и практики в области гидроэнергетического строительства. Главы государств и крупные специалисты давали ей высокую оценку. Среди них министр энергетики США Стюарт Юдолл, главы государств Иосиф Броз Тито, король Захир-шах, Фидель Кастро, Ким Ир Сен и другие. Президент Международной комиссии по большим плотинам Клаудио Марчелло, посетив Братскую ГЭС, сказал, что “сегодня гидротехники всего мира сидят на партах перед Братской ГЭС”.

Знаковым событием в жизни строителей-гидроэнергетиков явилось перекрытие такой своенравной реки, как Ангара.

Это важное событие произошло 19 июня 1959 г. За 19 часов напряженного труда нескольких тысяч



Перекрытие реки Ангары

людей была на века перекрыта Ангара. Река, зажата камнями, с глухим ревом неслась по оставленному для нее коридору-прорану шириной всего 110 м. Скорость воды в проране достигала 6 м/с, а перепад — более 3 м.

Среди знатных гостей был А. Гарриман, посол США в СССР, видный политический деятель США. Он был раздосадован, что опоздал на само перекрытие. К его приезду оно было уже завершено, закончился митинг и люди стали расходиться. Позже в Америке появился ряд статей Гарримана, в которых он достойно отозвался о Братске, заявив, что тот, кто не видел масштаба стройки Братской ГЭС, тот не знает сегодняшней советской Сибири.

Строительство Братской ГЭС положило начало созданию мощного энергопромышленного комплекса, имеющего международное значение, ускорило освоение природных богатств Сибири и Дальнего Востока.

Патриарх энергетики Петр Степанович Непорожний, возглавлявший Минэнерго СССР около четверти века, очень любил Братскгэсстрой, часто посещал его. В своих воспоминаниях “Человек и его дело” (очерки истории Братскгэсстрой) отмечал: “Братская эпопея, Братскгэсстрой и Братская ГЭС, являли собой совершенно новый этап и в освоении новых отдаленных районов страны, и в развитии отечественной энергетики в целом. Благодаря Братской ГЭС была создана единая энергетическая система Сибири”.

Стройка на берегах Ангары, начатая первоначально как мероприятие чисто отраслевое, минэнергоовское, превратилось в дело всей страны, а сама Братская ГЭС стала опорной электростанцией ангарского каскада. Она была построена с высоким качеством и представляла собой совершенно особый, качественно новый этап развития советской гидроэнергетической школы, имеющей мировое значение. Братскгэсстрой превратился в базовую организацию для дальнейшего развития отдален-



А. Н. Косыгин в Братске

ных районов страны, в том числе не только энергетического.

Значимость Братской ГЭС, возводимой в таежной глуши, была высоко оценена правительством СССР, гостями и деятелями зарубежных стран. Об этом свидетельствуют записи в Книге отзывов:

“И будущие поколения будут гордиться этим замечательным сооружением”.

А. Н. Косыгин, 18.06.68



И. И. Наймушин

А. Н. Семенов

Л. И. Яценко



А. Н. Закопыркин

Ю. А. Ножиков

В. С. Викулов

“Испытываешь трепет, когда возвращаешься в Братск, чтобы увидеть огромную плотину и законченную электростанцию, работающую и снабжающую электроэнергией народы Советского Союза. Девять лет назад это было в начальной стадии. Мои поздравления всем, кто проектировал, строил, а сейчас эксплуатирует грандиознейшее создание”.

Е. Мосс (сенатор США), 09.08.68

“Преклоняюсь перед созидательным трудом строителей этого солнечного чуда и теми, кто трудится здесь ныне!”

В. Матушкин (писатель), 01.08.69

“Конечно, я восхищен ... Нельзя не восхищаться, видя это величественное сооружение — символ великой, обновленной России!”

С. Викулов (писатель), 11.08.71

“ГЭС производит огромное впечатление. Даже дилетанту понятно, что здесь — один из нервных узлов нашей энергетики”.

А. Бовин (политический обозреватель газеты “Известия”), 02.08.72

“Братская плотина и ГЭС являются монументом советским инженерам, которые поставили воду реки Ангары на службу мирным целям”.

В. Бутчер (председатель Рабочей группы по гидроресурсам США), 12.05.73

“У нас в Канаде есть крупные электростанции, но Братская ГЭС оставляет особенно большое впечатление. Толчок, который она дала развитию окружающего района, поистине фантастичен”.

Ж. Сен-Пьер, М. Абран (“Гидро-Квебек”, Монреаль, Канада), 17.09.73

“Восхищены размерами, грандиозностью, качеством Братской ГЭС. Я приветствую инженеров, которые задумали и создали Братскую ГЭС. Сибирь — это действительно центр мировой энергетики”.

Пьер Жувэн (президент фирмы “Пэмене”), 17.01.74

“В этот четвертый визит мы представляем группу людей из разных стран: Японии, Италии, Бельгии и США. Мы все восхищены Братском, гидроэлектростанцией, людьми и тем большим вкладом, который Братск вносит в развитие Сибири. Мы горды этим визитом и надолго запоем, что первыми увидели одно из великих достижений человечества”.

У. Сислер (советник президента США по энергетике), 14.07.76

“Браво советским товарищам за это гигантское сооружение, воплощающее наглядно успехи в промышленном освоении Сибири, имеющее огромное значение также в развитии человечества. Мы воздаем должное всем рабочим, которые в труднейших условиях построили эту станцию”.

Делегация Федерации профсоюза энергетиков Франции, 15.08.85

“Преклоняемся перед трудом волшебников, превращающих воду в электроэнергию, а электроэнергию — в поэзию”.

В. Долматовский (поэт), 21.07.76

Директивные органы Советского Союза, превознося заслуги легендарного Братскгэсстроя постоянно отмечали их в приветствиях и указах. “Построенная на реке Ангара Братская ГЭС ... — крупнейшее гидротехническое сооружение, возведенное по последнему слову техники. Электростанция представляет собой выдающееся достижение советской науки и практики, не имеет себе равных в мире, является гордостью всего нашего народа. Велико значение Братской гидроэлектростанции для дальнейшего развития электрификации и производительных сил Сибири”.

(Из приветствия Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР строителем, монтажникам, эксплуатационникам, всем участникам сооружения Братской гидроэлектростанции. — “Правда”, 16 января 1964 г.)

“Строителям, монтажникам, эксплуатационникам, всем участникам сооружения братской гидроэлектростанции имени 50-летия Великого Октября.

Дорогие товарищи!

Центральный комитет КПСС и Совет Министров СССР горячо поздравляют вас с большой трудовой победой — сдачей Братской гидроэлектростанции имени 50-летия Великого Октября в промышленную эксплуатацию.

Возведенная в сложных естественно-географических условиях северной части Иркутской области Братская ГЭС по инженерному замыслу, эффективности, по своим параметрам, объему, экономичности и качеству выполненных работ является уникальным сооружением, не имеющим равных в практике мирового гидростроения. Государственная комиссия дала отличную оценку работам по строительству гидроузла на Ангаре.

С момента пуска первого агрегата гидроэлектростанция выработала для народного хозяйства и населения восточных районов страны около 66 миллиардов киловатт-часов дешевой электроэнергии, то есть столько, сколько в 1948 году дали все электростанции Советского Союза. Это хороший подарок советскому народу в канун 50-летия Великой Октябрьской социалистической революции.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР выражают уверенность в том, что коллективы строителей, монтажников и эксплуатационников Братской ГЭС и в будущем не пожалеют сил и знаний для выполнения намеченной XXIII съездом КПСС программы строительства энергетических и промышленных объектов на востоке нашей Родины.



Чешская делегация в Братске. Крайний слева — начальник Братскгэсстроя И. И. Наймушин, крайний справа — главный инженер А. М. Гиндин

Желаем вам, дорогие товарищи, новых трудовых успехов, здоровья и счастья в личной жизни.

Центральный Комитет КПСС Совет Министров СССР
 (“Правда”, 25 сентября 1967 г.)

О делах строителей Братскгэсстроя слагались поэмы и легенды. 12 человек удостоены звания Героя Социалистического Труда, 48 — заслуженного строителя России, 8350 человек отмечены государственными наградами и премиями. И. И. Наймушин и А. М. Гиндин с небольшой группой специалистов были первыми организаторами Братскгэсстроя, они стали Героями Социалистического Труда, лауреатами Ленинской премии. Эти высшие знаки общественного признания были оказаны им за вклад в технический прогресс советской энергетики. Но их заслуга велика еще и в том, что, оставаясь яркими индивидуальностями со своим мнением, они стремились поддерживать и в других чувство личного достоинства, свободы суждений, способность доказать правоту. Прежде чем построить ГЭС, они создали нечто более важное, хотя и лежа-



Стройка была оснащена высокоэффективным отечественным оборудованием — большой и малой эстакадами, двухконсольными и портално-стреловыми кранами и др.



Торжественный момент: председатель Государственной комиссии, заместитель Председателя Совета Министров СССР академик В. А. Кириллин подписывает акт приемки Братской ГЭС в постоянную эксплуатацию

щее в ином измерении, — хорошую рабочую атмосферу, помогающую перекрывать реки, возводить плотины, прокладывать новые пути — и делали это с желанием, радостью, вдохновением. Но, если обстановка, связанная с деятельностью Братскгэсстрой, складывалась сложно и принятые до этого усилия не дали положительного решения, И. И. Наймушин обращался в самые высокие инстанции советской власти. 15 октября 1963 г. в послании Л. И. Брежневу начальник БГС написал: “Союзные органы: Госплан, СНХ, ВСН, Госстрой и Госкомитет ... в корне неправильно определили экономическое и производственное развитие Братского энергопромышленного района ... В течение 9 лет мы успешно справлялись с поставленной перед нами задачей ... Однако Братскгэсстрою на 1964 год устанавливается программа (план) строительно-монтажных работ в объеме 100 млн. руб. против фактически выполненного в 1963 г. 136 млн. руб. ... При планируемом объеме работ, Братскгэсстрой должен освободить 15 тысяч рабочих, которые должны уехать, ибо там других предприятий нет. Отправка этих рабочих по закону в наших условиях составит расходы для государства порядка 14 – 16 млн. руб. и также, где их должны принять, где бы ни было, им по КЗОТу должны выплатить 7 – 8 млн. руб. Спрашивается, во имя чего это нужно? И кто организатор этого дела? ... Отрицательное решение этих вопросов может привести к нехорошим явлениям советской действительности. Учитывая весьма тревожное состояние нашего коллектива и ставя этот вопрос перед Вами в кратком изложении, но, если потребуется, прошу Вас вызвать для личного доклада”.

Четыре преемника Ивана Ивановича Наймушина — создателя легендарного Управления строительства “Братскгэсстрой” — сегодня трудятся на благо России. Пятый начальник БГС — талантливый

организатор Ю. А. Ножиков, безвременно ушедший из жизни, внес громадный вклад в укрепление БГС.

Особо следует отметить решающую роль коллектива дирекции Братской ГЭС, возглавляемой тогда К. А. Князевым, хорошим специалистом и вдумчивым, лояльным к строителям руководителем. Ему удалось сформировать сильную команду специалистов-эксплуатационников, которая провела серьезную работу по подготовке Братской ГЭС и приняла ее в свои руки. Во главе этой команды стоял И. С. Глухов — талантливый главный инженер Братской ГЭС. Вместе с ним результативно работали И. В. Устинов — начальник электроцеха, впоследствии директор Братской ГЭС, Нестеренко — начальник гидроцеха, Цетлин — заместитель главного инженера по электрической части и многие другие. Особо следует отметить заслуги главного инженера проекта, Героя Социалистического Труда Германа Суханова, благодаря его таланту была спроектирована Братская ГЭС.

Высококвалифицированный коллектив рабочих, инженерно-технических работников, руководителей Братской ГЭС в течение всего 50-летнего периода её эксплуатации непрерывно работал над модернизацией гидросилового, электромеханического и гидромеханического оборудования, содержанием в образцовом порядке гидротехнических сооружений. Эксплуатационный персонал электростанции встречает юбилей в условиях напряженной работы по замене рабочих колес гидротурбин, трансформаторов, систем теристорного возбуждения, по внедрению современных устройств автоматики и телемеханики, по ремонту и совершенствованию контроля гидротехнических сооружений.

В настоящее время директором Братской ГЭС работает опытный специалист энергетик С. В. Куз-



Государственная комиссия. Сидят в первом ряду: Павленко, А. М. Гиндин, В. А. Кириллин, П. С. Непорожний, Жимерин Д. Г.

нецов — это седьмой директор за весь период существования ГЭС с 1954 г. по настоящее время.

Братская ГЭС имеет и свои особенности. Для нее характерно сосредоточение большого количества бетона на сравнительно малой длине фронта. Малая насыщенность арматурой основной массы бетона исключила возможность крепления опалубки к рабочей арматуре. Опалубка должна была предохранять уложенный бетон от промерзания до набора им заданной прочности. Для зимы деревянную опалубку утепляли с помощью стружек, опилок, плотной бумаги. Изготавливал ее деревообрабатывающий комбинат Братскгэсстрой. С начала бетонных работ деревянной щитовой опалубкой было покрыто 1024,2 тыс. м² площади поверхности, т.е. 68 % всего количества опалубки. Остальную долю составили деревометаллическая, металлическая, бетонная и железобетонная опалубка.

Общее количество арматуры, установленной в основные сооружения за 1958–1964 гг., — 74 768 т. Один 1 м³ монолитного бетона содержал около 16 кг арматуры.

Сооружения гидроузла в основном малоармированы, армировались только их отдельные элементы, исключение составило здание ГЭС. Из общего объема плотины 70 % приходилось на неармированный массивный бетон.

Для строительства плотины и здания ГЭС было подготовлено под бетонирование 1635,3 тыс. м² основания, в том числе 117,3 тыс. м² скального. До установки опалубки скальное основание простукивали и куски скалы, издающие при ударе глухой звук, “бухтящие”, удаляли. Подготовленное к бетонированию скальное основание оставалось не покрытым бетоном не более 7 суток.

27 сентября 1959 г. в Падунском сужении навечно соединились правый и левый берега Ангары. 28 октября достигнута самая большая суточная укладка бетона — 5101 м³ при задании 3371 м³. В следующем году бетонщики достигли новых выдающихся успехов.

Величественное сооружение на реке Ангаре предстало миру, пораженному и восхищенному подвигом советских людей. Многотысячный коллектив Братскгэсстрой впервые подвел итог крупнейшему этапу своей работы. Именно этапу, потому что при всей масштабности сделанного в будущем Братскгэсстрою предстояли еще более крупные дела.

К числу наиболее значимых объектов относилось строительство районной базы стройиндустрии

* Здесь и в дальнейшем все данные о стоимости строительно-монтажных работ приводятся в сметных ценах, введенных с 1 июля 1955 г., и в масштабе цен, установленных в 1961 г.



В кабинете директора Братской ГЭС: К. А. Князев и А. М. Гиндин

в Братске, Коршуновского горно-обогатительного комбината, Братского и Усть-Илимского лесопромышленных комплексов, Братского алюминиевого завода. Общая сметная стоимость* всех объектов, порученных Братскгэсстрою, составляла около 4 млрд. 500 млн. руб. и в несколько раз превосходила сметную стоимость Братской ГЭС, равную 789,2 млн. руб. Поэтому Братскгэсстрой начиная с 1957 г., развивался уже как территориальная строительная организация широкого профиля. Достаточно отметить, что на баснословной дешевой электроэнергии Братской ГЭС рядом был построен уникальный алюминиевый завод мощностью 800 тыс. т алюминия в год, с расходом 17–18 тыс. кВт·ч на 1 т. На Братском алюминиевом заводе трудятся более 11 тыс. человек. Ходом строительства этого завода, имеющего стратегическое и оборонное значение, особо следил Председатель Совета Министров СССР, выдающийся государственный деятель А. Н. Косыгин. В разные годы он трижды посещал Братскгэсстрой.

Рядом с Братской ГЭС расположен Братский лесопромышленный комплекс — родина новых видов продукции: высокопрочного гофрированного картона, сульфатной вискозной целлюлозы, шинного каучука, фанеры и т.д. В составе комплекса 14 крупнейших заводов. Братский лесопромышленный комплекс создал рабочие места для 25 тыс. рабочих, обеспечив условия существования примерно 60 тыс. братчан.

В 250 км севернее Братска Братскгэсстрой в рекордные сроки построил Коршуновский горно-обогатительный комбинат мощностью 12 млн. т сырья в год со средним содержанием железа 31,2 %, превратив невзрачный поселок Коршуниха в современный город.

Ниже по Ангаре, в 254 км от Братска, была построена Усть-Илимская ГЭС мощностью 3840 МВт с выработкой электроэнергии 21,7 млрд. кВт·ч, рядом был возведен Усть-Илимский лесопромышленный комплекс (ЛПК) с объемом ежегодных заготовок 5,2 млн. м³ леса, построенный на компенсационной основе в содружестве со странами-членами



А. П. Кириленко, П. С. Непорожний и Г. К. Суханов беседуют с работником турбинного цеха Братской ГЭС

СЭВ: Румынией, Венгрией, ГДР, Польшей и Болгарией. Усть-Илимский ЛПК по праву считается одним из самых современных лесохимических производств в мире. Это один из блестящих примеров привлечения инвестиций других государств. Все указанные страны внесли в затратную схему расходов на строительство Усть-Илимского ЛПК более 40 % общей его стоимости, а возврат их вклада был запланирован путем передачи им части продукции ЛПК в течение 8 лет после ввода его в эксплуатацию. Строили же его ударными темпами. Этот объект, сооружаемый по линии СЭВ, имеющий громадное международное значение, был на особом контроле Председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина, возглавлявшего СЭВ.

Это был неплохой пример для подражания при строительстве Богучанской ГЭС.

Для многочисленного коллектива эксплуатационников ГЭС и рабочих других предприятий был построен красивый город на Ангаре — Усть-Илимск, в котором проживает более 100 тыс. человек. Проект города юности был разработан ленинградскими архитекторами и как образец современной архитектуры экспонировался на ВДНХ.

Следует отметить, что построенные предприятия имеют высокую экономическую эффективность. Стоимость продукции, вырабатываемой Братской гидроэлектростанцией, составила 220 – 250 млн. руб. в год в ценах 1961 г., а себестоимость производства, в которой львиная доля — амортизационные отчисления, всего 12 – 14 млн. руб.

Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что производство промышленной продукции в Братско-Усть-Илимском территориально-производственном комплексе базируется на местных возобновляемых источниках сырья и cheapest электроэнергии, вырабатываемой на ближайших гидравлических электрических станциях. Произво-

димая здесь промышленная продукция пользуется большим спросом на мировом рынке, годовое производство, оцененное в мировых ценах, составляет миллиарды рублей.

Постепенно Братскгэсстрой стал зоной интересов 25 союзных и 6 республиканских министерств, 24 из которых выступали как заказчики и 11 — как подрядчики (десять министерств выступали в обеих ролях). Одновременно ежегодно строилось до 2 тыс. объектов, проектирование которых осуществлялось 119 проектными институтами.

Были налажены крепкие связи с заводами Москвы, Ленинграда, Украины, Белоруссии, другими городами и регионами, зарубежными партнерами. Лучшие представители молодого поколения, опытные специалисты с другихстроек основали и создали города Братск, Усть-Илимск, Железнодорожск, Нерюнгри, Козинск. Десятки тысяч человек свыше 50 национальностей трудились в Иркутской и Читинской областях, в Бурятской и Саха республиках, Красноярском крае, на Дальнем Востоке, работают в новых условиях на многочисленных стройках и сейчас.

Вместе с тем, достаточно большой уровень промышленного строительства, как это уже отмечалось выше, осуществляемый Братскгэсстроем, не позволил ему продолжать активно осваивать существующий гидроэнергетический потенциал Ангаро-Енисейского бассейна. Следует отметить, что экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов этого бассейна оценивается в 270 млрд. кВт · ч в год, из которых в настоящее время используется примерно 110 млрд. кВт · ч (Иркутская, Братская, Усть-Илимская, Красноярская, Саяно-Шушенская, Майнская ГЭС). Использование гидроэнергетических ресурсов Ангаро-Енисейского бассейна является важнейшим вопросом Минэнерго РФ по быстрейшему освоению этих уникальных ресурсов.

При вводе в эксплуатацию Богучанской ГЭС уровень использования гидротехнического потенциала бассейна рек Ангары и Енисея вырастет до 126 млрд. кВт · ч, т.е. составит около 40 % существующего потенциала.

Учитывая растущую потребность в электроэнергии и достаточно убедительную подготовленность проектно-изыскательных материалов, а также необходимость освоения новых площадок в необжитых районах Сибири, Минэнерго РФ, по мнению Совета ветеранов энергетики, следует более активно заняться подготовкой к разворачиванию строительства гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского каскада. Даже при осуществлении этой максимальной программы гидроэнергостроительства сохраняется необходимость в одновременном вводе эне-

гомошностей на электростанциях Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса, без чего невозможно обеспечить растущую потребность в электроэнергии по Российской Федерации.

В Братскгэсстрое всегда заботились о воспитании и поддерживали традиции. Лучшие бригады строительства явились зачинателями движения наставничества. Они не только передают молодым рабочим профессиональные навыки рабочего мастерства, но и учат их любить свой суровый край, гордиться своей организацией, ее делами, людьми.

Многие молодые рабочие получили братскгэсстроевскую “закваску” в бригадах коммунистического труда Б. Гайнулина, Героя Социалистического Труда М. Васильева, депутата Верховного Совета РСФСР В. Михайлова и в десятках других передовых бригад.

Представляется необходимым в музее Трудовой славы, построенном в свое время Братскгэсстроем, создать экспозицию документов об истории развития Братской ГЭС и в отдельном секторе — о первом начальнике гидроэлектростанции И. И. Наймушине.

В Братскгэсстрое всегда понимали, что, призывая людей к повышенной отдаче своих сил в суровых сибирских условиях, надо одновременно принимать меры по удовлетворению их потребностей: развивать инфраструктуру района, обеспечивать современным жильем, детскими садами, школами, привлекать в Братск мастеров искусств, развивать здравоохранение. Только такая политика могла обеспечить в широком смысле прочный тыл.

2 января 1958 г. в клубе “Ангара” состоялась встреча с творческими работниками Московской киностудии имени М. Горького. На стройку приехали известные артисты В. Тихонов, М. Пуговкин, режиссеры Я. Сегель, С. Ростокский, кинодраматурги Г. Мдивани и А. Первенцев. От имени своих товарищей Сергей Ростокский принял предложения братчан взять шефство над коллективом строителей Братской ГЭС. В 1959 г. в этом клубе состоялась вторая встреча с московскими гостями, приехавшими для съемок фильма “Люди на мосту” по сценарию С. Антонова. Затем на строительстве побывали А. Ларионова, Н. Рыбников, Л. Хитяева, Э. Быстрицкая, С. Герасимов, Г. Александров. С шефским концертом выступал оркестр О. Лундстрема.

На строительство Братской ГЭС приезжали художники, поэты, композиторы, приезжала и Александра Пахмутова. Она исполнила популярные песни русских и советских композиторов и свои, еще мало известные. Около пяти часов продолжался ее концерт, в клубе не было свободных мест. С той поры прошло немало лет, но Братск глубоко запал в сердце Александры Пахмутовой, и она не раз обращалась к этой теме. В Братскгэсстрое хорошо зна-

ли о том, что “ЛЭП-500 — не простая линия”, и все братчане благодарны Александре Пахмутовой, Николаю Добронравову и Сергею Гребенникову за то, что они с таким проникновенным теплом донесли до людей слова о мужестве лэповцев, о жгучих морозных ночах у села Покосного и синих бескрайних горизонтах тайги, которую надо не покорить, а сделать своей, подружиться с ней, полюбить хоро- воды березок и сосен.

Хочется вспомнить еще одну прекрасную песню — “Прощание с Братском”. Как нам представляется, мотивы этой песни рождены чувством сожаления о том, что кончился наиболее яркий период в жизни и деятельности Братскгэсстроя, когда строилась Братская ГЭС.

Промороженные палатки, ледящий ветер над застывшей рекой, обжигающий руки металл конструкций, бессонные ночи, непрерывные трудовые вахты, серебристые ЛЭП над тайгой, многочисленные промышленные объекты — все это уже стало историей. Однако жизнь идет вперед и повесть о мужестве строителей продолжается, а Братская ГЭС была и остается лишь первым по счету, хотя и самым дорогим для сердец братскгэсстроевцев подарком Родине.

На последнем этапе Братскую ГЭС должна была принять Государственная пусковая комиссия, созданная из крупнейших ученых, инженеров, специалистов, партийных и государственных деятелей. Председателем комиссии был назначен заместитель Председателя Совета Министров СССР, председатель Государственного комитета по науке и технике Совета Министров СССР академик В. А. Кириллин; заместителями — член коллегии Госплана СССР А. С. Павленко и заместитель председателя технического совета Министерства энергетики и электрификации СССР А. А. Беляков. Дирекция Братской ГЭС предъявила к приемке в промышленную эксплуатацию законченные строительством сооружения Братского гидроузла общей мощностью 4100 тыс. кВт при 18 агрегатах с возможным установлением еще двух агрегатов по 225 тыс. кВт каждый.

В состав сооружений Братской ГЭС входят:

бетонная гравитационная плотина, максимальная высота 125 м, полная длина по гребню вдоль напорного фронта 1430 м;

здание ГЭС длиной 515 м, состоит из 20 агрегатных секций. В здании установлено 18 агрегатов с радиально-осевыми турбинами с диаметром рабочего колеса 5,5 м и синхронными гидрогенераторами мощностью по 225 тыс. кВт;

открытые распределительные устройства на 220 и 500 кВт, расположенные на левом берегу Ангары; левобережная земляная плотина длиной 723 м, максимальной высотой 35 м;

дороги: участок электрифицированной железной дороги Тайшет-Лена, служебная автомобильная дорога с двумя тротуарами, подъездные автодороги к гидроузлу, железнодорожная ветка к распределительному устройству;

автодорожный мост через бетонную плотину для магистральной автодороги, три моста через водосливную часть бетонной плотины (два для железной дороги Тайшет-Лена и один для служебной автомобильной дороги).

Напорные сооружения Братского гидроузла создали Братское водохранилище — одно из самых больших водоемов мира. Братское море имеет следующие параметры: протяженность по Ангаре 570 км, площадь зеркала воды 5426 км², площадь затопления 5410 км², полный объем воды 169,3 км³. Гидроагрегаты Братской ГЭС, самые крупные в мире, полностью выполнены отечественной промышленностью.

Валовая стоимость электроэнергии, выработанной Братской ГЭС с момента ее пуска до 1 сентября 1967 г., составила 756 млн. руб. Затраты на этот же период на производство электроэнергии составили около 66 млн. руб., или в 11,4 раза меньше стоимости продукции.

Братский гидроузел архитектурно выразителен и создает впечатление монументальности. Благодаря лаконичности форм, масштабам, соразмерности отдельных частей всего комплекса сооружений он органически слился с окружающим ландшафтом. Таким образом, Братская ГЭС, наряду с большим народнохозяйственным значением, представляет собой крупное явление в отечественной архитектуре гидротехнических сооружений.

При строительстве Братской ГЭС уложено 4918 тыс. м³ бетона, вынута и уложено в насыпи 27 400 тыс. м³ земли и скального грунта, выполнено 70,5 тыс. т металлоконструкций и гидромеханического оборудования.

Коренным образом изменились условия водного транспорта. Создан глубоководный путь — общая длина магистрального судового хода свыше 1000 км с современным навигационной обстановкой.

К своему юбилею Братская ГЭС выработала 1 трлн. 30 млрд. кВт · ч электроэнергии.

Для сравнения можно отметить, что вся энергосистема Иркутской области, в которую входит Братская ГЭС, выработала свой 2000-й миллиард в ноябре 1999 г. После пуска всех 18 гидроагрегатов Братская ГЭС каждые пять лет вырабатывает по 100 – 120 млрд. кВт · ч. Рекордная годовая выработка была достигнута в 1974 г. — более 28 млрд. кВт · ч. Более 26 млрд. кВт · ч было выработано в 1985, 1989 и 1995 гг.

Братская ГЭС стала научно-практической лабораторией для проверки новых конструктивных решений при создании энергетического оборудования для Красноярской и Усть-Илимской ГЭС, для Асуанской ГЭС в Египте и для ГЭС Табка в Сирии. Она стала школой передового опыта. Сюда приезжали учиться эксплуатационники Красноярской, Нурекской, Токтогульской, Усть-Илимской и Зейской ГЭС, гидроэнергетики из Египта и Афганистана, Индии и Пакистана, Югославии и Румынии.

Отмечая 50-летие со дня ввода в эксплуатацию в ноябре 1961 г. первых гидроагрегатов на Братской гидроэлектростанции, положившей начало созданию мощного энергопромышленного комплекса, активному освоению природных богатств Сибири и Дальнего Востока, хотелось бы еще раз низко поклониться создателям Братской ГЭС — строителям, монтажникам, проектировщикам, эксплуатационникам — за их доблестный и беззаветный труд. Слава им!

В период руководства И. И. Наймушиным Братскгэсстрой был награжден орденом Ленина.

В период руководства А. Н. Семеновым Братскгэсстрой был награжден орденом Октябрьской Революции.

Список литературы

1. Свет Ангары. Семенов А. Н. и др. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1972.
2. Братская ГЭС имени 50-летия Октября. — М.: Энергия, 1973. Т. 1.
3. Человек и его Дело. — М.: Энергоатомиздат, 1994.
4. *Непорожный П. С.* Энергетика глазами Министра. — М.: Энергоатомиздат, 2000.
5. *Семенов А. Н.* Гидротехническое строительство в России и за рубежом. — М.: Энергоатомиздат, 2008.
6. *Рудых В. М.* г. Братск. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1972.

Семенов А. Н., второй начальник Братскгэсстроя, заместитель Министра энергетики и электрификации СССР в 1977 – 1992 гг., председатель Совета ветеранов войны и труда энергетиков Минэнерго РФ

Братская ГЭС — 50 лет эффективной эксплуатации

Кузнецов С. В., директор Братской ГЭС

В ноябре 2011 г. исполняется 50 лет со дня пуска первого гидроагрегата Братской ГЭС (28 ноября 1961 г.). Строительство Братской ГЭС осуществлялось с 1954 по 1967 г. В конце 1967 г. (24 сентября) Братская ГЭС была принята в промышленную эксплуатацию.

Первый агрегат Братской ГЭС имеет стационарный номер 18. С ноября 1961 по сентябрь 1967 г. Братская ГЭС работала при пониженном напоре. Работа введенных в эксплуатацию гидроагрегатов и строительство основных сооружений ГЭС осуществлялись одновременно. В 1961 г. были введены в эксплуатацию четыре гидроагрегата, в 1962 — шесть, в 1963 — еще шесть. Последние два гидроагрегата были введены в 1965 и 1967 гг. В 1961 – 1962 гг. действующие гидроагрегаты работали под шатром во временном машинном зале.

За период временной эксплуатации Братская ГЭС выработала около 64 млрд. кВт·ч электроэнергии, стоимость которой превысила общие затраты на сооружение гидростанции. Таким образом, срок окупаемости капитальных вложений составил менее 6 лет.

Сегодня Братская ГЭС является одной из крупнейших гидростанций в мире по установленной мощности и самой крупной по выработке электроэнергии. Установленная мощность гидростанции составляет 4500 тыс. кВт, проектная годовая выработка электроэнергии — 22,5 млрд. кВт·ч. 13 января 2010 г. Братской ГЭС выработан первый триллион киловатт-часов электроэнергии.

На Братской ГЭС установлено 18 гидроагрегатов с турбинами радиально-осевого типа и генераторами подвесного типа мощностью 250 МВт каждый. Выдача электроэнергии производится на напряжении 220 и 500 кВ.

Гидротехнические сооружения Братской ГЭС включают бетонную и две земляные плотины. Бетонная плотина гравитационная, треугольного профиля, с расширенными швами. Рабочий напор — 96 – 102 м, наибольшая высота секции — 126 м, общая длина плотины по гребню — 1430 м. Левобережная земляная плотина насыпная с суглинистым ядром и верховой упорной призмой из диабазы, имеет длину по гребню 723 м. Наибольшая высота 40 м. Правобережная земляная плотина намывная с суглинистым экраном, имеет длину 3 км. Максимальная высота — 36 м.

Напорный фронт Братского гидроузла имеет общую длину 5140 м. Максимальный напор составляет 106,2 м. Среднегодовой объем стока воды через гидроузел — 90 км³/год, пропускная способ-

ность обеспеченностью 0,01 % — 11 540 м³/с. Полный объем водохранилища — 169,3 км³, полезный объем — 48,2 м³, площадь зеркала — 5470 км², высота призмы регулирования — 10 м.

Проект Братской ГЭС был разработан коллективом института “Гидропроект” им. С. Я. Жука под руководством главного инженера проекта Г. К. Суханова. Строительство велось Специальным управлением строительства “Братскгэсстрой” под руководством И. И. Наймушина и А. М. Гиндина. В процессе проектирования и строительства ГЭС было обеспечено широкое использование новых для того времени технологических решений и методов производства работ в тяжелых климатических условиях при одновременном освоении территории.

Гидростанция явилась энергетическим ядром Братско-Усть-Илимского ТПК и стимулом к развитию крупных промышленных узлов — Братского, Усть-Илимского, Железногорского. Братский алюминиевый завод (ОАО “Братский алюминиевый завод”) и Братский лесопромышленный комплекс (ОАО “Братсккомплексхолдинг”) и сегодня крупнейшие в своей отрасли предприятия России. Братская ГЭС занимает особое место в Объединенной энергосистеме Сибири. Она осуществляет регулирование межсистемных перетоков и частоты, покрытие пиковых нагрузок в энергосистеме, участвует в многолетнем компенсационном регулировании стока рек Ангары и Енисея.

Главная схема электрических соединений Братской ГЭС характеризуется наличием десяти одиночных блоков генератор-трансформатор, связанных с ОРУ маслонаполненными кабелями высокого давления, четырех укрупненных блоков 500 кВ с воздушными перемычками к ОРУ-500.

Уникальная подстанция, состоящая из двух систем шин ОРУ-500, двух секционированных систем шин и двух групп автотрансформаторов связи мощностью по 810 тыс. кВА, обеспечивает надежное электроснабжение потребителей при любых ремонтных схемах. Пять ЛЭП-500 кВ и двадцать ЛЭП-220 кВ оборудованы полным комплектом релейных защит и автоматики. Двенадцать ЛЭП-220 кВ прямо связывают Братскую ГЭС с Братским алюминиевым заводом.

За годы эксплуатации Братской ГЭС сложился высококвалифицированный и работоспособный коллектив рабочих, инженерно-технических работников и руководителей различного уровня. В разные годы коллективом руководили К. А. Князев, И. Ф. Устинов, А. Д. Щетинин, А. К. Петрунько.

Сегодня численность основного промышленно-производственного персонала составляет 257 человек. Братская ГЭС на протяжении всего периода эксплуатации была центром подготовки кадров гидроэнергетикой для гидростанций Восточной Сибири и других регионов России. Подготовленные на Братской ГЭС специалисты сегодня работают на Усть-Илимской, Красноярской, Саяно-Шушенской, Зейской ГЭС, Загорской ГАЭС и других станциях.

Коллектив Братской ГЭС в течение всего 50-летнего периода ее эксплуатации непрерывно работал над решением задач по техническому перевооружению и реконструкции электротехнического и гидромеханического оборудования с целью повышения его надежности и эффективности.

1960-е гг.:

проведен комплекс мероприятий по повышению механической прочности генераторов;

освоены прогрессивные методы ремонта кавитационных повреждений лопастей гидротурбин;

рядом мероприятий обеспечена надежная работа штатных подпятников гидрогенераторов;

блочные трансформаторы 220 и 500 кВ переведены на водомасляную систему охлаждения;

осуществлен перевод технического водоснабжения гидрогенераторов с насосной системы на гидроэлеваторы.

1970-е гг.:

заменена обмотка статора главных генераторов с компаундной изоляцией на терморезистивную изоляцию типа “слюдотерм”, что позволило повысить установленную мощность каждого гидрогенератора с 225 до 250 тыс. кВт;

проведена реконструкция токоотводов, линейной и опорной изоляции кольцевых шин обмотки статора, межполюсных соединений обмотки ротора и демпферной обмотки;

гидрогенераторы переведены с ионной системы возбуждения на тиристорные преобразователи, что позволило значительно повысить их надежность и улучшить условия труда;

проведена замена воздушных выключателей типа ВВН на новые выключатели типа ВВБ и ВВД; разъединители типа РЛНД-220 заменены на более эффективные разъединители типа РНД-220.

1980-е гг.:

выполнен комплекс мероприятий по повышению эксплуатационной надежности подпятников гидрогенераторов, в том числе за счет применения эластичного металлопластмассового покрытия сегментов;

проведена реконструкция воздушных выключателей ВВМ-500;

проведен ряд мероприятий по замене блочных трансформаторов и внедрению средств диагностики состояния маслонаполненного оборудования;

введен комплекс противоаварийной автоматики. *1990-е гг.:*

продолжена работа по замене блочных трансформаторов;

заменены автотрансформаторы на более мощные, с вводами, имеющими твердую изоляцию;

развернуты работы по внедрению цифровых защит, цифровых систем регистрации аварийных процессов, по вводу автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии;

начаты работы по замене систем тиристорного возбуждения гидрогенераторов.

Первое десятилетие XXI в.:

проведена замена шести рабочих колес гидротурбин;

проведена замена регуляторов скорости гидротурбин, продолжена замена систем тиристорного возбуждения, воздушных выключателей и трансформаторов тока на элегазовые);

продолжено внедрение цифровых защит, современных устройств, автоматики и телемеханики;

выполнены ремонтно-восстановительные работы на сооружениях гидроузла и создана автоматизированная системы контроля и диагностики состояния гидротехнических сооружений;

проведены углубленные капитальные ремонты гидроагрегатов;

создана и развивается интегрированная автоматизированная система управления технологическими и технико-экономическими процессами.

Длительная эксплуатация уникальных гидротехнических сооружений, электротехнического и гидромеханического оборудования Братской ГЭС в суровых климатических и жестких режимных условиях естественным образом предопределяет задачи и перспективы дальнейшей работы по обеспечению безопасности, надежности и экономичности гидроузла.

В связи с аварией на Саяно-Шушенской ГЭС разработана и выполняется программа повышения надежности оборудования, зданий и сооружений Братской ГЭС.

Стабильная, слаженная работа коллектива руководителей, специалистов и рабочих Братской ГЭС дает уверенность в том, что все проблемы эксплуатации этого сложнейшего, стратегически важного для региона страны сооружения будут успешно решены.

Прорыв

Марчук А. Н., бывший начальник техинспекции Братскгэсстроя

О Братске и создавшем его Братскгэсстрое написано много. По горячим следам: пока живы были в памяти лица друзей и соратников, яркие эпизоды стройки, пока звучали в ушах sireны двухконсольных кранов, пока помнились планёрки и образы отцов-основателей, — писали именно об этом. Чем дальше уходит время, тем ярче проступает сквозь уже написанную мозаику стратегическое величие для страны сотворённого Братскгэсстроем. Поистине большое видится на расстоянии. Наверное, глубокое осмысление этого ещё впереди, но есть неистребимое желание, хотя бы штрихами обозначить значение Братскгэсстроя и Братской ГЭС для судеб СССР и России.

Строительство Братской ГЭС знаменовало собой целый комплекс прорывных успехов в развитии страны. Прорыв в области электроэнергетики заключался в создании мощнейшей гидроэлектростанции мира, которая могла давать базисную мощность до 3 млн. кВт и одновременно нести регулируемую нагрузку в энергосистеме до 1,5 млн. кВт. Благодаря крупнейшему водохранилищу, связанному с Байкалом, Братская ГЭС является уникальной электростанцией по валовой выработке электроэнергии. К своему 50-летию юбилею она выработала 1 030 млрд. кВт · ч электроэнергии, и по этому показателю с ней не сравнится ни одна электростанция мира. В период создания на ней устанавливались самые крупные отечественные гидроагрегаты мощностью по 235 МВт с КПД 94 %, тогда как на лучшей ГЭС в США Роберт-Мозес на Ниагаре машины мощностью по 150 МВт имели КПД 93 %.

Беспрецедентной является экономическая эффективность Братской электростанции. Она окупала все затраты на строительство уже в период временной эксплуатации на пониженном напоре. Жестоким морозной зимой 1965/1966 г., когда остановились добыча и транспорт топлива, теплоцентрали Сибири резко снизили выработку, Братская ГЭС за счёт сверхплановой сработки водохранилища позволила Сибирской энергосистеме не отключать потребителей.

В июне 1959 г. в Братск прилетел Аверелл Гарриман — бывший посол США в СССР в период войны, посол президента США по особым поручениям. Он сожалел, что опоздал на перекрытие реки, но вид могучей стройки и без этого произвёл на него сильное впечатление. С визита Гарримана Запад стал усиленно интересоваться Братскгэсстроем, различные американские делегации — от сенаторов до туристов — приезжали почти каждый год,

доставляя хлопоты местному КГБ. Таким оживлённым связям способствовала дружба министра Петра Степановича Непорожного с президентом «Детройт Эдисон компани» Уолкером Сислером. После крупных системных погашений в США Сислер учился у Непорожного строительству межсистемных связей, дважды побывал в Братске, пригласил в Америку И. И. Наймушина и присвоил ему звание “гидромедведь”.

В 1960 г. председатель Национального комитета СССР по большим плотинам А. А. Боровой привёз в Братск всех членов Исполкома Международной комиссии по большим плотинам. Самые высокие авторитеты мировой гидроэнергетики долго и внимательно осматривали стройку, получали от Арона Марковича Гиндина исчерпывающие и квалифицированные ответы на свои вопросы. Президент Национального комитета США Тэд Мермелл долго обследовал на монтажной площадке подготовленный к сборке первый пусковой гидроагрегат, рассматривал вал ротора, заглядывал внутрь, словно сомневался, что такая машина существует в реальности. Итог экскурсии подвёл президент Международной комиссии Клаудио Марчелло: “Мы все сегодня сидим на партах перед Братской ГЭС”.

Строительство Братской ГЭС явилось сильным аргументом в пользу социалистической, плановой экономической системы благодаря комплексному характеру освоения природных богатств обширного региона. Здесь был реализован один из фундаментальных принципов планового хозяйства, о котором говорил академик П. Капица, — принцип опережающего развития энергетики. В составе проекта Братской ГЭС была разработана гипотеза развития народного хозяйства в зоне влияния гидроэлектростанции. Она предусматривала создание комплекса электроёмких производств, предприятий по переработке богатейших запасов ценнейшего приангарского леса, железных руд, сырья для химической промышленности, транспортного и рыбопромыслового освоения водохранилища, развития индустрии строительных материалов и конструкций на месторождениях региона. Концепция благодаря успешному строительству гидроэлектростанции превратилась в отраслевые государственные планы, а планы отраслей — в план Братскгэсстроя и реальные объекты.

Пусковой комплекс Братского алюминиевого завода вступил в действие до сдачи ГЭС в постоянную эксплуатацию. За ходом его строительства по просьбе А. Н. Косыгина лично следил И. И. Най-



Американцы удивляются. И. И. Наймушин, Н. Н. Гусельников — директор строящейся Братской ГЭС, Стюарт Юдолл (в центре) — министр внутренних дел США

мушин. Стране необходим был братский алюминий для развития авиастроения и космической промышленности. В 1985 г. вступил в строй Братский лесопромышленный комплекс и СССР резко уменьшил расходы валюты на импорт бумаги. Коршуновский ГОК выдал богатейший железорудный концентрат для Кузнецкого металлургического комбината. Единая база строительной индустрии, впоследствии комбинат “Братскжелезобетон”, развила мощности до 800 тыс. кубометров в год сборных конструкций. Эти конструкции получали КАМАЗ на западе, Норильск на севере, Хабаровск, Комсомольск на востоке, Монголия на юге. На правом берегу Ангары вырос завод отопительных приборов, так необходимый для сибирских условий. Продолжается транспортное, водохозяйственное и рекреационное освоение водохранилища. Лесоперерабатывающая промышленность Братскгэсстроя снабжала лесоматериалами и сборными щитовыми домами всю страну. Сбылось пророчество Арона Марковича Гиндина о том, что “Братскгэсстрой будет трамплином для прыжка на восток”. Впоследствии строительством Усть-Илимского лесопромышленного комплекса в содружестве со странами СЭВ Братск показал также своё международное значение.

Как правило, большое дело пробуждает творческую энергию людей. Строительство Братской ГЭС стимулировало технический прогресс в промышленности, строительстве и науке. Впервые в истории гидротехнического строительства около 3 млн. кубометров бетона в сооружения высокой капитальности было уложено в зимнее время, тогда как американцы при отрицательных температурах бетон не укладывают. Большой объём работ по строительству перемычек выполнен с использованием несущей способности льда, что было новым, сме-

лым техническим решением. Этот опыт тщательно изучала Лаборатория северных районов армии США (КРЕЛЛ). Гидроэлектростанция вступила в строй на пониженном напоре со штраблённым профилем плотины, что позволило почти на 20 % сократить объём пускового бетона и сократить сроки окупаемости ГЭС. Для добычи инертных материалов широко использовался метод гидромеханизации с промораживанием и сухой сортировкой заполнителей бетона. Было замечено явление раскрытия контакта скала — бетон и разработана теория расчёта и предупреждения этого явления. Отечественная промышленность кроме уникальных по тому времени гидроагрегатов создала высокопроизводительные механизмы нового типа — двухконсольные краны, монтажный кран СМК-80 для сборки большой эстакады, с помощью которых построена и Усть-Илимская ГЭС. Предприятия Братскгэсстроя освоили выпуск восьмикубовых бадей, модернизировали вибраторы для укладки бетона, организовали выпуск электродов, конструкций корпусов БРАЗА со степенью сборности более 90 %, предварительно-напряжённых большепролётных конструкций, автомобилей-цементовозов, других машин и механизмов, оборудования и инструментов. Инженеры Братскгэсстроя, вооружённые опытом строительства Братской ГЭС, доказали возможность и реализовали меры по уменьшению скальной выемки в котлованах Усть-Илимской ГЭС, усовершенствовали конструкцию опор моста через Ангару, создали новые, прогрессивные типы опалубки, автоматизировали бетонные заводы. Трудности с промерзанием пучинистых грунтов были преодолены широким применением свайных фундаментов. В содружестве с Сибирским отделением Академии наук был организован крупный вычислительный центр, принявший на себя огромный объём счётных работ и даже управленческих функций в строительном производстве. В Братске впервые на научной основе была решена проблема борьбы с кровососущими насекомыми.

Строительство Братской ГЭС позволило осуществить прорыв в социальной и кадровой политике. На стройке не использовался труд заключённых. Энтузиазм молодёжи, вызванный знаменитой таёжной стройкой в Сибири, обеспечил непрерывный приток молодых людей с большим желанием работать и с отсутствием профессиональных навыков. Кадровая служба Братскгэсстроя организовала учебный комбинат, в котором преподавали опытные специалисты стройки. За 11 лет работы учебного комбината было обучено более 55 тыс. рабочих, в том числе 15,6 тыс. непосредственно для строительства гидроузла. Коллектив строителей был молодёжным: 55 % его составляли рабочие и специалисты в возрасте до 28 лет. Благодаря учеб-

ному комбинату доля квалифицированных рабочих возросла с 54 в 1959 г. до 76 % в 1964 г. Сплав опытных гидростроителей, прошедших не одну стройку, и молодых специалистов, обладающих современными научными знаниями, стал выдающейся школой руководящих кадров, возглавивших крупные подразделения и предприятия Братскгэстроя, а впоследствии и министерства энергетики и электрификации. Каждого вновь прибывшего молодого специалиста принимал начальник или главный инженер стройки. Особым уважением у молодых братскгэстроевцев пользовались руководители-фронтовики В. М. Янин, А. С. Южаков, В. М. Чудотворцев, В. А. Герасименко, Е. П. Верещагин и другие. Боевые ордена Красной Звезды имели И. И. Наймушин и А. М. Гиндин за их героический трудовой вклад в победу.

Неосвоенность территории, суровый климат поставили перед руководством стройки труднопреодолимые преграды в области жилищно-бытового обеспечения работающих. Было принято решение о массовом крупнопанельном строительстве из домов современных серий, но до конца строительства так и не удалось преодолеть отставание в нормах обеспечения жильём и бытовыми условиями, принятыми в министерстве. По этой причине были разрешены индивидуальное строительство и оказание помощи индивидуальным застройщикам в обеспечении строительными материалами. Следует заметить, что жилищные и бытовые трудности не вызвали социальных конфликтов, люди стойко их переносили, понимая масштабность своего дела. Однако текучесть кадров была повышенной.

Для руководства Братскгэстроя была ещё одна специфическая трудность. Решение порученных стратегических задач требовало постоянной связи с Москвой, к чему очень ревностно относился Ир-



В гостях у советника по энергетике Президента США Дж. Кеннеди Уолкера Сислера (второй справа)

кутский обком КПСС. К чести И. И. Наймушина и А. Н. Семёнова следует отнести их способность преодолевать партийную иерархию в интересах дела, и это тоже был прорыв. Однако их преемникам и Братскгэстрою в целом позже за это пришлось жестоко расплачиваться.

Успехи Братскгэстроя в строительстве Братской ГЭС и комплексном освоении природных богатств Сибири подвинули правительство СССР на активное продвижение науки и крупных производств на Восток: возник Новосибирский Академгородок и отделения Академии наук в других городах Сибири и Дальнего Востока, Минусинский электротехнический комплекс, Абаканский вагонозавод, Красноярский завод тяжелых экскаваторов, Нерюнгринский угольный комплекс, Завод электростали в Комсомольске-на-Амуре, ряд мощных тепловых электростанций. К сожалению, не все эти прорывные планы удалось реализовать до перестроечного периода.

Полувек юбилей Братской ГЭС вызывает неизменное чувство гордости за участие в её создании.

Организация проектно-изыскательских работ Братской ГЭС

Шайтанов В. Я., президент ассоциации “Гидропроект”

Река Ангара с давних времен привлекала внимание исследователей водных ресурсов. Несмотря на значительную отдаленность от центра России, уже в конце XIX в. на ее берегах стали появляться экспедиции исследователей с целью поиска путей использования ее энергии для развития народного хозяйства этого богатейшего края. Начиная с 1847 г. на берегах Ангары побывали группы исследователей, возглавляемые такими энтузиастами, как М. Козицкий, А. Чекановский, И. Черский. Они исследовали отдельные участки реки.

Первые серьезные исследования Ангары были проведены в 1887 – 1890 гг. экспедицией Министерства путей сообщения России. Экспедицию возглавлял большой энтузиаст освоения Сибири М. Чернцов. В результате рекогносцировочного обследования долины реки был подготовлен доклад, в котором излагались сведения о геологическом и топографическом строении наиболее характерных участков Ангары. Были составлены план долины реки в масштабе 1:25000 и лоция от истока до устья с подробным описанием наиболее сложных участков. В районе Падунского и Шаманского порогов были организованы водомерные посты. В 1886 г. инженером Штеллинггом был организован постоянный водомерный пост у г. Иркутска, и с этого времени начались постоянные наблюдения за водным режимом реки.

Дальнейшее изучение Ангары продолжилось только в 1917 г., когда Министерство путей сообщения организовало и направило в Иркутск две изыскательские партии: одну во главе с В. М. Малышевым для изучения верхнего участка Ангары — от истока до Братска и вторую во главе с А. А. Вельнером для обследования нижнего участка — от Братска до устья. На основе этих материалов по заданию ГОЭЛРО А. А. Вельнер в 1920 г. составил доклад “Водные силы Ангары и возможности их использования”, в котором было указано одиннадцать створов гидроэлектростанций с напорами от 6 до 20 м. Суммарная мощность ГЭС каскада была определена в 2765 тыс. л. с.

В 1924 – 1925 гг. по заданию Госплана СССР В. М. Малышев выполнил специальную работу о перспективах электрификации Восточной Сибири “Лено-Байкальская область и перспективы ее электрификации”, в которой показал значение ангарской энергии для развития экономики народного хозяйства Восточной Сибири. Эта работа послужила основой для системного изучения возможности

использования природных ресурсов Восточной Сибири на базе опережающего развития электроэнергетики.

Начиная с 1924 г. на Ангаре были организованы постоянные гидрометрические посты, а в районе Падунских порогов была открыта гидрометрическая станция и организованы систематические инженерно-геодезические и инженерно-геологические работы для проектирования первых гидроэлектростанций. Выполнение этих работ было поручено Ленинградскому отделению института “Электропроект”. О значимости работ по использованию энергии Ангары говорит тот факт, что в 1929 г. при разработке первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР советское правительство включило в него работы по использованию водной энергии этой реки.

В плане освоения водноэнергетических ресурсов Ангары, разработанном в 1930 г. академиком И. Г. Александровым, в качестве первоочередного гидроузла предусматривался Байкальский (ныне Иркутская ГЭС), створ которого был определен выше г. Иркутска; вторым гидроузлом — Братский, створ которого был намечен в районе сужения Падунских порогов. В соответствии с этим планом в 1931 – 1932 гг. были развернуты широкомасштабные изыскательские работы по изучению полезных ископаемых в Братском районе. На порожистом участке Ангары была проведена геологическая съемка. В результате этого этапа работ в 1935 г. составлены:

рабочая гипотеза комплексного использования верхнего участка Ангары до Братска;

схематический проект первоочередной Байкальской (Иркутской) ГЭС;

технико-экономическая схема Братского энергопромышленного комплекса.

В 1936 г. эти материалы рассмотрела и одобрила экспертная комиссия Госплана СССР. В представленных материалах предлагалось построить на Ангаре шесть гидроэлектростанций с использованием 333 м падения реки. Остальные 47 м рассчитывали использовать на Енисейской ГЭС, створ которой предполагался на Енисее ниже впадения Ангары. Подпор Енисейской ГЭС распространялся до створа Богучанской ГЭС. В 1936 г. работы по освоению гидроресурсов Ангары и по развитию энергопромышленного региона были приостановлены и возобновились уже после завершения Великой Отечественной войны — в 1946 г. В 1949 г. было

составлено проектное задание Иркутской ГЭС, а в 1951 г. — технический проект.

Весь комплекс проектно-изыскательских работ, включая рабочую документацию Иркутской ГЭС, осуществляло Московское отделение института “Гидроэнергопроект”. Главным инженером проекта был назначен талантливый инженер Г. К. Суханов. Строительство этой гидроэлектростанции началось в 1950 г., а пуск первых двух агрегатов состоялся в декабре 1956 г.

Схематический проект Братской ГЭС был разработан также Московским отделением института “Гидроэнергопроект” под руководством Г. К. Суханова и утвержден в 1952 г. Вслед за этим было разработано проектное задание, а в 1957 г. Главгосэкспертиза СССР утвердила технический проект. Принимая во внимание масштабы строительства гидроузла, для проектирования Братской ГЭС приказом министра электростанций СССР М. Г. Первухина в Московском отделении Гидроэнергопроекта был создан специальный комплексный отдел Братской ГЭС. Этим же приказом Г. К. Суханов был назначен главным инженером проекта Братской ГЭС. Начальником Братского отдела был назначен выдающийся инженер М. И. Левицкий. На Братский отдел были возложены функции проектирования основных сооружений гидроузла и разработка проектов организации строительства и производства работ. Проектирование гидромеханического и электротехнического оборудования, водноэнергетической части, водохранилища, поселков строителей, объектов строительного хозяйства и производственных предприятий, теплоснабжения, водоснабжения энергоснабжения и связи, а также составление сметной документации были возложены на специализированные отделы.

Проектирование гидромеханического оборудования осуществлялось под руководством молодых талантливых инженеров В. А. Яннучева, В. В. Морозова, А. Ф. Щурова; электротехнического — Б. З. Уманского, Н. П. Митраха, Ю. И. Фихмана. Группу архитекторов Братской ГЭС возглавлял главный архитектор Мосгидроэнергопроекта Г. М. Орлов. В группу входили молодые талантливые архитекторы В. Н. Ваксман, В. М. Серебрянский, Н. М. Гохман.

В связи с развитием работ по строительству основных сооружений гидроузла в 1954 г. на строительной площадке была создана группа рабочего проектирования (ГРП), начальником которого был назначен М. В. Семенюк. На ГРП были возложены функции оперативной корректировки и увязки рабочей документации, поступающей на строительство из отделов головного института и субподрядных проектных организаций; оперативное решение вопросов, возникающих на строительстве в про-

цессе работ; проектирование отдельных производственных предприятий, временных зданий и сооружений, объектов поселкового строительства, внутрипостроечных автомобильных и железных дорог, линий электропередачи 35 и 6 кВ, временных подстанций, объектов временного и постоянного водоснабжения, канализации, теплоснабжения, включая котельные и тепловые сети. ГРП проектировала объекты комплексно, включая технологическую, строительную, электрическую, сантехническую, архитектурную и сметную части. Одновременно ГРП выполняла работы, связанные с корректировкой рабочих чертежей основных сооружений при уточнении геологических условий на отдельных участках сооружений, а также при изменении сортамента арматурной стали, проката и других строительных материалов. В дальнейшем ГРП выполняла проектирование ограждающих перемычек, организацию перекрытия русла Ангары и оперативно решала многие другие вопросы. Численность группы рабочего проектирования превышала 100 – 120 человек, достигая в отдельные годы 150 человек. Административно и технически ГРП входила в состав Братского отдела и подчинялась непосредственно главному инженеру проекта.

Кроме огромного объема разноплановых работ на ГРП были возложены функции авторского надзора, контроль и проверка соответствия проекту и нормам выполнявшихся строительного-монтажных работ, а также согласование изменений, возникающих в ходе строительства. Эти работы проводили специалисты ГРП совместно с технической инспекцией строительства, любые отклонения от проекта фиксировали в документах авторского надзора и предъявляли комиссии при приемке сооружений. Группа рабочего проектирования на Братской ГЭС существовала до окончания строительства и сдачи гидроузла правительственной комиссии.

Особое место в комплексе проектирования Братского гидроузла занимали вопросы инженерных изысканий. Первые систематические инженерно-геодезические, гидрологические и инженерно-геологические работы для проектирования объектов гидроэнергетического использования Ангары были проведены Ленинградским отделением института “Электропроект” в 1929 г.

Для выполнения комплекса работ по инженерным изысканиям в составе Московского отделения Гидроэнергопроекта была создана специальная комплексная Ангарская изыскательская экспедиция, в состав которой входили топографическая, гидрологическая и инженерно-геологическая службы, оснащенные по тем временам самым современным оборудованием, аппаратурой и средствами связи. Численность изыскательских подразделений Ангарской экспедиции в отдельные годы достигала

500 – 800 специалистов и более. Все работы по инженерно-геологическому обоснованию проекта Братской ГЭС осуществлялись под руководством главного геолога Р. Р. Тизделя. Начальником Ангарской комплексной экспедиции был назначен Л. Е. Медведев.

Проект уникальной Братской ГЭС, сооруженной в трудных условиях бездорожья, сурового климата Восточной Сибири, большой отдаленности от промышленных центров и населенных пунктов, являлся во многом оригинальным и требовал специальной разработки ряда новых инженерных решений. В проектировании и строительстве гидроузла участвовало более 250 проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций, заводоизготовителей технологического и строительного оборудования, конструкторские бюро заводов-по-

ставщиков, заводы и предприятия строительных материалов, специализированные строительные и монтажные организации. На строительстве работали специалисты более 100 национальностей. В сооружении Братской ГЭС участвовала практически вся страна.

Список литературы

1. *Технический отчет о проектировании, строительстве и эксплуатации Братской ГЭС имени 50-летия Великого Октября / Под ред. Г. К. Суханова и М. И. Левитского. — М.: Энергия, 1974.*
2. *Наймушин И. И., Толкачев Л. А. Строительство Братской электростанции // Гидротехническое строительство. 1961. № 11.*
3. *Суханов Г. К., Левитский М. И. Братская гидроэлектростанция // Гидротехническое строительство. 1957. № 1.*
4. *Семенов А. Н. Гидроэнергетическое строительство в России и за рубежом. М.: Энергоатомиздат, 2003.*

Использование несущей способности льда и скального основания на строительстве Братской ГЭС

Марчук А. Н., доктор техн. наук (ИФЗ РАН)

Описаны виды и способы производства работ со льда, исследования несущей способности анкерных заделок в диа-
базах основания плотины Братской ГЭС, приведены результаты исследований.

Ключевые слова: производство работ, несущая способность, анкерные заделки

По энергетической программе до 2020 г. пред-
стоит ввести в действие на гидроэлектростанциях
России 10,3 млн. кВт новых мощностей. Из них
9,6 млн. кВт на ГЭС, расположенных в районах Си-
бири и Дальнего Востока. Это означает, что придёт-
ся иметь дело со строительством на зажорных и за-
торных реках, на скальных основаниях Сибирской
платформы. Поэтому весьма полезно обратиться к
богатому опыту Братскгэстроя по использованию
несущей способности льда и исследованиям проч-
ности анкерных заделок на большие усилия в диа-
базах основания плотины.

Известно, что зажорные шугоносные реки обла-
дают большим запасом пропускной способности
при постоянном уровне ледостава за счёт смыва
шуги при увеличении скорости течения в стеснён-
ном русле [1]. Минимальное значение такого запаса
можно определить по формуле П. Н. Белокопя [2],
которое составляет 37 % дополнительно к площади
живого сечения русла при ледоставе на европей-
ских реках. Для зажорных рек этот запас значитель-
но больше. Так, для Подкаменной Тунгуски, где
планируется строительство Эвенкийской ГЭС, при
равных уровнях реки зимний расход составляет
400, а летний может достигать 75 000 м³/с.

На строительстве Братской ГЭС с самого начала
производства работ широко использовались несущая
способность льда и возможности стеснения за-
крытого русла. Эксплуатировалось более 250 км
ледовых дорог, отсыпались прибрежные бечевни-
ки, выполнялись перегоны механизмов и промер-
ные работы. Зимой 1956/57 г. на льду Падунского
сужения р. Ангары в створе будущей ГЭС была по-
строена ряжевая продольная перемычка котлована
первой очереди. Ряжи размером в плане 10 × 20 м и
высотой 5,5 м рубились на льду в 15 м от кромки
майны, стаскивались двумя тракторами с полиспа-
стами в майну, садились на дно и загружались кам-
нем. При максимальной толщине льда 2 – 2,2 м вес
каждого ряжа составлял 100 т. Случаев пролома
кромки майн не было. Работы выполнены в январе
по март под руководством прорабов А. Ф. Морозо-
ва и А. М. Шохина бригадой плотников Н. М. Хоту-
лёва. Причерчивание ряжей к профилю дна обеспе-
чивал инженер В. Б. Фрейдман. Общий объём руб-
ки ряжей составил 139 тыс. м³. Успех этой работы

позволил руководству Братскгэстроя (И. И. Най-
мушин, А. М. Гиндин, Г. К. Костюченко) организо-
вать отсыпку банкета верховой перемычки также
со льда в майну. Несмотря на то что такая операция
выполнялась впервые в истории гидротехнического
строительства, она не имела никаких признаков
авантюризма. Специальная группа из шести моло-
дых инженеров разработала детальный проект за-
крепления кромки майны, выполнила гидравличе-
ский расчёт сужения при закрытом русле, управле-
ния деформациями ледяного поля на кривой подпо-
ра, схемы движения автотранспорта, методов
мониторинга параметров отсыпки и контроля безо-
пасности работ [1]. Руководил группой Р. О. Годасс,
участвовали в разработке проекта В. А. Жованик,
Т. Л. Гогоберидзе, Л. Мараховский, В. Калмыков.
Все они работали на отсыпке банкета регулиров-
щиками. 30 марта 1957 г. за 9,5 ч 222 автосамосвала
обеспечили перекрытие прорана с интенсивностью
отсыпки 920 м³/ч. Максимальная скорость в прора-
не достигала 2,8 м/с, перепад — 1,26 м. Толщина
льда при резком потеплении 26 и 27 марта до +4° С
изменилась с 1,2 до 0,9 м. Рабочая кромка льда,



Рис. 1. Завершающий этап отсыпки банкета 30 марта 1957 г.
Видна кромка льда с настилом и колесоотбоем

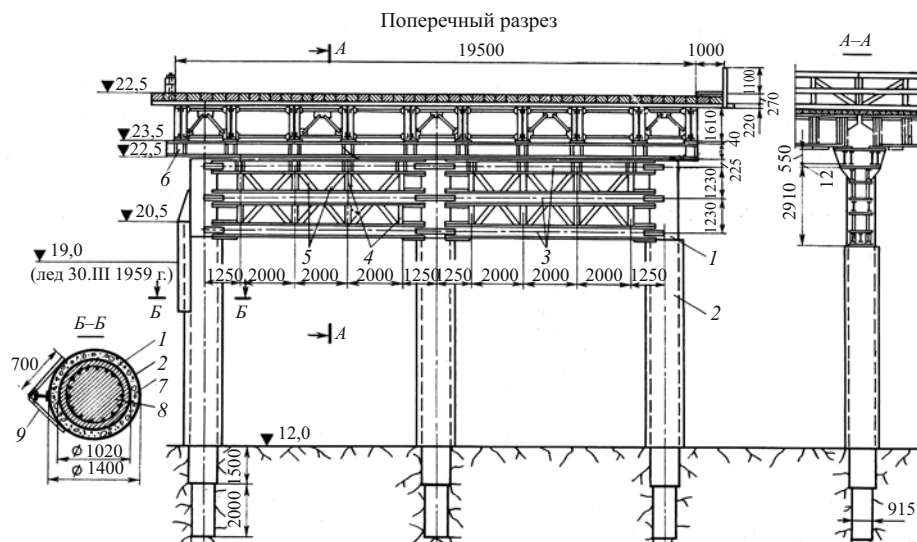


Рис. 2. Конструкция опоры моста на заанкеренных в скалу железобетонных сваях в стальной оболочке для фронтального перекрытия р. Ангары

усиленная брусчатым настилом, сохранила свою несущую способность (рис. 1).

Для перекрытия реки в 1959 г. московским проектом производства работ был предусмотрен мост на ряжевых опорах, заполненных бетоном и закреплённых к основанию скважинами большого диаметра. Анализ проекта с учётом местных условий показал, что он неосуществим. Лёд в левобережной протоке был тонким из-за высоких скоростей; стеснение ряжами уже стеснённой протоки составляло бы 25 %; удержать ряжи в майне и сохранить толщину льда при увеличенных скоростях, разбить скважины, заполнить ряжи бетоном было невозможно. Составить реальный проект перекрытия А. М. Гиндин поручил проектной конторе Братскгэстроя. Строительной организацией были проведены гидравлические исследования в лабораториях МЭИ и ВНИИГ. В основе проекта остался мост, но конструкция опор кардинально изменилась. По расчётной схеме проектной конторы она представляла собой двухпролётную раму с бесконечно жестким ригелем, состоящую из трёх железобетонных свай

в стальной оболочке, заделанных в скалу на 3,5 м (рис. 2).

Расчёт рамы выполнила инженер Н. В. Хохлова, армирование свай на ледовый удар — В. Лошманова, в конструировании опор принимали участие В. Лукомский, Г. Каганов, А. Магомедов, Р. Дружинин, Р. Рамазанов. Работы по возведению опор со льда выполнили буровые мастера Ангарской экспедиции Гидропроекта под руководством А. Садовского с помощью станков тяжелого бурения “Каликс”, монтаж армокаркасов и ригелей — гидромонтажники М. К. Лабинцева (рис. 3).

12 мая опоры успешно выдержали многократные удары ледяных полей, монтажные нагрузки весом более 200 т, а 19 июня — динамические нагрузки от сбрасывания в проран негабаритных камней весом до 20 т с интенсивностью до 1000 м³/ч. При этом они в минимальной степени сужали живое сечение прорана.

Накопленный Братскгэстроём опыт безопасной работы на льду, у кромки майн, иллюстрируют данные, представленные в таблице.

Вид груза	Размеры опорной груза, м	Вес, т	Расстояние до кромки льда, м	Толщина льда, м
Ряж из бруса	9,7 × 19,5	До 200	0	1,7 – 2,0
Башенный кран	5 × 6	72	13	1,0
Колёсный кран	6 × 6	33	4	1,0
Автомобильный кран	4,5 × 6	22	4	1,0
Экскаватор драглайн	2,7 × 3,42	20	3	1,20
Самосвал	—	12	0,8	0,6 – 0,8

Примечание. Стационарные краны устанавливались на настилах



Рис. 3. Работы на льду р. Ангары по монтажу свайных опор моста

Высокая несущая способность заделанных в скалу железобетонных свай позволила поставить вопрос о применении напряженной анкеровки правобережной части бетонной плотины. Предложение встретило возражения со стороны Гидропроекта, но при поддержке профессора М. М. Гришина, В. С. Эрнстова и А. М. Гиндина было принято решение осуществить эксперимент для отработки технологии напряженной анкеровки на большие усилия.

На опытном полигоне в пределах основания правобережной плотины, в выветрелых диабазовых породах, подлежащих съему, совместно с ВНИИГ были проведены эксперименты по исследованию прочности зацементированных в скалу стержней из стали диаметром 36 мм периодического профиля из стали 35ГС.

Глубина заделки в скважинах диаметром 219 мм изменялась от 1,4 до 8 м, количество стержней в тросах варьировалось от 5 до 10 шт. Разрушающие усилия при разрыве тросов по стержням составляли от 265 до 530 т [3]. Была испытана также анкерная заделка на большое усилие методом выпора с помощью плоского домкрата в скважине диаметром 915 мм на глубине 3,2 м. Достигнуто усилие 2270 т, при котором смещение поверхности составило только 2,5 мм.

Построенная опытная секция плотины имеет высоту 34,5 м и ширину по основанию 22 м. Она прижата к основанию двумя тросами суммарным усилием 2000 т, забетонированных в скважинах диаметром 1220 мм на глубину 7 м (рис. 4).

После выдержки на релаксацию суммарное усилие снизилось до 1700 т и оставалось постоянным до заполнения шахт бетоном. Наблюдения за напряжениями в стержнях показали стабилизацию усилий, а при возникновении гидростатического

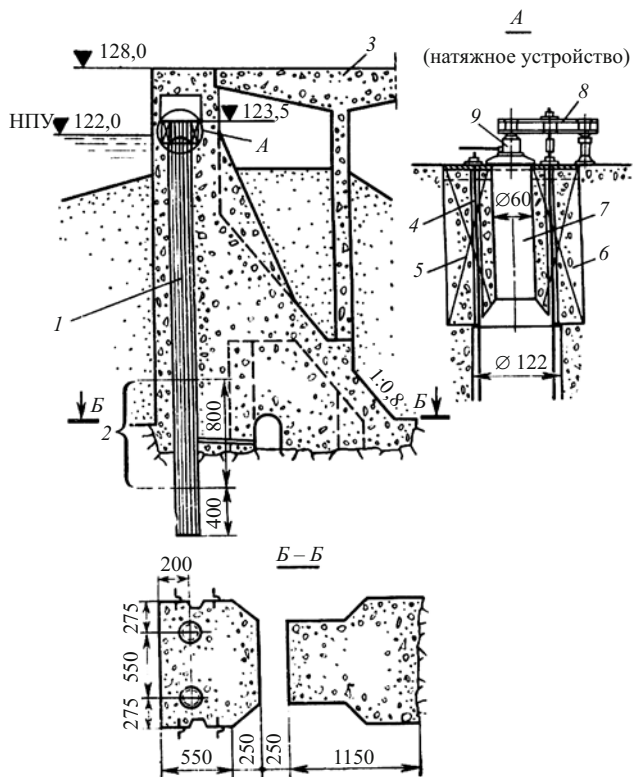


Рис. 4. Поперечный разрез опытной секции глухой бетонной плотины:

1 — анкерный трос в скважине диаметром 122 см; 2 — участок троса, на котором стержни имеют гидроизоляционную обмотку; 3 — железнодорожный мост; 4 — каналобразователь (трубка); 5 — армокаркас; 6 — бетон марки 200, В-4, Мрз 100; 7 — лаз; 8 — балка (рычаг); 9 — гидравлический домкрат ДГ-100

давления на плотину они достигли проектного уровня. В проектировании и строительстве опытной секции принимали участие инженеры Е. Зубарева, Э. Шаталова, В. Адамова, А. Карпинская, А. Вознесенский, А. Букреев, В. Авдеев, К. Киселёв, В. Долгий, рабочие правобережного участка Управления строительства русловых плотин [4].

Проведенные работы показывают целесообразность максимального использования благоприятных природных условий створов планируемых к строительству сибирских гидроузлов. Они позволили существенно уменьшить скальные выемки при строительстве Усть-Илимской ГЭС и облегчить массивные опоры моста через р. Ангару в г. Усть-Илимске.

Список литературы

1. Марчук А. Н. Перекрытие рек под ледяным покровом. — М.: Энергия, 1973.
2. Белоконь П. Н. Инженерная гидравлика потока под ледяным покровом. — М.: Госэнергоиздат, 1940.
3. Марчук А. Н. Напряженная анкеровка бетонных плотин. — М.: Энергия, 1976.
4. Братская ГЭС имени 50-летия Великого Октября. Том 11. Организация и производство строительно-монтажных работ. — М.: Энергия, 1973.

Начало строительства Братской ГЭС на р. Ангаре: уникальное перекрытие реки

Головин Л. В., инженер гидроэнергетик-гидротехник,
почетный строитель Минэнерго РФ

Организация производства работ по строительству Братской ГЭС была принята по классической схеме. Сначала сооружались перемычки, образующие котлован первой очереди, который занимал, примыкая к правому берегу, почти две трети русла Ангары. В правобережной части котлована возводилась железобетонная гребенка, через которую после создания промежуточного котлована и разбора части верховой и низовой перемычек пропусклась часть расходов реки. После создания котлована второй очереди и объединения его с промежуточным котлованом уже весь водоток Ангары проходил через гребенку. Были созданы условия для начала работ по возведению основных сооружений Братской ГЭС.

Для выполнения перекрытия первой очереди на строительстве Братской ГЭС генпроектировщик — институт “Гидропроект” предложил типовое для равнинных рек в зоне умеренного климата решение: в летнюю межень поперек реки устраивается автомобильный понтонный мост на баржах, с которого ведется фронтальное перекрытие части русла реки. По графику такое перекрытие должно было быть летом 1957 г. Это решение не устраивало Братскгэсстрой по срокам, сложности и небезопасности производства работ. К тому же уже к концу 1956 г. Братскгэсстрой был готов начинать основные работы, поскольку уже создал значительную часть своей инфраструктуры, включая подсобно-производственные базы, пионерное жилье и соцкультбыт, начали поступать в значительных объемах стройтехника, автотранспорт и т.п. Был в основном сформирован производственный коллектив, в котором часть опытных строителей-гидротехников вместе с прибывшими на стройку молодыми специалистами вошла в состав технического отдела и проектной конторы, т.е. был создан технический штаб Братскгэсстроя под руководством главного инженера А. М. Гиндина для решения крупных и сложных инженерных задач.

Возникла идея не дожидаться лета, а использовать в качестве союзника суровую братскую зиму. Дело в том, что створ Братской ГЭС расположен по течению ниже Падунских порогов, и если на них зимой громоздились горы ледяных торосов, то в створе относительно спокойная Ангара была покрыта почти ровным льдом толщиной не менее полтора метров. Этот лед мог быть использован в качестве удобной строительной площадки для рабо-

ты строймеханизмов и автотранспорта. Зимой 1956/57 годов были неплохие гидрологические прогнозы, поскольку на Иркутской ГЭС началось наполнение водохранилища и сток Ангары ниже Иркутской ГЭС был небольшим и, по существу, регулируемым. Большие морозы конца 1956 г. и ранний ледостав на Ангаре привели к относительно небольшому шугообразованию в реке.

Несмотря на благоприятные природные факторы, столь необычное в мировой практике перекрытие (даже частичное) со льда вызывало определенные опасения, поэтому работы по началу сооружения котлована первой очереди, включая подготовку перекрытия, были начаты как эксперимент, который в любой момент в зависимости от хода дел можно было прекратить, тем более что на рубеже 1956 – 1957 гг. Братскгэсстрой был мало известен в стране и его международный авторитет был еще впереди.

Работы по возведению котлована первой очереди были начаты в конце 1956 г. В первую очередь технический штаб разработал самую сложную и многодельную часть котлована — продольную ряжевую перемычку, а именно конструкцию и методы производства работ по ее сооружению. Проблема резки толстого льда для образования майны, в которую должны были погружаться ряжи продольной перемычки после опробования нескольких разных строительных машин и механизмов, была решена путем переоборудования траншейного экскаватора ЭТН-251 под ледорезную установку, резавшую лед шириной реза 15 см по контуру майны. Глубина реза составляла 0,9 толщины льда. Далее лед внутри контура майны дробился на куски взрывами и вычерпывался драглайном. Одновременно в стороне от майны рубился ряж из бруса на полную высоту и по мере готовности соответствующей части майны стаскивался в нее тракторами. Ряж рубился на полную высоту, низ стен ряжа соответствовал профилю дна, поскольку до устройства майны была проведена детальная нивелировка дна через лунки пробуренные во льду. Спущенный в майну ряж загружался гравмассой сначала ковшами на кранах, а потом непосредственно самосвалами.

В начале 1957 г. работы по сооружению продольной ряжевой перемычки велись в таких объемах и темпах, что уже в начале марта стала очевидной возможность устройства майны для проведения перекрытия правобережной части Ангары в

конце марта. До устройства майны от берегов был отрезан лед на длину предполагаемого подпора, чтобы он мог подниматься при подъеме уровня воды перед отсыпаемым банкетом при перекрытии. Далее уже освоенными методами была выполнена поперек реки в несколько этапов майна от правого берега до ряжевой перемычки, были отсыпаны фронтально-пионерным способом на полный профиль банкеты правого берега и от продольной перемычки длиной соответственно 130 и 180 м. В оставшемся проране длиной около 200 м предварительно отсыпался камень для выравнивания и защиты аллювия дна от вымывания. Для защиты от закрытия надвижкой верхнего ледяного поля прорана в нем были отсыпаны два каменных банкета, т.е. он был разделен на три части суммарной длиной порядка 140 м. Площадь льда со стороны нижнего бьефа, на которой должны были работать самосвалы была покрыта брусчатым настилом с устройством брусчатого упора для задних колес самосвалов на краю перед прораном. Все было готово и 22 марта 1957 г. приказом по Братскгэсстрою был создан штаб перекрытия, который разрабатывал план и мероприятия по проведению перекрытия. Перекрытие началось утром 30 марта и через 10 часов было завершено. В перекрытии участвовало около 300 самосвалов (в основном МАЗ-205, которые, официально считаясь пятитонными, фактически загружались до 7 т). Интенсивность отсыпки горной массы в проран максимально приближалась к $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Полный объем отсыпанной массы со-

ставлял около $55\,000 \text{ м}^3$. Суммарный расход воды в Ангаре в конце марта составлял $1650 \text{ м}^3/\text{с}$, в том числе в проране до начала перекрытия около $850 \text{ м}^3/\text{с}$. Перепад воды в конце перекрытия был немного больше метра, скорость воды достигала $2,5 \text{ м/с}$.

В итоге необходимо отметить, что благодаря удачно выбранному периоду перекрытия — зима 1956/57 г., тщательно разработанным и подготовленным технологиям подготовки и выполнения перекрытия никаких серьезных проблем не возникло. Братскгэсстрой весной 1957 г. завершил сооружение верховой перемычки до расчетных отметок и объемов, летом отсыпал низовую перемычку и полностью закончил ограждение котлована первой очереди. В начале сентября в котловане была начата откачка воды, что позволило в результате до наступления морозов привести котлован в рабочее состояние, начать его разработку и подготовку к укладке основного гидротехнического бетона. Братскгэсстрой, выполнив зимой 1957 г. уникальное со льда перекрытие первой очереди реки Ангары, обеспечивающее начало строительства Братской ГЭС с максимальным творческим использованием природных факторов, таких, как ровная холодная зима, прочный толстый лед, минимальный зимний расход воды в Ангаре, сделал первый серьезный шаг на пути создания крупнейшей в стране многопрофильной фирмы с международным именем — фирмы, работать в которой стремились многие и почитали за честь быть принятыми в нее.

Современное состояние бетонной плотины Братской ГЭС

Садович М. А., доктор техн. наук,

Шляхтина Т. Ф., Курицына А. М., кандидаты техн. наук

(Братский государственный университет),

Писарев В. Ю., Ким Е. Л., инженеры (Братская ГЭС ОАО "Иркутскэнерго")

В статье приведены результаты комплексных исследований состояния бетонного тела Братской плотины после 50 лет эксплуатации в условиях Севера. Анализ результатов исследований дает основание для следующих общих выводов.

Ключевые слова: бетонная плотина, водная среда.

Характеристика эксплуатационной среды.

Водная и воздушная среды оказывают непосредственное воздействие на тело бетонной плотины. Наиболее важным и потенциально опасным фактором внешней среды по отношению к бетонным плотинам является водная среда, поскольку вода не только омывает большие бетонные поверхности, но и фильтрует по отдельным трещинам под гидростатическим напором.

Ангара несет чистые воды. Так, по данным Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ангарская вода при общей минерализации не более 200 мг/л в качестве преобладающего аниона содержит 50 – 100 мг/л HCO_3^- , а в качестве катиона — 15 – 30 мг/л Ca^{2+} . Содержание свободной CO_2 в воде изменяется от нуля в отдельные летние дни до 20 мг/л зимой. Сопоставление химического состава ангарской воды с критериями агрессивности показывает, что в бетоне плотин возможно сочетание выщелачивающей и углекислотной коррозии [1].

Особенностью северных водохранилищ является длительная консервация в зимнее время подо

льдом, когда прекращается газовый обмен с наружным воздухом и происходит повышение кислотности воды. Продолжительность ледового периода составляет около семи месяцев в году. С таянием льда и снега связано опреснение воды водохранилищ в весенне-летний период. Для водохранилищ характерно летнее наполнение и зимнее срабатывание с понижением уровня воды в среднем на 3 м, а в отдельные годы — до 5 м. В нижнем бьефе вода в районе ГЭС зимой не замерзает из-за некоторого разогрева при прохождении через турбины и высоких скоростей течения. Колебания уровня нижнего бьефа носят случайный характер и находятся в пределах 1 – 1,5 м.

Братская ГЭС эксплуатируется в условиях резко континентального климата, который в соответствии с классификацией "ISO 9000" относится по температурному режиму к классам С и ВС со среднемесячной температурой самого холодного месяца от

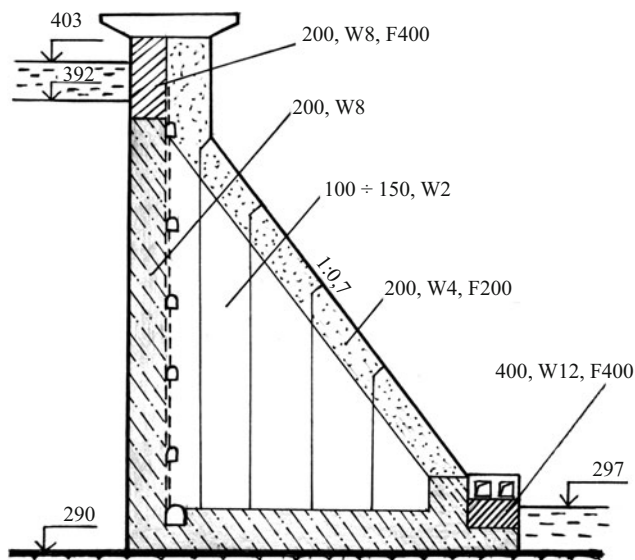


Рис. 1. Принципиальная схема зонирования бетона плотины по маркам

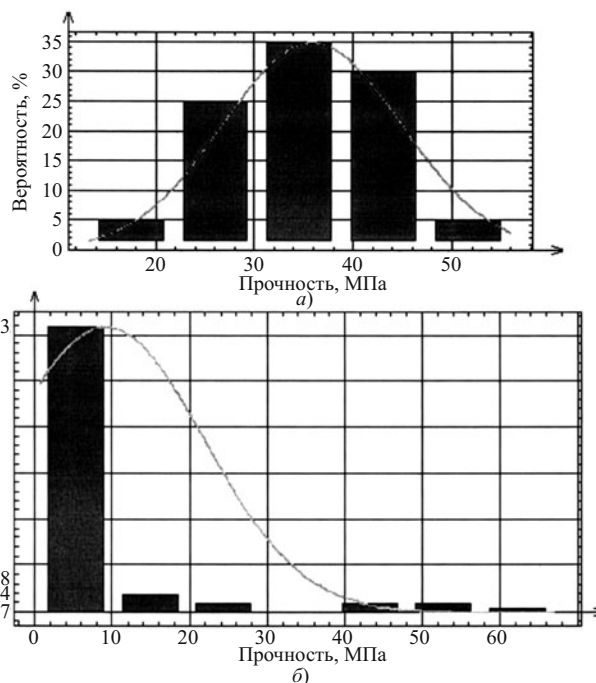


Рис. 2. Гистограммы распределения прочности бетона напорной грани Братской плотины:

а – бетон без повреждений; б – поврежденный бетон

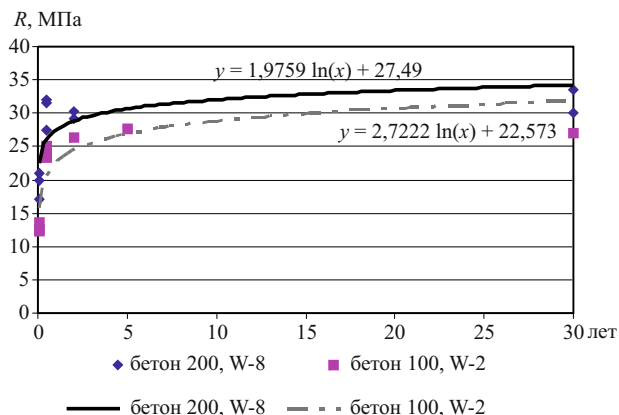


Рис. 3. Зависимость прочности бетона марок 200, W8 и 100, W2 северных плотин от возраста (по результатам испытаний контрольных образцов до 180 сут и кернов более 180 сут)

минус 15 °С до минус 30 °С и ниже, по влажности — к классу п с относительной влажностью воздуха самого тёплого месяца 45 – 75 %. Количество переходов через 0 °С составляет от 50 до 100 циклов в год.

Химический состав воздуха в сочетании с умеренной влажностью не имеет опасных для бетона концентраций газов.

Таким образом, эксплуатационная среда характеризуется комплексом факторов, связанных с суровым климатом Севера, особенностями водного режима верхнего и нижнего бьефов и химическим составом воды.

Основными параметрами бетона плотины. При строительстве плотины была принята зональная схема распределения бетона по маркам (табл. 1, рис. 1) [2].

Для приготовления бетона использовался специальный низкотермичный цемент Красноярского завода с нормированным минеральным составом клинкера (табл/ 2). Портландцемент типа I использовался для приготовления морозостойких бетонов, шлакопортландцемент типа II — подводного бетона. Общий объем бетона для Братской ГЭС составляет около 5 млн. м³.

Результаты современного мониторинга состояния плотины. В соответствии с классификацией взаимодействий в системе “бетон — среда” назначены зоны плотин, по которым были выполнены комплексные исследования бетона. К таким характерным частям или зонам плотин были отнесены:

- подводный бетон напорного столба;
- внутренняя зона;
- зона переменного уровня воды в верхнем и нижнем бьефах;
- наружная зона глухих и пристанционных плотин, контактирующая с воздушной средой;
- водосливная зона, подверженная периодическому воздействию воды.

В комплексных исследованиях бетона предполагалось сочетание натуральных испытаний с отбором

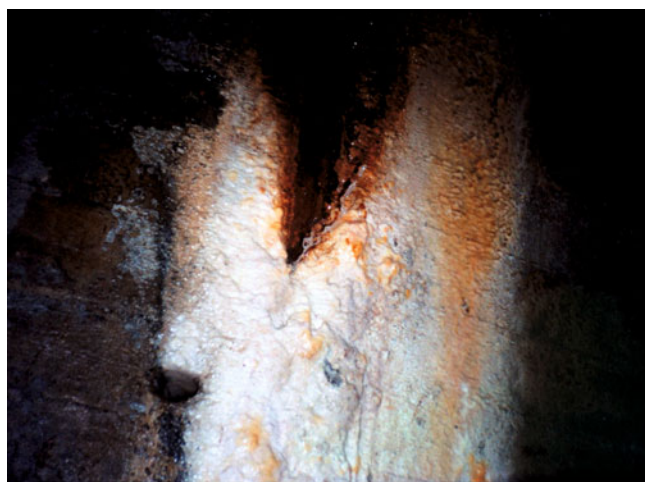


Рис. 4. Отложения кальцита на стенке смотровой галереи

образцов-кернов. Натурные испытания включали визуальный осмотр, фотографирование и испытания бетона неразрушающими методами. Испытания бетона образцов-кернов состояли из определения прочностных свойств бетона, структуры пор, степени гидратации цемента и количества свободной СаО в цементном камне, микроскопических исследований цементного камня на контакте с заполнителем и др. В методическом плане была реализована идея сравнительных испытаний бетона, находящегося в различных условиях в процессе эксплуатации.

Результаты определения прочности неразрушающими методами испытаний, дополненные визуальной оценкой, позволили получить наиболее достоверную картину состояния поверхности бетона изучаемых зон плотин, что для наружных зон — важнейший показатель стойкости бетона после длительной эксплуатации. В этом плане состояние бетона Братской плотины выглядит следующим образом.

1) Бетон напорного столба, обследованный со стороны внутренних смотровых галерей путём осмотра и испытаний склерометром, характеризуется

Т а б л и ц а 1
Зональное распределение бетона по маркам

Зона плотины	Марка бетона
Подводная	200, W8
Переменного уровня:	
верхнего бьефа	200, W 8, F250
нижнего бьефа	400, W12, F400
Внутренняя	100 – 150, W2
Наружная зона	200, W4, F200



Рис. 5. Сталактиты и сталагмиты в смотровой галерее

поверхностной прочностью $\bar{R} = 35$ МПа при диапазоне колебаний 19 – 60 МПа. Поверхностная прочность бетона, увлажняемого постоянно текущим фильтратом или покрытого кальцитом, $\bar{R} = 21,3$ МПа, диапазон 4 – 36 МПа. Таким образом, увлажняемая в течение многих лет текущим фильтратом поверхность имеет существенно меньшую прочность и является своеобразной моделью состояния поверхности фильтрующих трещин.

2) Бетон зоны переменного уровня воды в верхнем бьефе плотин находится под воздействием переменного увлажнения, морозной атаки, ветра и других факторов внешней среды.

Монолитный бетон напорного столба Братской плотины в зоне переменного уровня воды в верхнем бьефе был обследован с использованием поверхностных ультразвуковых испытаний. Анализ результатов испытаний позволил выделить два основных состояния бетона:

- без повреждений;
- с поверхностными повреждениями.

Соответствующие статистические параметры прочности бетона без признаков разрушения (рис. 2, а): $\bar{R} = 35,9$ МПа; $S = 9,0$ МПа; $V = 26\%$ (распределение нормальное).

Т а б л и ц а 2

Минералогический состав цемента

Тип цемента	Содержание, % по массе				Активные минеральные добавки, %
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	
I — портландцемент	46 – 52	22 – 25	6,4 – 7,5	15 – 17	Доменный шлак 40 – 50 %
II — шлакопортландцемент					

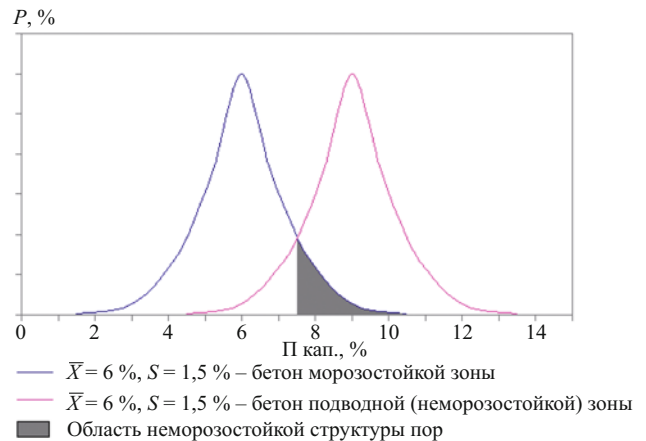


Рис. 6. Распределение величины капиллярной пористости

Поврежденный бетон имеет характерную асимметричную кривую распределения с наиболее вероятной прочностью до 10 МПа (рис. 2, б). Отмеченные повреждения носят поверхностный характер и составляют около 30 % от общей поверхности напорной грани.

3) Бетон в зоне переменного уровня воды в нижнем бьефе был испытан в конструкциях здания ГЭС. В нижнем бьефе имеет место концентрированное разрушение бетонных поверхностей бычков в зоне основных колебаний уровня воды. Глубина разрушенных участков достигает 30 см. Прочность бетона на поверхности разрушающегося бетона составляет 5 – 20 МПа, что сопоставимо с прочностью разрушенных участков бетона напорной грани [1].

Разрушение бетона в нижнем бьефе в зоне переменного уровня воды, незамерзающего даже в лютые морозы, характерно для многих северных плотин. Указанные условия приводят к многократному замерзанию и оттаиванию в течение даже одного зимнего сезона, причем замерзание бетона при больших морозах происходит в зоне капиллярного подъема. Таким образом, долговечность или стойкость (включая морозостойкость) бетона указанных зон оказалась исчерпанной в течение рассматриваемого срока эксплуатации, и Братский гидроузел приступил к ремонту разрушенных участков.

Натурные испытания в целом обеспечили получение важнейших показателей состояния бетонной поверхности изучаемых зон плотин, которые подвержены непосредственному воздействию окружающей среды.

Испытания образцов — кернов имели своей основной целью изучение глубинных слоёв бетона с установлением таких показателей, как прочность, плотность, пористость, сравнительный диаметр капиллярных пор, содержание СаО в цементном камне и др.

Сопоставление прочности бетона напорного столба (200, W8) и внутренней зоны (100 – 150, W2) северных плотин показало возможность их объединения и получения общих зависимостей прочности от возраста бетона (табл. 3, рис. 3).

При дискретном методе определения пористости бетона, который был применён в данной работе, испытание сводится к определению водопоглощения в установленные моменты времени ($\tau = 0; 0,25; 1; 24$ ч).

Для определения параметров, характеризующих строение порового пространства цементного камня по кривой его водонасыщения, используется аппроксимация динамики водонасыщения экспоненциальной зависимостью, предложенная М. И. Бруссером [3]:

$$W_t = W_{\max} [1 - e^{-(\bar{\lambda}_2 t)^\alpha}], \quad (1)$$

где W_t — водонасыщение образца за время t ; W_{\max} — максимальное водонасыщение; $\bar{\lambda}_2$ — показатель

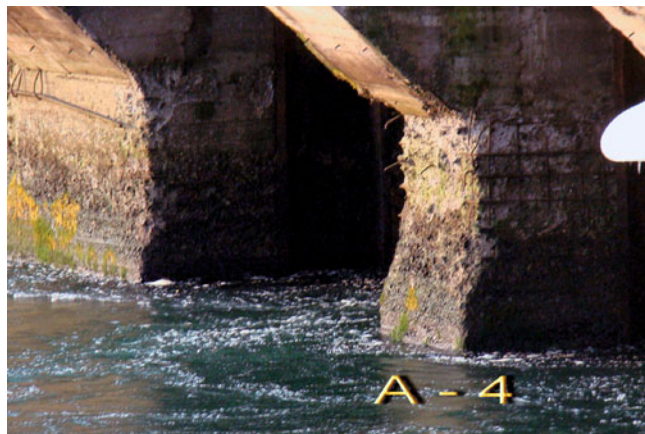


Рис. 7. Повреждение бетона бычков нижнего бьефа Братской ГЭС

степени экспоненты, равный пределу отношения ускорения к скорости процесса насыщения, значением которого оценивается средний радиус капилляров; α — коэффициент, характеризующий степень однородности капилляров по их радиусам ($0 < \alpha \leq 1$). При $\alpha = 1$ все капилляры имеют постоянные размеры.

Анализ динамики водонасыщения, характеризующейся отношением W_t/W_{\max} в зависимости от положения кернов относительно наружных поверхностей, позволил выделить зоны, значительно различающиеся по среднему размеру капиллярных пор. Так, керны, отобранные с поверхности низовой грани плотин, имеют $\lambda_2 = 2,55$, что в 2 – 4 раза превышает аналогичный показатель для глубинных слоёв бетона. Толщина поверхностной зоны, для которой характерны указанные показатели, не превышает 10 см. Для глубинных слоёв отмечается совпадение кривых водонасыщения, независимо от марки бетона.

Итак, температурно-влажностные условия, в которых сформировались и эксплуатировались на-

Т а б л и ц а 3

Сравнительные данные по прочности бетона северных плотин

Плотина	Марка бетона	Прочность, МПа			
		контрольных образцов		кернов в возрасте	
		28 сут	180 сут	до 5 лет	30 – 45 лет
Братская	200, W8	21,0	$\frac{31,6}{18}$	$\frac{29,2}{34}$ (2 года)	$\frac{30,0}{26}$ (44 года)
Красноярская		21,0	$\frac{32,0}{22}$	$\frac{30,2}{26}$ (2 года)	–
Усть-Илимская		20,0	$\frac{32,0}{15}$	$\frac{43,0}{24}$ (5 лет)	$\frac{33,6}{32,8}$ (31 год)
Зейская		17,0	$\frac{27,4}{14}$	$\frac{31,2}{23}$ (5 лет)	–
Братская	100, W2	13,7	$\frac{23,3}{27}$	$\frac{26,3}{32}$ (2 года)	$\frac{22,5}{28,2}$ (44 года)
Зейская		12,3	$\frac{24,7}{18}$	$\frac{27,6}{26}$ (5 лет)	–
Усть-Илимская		12,5	$\frac{25,0}{20,0}$	$\frac{39,0}{23}$ (7 лет)	–

Примечание. Под чертой — коэффициент вариации, %

Т а б л и ц а 4

Матрица дисперсий прочности кернов

Плотина	Регрессионная составляющая	Дисперсия, (МПа) ²		
		общая	остаточная	
			изменчивости активности цемента	технологическая
Усть-Илимская	27,8/36 %	50,4/64 %	16,8/21,3 %	33,6/42,7 %
Братская	7,92/23 %	27,2/77 %	9,07/25,6 %	18,13/51,4 %
Токтогульская	9 – 10/30 %	21,6/70 %	7,2/23,4 %	14,7/46,6 %

ружные поверхности плотин, сказались на капиллярной пористости таким образом, что средний размер капилляров существенно превышает таковой для глубинных слоёв бетона.

Кроме того, было проведено сравнение капиллярной пористости бетона глубинных слоёв, определённой экспериментально, и рассчитанной по формуле Г. И. Горчакова с учётом изменчивости водосодержания [4]. Сравнение показало достаточно точное совпадение результатов определения параметров капиллярной пористости: $\bar{X} = 9\%$, $S = 1,5\%$, где \bar{X} — среднее значение; S — среднеквадратическое отклонение.

Для оценки совместного влияния факторов пористости и Ц/В фактора на прочность бетона был проведён множественный регрессионный анализ наиболее представительных выборок результатов испытаний кернов напорного столба северных плотин — Братской и Усть-Илимской в сравнении с южной плотиной Токтогульской ГЭС. Регрессионная составляющая отражает влияние изменчивости пористости на прочность бетона. Технологическая составляющая отражает влияние изменчивости Ц/В фактора бетона заводского изготовления. Возможность переноса изменчивости водосодержания и Ц/В фактора заводского бетона на бетон в плотине подтвердила совпадение расчётной и фактической пористости бетона. Как видно из табл. 4 и 5, технологическая составляющая токтогульского бетона находится в границах колебаний дисперсий заводского бетона, что подтверждает близость условий твердения бетона южных плотин к условиям твердения контрольных образцов заводского бетона.

Влияние особых температурных условий твердения бетона в северных плотинах проявляется в том, что технологическая составляющая дисперсии прочности северных плотин стабильно выше, чем для заводского бетона. Составляющая переменной активности цемента отражает уровень технологической дисциплины (предотвращение смешивания цемента разных марок), который ниже на север-

ных стройках отдалённых от заводов-изготовителей цемента.

Петрографический анализ прозрачных шлифов бетона Братской плотины и Кругобайкальской железной дороги выполнен сотрудником Института земной коры Сибирского отделения Академии наук Российской Федерации Г. В. Орловой. Главный вывод состоит в том, что отмечено срастание цементного камня с поверхностью зёрен заполнителя как для 50-летнего бетона Братской плотины, так и для 100-летнего бетона Кругобайкальской железной дороги, в котором произошло срастание цементного камня с частицами мелкого заполнителя, так что цементный камень и заполнитель выглядят как монолитная порода. Этот важнейший, на наш взгляд, вывод даёт надежду на 100-летнее существование бетона северных плотин России (исключая поверхностные зоны) без каких-либо опасений за его будущее.

Коррозия в местах сосредоточенной фильтрации. Первый опыт эксплуатации плотины Братской ГЭС под напором был весьма впечатляющим, так как продукты выщелачивания бетона по фильтрующим трещинам и дренам образовали многочисленные живописные сталактиты, украшающие своды смотровых галерей (рис. 4, 5). По расчётам К. В. Алексеева, относящимся к 1976 г., из бетона напорного фронта Братской плотины выносилось ежегодно около 6 т извести (СаО), что вызывало серьёзные опасения потери водонепроницаемости напорного фронта, поскольку указанное количество относилось только к местам концентрированной фильтрации. Таким образом, проблема коррозионной стойкости бетона Ангарских плотин в местах сосредоточенной фильтрации существовала уже с первых лет эксплуатации Братской плотины.

В последние годы было проведено подробное изучение особенностей коррозии бетона в местах сосредоточенной фильтрации. В основе методики оценки протекающих коррозионных процессов лежало сопоставление химического состава воды водохранилища и воды, профильтровавшейся через тело плотины (фильтрата).

В соответствии с общепринятыми представлениями процесс коррозии связан с растворением и выносом из бетона основного структурообразующего компонента цементного камня — гидроксида кальция, обеспечивающего высокую щелочность среды в бетоне, необходимую для устойчивого существования минералов цементного камня (А. А. Байков, В. М. Москвин, С. Н. Алексеев). В действительности по результатам анализов было обнаружено, что примерно в половине наблюдений ионы кальция не вымываются, а осаждаются в процессе фильтрации через бетон, то есть concentra-

Т а б л и ц а 5

Матрица дисперсий прочности контрольных образцов (180 сут) заводского бетона

Марка бетона	Вид цемента	Дисперсия, (МПа) ² /%		
		изменчивости активности цемента	технологическая составляющая	общая
200, W8	Шлакопортландцемент Красноярского завода	5 – 7/33,5	10 – 14/66,5	15 – 21/100

ция ионов кальция в фильтрате ниже, чем в воде водохранилища.

Построенные по результатам наблюдений зависимости количества выносимых ионов от величины фильтрационных расходов позволили сделать заключение о преимущественном осаждении ионов кальция по путям фильтрации при расходах до 0,005 л/мин [5]. При фильтрационных расходах от 0,005 до 0,02 л/мин наблюдаются как осаждение, так и вынос ионов кальция. Также было отмечено, что концентрация в фильтрате ионов $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ стабильно выше, чем в воде водохранилища, независимо от величины фильтрационных расходов. При высоких фильтрационных расходах (более 0,02 л/мин) имеет место вынос как ионов Ca^{2+} , так и Na^+ , K^+ . Расходы приведены из расчета на 1 м длины фильтрующей трещины.

Такое явление, как преимущественный вынос из бетона натриевых соединений, отмечено впервые, тем не менее оно вполне объяснимо. Как уже отмечалось, для подводного бетона северных плотин использовался шлакопортландцемент Красноярского завода, содержащий до 50 % магнитогорских доменных гранулированных шлаков. Содержание щелочных оксидов $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ в цементе определяется их наличием в клинкере (до 1 %) и в минеральных добавках (до 2 %). Таким образом, при содержании в цементе до 50 % доменных шлаков содержание щелочных оксидов составит 1 – 1,5 % от массы цемента. Поскольку оксиды натрия и калия химически значительно активнее, чем гидроксид кальция, процесс их растворения в фильтрующейся воде накладывается на общую картину коррозии цементного камня.

Важно отметить, что степень насыщения фильтрата ионами натрия и калия зависит от фильтрационных расходов. Так, при фильтрационных расходах до 0,02 л/мин рН фильтрата увеличивается до 10 – 12 по сравнению с 7 – 8 в водохранилище. При более высоких расходах такого резкого увеличения щелочности фильтрата не наблюдается. Предложенная модель коррозионного процесса, учитывающая влияние оксидов натрия и калия, не может рассматриваться в отрыве от фильтрационных расходов, величина которых определяет концентрацию растворимых соединений. Осаждение CaCO_3 возможно только при достаточном насыщении фильтрата карбонатами натрия и калия, которое в той или иной степени происходит при фильтрационных расходах примерно до 0,02 л/мин.

Дальнейшее повышение фильтрационных расходов и соответствующее снижение концентрации растворимых компонентов цементного камня меняет характер коррозионного процесса таким образом, что растворение и вынос как щелочных оксидов, так и гидроксида кальция лимитируются в ко-

нечном счёте диффузией указанных соединений из бетона. При расходах более 0,5 л/мин прирост концентрации контролируемых ионов в фильтрате по сравнению с водой водохранилища настолько мал, что создаётся иллюзия отсутствия коррозии. Очевидно, что в таких, наиболее опасных, местах фильтрации в плотине требуется более точный контроль концентрации ионов как в фильтрате, так и в воде водохранилища с тем, чтобы истинная картина процесса коррозии не ускользала от исследователя.

В результате проведенных исследований стало ясно, что опасения потери водонепроницаемости напорного фронта в результате выщелачивания бетона оказались напрасными, так как поставщиком кальцита в значительной мере была вода водохранилища. При этом отложения кальцита происходят не только на стенках смотровых галерей, но и непосредственно в фильтрующей трещине. Это неизбежно сказалось на динамике фильтрационных расходов, многие из которых к настоящему времени резко понизились.

Стойкость морозостойких зон. Как уже отмечалось, особенностью морозостойкого бетона северных плотин является использование бездобавочного портландцемента по специальным техническим условиям и его повышенные расходы, обеспечивающие В/Ц фактор в проектных составах в пределах 0,4 – 0,5.

Различие в составах бетона морозостойких зон плотин заключается в повышении расходов цемента в бетоне нижнего бьефа, поскольку бетонирование конструкций бычков и стенок, выходящих в нижний бьеф, совмещалось с отсасывающими трубами, для которых выполнялись дополнительные требования по кавитационной стойкости.

Морозостойкая зона Братской плотины представлена монолитным бетоном с расходом цемента 280 кг/м^3 при среднем водосодержании бетонной смеси $145 - 150 \text{ л/м}^3$. При определении капиллярной пористости необходимо назначить α — количество химически связанной воды. По нашим данным, для использованного портландцемента $\alpha \approx 15 \%$, тогда средняя капиллярная пористость [4]

$$P_{\text{кап}} = \frac{B - 2\alpha C}{1000} \cdot 100 = \frac{147 - 2 \cdot 0,15 \cdot 280}{1000} \cdot 100 \approx 6 \%. \quad (2)$$

Расчётные границы колебаний пористости (с доверительной вероятностью $p = 0,95$) составят с учётом регрессии от 3 до 9 %.

Сопоставление картин распределения величин капиллярной пористости морозостойкого и подводного бетона напорного столба (рис. 6) даёт наглядное представление о соотношении рассматриваемых случайных величин. Морозостойкий бетон мо-

жет иметь структуру пор неморозостойкого бетона с той вероятностью, которая имеет место в конкретной реализации, в нашем случае это 15 %. Именно этим, на наш взгляд, обстоятельством объясняется наличие на поверхности бетона морозостойкой зоны в нижнем бьефе плотины отдельных участков с признаками разрушения (рис. 7).

Таким образом, следует признать, что для условий эксплуатации нижнего бьефа реализованная технология не обеспечила требуемой долговечности бетона. Пути её улучшения сосредоточены в следующих основных направлениях:

выполнение повышенных требований по морозостойкости при проектировании состава бетона;

применение технологии, обеспечивающей более высокую стабильность основных параметров бетона данной зоны плотины (включая пористость) за счёт оптимального сочетания комплекса основных производственных факторов.

Выводы

1. Непосредственное влияние водной и воздушной сред в процессе эксплуатации проявляется с поверхности тела плотин на различную глубину в зависимости от сочетаний факторов внешней среды. На контакте с воздушной средой формируется отличная от массива система капиллярных пор, на контакте с водной средой растворяются компоненты цементного камня, что в конечном счете также приводит к изменению прочности и структуры пор бетона.

Совместное воздействие водной и воздушной сред в нижнем и верхнем бьефах плотин является источником проявления сложных процессов в бетоне, сочетающих водонасыщение с замораживанием. В некоторых случаях, в частности в нижнем бьефе, имеет место разрушение бетона на отдельных участках конструкций в числе прочих факторов из-за достаточно высокой вероятности ($\approx 15\%$) использования неморозостойкой структуры капиллярной пористости.

2. Бетон массива плотины, будучи лишен влагообмена с окружающей средой, находится в наиболее благоприятных условиях стабильной температуры и влажности. Рост прочности бетона всех северных плотин может быть описан общим логарифмическим уравнением регрессии, в соответствии с которым рост прочности после 180 сут резко замедляется. Дисперсионный анализ статистических рядов прочности бетона позволил выявить влияние основных производственных факторов на нестабильность прочности:

переменной активности цемента;
технологической составляющей или изменчивости Ц/В фактора заводского бетона;
температурного фактора, характеризующего особые температурные условия существования бетона в северных плотинах.

Сравнительный петрографический анализ прозрачных шлифов современного бетона Ангарских плотин и 100 летнего бетона выявил общие процессы срастания цементного камня с заполнителем, что дает надежду на 100-летнее существование бетона плотины (исключая поверхностные зоны) без каких-либо опасений за его будущее.

3. Анализ динамики фильтрационных расходов позволил разделить фильтрующие трещины по характеру процесса на две основные группы: с затухающими расходами и с дрейфующими расходами. Самозалечивание трещин с затухающими расходами объясняется отложением по путям фильтрации кальцита, источником которого является вода водохранилища. Обязательным условием самозалечивания трещин является ограничение по величине фильтрационных расходов (до 0,15 л/мин) на 1 м трещины или на одну дренаж В качестве критерия стойкости бетона напорной грани предлагается нормирование прочности и, как следствие, плотности $R_{\min(p=0,95)}^{\text{куб}} \geq 25$ МПа.

Кроме перечисленных факторов полученные выводы и рекомендуемые критерии могут быть использованы при выборе технологии возведения плотин, гарантирующих стойкость в условиях Севера.

Список литературы

1. Садович М. А., Шляхтина Т. Ф., Соловьева З. И. Особенности коррозионных процессов, протекающих в бетоне напорного фронта плотины Братской ГЭС // Материалы международной конференции 25 – 27 мая 1999 г. “Долговечность и защита конструкций от коррозии”. М., 1999. С. 264 – 271.
2. Sadovich M., Shlyakhtina T. Strength of concrete in different operational media // Concrete solutions 1st International Conference on Concrete Repair, ST-Malo, France 15 – 17 July 2003.
3. Брюссер М. И. Разработка и внедрение статистических методов контроля прочности бетона // IX всесоюзная конференция по бетону и железобетону: Сб. науч. тр. — М.: НИИЖБ, 1983. С. 130 – 133.
4. Горчаков Г. И., Капкин М. М., Скрамтаев Б. Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. — М.: Стройиздат, 1965.
5. Sadovich M. A. and Sokolovskaya A. A. Corrosion processes in concrete of the dams on the river Angara // Proceedings of the International Seminar held at the University of Dundee, Scotland, UK on 5 – 6 September 2002. “Repair, Rejuvenation and Enhancement of Concrete”. PP. 55 – 64.

Надежность эксплуатации сооружений напорного фронта Братской ГЭС

Филиппова Е. А., Гинзбург С. М.,

кандидаты техн. наук (ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева”),

Огнев А. К., зам. главного инженера по гидротехнической части,

начальник СЗиС (ОАО “Иркутскэнерго”),

Рагозин Д. А., ГИП Ангарского каскада (ОАО “Институт Гидропроект”)

Статья посвящена проблеме обеспечения надежности гидротехнических сооружений напорного фронта на этапе длительной эксплуатации. Рассмотрены особенности эксплуатационного состояния бетонных и грунтовых плотин. Дана оценка состояния плотин Братской ГЭС после 50-летней эксплуатации. Сделан вывод о том, что сооружения находятся в нормальном состоянии. Даны предложения по проведению мероприятий, направленных на обеспечение надежной и безопасной эксплуатации ГЭС в дальнейшем.

Ключевые слова: бетонная плотина, температурные воздействия, НДС плотины, контрольная зона, разуплотнение основания, опережающий дренаж, грунтовая плотина, фильтрационная прочность, дренажная система, суффозионные процессы.

Напорный фронт Братской ГЭС образуют бетонная и две грунтовые плотины. Бетонная гравитационная плотина с расширенными швами имеет максимальную высоту 125 м при уклоне низовой грани 0,8. Плотина имеет секционную разрезку. Межсекционные швы во внутренней зоне в пределах 2 – 4 столбов расширены до 7 м. Левобережная плотина максимальной высотой 42,2 м — насыпная с суглинистым ядром и верховой упорной призмой из диабазы, низовой призмой из песчано-щебенистого грунта, переходными зонами из гравийно-песчаной смеси. Правобережная плотина максимальной высотой 36 м возведена намывным способом из песка рядом расположенного карьера. По верховому откосу намывной части отсыпан слой супеси толщиной до 4 м.

Бетонная плотина [3, 4, 5]. Определяющим фактором в работе бетонной плотины являются температурные воздействия. Суровые климатические условия и относительно небольшие колебания УВБ в течение года, которые характерны для Братской ГЭС, определяют особую роль температурных воздействий в поведении плотины в период эксплуатации. Остановимся на основных закономерностях изменения температурного режима и напряженно-деформированного состояния бетонной плотины в процессе эксплуатации.

Температурный режим плотины сформировался к началу 1970-х гг. Перекрытие и затопление расширенных швов практически завершили формирование температурного режима, который в настоящее время является квазистационарным. Основное изменение температуры происходит в зонах, прилегающих к верховой и низовой граням плотины, и носит сезонный характер, определяемый колебаниями температуры воздуха и воды.

Сезонное изменение напряженно-деформированного состояния системы “бетонная плотина — основание”, сопровождаемое разуплотнением скалы у напорной грани и раскрытием контактного шва, вызывает изменение пьезометрических напоров у подошвы плотины. С первых дней эксплуатации Братской плотины натурными наблюдениями было установлено, что под верховой гранью в основании русловых секций происходят разуплотнение скалы, раскрытие контактного шва и увеличение противодавления за цементационной завесой по сравнению с соответствующими проектными значениями. Эта зона до сих пор требует повышенного внимания.

Для ликвидации разуплотнения было решено провести повторную цементацию основания. В результате цементации противодавление в первое время резко снижалось. Но этот эффект оказался временным. Через некоторое время противодавление снова начало расти. Продолжительность эффекта повторной цементации (от ее окончания до превышения расчетного противодавления) составляла от 7 месяцев для 49-й до 5,5 лет для 41-й секции. В период первого многоводья (1971 – 1976 гг.) в 8 секциях из 21 противодавление превысило расчетный предел. В период второго многоводья в 1983 – 1989 гг. эффект повторной цементации по противодавлению был утрачен полностью. Для улучшения условий работы контактной зоны было предложено снизить противодавление на подошву плотины. В связи с неэффективностью основного проектного дренажа было принято решение осуществить дополнительный опережающий дренаж, что и было выполнено в 1975 г. Опыт эксплуатации опережающего дренажа показал его эффективность. В дальнейшем опережающий дренаж был выполнен в секциях с высоким противодавлением

№ 36 и № 43, затем в 1988 г. — в секциях № 40 и № 41, а в 2010 г. начаты работы по устройству опережающего дренажа в секциях № 45, № 50, № 53.

Анализ данных натурных наблюдений и расчетных исследований, выполненных за последние годы, показал:

состояние системы “плотина — основание” близко к квазистационарному, т.е. изменения носят ярко выраженный периодический характер и происходят в ограниченной зоне, примыкающей к контакту, а также низовой и верховой граням плотины; изменения напряженно-деформированного состояния в плотине у низовой и верховой граней плотины носят обратимый сезонный характер;

с учетом небольшой, как правило, сезонной работы водохранилища главную роль в изменении напряженно-деформированного состояния плотины в течение года играют сезонные колебания температуры среды;

наиболее неблагоприятные условия работы бетонной плотины имеют место в феврале — марте, когда наблюдается максимальное раскрытие контактного шва.

Проводимые фильтрационные измерения не выявляют отклонений от прогнозируемых величин расходов через тело и основание береговых плотин. К настоящему времени максимальный расход через правобережную бетонную плотину составил 4 л/с, через левобережную — близок к нулю. Общий расход фильтрации через бетонную плотину в течение всего периода эксплуатации не превысил 30 л/с.

Осадка плотины в основном сформировалась к середине 1970-х гг. Максимальная осадка наблюдается под секциями № 53 – 56, расположенными над зоной повышенной водопроницаемости диабазов и песчаников. Отмечается некоторое увеличение осадки. В большей степени увеличение осадки имеет место в русловой и правобережной частях плотины. На сегодняшний день максимальная осадка, а именно в секции № 56 составляет 80 мм при критериальном значении осадки для этой секции 83 мм.

По показаниям визуальных щелемеров состояние межсекционных швов стабильно. Характер их раскрытия имеет сезонные колебания, связанные с сезонными колебаниями температуры в секциях плотины. Величины раскрытия не выходят за пределы, достигнутые в первые годы эксплуатации, и находятся в границах 0,1 – 4,0 мм в зависимости от отметки, на которой они установлены.

Работа дренажа основания контролируется только во время его обследования, которое проводится 1 раз в 10 лет при осушенных расширенных швах. Такие обследования проводятся регулярно с 1973 г. Последнее обследование проводилось в марте — апреле 2010 г.

В процессе обследования были выполнены промеры глубин в дренажных скважинах: по верховой галерее — в 210 скважинах из 283, по низовой галерее — в 209 скважинах из 297. В 3 % скважин по верховой галерее и в 8 % по низовой галерее изменение глубины скважин не превысило 1 м, что при сложности измерения находится в пределах ошибки. Излив скважин не исследовался, но по визуальной оценке наибольшее количество изливающихся дрен присутствует во второй нитке дренажа с максимальным расходом в секциях № 47 – 49.

Левобережная грунтовая плотина. По данным эксплуатационного контроля осадка плотины, ее интенсивность не превышают прогнозных величин. Прослеживается затухание осадки, но процесс этот очень медленный, и можно ожидать, что будет протекать длительное время. Средняя скорость приращения осадок составляет от 0,6 до 2 мм/год и зависит от высоты плотины. Наибольшие осадки приходятся на марки верхового откоса и гребня на ПК 9, где плотина имеет максимальную высоту. В сравнении с критериальными значениями максимальных осадок значения измеренных осадок не превышают заданные пределы.

Состояние цементационной завесы контролируется по падению напоров на парах пьезометров до и после цементационной завесы и, по данным наблюдений, имеет стабильный характер.

Максимальный общий расход фильтрации в дренажной системе левого берега (л/б галерея, туннели 1, 2 и 3) не превышает 2 м³/с. Максимальный общий расход фильтрации в пади Турока (естественной дрены, собирающей обходную фильтрацию л/б массива) составляет тоже около 2 м³/с. Расходы стабильны, имеют сезонные колебания, соответствующие колебаниям УВБ.

Дренажные системы — туннель 1 и 2 находятся в нормальном эксплуатационном состоянии. Вместе с тем следует отметить, что в большинстве дренажных скважин наблюдается продолжение процесса разрушения верхних дрен. Состояние туннеля 3 нормальное.

В дренажной галерее (из сборных железобетонных колец) при загрузке начался интенсивный процесс трещинообразования. Для предотвращения разрушения колец были установлены металлические распорные рамы. После выполнения ремонтных работ (окончание в марте 2004 г.) состояние галереи признано нормальным, процесс трещинообразования приостановлен.

В 2010 г. специалистами ВНИИГ были проведены исследовательские работы по оценке состояния ядра левобережной грунтовой плотины. Из результатов работы следует, что суглинистое ядро находится в хорошем состоянии (прочностные и фильтрационные фактические показатели превышают

проектные величины). Состояние ядра контролируется измерением пьезометрических уровней и проведением откачек из пьезометрических скважин с определением коэффициента фильтрации. По результатам последних наблюдений коэффициент фильтрации составляет 0,03 – 0,2 см/сут при проектном значении 0,1 – 4,0 см/сут. Уровни в пьезометрах стабильны и не выходят за пределы проектных значений, верховой клин обводнен до УВБ, низовой за ядром — сухой.

Правобережная грунтовая плотина. Процесс осадки плотины продолжается, ее скорость неравномерна по длине плотины и зависит от ее высоты и грунтов основания. На отдельных участках наблюдается затухание осадки. Годовое приращение осадки не превышает 2 мм. Максимальная осадка наблюдается в районе максимальной высоты (ПК 42) на верховом откосе, составляет 110 мм и не превышает установленного критериального значения 124 мм.

Состояние противofiltrационного элемента (экрана) контролируется по показаниям пьезометров и величине расходов. За последние годы эксплуатации изменений в положении кривой депрессии и в расходах не наблюдалось, градиенты напора не превышают критериальных значений. Уровни воды в пьезометрах не выходят за пределы прогнозных интервалов. Фильтрационные расходы стабильны, подчинены уровневому режиму в водохранилище, колебания имеют сезонный характер, соответствующий ходу УВБ. Максимальный общий расход фильтрации, поступающий в дренажную систему правого берега, в последнее десятилетие не превышает 180 л/с, что ниже критериального значения, равного 220 л/с.

Состояние вертикального дренажа и дренажной галереи в настоящее время оценивается как нормальное. Суффозионные процессы в основании дренажной галереи на ПК 36 – 37 и 46 в последнее пятилетие не проявляются; по данным нивелировки просадок колец нет. Недостатком противосуффозионных конструкций является использование деревянных элементов, требующих жесткого контроля за их состоянием. Проводимая раз в квартал в качестве контроля проблемных участков нивелировка колец дренажной галереи позволяет утверждать, что осадка самих колец соизмерима с осадкой марок на плотине. По данным эксплуатационного контроля состояние противосуффозионных конструкций оценивается как нормальное, работоспособное.

По визуальным наблюдениям гребень, низовые откосы, их покрытия, автодорога находятся в нормальном эксплуатационном состоянии; крепление верхового откоса — в работоспособном. Имеются разрушения межплитных уплотнений креплений

верхового откоса, отмечается увеличение размеров сколов по швам. Участки с разрушенным уплотнением требуют незамедлительного ремонта. Проведенные ремонтные работы в 2005 – 2010 гг. по восстановлению уплотнения швов и подстилающего слоя грунта, заделка наиболее крупных каверн и разрушений по краям плит признаны достаточно эффективными.

Зоны сопряжения бетонных и грунтовых плотин, а также сопряжение с берегами опасений не вызывают.

Для оценки состояния грунтовых плотин ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева” в 2004 – 2005 гг. провело расчеты статической устойчивости откосов правобережной и левобережной земляных плотин, а также устойчивости откосов с учетом сейсмического воздействия и динамического воздействия транспорта на гребне плотины. Динамические воздействия принимались исходя из ограничения скорости движения поездов до 50 км/ч. Как показали результаты расчетов, коэффициенты устойчивости отвечают требованиям действующих СНиП 2.06.05-84* для сооружений I класса на всех участках правобережной и левобережной грунтовых плотин, кроме верхового откоса левобережной грунтовой плотины на ПК 7+00 (основной случай — сработка от НПУ до УМО), где $k_s = 1,21$. Выполненные расчеты устойчивости откосов левобережной плотины носили предварительный характер, так как физико-механические характеристики грунтов левобережной плотины были приняты по проектным изысканиям, результатам геотехнического контроля (ПК 30, ПК 36, ПК 42, ПК 46) и аналогам. Расчетные характеристики грунтов основания и тела правобережной плотины были приняты в соответствии с рекомендациями ВНИИГ и результатами исследований, выполненных в 2005 г. институтом “Гидропроект”.

Следует отметить, что в связи с длительностью эксплуатации и естественными процессами старения необходимо выполнить инженерно-геологические изыскания и провести соответствующие лабораторные исследования свойств грунтов тела и основания левобережной плотины.

Отдельным по значимости вопросом в оценке надежности гидротехнических сооружений (ГТС) Братской ГЭС и в обеспечении безопасной эксплуатации сооружений стоит учет влияния динамических воздействий на ГТС от движущегося транспорта. При проектировании Братской ГЭС было принято решение о размещении автодорожного моста по телу плотины с проектной отметкой проезжей части 395,0 м. Мост был сооружен в 1967 г. Управлением строительства “Братскгэсстрой”. При полной длине моста 1099,65 м габарит проезжей части составляет Г-8, с шириной тротуаров на ле-

вой низовой стороне 2,15 м и с правой стороны (со стороны плотины) — 1,3 м.

В 60-х гг. прошлого столетия при возведении Братской ГЭС и строительстве по телу плотины автодорожного перехода его габарит проезжей части Г-8 удовлетворял требованиям интенсивности движения автотранспортных средств, но в настоящее время по мосту пролегает автомобильная дорога общего пользования III категории Тулун — Усть-Кут с расчетной интенсивностью движения от 1000 до 3000 авт/сут и габаритами проезжей части Г-10. Более того, мост находится в крупном городе и по нему пролегает магистральная двухполосная дорога общегородского значения с требуемым габаритом проезжей части Г-9, в результате фактическое значение интенсивности движения в настоящее время превышено в 10 раз.

Пролетные строения автодорожного мостового перехода Братской ГЭС (общая длина 1100 м, расположен на высоте 90 м над зданием ГЭС и повышающими трансформаторами 220 и 500 кВ) эксплуатируются более 40 лет в исключительно тяжелых условиях. На мосту могут возникать аварийные ситуации, представляющие угрозу для бетонной плотины, здания ГЭС, оборудования и персонала. Степень риска таких инцидентов постоянно повышается по мере старения сооружений, увеличения интенсивности движения, а также возможных злонамеренных действий со стороны.

В то же время проходящие по плотине товарные железнодорожные составы являются основным источником опасных техногенных динамических воздействий на плотины, как по силе воздействия, так и по продолжительности и частоте воздействия. Результаты многолетних натурных наблюдений показали изменение уровней в пьезометрах в пределах 2 – 4 см при прохождении поездов по правобережной земляной плотине, т.е. установлен факт пульсации градиента фильтрационного потока в правобережной плотине под влиянием движущихся по плотине поездов. При имевших место ранее суффозионных явлениях в дренажной галерее плотины (в настоящее время процесс стабилизировался) этот факт расценивается как негативный, способный инициировать развитие суффозии.

Приказом заместителя начальника ВСЖД от 31 января 1980 г. для уменьшения динамического воздействия и исключения развития деформаций правобережной земляной плотины на 332 – 334 км установлено ограничение скорости движения поездов до 50 км/ч.

Однако в настоящее время Восточно-Сибирская железная дорога рассматривает вопрос повышения скорости движения поездов по плотине Братской ГЭС с 50 до 70 км/ч. Необходимость повышения скорости объясняется ростом грузовых перевозок

на северном направлении Тайшет — Хани с 9 до 12 пар поездов в сутки и ожиданием увеличения в ближайшее время до 15 пар в сутки, а также совершенствованием технологии работы по ускоренному пропуску грузовых и пассажирских поездов. Вместе с тем исследования и измерения, проведенные Центром службы геодинимических наблюдений в энергетической отрасли в 2008 г., показали, что прохождение поездов приводит к возникновению динамических относительных перемещений берегов шва с амплитудой порядка 1 микрона. В результате таких динамических деформаций регулярно образуются остаточные смещения берегов. Прохождение железнодорожных составов приводит также к регулярному возникновению остаточных микросмещений на шве между секциями плотины.

Следует отметить, что начиная с 80-х гг. прошлого века комиссией при проведении обследований ГТС неоднократно ставился вопрос о строительстве нового Ангарского моста в нижнем бьефе Братской ГЭС для автомобильного и железнодорожного транспорта. В настоящее время ОАО “Иркутскэнерго” считает необходимым:

по заданию генерального проектировщика Братской ГЭС (ОАО “Институт Гидропроект”) провести специальные исследования и по полученным результатам (до строительства моста в нижнем бьефе Братской ГЭС) ввести ограничения пропускания железнодорожных составов по скорости, загрузке и частоте прохождения, а также оценить целесообразность замены существующих рельс на безстыковые рельсы;

выполнить на конкурсной основе предпроектные проработки строительства моста в нижнем бьефе Братской ГЭС для автомобильного и железнодорожного транспорта. Определить варианты строительства моста, стоимость и сроки его строительства;

обратиться к председателю Правительства Российской Федерации совместно с депутатами Государственной думы от Иркутской области, членами Совета Федерации от Иркутской области, председателем Российского национального комитета по большим плотинам о строительстве моста в нижнем бьефе Братской ГЭС.

За последние годы ОАО “Иркутскэнерго” и Братская ГЭС выполнили масштабные комплексные научно-исследовательские работы, связанные с оценкой надежности и безопасности ГТС Братской ГЭС.

В 2008 г. ОАО “Иркутскэнерго” с привлечением специалистов ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева” и ОАО “Институт Гидропроект” разработало Декларацию безопасности и Критерии безопасности ГТС Братской ГЭС. В процессе разработки выполнена оценка состояния ГТС с учетом анализа данных на-

турных наблюдений, комплекса расчетов устойчивости, деформаций, прочности, в том числе фильтрационной, системы “сооружение — основание”; откорректированы ранее назначенные критерии безопасности ГТС; выполнен анализ риска аварии; разработаны мероприятия, направленные на обеспечение нормального уровня безопасности ГТС.

Выполненные в ходе разработки действующей Декларации безопасности оценка состояния гидротехнических сооружений Братской ГЭС, оценка соответствия диагностических показателей состояния критериальным значениям, анализ и итоговая оценка безопасности ГТС, а также оценка принимаемых на объекте мер обеспечения надежности ГТС позволили сделать следующие выводы:

эксплуатация гидротехнических сооружений Братской ГЭС в целом соответствует “Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации”;

расчетная вероятность аварии ($4,4 \cdot 10^{-5}$ 1/год) по наиболее вероятному сценарию (обрушение участка правобережной земляной плотины) ниже допустимого значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС I класса ($5 \cdot 10^{-5}$ 1/год), таким образом, риск аварий плотин Братской ГЭС является приемлемым;

мера риска возникновения наиболее вероятной и опасной аварии на ГТС Братской ГЭС (авария на правобережной земляной плотине) составляет 4 174 853,32 руб/год;

авария на ГТС Братской ГЭС с учетом возможного числа пострадавших, размера имущественного ущерба и зоны распространения относится к “федеральной” ЧС;

количество контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на ГТС, достаточно для контроля состояния сооружений;

меры контроля безопасности ГТС, предпринимаемые собственником и эксплуатирующей организацией, соответствуют требованиям нормативных документов и являются достаточными.

Таким образом, уровень безопасности гидротехнических сооружений Братской ГЭС характеризуется как нормальный.

Выполненные работы по оценке состояния ГТС напорного фронта с проведением многофакторных исследований позволили сделать следующие основные выводы:

сооружения работоспособны и находятся в нормальном эксплуатационном состоянии;

диагностические параметры не превышают назначенных критериальных значений;

устойчивость и прочность бетонной и грунтовых плотин Братской ГЭС обеспечены при основном и особом сочетании нагрузок;

в целом параметры эксплуатируемых ГТС с учетом уточнений, внесенных проектной организацией на стадии строительства и эксплуатации, соответствуют проектным параметрам;

за 50 лет эксплуатации проявление процессов старения ограничено. Основные негативные явления в бетонной плотине проявляются в разуплотнении контактной зоны ряда секций, повреждении бетона в зоне переменного уровня и повышенном давлении в битумных шпонках водосливной плотины, в которых проведена реконструкция оголовков для обеспечения компенсационного расширения битума;

в ряде шпонок стационарной и глухой частей плотины наблюдается снижение уровня поверхности битума относительно проектного.

Выводы

Важной составляющей работ по обеспечению надежной и безопасной эксплуатации сооружений напорного фронта является эффективный мониторинг условий эксплуатации и технического состояния сооружений. Одной из основных тенденций современного мониторинга является автоматизация системы контроля состояния сооружений в процессе эксплуатации.

Процесс перехода к автоматизированному контролю включает важный подготовительный этап, который потребует совместных усилий эксплуатационного персонала станций, а также проектных и научно-исследовательских организаций. Следует подчеркнуть, что цель автоматизированного контроля для мощных гидроузлов не сокращение эксплуатационного персонала, штат которого на определенных этапах может быть даже увеличен, а повышение надежности длительной эффективной эксплуатации сооружений.

Надежность состояния сооружений напорного фронта в значительной степени связана как с результатами эксплуатационного контроля показателей состояния сооружения в процессе эксплуатации, так и с соответствием расчетных моделей, используемых для оценки текущего состояния сооружения. В настоящее время для большинства высоких плотин ОАО “РусГидро” запланировано создание математических моделей для оценки состояния системы “сооружение — основание” при различных условиях эксплуатации, в том числе и для анализа нештатных ситуаций. Эти модели должны быть созданы и для плотин Братской ГЭС. Разработка таких моделей поможет в дальнейшем оценить возможные негативные процессы, влияющие на надежность плотин, связанные со старением сооружений и их оснований, а также с возмож-

ными изменениями нагрузок и воздействий на ГЭС и условий эксплуатации сооружений.

Известно, что для всех сооружений эксплуатируемых более 25 лет, как правило, в той или иной степени проявляются эффекты старения материала тела сооружений и основания. Необходимо усилить роль эксплуатационного персонала и обеспечить научно-техническое сопровождение специализированных организаций в вопросах оценки состояния ГЭС.

Таким образом, выполненные за последние 10 лет исследования позволили наметить перечень основных мероприятий, направленных на дальнейшее обеспечение надежной и безопасной эксплуатации Братского гидроузла:

решить вопрос о строительстве нового Ангарского моста в нижнем бьефе Братской ГЭС для проезда автомобильного и железнодорожного транспорта;

обеспечить на регулярной основе научно-методическое сопровождение эксплуатационного надзора за состоянием сооружений;

продолжить работы по оценке состояния ГЭС с проведением многофакторных исследований;

разработать математические модели, адекватно отражающие поведение сооружений напорного фронта при различных условиях эксплуатации с учетом данных многофакторного обследования и эксплуатационного контроля и позволяющие в не-

прерывном режиме контролировать состояние сооружений;

ускорить переход на автоматизированные системы сбора и обработки данных натуральных наблюдений.

Тесное сотрудничество эксплуатационного персонала Братской ГЭС, проектных и научно-исследовательских организаций определило успешное решение большинства проблем, связанных с обеспечением надежной работы напорных сооружений гидроэлектростанции за первые 50 лет эксплуатации. Надеемся, что этот опыт и в дальнейшем послужит основой гарантии надежной и безопасной эксплуатации сооружений напорного фронта Братской ГЭС.

Список литературы

1. *Братская ГЭС имени 50-летия Великого Октября*. Технический отчет о проектировании, строительстве и эксплуатации. — М.: Энергия, 1974. Т. 1, 2.
2. *Рагозин Д. А.* Братская ГЭС на р. Ангаре // Гидротехническое строительство. 2001. № 10.
3. *Гинзбург С. М.* Бетонная плотина Братской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2001. № 10.
4. *Дурчева В. Н.* Натурные исследования монолитности высоких бетонных плотин. — М.: Энергоиздат, 1988.
5. *Эйдельман С. Я.* Натурные исследования бетонной плотины Братской ГЭС. — Л.: Энергия, 1975.
6. *Соловьева З. И., Ким Е.* Грунтовые плотины ГЭС Ангарского каскада (опыт эксплуатации) // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 2004. Т. 243. С. 181 – 192.

Гидравлическое лабораторное обоснование условий пропуска расходов р. Ангары в периоды строительства и эксплуатации Братского гидроузла

Швайнштейн А. М., кандидат техн. наук, (ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»)

Приведены результаты гидравлических лабораторных исследований, выполненных во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева для обоснования условий пропуска расходов в периоды строительства и эксплуатации Братского гидроузла. На пространственных моделях рассмотрены различные варианты перекрытия русла р. Ангары, условия пропуска воды и льда через стесненное русло реки, гребенку плотины, донные и глубинные строительные трубчатые водосбросы, поверхностный водосброс. На фрагментарных моделях производилась отработка конструкций строительных донных и глубинных трубчатых водосбросов, поверхностного эксплуатационного водосброса, а также оптимизация гидравлических потерь в водоприемнике ГЭС и турбинных водоводах.

Ключевые слова: гидравлические лабораторные исследования, перекрытие русла, гребенка, глубинные трубчатые водосбросы, водоприемник ГЭС, турбинные водоводы, водоприемник ГЭС, гидравлические потери, Братская ГЭС.

Братская ГЭС является одним из первых гидроузлов на территории РФ, возведенным в суровых климатических условиях Восточной Сибири на многоводной реке с плотиной высотой более 100 м. Компонировка гидроузла неоднократно рассматривалась в публикациях, в том числе в журнале «Гидротехническое строительство» (например [1 – 5]), поэтому не будем на ней останавливаться.

Братский гидроузел возведен на многоводной реке с гидроэлектростанцией большой мощности, пуск которой осуществлялся ещё до окончания строительства плотины. Поэтому значительное внимание при научном обосновании проекта гидроузла уделялось исследованиям пропуска воды и льда через его сооружения. Основная часть этих исследований выполнялась в гидротехнической лаборатории ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева (руководитель — кандидат техн. наук П. А. Войнович). Непосредственно этими исследованиями руководил кандидат техн. наук А. Ф. Бурков.

Во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева при анализе и экспериментальных исследованиях условий пропуска расходов, выполнявшихся на ряде гидравлических моделей, рассматривалось следующее [3, 6]:

схемы перекрытия русла р. Ангары и пропуска расходов через гребенку и строительные трубчатые водосбросы (пространственная модель масштаба 1:100 в лабораторном зале);

условия сопряжения бьефов в период эксплуатации гидроузла (пространственная модель масштаба 1:100 на открытой площадке и фрагментарная модель эксплуатационного водосброса масштаба 1:50);

конструкция и гидравлический режим работы донных и глубинных строительных трубчатых водосбросов (фрагментарные модели соответственно масштабов 1:50 и 1:35);

оптимизация гидравлических потерь в водоприемнике и турбинных водоводах (фрагментарная модель масштаба 1:50).

Прежде чем остановиться на результатах проводившихся исследований, отметим, что строительство Братского гидроузла осуществлялось в две очереди (рис. 1). За перемычками первой очереди были возведены нижняя часть бетонной плотины с 11 пролетами гребенки и продольная перемычка котлована второй очереди. В промежуточном котловане, который оставался осушенным и при переключении расходов из левобережной части русла в правобережную, возводились восемь секций плотины и четыре секции здания ГЭС. После подготовки водопропускного фронта в правобережном котловане его поперечные перемычки разбирались, а левобережная часть русла перекрывалась и ограждалась перемычками. С этого момента работы по возведению плотины велись в пределах русла реки по всему фронту. По мере роста плотины пролеты гребенки в секциях № 58 – 63 были переоборудованы зимой 1959/60 г. в донные трубчатые водосбросы (ДТВ). Затем были забетонированы пролеты гребенки в секциях № 53 – 57 (1960 г.), а на отм. 33 м было устроено десять глубинных трубчатых водосбросов (ГТВ). К октябрю 1961 г. ДТВ были закрыты, и с конца 1961 г. расходы воды пропускались только через ГТВ, а после пуска гидроагрегатов и через турбины. Зимой 1963/64 г. ГТВ были заделаны, и до окончания строительства водослива пропуск расходов обеспечивался только турбинами.

Гидравлическое обоснование столь сложной схемы пропуска расходов в период возведения гидроузла потребовало проведения значительного объема исследований, посвященных условиям пропуска расходов в период строительства.

Исследования условий перекрытия левобережной протоки р. Ангары проводились для ряда вариантов производства работ (рис. 2) [3, 4, 7]:

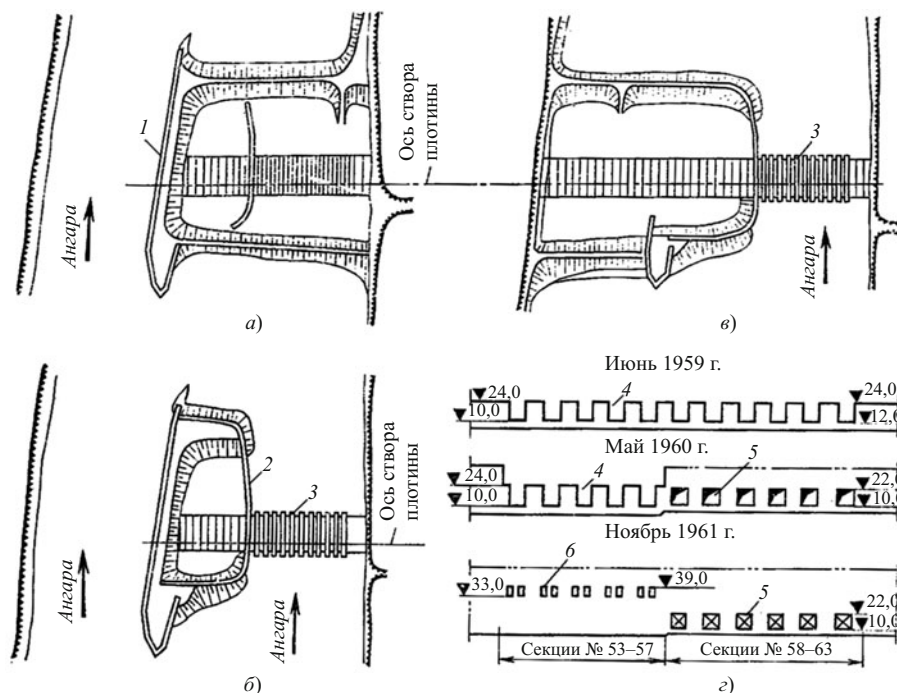


Рис. 1. Схема пропуска строительных расходов:

a — котлован первой очереди; *б* — промежуточный котлован; *в* — котлован второй очереди; *г* — схемы водопропускных отверстий; 1 — продольная перемычка первой очереди; 2 — продольная перемычка промежуточного котлована и котлована второй очереди; 3 — водопропускная часть плотины; 4 — пролеты гребенки; 5 и 6 — пролеты донных и глубинных водосбросов

1. Перекрытие с помощью одного банкета пионерно-фронтальным методом с предварительной зимней отсыпкой верхового и низового банкетов до отм. 16 и 14 м.

1а. Его отличие от варианта 1 состояло в отказе от низовой предварительной отсыпки и в постепенном расширении профиля верховой отсыпки от участка пионерного перекрытия от 20 до 50 м.

2. Перекрытие пионерным способом двумя банкетами с предварительной зимней отсыпкой, как в варианте 1.

3. Перекрытие пионерно-фронтальным методом с помощью одного банкета с предварительной зимней отсыпкой, как в варианте 1, и с устройством отклоняющей шпору в начале продольной перемычки.

4. Перекрытие пионерно-фронтальным методом с помощью одного банкета с предварительной зимней отсыпкой до отм. 15 м, ширина которой такая же, как в варианте 1а.

По результатам лабораторных исследований вариантов перекрытия р. Ангары были сформулированы следующие общие положения.

Предварительная отсыпка камня в створе верхового откоса снижала удельные расходы в проране примерно на 23 %, создавала искусственную шероховатость дна и рассредоточивала перепад по ширине отсыпки, значительно облегчая условия перекрытия. При крупности камня в этой отсыпке 1 – 1,5 м (масса 3 – 3,5 т) она должна была быть ус-

тойчивой при пропуске ледохода и паводка с расходом до 10 000 м³/с.

Предварительная отсыпка низового банкета не облегчала условий перекрытия на верховом банкете и поэтому нецелесообразна.

Отклоняющая шпора направляла поток в зону примыкания пионерной дамбы к мосту и утяжеляла здесь условия перекрытия. Во время весеннего ледохода она отводила лишь некоторую часть льдин в сторону левого берега и не обеспечивала полную защиту моста от ударов льдин. Поэтому её устройство также сочли нецелесообразным.

Для перекрытия пионерно-фронтальным методом было необходимо, чтобы длина участка фронтального перекрытия составляла не менее 110 м. При меньшей его длине резко ухудшались условия перекрытия и существенно возрастал разнос камня.

Для защиты продольной перемычки от подмыва при перекрытии было определено, что на участке фронтального перекрытия свободные отверстия моста следует располагать на расстоянии 20 – 25 м от продольной перемычки.

На основе исследований было показано, что перекрытие пионерно-фронтальным методом может осуществляться по схемам вариантов 1а и 4 при расходах до 7000 м³/с с предварительной отсыпкой в створе верхового банкета, а при расходах до 4500 м³/с без этой отсыпки. В обоих случаях для пионерного перекрытия могли использоваться камни размером 0,5 – 1,0 м (масса 2 – 2,5 т), а для уча-

стка примыкания к мосту и фронтального закрытия прорана — размером 0,8 – 1,5 м (масса до 3,5 т).

Возможность же перекрытия всего русла пионерным способом без предварительной отсыпки существовала при расходах менее 5000 м³/с. Значительного разноса камня в таком случае удавалось избежать, если с уменьшением прорана до 100 м размер камня составлял 0,8 – 1,5 м (масса до 3,5 т), до 40 м — 2,7 м (масса до 8 т), а на замыкающей стадии перекрытия масса глыб достигала до 10 – 25 т.

Все эти исследования были проведены для случая полной разборки поперечных перемычек первой очереди. В них были учтены и другие параметры перекрытия, например изменение уровней воды на различных стадиях перекрытия, порядок отсыпки головы поперечного банкета и т.п.

Работы по исследованию перекрытия р. Ангары в створе Братского гидроузла пионерным, фронтальным и смешанным методами проводились и лабораторией МЭИ, где был получен ряд полезных данных.

В натуре была принята комбинированная схема перекрытия. Ранней весной 1959 г. был закончен монтаж опор моста, а после пропуска ледохода, который они благополучно выдержали, было смонтировано его пролетное строение. К этому времени была подготовлена гребенка для пропуска воды (рис. 1, з) и уже частично разобраны поперечные перемычки первой очереди. В конце мая — начале июня 1959 г. при расходах 2700 – 3200 м³/с был отсыпан пионерный банкет длиной 160 м. Интенсивный размыв поперечных перемычек первой очереди начался сразу после образования прорана в верховой перемычке. Фронтальная отсыпка глыбового материала с моста началась после существенного понижения УВБ, и перекрытие завершилось примерно за сутки.

Рассмотрение условий пропуска расходов воды и льда через гребенку и ДТВ (рис. 1) [3, 8, 9]. Во время перекрытия русла расходы реки пропускались через гребенку (11 пролетов по 12 м). Затем на начальном этапе возведения плотины шесть пролетов гребенки перестраивались в ДТВ с размерами поперечного сечения 12 × 10 м. Режимы пропуска воды и льда через эти сооружения устанавливались на основе определения на гидравлических моделях пропускной способности, уровней воды и скоростей течения, а также по характеру движения льда в бьефах и пределах сооружений. В результате исследований на моделях для этого этапа пропуска расходов было установлено следующее:

сравнение кривых пропускной способности гребенки в период перекрытия левобережной части русла указало на необходимость как можно более полной разборки поперечных перемычек до затоп-

ления котлована первой очереди. Особое внимание должно было уделяться разборке упорной призмы низовой перемычки;

пропуск ледохода сопровождался образованием заторов льда перед гребенкой. Возможность их образования возрастала с увеличением плотности и интенсивности поступления льда к сооружению. Вероятность образования заторов становилась большей с подъемом УНБ, особенно это характерно при пропуске льда через ДТВ. Для предотвращения существенного повышения УВБ во время ледохода рекомендовалось не допускать образования опасных зажорных уровней в нижнем бьефе и значительных скоплений льда перед водопропускными сооружениями. Пропуск льда через сооружения должен был обеспечиваться непрерывной борьбой с образованием сводов при входе льда в пролеты сооружений и эффективным разрушением заторов льда на подводящем участке русла;

для защиты от воздействия льдин на малую бетоновозную эстакаду при высоких зажорных УНБ было указано на необходимость обетонирования ее нижней части. Опоры основной эстакады не подвергались ледовому воздействию;

ДТВ при напорах на входном пороге до 13 – 14 м работали как незатопленный водослив с широким порогом. Уже при напоре $H \geq 16$ м режим течения ДТВ становился напорным даже при УНБ на 2 – 3 м ниже потолка их выходного сечения. Никаких неблагоприятных явлений при работе ДТВ, связанных со сменой режимов течения и вакуумами на входном оголовке, который по расчету [3] составлял около 50 КПа, не отмечалось.

На пространственной модели для этого этапа пропуска расходов устанавливались скорости течения у верхового и низового конусов продольной перемычки второй очереди (рис. 1), а также были сформулированы рекомендации по предотвращению их повреждения высокоскоростным потоком при навале льда. Были отработаны мероприятия по защите от воздействия высоких скоростей течения на откос бичевника вдоль правого берега.

После закрытия ДТВ в 1961 г. каких-либо существенных повреждений в них не было обнаружено.

Исследования условий пропуска расходов через глубинные трубчатые водосбросы (рис. 1, 3) выполнялись на фрагментарной и пространственной моделях [10, 11]. ГТВ, размещенные в теле бетонной плотины, использовались на втором этапе строительства Братского гидроузла в период пуска гидроагрегатов. Они были выполнены в виде десяти труб прямоугольного поперечного сечения размером на входе 6 × 3 м, к выходному сечению они сужались по высоте до 4,8 м. Продольный профиль потолка входных оголовков ГТВ был очерчен радиусом, равным 1,2 м. На выходе из этих водосбро-

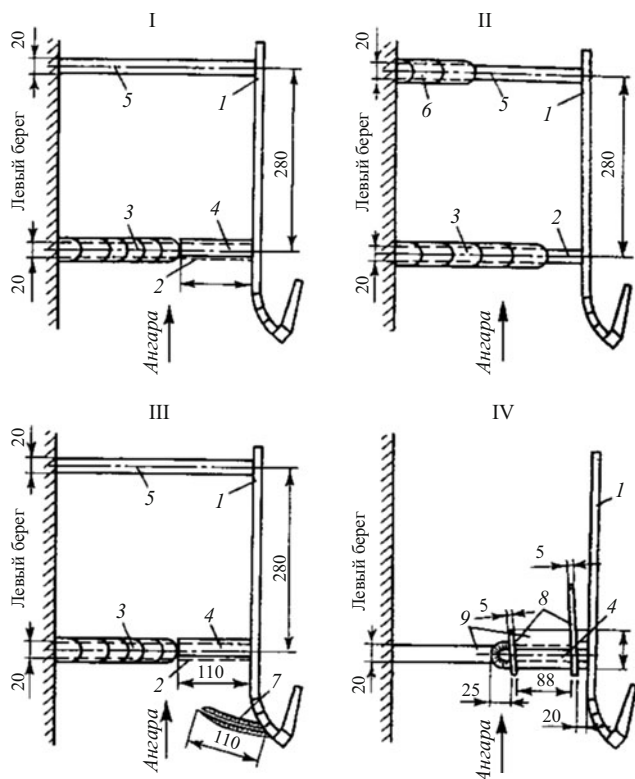


Рис. 2. Схемы вариантов перекрытия р. Ангары при строительстве Братского гидроузла:

1 — продольная перемычка первой очереди; 2 — верховая предварительная отсыпка до отм. 16 м; 3 — верховой банкет; 4 — мост на трубчатых опорах; 5 — низовая предварительная отсыпка до отм. 14 м; 6 — низовой банкет; 7 — отклоняющая шпора; 8 — ряжевые устои; 9 — предварительная отсыпка

сов непосредственно перед пазами рабочего затвора были предусмотрены перелом дна в продольном профиле и устройство короткого горизонтального участка на потолке.

Пропускная способность ГТВ, максимальное значение которой при отм. УВБ = 90 м должно было составлять $4000 \text{ м}^3/\text{с}$, обеспечивала свободное регулирование УВБ после закрытия ДТВ в 1961 г. С помощью ГТВ также производились попуски в нижний бьеф, необходимые для судоходства и лесосплава в завершающий период строительства гидроузла.

В результате исследований на фрагментарной модели ГТВ было установлено следующее:

для проектного очертания ГТВ максимальное значение вакуума на потолке входного оголовка составляло 40 кПа. Так как по проекту предусматривалась кратковременная эксплуатация ГТВ, то этот вакуум был признан допустимым;

для защиты пазов основного рабочего затвора было рекомендовано устройство отклонителей, выступающих на всей высоте выходного сечения на 0,1 м с каждой стороны;

защиту опор малой бетоновозной эстакады рекомендовалось осуществлять с помощью обшивки ее металлическими листами, исключаящими воз-

действие потока на тонкие элементы опор, либо устройством отклонителей, исключаящих воздействие потока на эти опоры;

интенсивное расширение потока и значительный отлет струй от носка-трамплина при работе ГТВ создавало уверенность в том, что разрушение прочного скального ложа реки падающими струями не должно вызвать угрозу устойчивости плотины.

В 1961 – 1962 гг. около года производился сброс расходов через ГТВ. При осмотре на их входном участке ниже металлической облицовки по течению были обнаружены значительные кавитационные повреждения бетона и арматуры на потолке и прилегающих участках боковых стен [12]. Эти повреждения простирались по длине на 3 м, а в глубину достигали 0,65 м. Проведенные в 1962 г. МИСИ совместно с НИС Гидропроекта исследования показали, что за пределами рассмотренного во ВНИИГ участка потолка входного оголовка вакуумы достигали 80 – 90 кПа. Такие значения вакуумов были вызваны неудовлетворительным очертанием потолка входного оголовка ГТВ. В какой-то мере увеличению вакуумов способствовало изменение очертания тракта ГТВ, связанное, по-видимому, с упрощением конструкции опалубки (рис. 3). При этом отказались от горизонтальной площадки на потолке на выходе из водосбросов, которая уменьшала его выходное поперечное сечение, способствовала некоторому снижению пропускной способности и, соответственно, вакуума на потолке входного оголовка. Уменьшению вакуумов во входном оголовке способствовало бы обжатие сечения перед пазами, как рекомендовалось в [10]. Для устранения опасных вакуумов обжатие выходного сечения должно было бы достигать, как показано в [13], до 10 % площади выходного поперечного сечения.

После ремонта разрушенных участков ГТВ в 1963 г. шесть из них пропускали расходы около пяти месяцев. Так как разрушения произошли вновь, а ГЭС по условиям выдачи мощности обеспечивала пропуск в 1964 г. в нижний бьеф расхода, равного $2600 \text{ м}^3/\text{с}$, то ГТВ были забетонированы.

Исследования условий пропуска расходов в период эксплуатации гидроузла [3 – 5, 9]. Пропуск паводковых расходов р. Ангары осуществляется через водосливную плотину, которая имеет на гребне восемь пролетов по 12 м, перекрытых сегментными затворами. В паводок обеспеченностью 0,01 % через эту плотину должен производиться сброс расхода $8300 \text{ м}^3/\text{с}$. Безвакуумный оголовок плотины очерчен по координатам Кригера. С помощью отброса струй гладким носком-трамплином на расстояние 100 – 120 м обеспечивается, чтобы образующаяся в месте падения потока в русло реки яма размыва не оказывала влияния на устойчивость

сооружения. На это обстоятельство указывали как опыты по определению размывов с использованием несвязного материала на пространственной модели, так и образование ямы размыва глубиной лишь 5 – 6 м после двух лет пропуска расходов через ГТВ и отсутствие заметных дополнительных повреждений скалы после пропуска паводка 1967 г.

Для увеличения дальности отброса струй носком-трамплином при работе частью фронта водослива предлагалась конструкция ребристой плотины [14]. Она не была принята к осуществлению из-за усложнения опалубки и других дополнительных трудностей при бетонировании водослива. При этом учитывалось, что затворы водосливной плотины должны работать редко и можно осуществлять сброс несколькими пролетами при частичных открытиях, русло в нижнем бьефе сложено прочными породами, а уровни воды в нижнем бьефе гидроузла должны всегда подпираться водохранилищем Усть-Илимского гидроузла.

На пространственной модели гидроузла для предотвращения затопления монтажной площадки ГЭС для крайнего левого пролета водослива был отработан треугольный отклонитель длиной 16,65 м, выступающий в поток в створе низовой грани водослива на 2,12 м. Модельные исследования и последующие натурные испытания водослива подтвердили эффективность этого отклонителя.

После первых сбросов воды через водосливную плотину на ее поверхности были обнаружены значительные кавитационные разрушения бетона [3, 13]. Натурные и лабораторные исследования, поставленные для выявления характера и причин разрушений и разработки мероприятий по предотвращению их дальнейшего развития, выполнялись НИС Гидропроекта и ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева по общей программе совместно с 1968 по 1971 г. Эти исследования показали, что причиной разрушений обтекаемой поверхности водослива является кавитация за неровностями, возникшими при бетонировании сооружения, а также за выходами на водосливной грани вентиляционных труб из расширенных швов и водоотводящих труб с носка-трамплина плотины. На основании этих исследований были разработаны рекомендации по предотвращению кавитации и защите от кавитационной эрозии, по ремонту водосливной поверхности. На водосливе Братского гидроузла степень кавитационных воздействий была существенным образом снижена за счет подвода воздуха в пристенные слои потока. Для этого уже после окончания строительства был установлен трамплин-аэратор в створе низовой плоскости быков автодорожного моста, а также трамплины-отклонители у выходных отверстий вентиляционных труб и ступенчатые аэраторы у сливных труб носка-трамплина. После про-

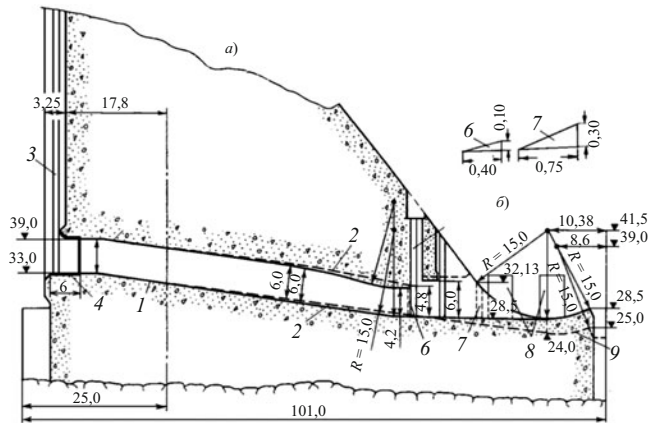


Рис. 3. Глубинный строительный водосброс:

a — продольный разрез водосброса; *b* — поперечное сечение отклонителей; 1 и 2 — очертание СГВ, рассмотренное в исследованиях на гидравлической модели масштаба 1:35 во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и осуществленное на гидроузле; 3 — паз аварийно ремонтного затвора; 4 — металлическая облицовка; 5 — паз рабочего затвора; 6 — стеснение поперечного сечения (отклонители) на выходе из СГВ, предлагавшееся лабораторией ВНИИГ; 7 — отклонитель перед опорами малой бетонной эстакады; 8 — опоры малой бетонной эстакады; 9 — носок-трамплин

ведения всех этих мероприятий сколько-нибудь существенных кавитационных повреждений поверхности водослива Братского гидроузла при пропуске расходов не наблюдалось.

Основные работы по защите водослива Братского гидроузла от кавитации и кавитационной эрозии выполнялись НИСом Гидропроекта, поэтому на них остановились здесь достаточно кратко. Подробнее они изложены в публикациях (например [13]).

Исследования для гидравлического обоснования конструкции водоприемника и водоподводящего турбинного тракта гидроэлектростанции проводились на фрагментарной модели масштаба 1:50 [3, 15, 16]. На этой модели рассматривались конструкции постоянного и временного водоприемника ГЭС, оценивались потери напора применительно к вариантам приплотинной и встроенной ГЭС, для фронтального и полуциркулярного расположения сороудерживающих решеток, для двух типов аварийно-ремонтных затворов: плоского, установленного на входе в турбинный водовод, и дроссельного, расположенного перед турбинной камерой. В этих исследованиях потери напора определялись как разность потерь напора всей водопропускной системы при наличии любого из местных сопротивлений и отсутствии последнего. При такой относительно простой методике решения задачи малое значение каждого вида местных потерь напора устанавливалось как разность двух сравнительно больших величин. Относительная погрешность такого метода тем больше, чем мень-

ше искомая величина. Таким образом были определены потери в решетках и ее элементах, в пазах и проемах при полном открытии затворов. Потери на трение по длине не воспроизводятся на модели и поэтому они определялись расчетом.

В результате проведенных гидравлических исследований и анализа условий работ водоприемника и водоподводящего турбинного тракта было установлено следующее:

коэффициент гидравлических потерь напора подводящей системы блока гидроагрегатов от входного сечения до спиральной камеры (без входных решеток и дроссельного затвора) меньше на 15 – 25 % для конструкции приплотинной ГЭС, чем для встроеной;

использование аварийно-ремонтного ограждения гидроагрегатов в виде плоского затвора на входе в турбинный водовод по сравнению с дроссельным в конце его дает существенно меньшие значения гидравлических потерь и обеспечивает большую надежность в эксплуатации;

коэффициент гидравлических потерь напора решеток оказался несколько ниже для их циркульного расположения по сравнению с фронтальным, но так как эти коэффициенты невелики, а сложность конструкции опорного каркаса и трудность очистки решеток при их циркульном расположении несравненно больше, чем при прямолинейном, то более целесообразным было признано применение варианта водоприемника с прямолинейным расположением решеток. При проектировании решеток рекомендовалось также в 1,5 – 2 раза увеличить просвет между стержнями и прямоугольную форму стержней решеток заменить на более обтекаемую.

Произведенные НИСом Гидропроекта при пониженных УВБ измерения гидравлических потерь напора на решетках в натуре дали близкие значения к полученным по прогнозу на основе исследований на модели.

Широкий круг научных исследований, поставленных для обоснования способов возведения и конструкций сооружений Братского гидроузла, способствовал его успешному строительству и эксплуатации, которая продолжается уже 50 лет. Значительное внимание в этих исследованиях гидроузла, возведенного на многоводной р. Ангаре, уделялось рассмотрению условий пропуска воды и льда через водопропускные сооружения строительного и эксплуатационного периодов. Эти исследования для обоснования водопропускных сооружений Братского гидроузла, рассчитанных на пропуск больших расходов при значительных напорах, позволили успешно решить задачи, стоявшие перед строителями и проектировщиками гидроузла. Затруднения, возникшие при пропуске расходов Брат-

ского гидроузла, были определены в какой-то мере уровнем знаний в первой половине XX в. о кавитации и кавитационной эрозии гидротехнических сооружений и их элементов. Некоторые из них были устранены уже на Братском гидроузле.

Такого рода затруднения при возведении Братского и некоторых других гидроузлов послужили стимулом при постановке актуальных гидравлических исследований и обобщений в дальнейшем. Так, рассмотрение распределения давления во входных оголовках напорных водосбросов стало предметом ряда исследований, обобщения на основе которых приведены в какой-то мере уже в [17], а более подробно в [18 – 20]. Существенное внимание в НИС Гидропроекта, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, МГМИ, МИСИ и других организациях уделялось разработке требований по предотвращению кавитации и кавитационной эрозии неровностей на поверхности сооружений, обтекаемых высокоскоростным потоком, и на элементах водопропускных сооружений. Эти требования также были сформулированы в ряде нормативных документов и пособий [18 – 20].

К сожалению, в дальнейшем такого рода гидравлические исследования практически прекратились, что было связано с общей ситуацией гидроэнергостроительства. Сейчас их необходимо продолжать как на лабораторных установках, так и в натуре. Особо актуальными являются вопросы о развитии кавитационной эрозии различных по составу бетонов, о допущении на сооружениях ограниченного объема кавитационных повреждений, о критических параметрах кавитации переломов, углублений и др.

Список литературы

1. Суханов Г. К., Левитский М. И. Братская гидроэлектростанция // Гидротехническое строительство. 1957. № 11.
2. Левитский М. И. Проект Братской электростанции на р. Ангаре // Гидротехническое строительство. 1962. № 2.
3. Братская ГЭС имени 50-летия Великого Октября. Т. 1: Основные сооружения. Проектирование и эксплуатация / Под ред. Г. К. Суханова и М. И. Левитского. — М.: Энергия, 1974.
4. Братская ГЭС имени 50-летия Великого Октября. Т. 2: Организация и производство строительно-монтажных работ / Под ред. И. И. Наймушина. — М.: Энергия, 1975.
5. Гидроэлектростанции России / ПИНПАО "Институт Гидропроект". М., 1997.
6. Всесоюзный научно-исследовательский институт им. Б. Е. Веденеева. — Л.: Энергия, 1965.
7. Бурков А. Ф., Масловский О. В. Гидравлические лабораторные исследования по перекрытию р. Ангара в створе Братской ГЭС: Аннотации законченных в 1959 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1960.
8. Бурков А. Ф., Кякк В. А., Масловский О. В. Дополнительные гидравлические лабораторные исследования пропуска строительных расходов Братской ГЭС. Аннотации закон-

- ченных в 1958 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1959.
9. *Бурков А. Ф.* Гидравлические лабораторные исследования работы сооружений Братской ГЭС в строительный и эксплуатационный периоды: Аннотации законченных в 1957 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1958.
 10. *Бурков А. Ф.* Гидравлические лабораторные исследования глубинных водосбросов Братской ГЭС: Аннотации законченных в 1958 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1959.
 11. *Бурков А. Ф.* Опыт лабораторного проектирования водопропускных сооружений Братской и Бухтарминской ГЭС // Совещание по строительству высоких бетонных плотин на скальном основании. 1964.
 12. *Соловьев Ю. Н., Каган Ф. Л.* Опыт эксплуатации и ремонта глубинных отверстий Братской плотины в период пропуска строительных и эксплуатационных расходов // Совещание по строительству высоких бетонных плотин на скальном основании. 1964.
 13. *Кавитация на гидросооружениях / Гальперин Р. С., Осолков А. Г., Семенов В. М., Цедров Г. Н.* — М.: Энергия, 1977.
 14. *Бурков А. Ф., Жебровский А. Н.* Гашение кинетической энергии на высоких водосливных плотинах с использованием ребристого водослива // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 1960. Т. 63.
 15. *Бурков А. Ф., Тюкина С. А.* Гидравлические лабораторные исследования водоприемника и водоподводящего тракта к турбинам Братской ГЭС: Аннотации законченных в 1957 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1958.
 16. *Бурков А. Ф.* Гидравлические лабораторные исследования временного водозабора Братской ГЭС: Аннотации законченных в 1958 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. — Л.: Госэнергоиздат, 1959.
 17. *Гидравлические* расчеты туннельных и трубчатых водосбросов гидроузлов. Рекомендации для проектирования / Под ред. Ф. Г. Гунько. — Л.: Энергия, 1974.
 18. *Рекомендации по учету кавитации при проектировании водосбросных гидротехнических сооружений: П 38 – 75 / ВНИИГ. Л., 1976.*
 19. *Слисский С. М.* Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. — М.: Энергоатомиздат, 1986.
 20. *Гидравлические* расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: Справочное пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1988.

Результаты натуральных наблюдений за работой бетонной плотины Братской ГЭС

Дурчева В. Н., кандидат техн. наук
(ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»)

В процессе строительства осуществлялась обширная программа по определению температурной трещиностойкости бетона, оценке эффективности омоноличивания профиля плотины, вносились изменения в технологию производства работ.

Ключевые слова: плотина, натурные наблюдения.

ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева занимался натурными наблюдениями с 1930-х гг., но первой, уникальной по объемам исследований, стала Братская плотина. Впервые была разработана программа натуральных наблюдений, включающая фильтрационные, геодезические, тензометрические наблюдения и исследования такого масштаба.

В осуществлении программы натуральных наблюдений участвовали институты “Гидроспецпроект”, “Гидропроект”, но главная роль принадлежала ВНИИГу.

В практике зарубежного гидростроительства в организации и осуществлении измерений участвуют несколько фирм. Одна фирма изготавливает приборы, другая их устанавливает, третья анализирует показания контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), четвертая выносит оценку надежности сооружения. Для Братской плотины все эти функции по тензометрической КИА выполняла одна группа сотрудников ВНИИГ.

Тензометры ТБ-200 (конструкция разработана С. Я. Эйдельманом) изготавливали в мастерских Сельскохозяйственного института в г. Пушкине, тарировали во ВНИИГе, после чего их отправляли на строительство Братской ГЭС и устанавливали в бетонные блоки при непосредственном участии сотрудников ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. Проект размещения КИА также был разработан во ВНИИГе и согласован с московским Гидропроектом. Разделение наблюдений на строительный и эксплуатационный контроль произошло позже — на строитель-



С. Я. Эйдельман, научный руководитель натуральных измерений

ве Красноярской ГЭС. Во время строительства и эксплуатации Братской плотины одни и те же сотрудники ВНИИГ тарировали тензометры, их устанавливали, контролировали достоверность показаний, анализировали измерения, разрабатывали критерии безопасности, определяли причины несовпадения расчетных и натуральных данных.

Кроме наблюдений за состоянием плотины с начала бетонирования прискальных блоков, за поведением бетонных массивов в период поэтапного наполнения водохранилища проводились исследования свойств скальных целиков при их сдвиге, упругих и прочностных характеристик бетона прямо на строительной площадке. В ОИСМе проводились длительные эксперименты по изучению изменения свойств бетона разных составов при его замораживании и оттаивании.

В качестве контролируемых секций были выбраны три глухие секции, наиболее подходящие по своему профилю к расчетному. К сожалению, вскоре стала очевидной необходимость оценивать работу стационарных и водосливных секций, составляющих напорный фронт, работа трех глухих секций не была представительной для всей плотины. Позже были установлены контактные тензометры под напорной гранью всех секций.

По мере возрастания объема бетона возводимых секций появлялись новые проблемы, требовавшие корректировки схем размещения датчиков

Всего в плотину было установлено 2365 дистанционных датчиков (по проекту 1524 датчика).

Братская плотина проектировалась по старым нормам СН 123 – 60, и уже в строительный период стала очевидной условность, а иногда и неадекватность представления о работе плотины в суровом климате. Прежде всего было выявлено существенное влияние температуры не только с точки зрения температурной трещиностойкости блоков, но и как важный фактор, определяющий напряженно-деформированное состояние (НДС) плотины в эксплуатационном режиме.

Именно в Братске обнаружилось явление, названное разуплотнением основания под напорной гранью, и его следствие — раскрытие контактного

шва. Несколько десятилетий продолжалось теоретическое обоснование появления зоны двухосного растяжения под напорной гранью гравитационных плотин, эксплуатируемых в суровом климате. До сих пор многие специалисты связывают это явление с проектом Братской плотины.

При строительстве Братской плотины, где многое было впервые и только отработывалось, последствия некоторых технологических решений нельзя было предвидеть. В частности, низкая эффективность омоноличивания вследствие нераскрывшихся межстолбчатых швов явилась результатом проведения цементации при неостывшем бетоне. Последующее остывание привело к раскрытию межстолбчатых швов плотины, уже воспринимающей гидростатическую нагрузку. Необходимость сдавать определенные объемы работ к “красным датам” вызвала недопустимую степень штрабления профиля, что привело к раскрытию контактного шва. Именно в период временной эксплуатации возникла зона двухосного растяжения под напорной гранью, так как плотина работала не единым массивом, а отдельными столбами с пунктирным зацеплением межстолбчатых швов.

Позже, при строительстве Усть-Илимской плотины, четко определилась зависимость раскрытия контактного шва от объема уложенного бетона и конфигурации профиля секций, начинающих воспринимать гидростатическую нагрузку. Если бы в плотине Братской ГЭС, по примеру аналогичных зарубежных плотин, повышение УВБ происходило при полностью завершеном профиле, никаких негативных явлений не произошло бы и монолитность контакта скала — бетон была бы сохранена.

Следующей спецификой работы плотин в суровом климате, выявленной впервые на Братской плотине, стала сезонная немонолитность профиля. В зимнее время на низовой грани раскрываются строительные горизонтальные швы, уменьшающие рабочее сечение. Это явление определялось по косвенным показателям — сбросу напряжений в бетоне низовой грани в зимнее время. На Усть-Илимской плотине были получены данные о глубине сезонного разрыва швов, прежде всего межстолбчатых, выходящих на низовую грань.

Впервые при строительстве Братской плотины по экспериментальным и натурным данным было определено увеличение коэффициента линейного расширения замороженного бетона в 1,2 – 2,0 раза.

Проведенные в ОИСМ исследования характеристик замороженного бетона, изготовленного на гравии, позволили бетонировать Усть-Илимскую плотину составами бетона на гравии вместо проектных составов на щебне.

До строительства Братской плотины подземный контур проектировался традиционно: цементационная завеса в основании первого столба и дренаж-

ная система, значительно удаленная от напорной грани, в основании третьего-четвертого столбов. Роль дренажа в плотине должны были играть расширенные швы. С самого начала эксплуатации под первым столбом возникало противодействие, превышающее нормативные требования. Фильтрующая вода не доходила до дренажа из-за высокой водонепроницаемости диабазов. Усилением цементационной завесы достигался кратковременный результат. Наблюдения за фильтрационным режимом показали, что главная роль в подземном контуре принадлежит не увеличению фильтрационного сопротивления скальных пород цементацией, а возможности разгрузки фильтрационного потока. Пробуренные из цементационной галереи в основание первого столба дренажные скважины полностью сняли противодействие, причем фильтрационный расход из этих скважин был капельным.

Анализ состояния Братской плотины по данным натурных наблюдений выявил новые закономерности работы гравитационной плотины в суровом климате.

Наименьшее сжатие в бетоне напорной грани наблюдалось не при максимальном УВБ, как это предполагалось в проекте, а при значительной работе водохранилища. НДС определялось совместным влиянием температурного и силового факторов. В марте наблюдалась максимальная глубина раскрытия швов на низовой грани, что определяло наименьшее рабочее сечение плотины. В плотине в этот календарный срок отмечались максимальные перемещения тела плотины в нижний бьеф, минимальное сжатие на напорной грани. Максимальное влияние температурного летнего сжатия имело место в сентябре, когда летний разогрев бетона не только полностью компенсировал влияние повышающегося УВБ, но и создавал температурный запас напряжений сжатия по горизонтальным площадкам.

Максимальное противодействие в основании соответствовало не максимальному УВБ, а моменту наибольшего разуплотнения основания, возникшего в марте.

По данным натурных наблюдений было установлено, что значительная часть напряжений от металлической оболочки трубопровода передается на арматуру защитной оболочки. Измеренные напряжения в металле оказались на порядок меньше расчетных.

Результаты натурных наблюдений за состоянием бетонных массивов Братской плотины во время ее строительства, наполнения водохранилища и работы плотины в режиме постоянной эксплуатации были использованы для корректировки нормативных документов, в проектной практике всех последующих сибирских плотин. В расчетные модели стали вводиться сезонно раскрывающиеся швы со



Группа КИА (Братск, 1961 г.)

стороны низовой грани, изменение свойств замороженного бетона, раскрытие контактного шва скала — бетон.

Организация и методика натурных наблюдений. Для повышения результативности натурных наблюдений были разработаны рекомендации по составлению проекта размещения КИА, выбору контролируемых секций.

Проект размещения КИА предусматривал контроль монолитности горизонтальных сечений (состояние строительных швов на низовой и напорной гранях, на контакте скала-бетон, эффективность цементации межстолбчатых швов).

По характеру свободных деформаций в ненапряженном образце (“конусе”) определялись коэффициент линейного расширения бетона, температура его замерзания, остаточные деформации, обусловленные структурными изменениями в бетоне как материале.

Тензометрические измерения, до сих пор осуществляемые на Братской плотине, показали, что превращение тензометров в индикаторы только по причине их возраста ошибочно. Когда создавались первые тензометры, предполагалось их использование в течение 15 – 20 лет, так как считалось, что к этому времени плотина начинает эксплуатироваться по постоянной схеме и все вопросы ее напряженного состояния должны быть решены. Практика эксплуатации показала, что в плотине будут всегда непроектные, ослабленные зоны, что свойства бетона как материала могут долго необратимо меняться, что состояние швов и напряжений в определенных измерительных точках должно стать диагностическим параметром безопасной работы плотины.

Тензометр, изготовленный по стандартам, может работать достоверно десятилетиями. Это подтверждается показаниями большинства рабочих тензометров, продолжающих показывать прежние зависимости их изменения от действующих нагрузок во всех отечественных плотинах. Исследования норвежских специалистов, которые в течение 29 лет ежесекундно посылали импульс на струну, по-

казали, что в первые годы возможна небольшая погрешность за счет стабилизации свойств всех элементов прибора, но в дальнейшем работа тензометра абсолютно стабильна. Те “натурщики”, которые начинали работать со звуковыми генераторами, отлично знают, как звучит исправный тензометр и какой звук означает недостоверные показания. Сама идея отбрасывать тензометр только по возрасту, а не по достоверности его показаний является нелепой. К большому сожалению, сотрудники, привыкшие видеть только цифры, не имевшие опыта работы с тензометрами, начиная с их тарировки, внедряют ошибочное и порочное отношение к тензометрическим измерениям. Появление необратимой составляющей рассматривают как признак недостоверности показаний, хотя на самом деле тензометр может отражать подлинные явления, происходящие в бетоне как материале и в сооружении.

Работа подземного контура. После опыта Братска изменено отношение к проекту противодиффузионного контура в основании плотины. В слабопроницаемых скальных породах сибирских рек проведение цементации приводит к негативным последствиям. Под большим давлением вгоняют раствор, расширяя и образуя новые трещины. Раствор вымывается, противодавление повышается, так как при высоком фильтрационном сопротивлении затруднена разгрузка фильтрационного потока. В настоящее время дренажную сеть приближают к напорной грани, как это делается за рубежом. Устройство цементационной завесы необходимо обосновывать свойствами скального основания.

Расчетные нагрузки. По результатам натурных наблюдений были составлены новые СНиПы, в которых в качестве расчетных учитывались температурные воздействия. Профиль плотины стали назначать с учетом совместного воздействия силового и температурного факторов. Было введено понятие о сезонной немонолитности профиля плотины, обусловленной раскрытием строительных швов на низовой грани. Появилась строчка об учете изменения свойств замороженного бетона. Предложено новое соотношение между прочностью и модулем упругомгновенных деформаций, приближенное к натурным данным.

Оценка проекта плотины Братской ГЭС по данным натурных наблюдений. Расширенные швы сыграли только одну положительную роль в виде уменьшения объема бетона. Высокое фильтрационное сопротивление диабазов не позволило расширенным швам разгружать фильтрационный поток. Полости расширенных швов превратились в свалку строительного мусора. После осушения швов с целью осмотра основания плотины возникла проблема с их затоплением. Опорожненные швы повысили гидростатический напор на напорную грань.

При проектировании водоводов стали учитывать передачу усилий на арматуру.

Внутренний водовод ослабил сечение стационарных секций, обусловив их большую чувствительность к силовым нагрузкам за счет уменьшения объема бетона.

Однако сопоставление состояния внутреннего водовода с наружным, вынесенным на низовую грань плотины, показало неоспоримое преимущество внутреннего водовода. Цементация шва между металлической оболочкой и телом плотины обеспечила совместную работу металла с бетоном, передачу усилий на арматуру.

В наружных водоводах во время их возведения возникают температурные трещины с раскрытием 1 – 3 мм. Динамические нагрузки в выносных водоводах намного выше, чем во внутренних водоводах. В эксплуатационном режиме высокий температурный градиент провоцирует новые температурные трещины. Металлическая оболочка и арматура работают самостоятельно.

Составы бетона Братской плотины показали высокую прочность, нарастающую до сих пор. Негативными результатами возведения плотины следует считать технологию производства с крайне неравномерной скоростью возведения отдельных столбов, высокой степенью штрабления профиля, начало наполнения водохранилища при неостывшем бетоне. Раскрытие контактного шва под напорной гранью явилось следствием технологии возведения, а не проектного профиля.

Следует отметить самоотверженность “натурщиков” — сотрудников группы КИА на Братской плотине и ее бессменного руководителя Ивана Степановича Еремина. Он обеспечивал точное выполнение программы натурных наблюдений, стараясь облегчить нелегкий труд девочек-обходчиц, которые под ватниками носили килограммовые ящики-генераторы и мосты Уинстона, отогревали дыханием вмерзшие концы кабелей от датчиков, не зная активированных дней, строго выполняли графики взятия отсчетов. Приборы, установленные в плотину И. С. Ереминым и А. Н. Казаченко до сих пор работают. Научным руководителем натурных наблюдений был Соломон Яковлевич Эйдельман, написавший первую монографию о состоянии Братской плотины в период ее строительства и эксплуатации. Эта книга стала учебным пособием для инженеров-гидротехников, работающих в области проектирования, строительства, эксплуатации и исследований гидротехнических сооружений.

Все годы строительства и начала эксплуатационного периода сотрудники группы Братской и Усть-Илимской ГЭС во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева



И. С. Еремин, руководитель группы КИА

осуществляли авторский надзор, контролировали достоверность информации, анализировали результаты данных натурных наблюдений, разрабатывали критерии надежной работы плотины.

На Братской ГЭС работала квалифицированная группа натурных наблюдений под руководством Зои Игнатьевны Соловьевой, которая стала настоящей хозяйкой плотины, знала все ее слабые и сильные стороны. Благодаря ее личным качествам к работе “натурщиков” относились с пониманием и должным уважением. К сожалению, в настоящее время уровень натурных наблюдений и отношение к ним соответствуют новой потребительской модели отношений в энергетике.

На Братской плотине впервые была осуществлена автоматизация опроса дистанционной КИА, разработанная А. Г. Левелевым. Разработанный им вторичный прибор “Струна” использовался на многих плотинах, лег в основу нового вторичного прибора ТСД-16.

Во ВНИИГе группа натурных наблюдений, занимавшаяся исследованиями плотины Братской ГЭС, состояла из инженеров-гидротехников, которые постоянно находились в длительных командировках на стройплощадке. По результатам натурных исследований составлялись годовые отчеты. Эта практика была нарушена в перестроечное время. ВНИИГ по конъюнктурным соображениям был отлучен от своего родного объекта.

Из сотрудников, занимавшихся натурными наблюдениями и до сих пор знающих все проблемы этой первой высокой гравитационной плотины, возведенной в суровом климате, продолжают работать ветераны лаборатории диагностики бетонных плотин В. Н. Дурчева, С. М. Пучкова и лаборатории фильтрации — О. Г. Марголина, Л. Г. Егорова.

Братская плотина — молодость послевоенной гидротехники — вписалась в нашу жизнь прекрасным чувством первооткрывателей, бескорыстием, романтикой.

В жизни ветеранов ВНИИГа, занимающихся натурными наблюдениями практически на всех высоких бетонных плотинах СССР, как все первое, Братск занимает особое место.

Исследования скального основания плотины Братской ГЭС

Гольдин А. Л., Панов С. И., доктора техн. наук
(ОАО "ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева")

Приведены сведения об участии ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева в решении вопросов научного обоснования расчетных характеристик прочности и деформируемости скального основания плотины Братской ГЭС, а также в расчетах прогноза возможных ее осадок в эксплуатационный период.

Ключевые слова: Братская ГЭС, бетонная плотина, скальное основание, расчетные характеристики строительных свойств скальных пород, прочность на сдвиг, деформируемость, натурные и лабораторные методы испытаний.

Исследования строительных свойств скального основания плотины Братской ГЭС были проведены в течение ряда лет, начиная с 1956 г., в основном силами сотрудников ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и его Сибирского филиала. Организаторами и науч-

ными руководителями исследований, которые в то время являлись пионерными в области механики скальных пород (не только у нас в стране, но и в мире), были доктора технических наук П. Д. Евдокимов и Д. Д. Сапегин. Задачами этих исследований было выявление основных закономерностей изменения прочности и деформационного поведения скальных пород в основании самой высокой в то время в СССР бетонной гравитационной плотины, а также получение расчетных характеристик этих свойств, необходимых в расчетах ее прочности и устойчивости.

Прочностные и деформационные свойства скальных пород основания плотины Братской ГЭС впервые изучались с широким использованием как лабораторных, так и крупномасштабных полевых методов экспериментальных исследований.

Поскольку размеры подошвы устойчивого профиля плотины зависят от прочности на сдвиг скальной породы по контакту бетон — скала и по естественным трещинам ниже подошвы, в полевых и лабораторных испытаниях определялись характеристики предельной сопротивляемости обоих видов сдвига.

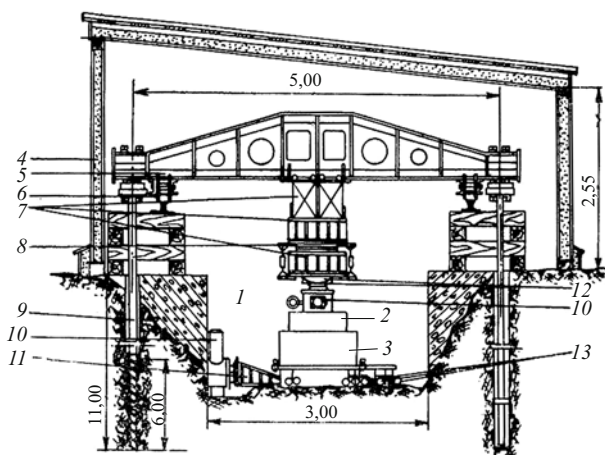


Рис. 1. Опытные траншеи в котловане плотины Братской ГЭС: 1 — траншеи; 2 — 3 — бетонные штампы; 4 — тепляк; 5 — передвижной портал; 6 — рельсы; 7 — опорные балки; 8 — катки; 9 — анкеры; 10 — домкраты; 11 — упорная балка; 12 — шаровая опора; 13 — индикаторы

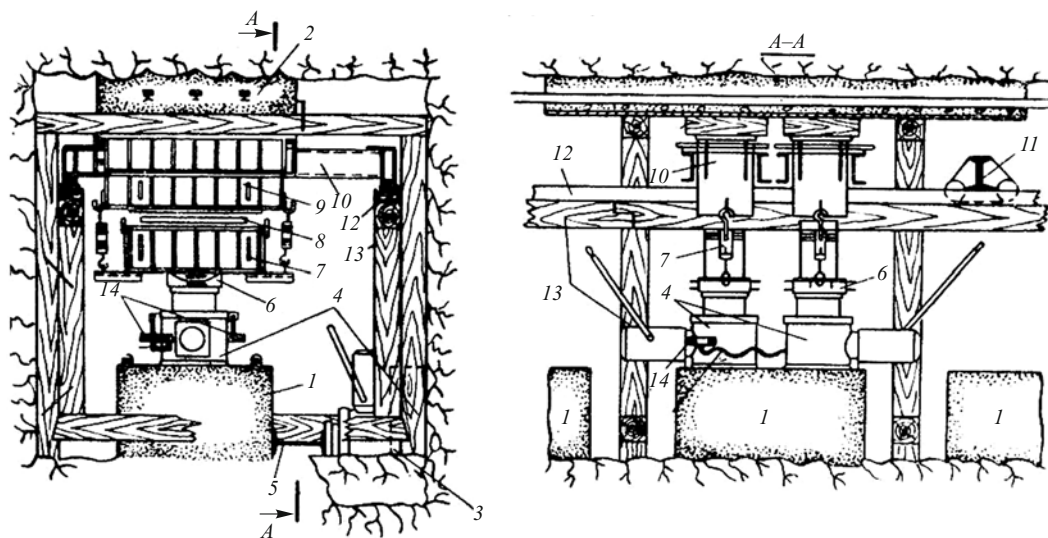


Рис. 2. Опытная установка для исследований в штольне и штреках: 1 — бетонный штамп; 2, 3 — бетонные опорные плиты; 4 — домкраты; 5 — упорная балка; 6 — шаровая опора; 7 — 9 — опорные устройства; 10, 11 — кран-балки; 12, 13 — подкрановые пути; 14 — манометр

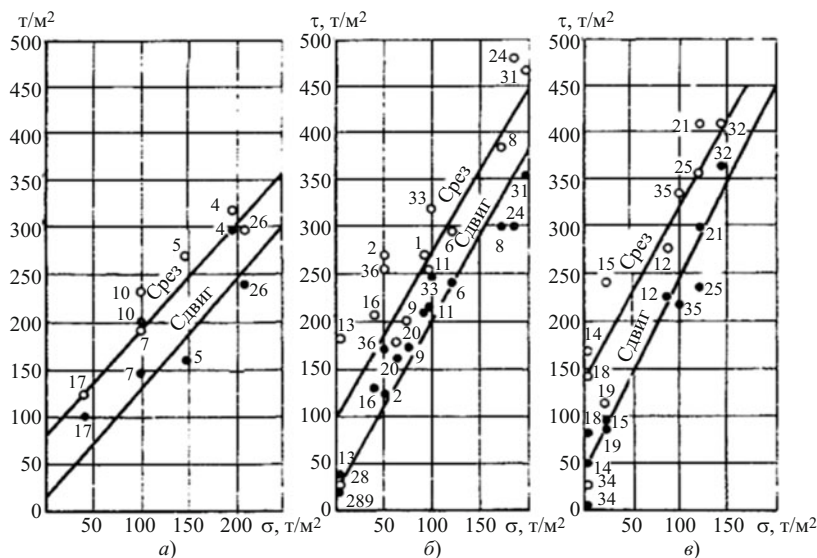


Рис. 3. Результаты опытов по срезу-сдвигу бетонных штампов: а, б, в — при минимальной, средней и максимальной шероховатости

Полевые крупномасштабные испытания сопротивляемости сдвигу по контакту бетон — скала проводились непосредственно на строительной площадке плотины Братской ГЭС, на дневной поверхности основания, в устроенных для этой цели опытных траншеях (рис. 1) и на глубине до 11 м от поверхности — в специальных штреках и штольнях (рис. 2).

Использованная методика испытаний — прямой сдвиг забетонированных на поверхности опытной площадки крупномасштабных бетонных штампов с плановыми размерами от 1 × 1 до 2 × 2 м. Вертикальная нагрузка на штампы с максимальной интенсивностью до 2,5 МПа прикладывалась ступенями с помощью гидравлических домкратов, реактивное усилие которых воспринималось либо анкерными устройствами (рис. 1), либо сводом подземной выработки штрека (рис. 2).

Горизонтальная сдвигающая нагрузка с максимальной интенсивностью до 3,5 МПа прикладывалась к штампу с помощью домкратных силовых устройств также ступенями до состояния предельного равновесия, при котором наблюдалось непрерывное горизонтальное смещение штампа при постоянной вертикальной нагрузке. Вертикальные и горизонтальные смещения штампа в процессе испытаний фиксировались с помощью индикаторов часового типа с точностью до 0,01 мм.

С целью определения характеристик предельной сопротивляемости первичному срезу и последующему сдвигу опыты проводились вначале на штампах с ненарушенным контактом, а затем, после его разрушения, — в несколько серий повторных сдвигов.

По результатам проведенных испытаний были установлены основные закономерности и количественные характеристики смещений штампа в до-

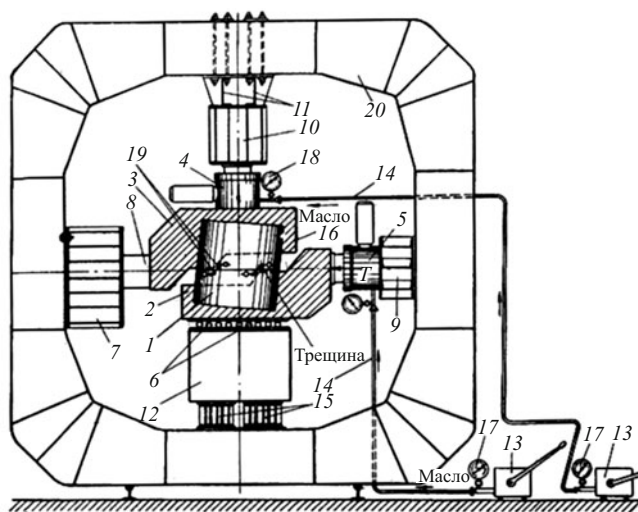


Рис. 4. Большая лабораторная скальная установка: 1 — kern скальной породы Д-80...100 см; 2 — подвижная железобетонная обойма; 3 — неподвижная обойма; 4 — гидравлический домкрат для создания вертикальной нагрузки; 5 — гидравлический домкрат для создания горизонтальной (сдвигающей) нагрузки; 6 — катки; 7 — металлическая упорная балка; 8 — железобетонная прокладка; 9 — металлическая опорная балка; 10 — верхняя металлическая опорная балка; 11 — направляющие грузовой тележки; 12 — железобетонная подкладка; 13 — масляные насосы; 14 — маслопроводы; 15 — нижние металлические опорные балки; 16 — индикаторы; 17 — манометры; 18 — контрольные манометры; 19 — марки, заделанные в kern; 20 — металлические несущие рамы

предельном состоянии и после разрушения его контакта со скалой. Было установлено, что результаты опытов по срезу-сдвигу штампов могут быть удовлетворительно аппроксимированы линейной зависимостью Кулона. Получены расчетные значения характеристик этой зависимости для различных типов скалы в основании (рис. 3).

Лабораторные испытания скалы по естественным трещинам были проведены с целью определения расчетных значений характеристик пре-

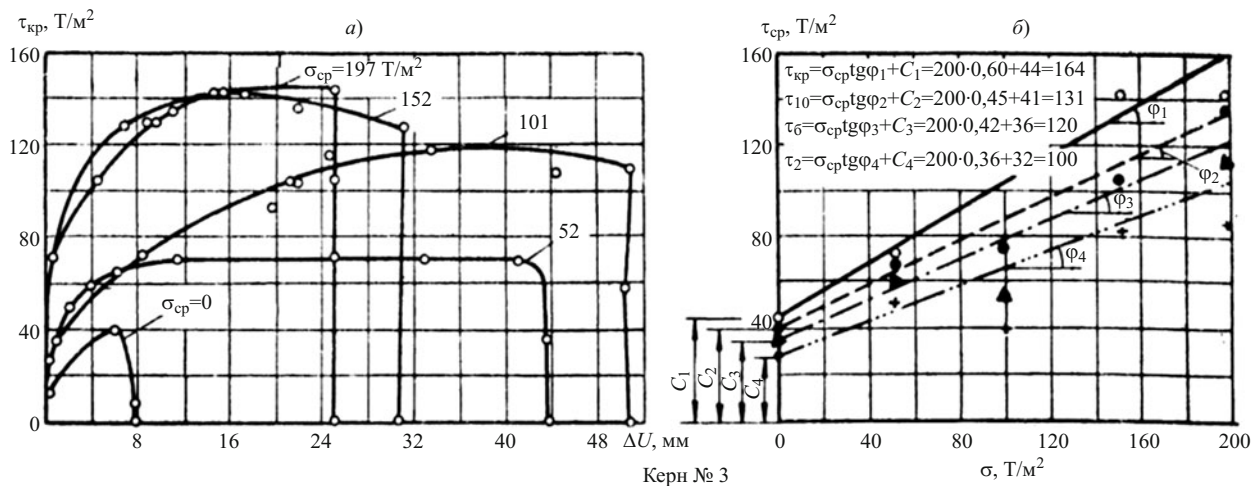


Рис. 5. Результаты опытов по сдвигу образцов диабазы по горизонтальным смещениям (а) и по сопротивлению сдвигу (б)

дельной сопротивляемости сдвигу скального основания ниже подошвы плотины.

Исследования закономерностей сопротивления сдвигу по трещинам скальных пород Братского гидроузла проводились в лаборатории механики грунтов ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева на образцах диабазы из котлована плотины, на большой и малой опытных установках (опыты 1958 – 1959 гг.). Кроме того, изучались закономерности сопротивляемости сдвигу-срезу по контакту бетон — скальная порода. Для проведения лабораторных экспериментов на крупномасштабных образцах была создана специальная, так называемая большая скальная установка, состоящая из трех мощных металлических рам, с несущей способностью: по срединной вертикальной линии — 600 т, по срединной горизонтальной линии — 500 т (рис. 4).

Для испытаний отбирались образцы скалы, полученные в результате разведочного бурения основания плотины с диаметром скважин 920 мм, имеющие трещину по всему поперечному сечению, под некоторым углом к горизонту. Образцы заключались в железобетонные обоймы таким образом, чтобы трещина заняла горизонтальное положение. Вертикальная нагрузка создавалась гидравлическими домкратами, установленными против центра сечения образца по трещине. Заданная вертикальная нагрузка поддерживалась в процессе опыта постоянной, а горизонтальная нагрузка прикладывалась ступенями по простиранию трещины. Переход к каждой новой ступени горизонтальной нагрузки производился только после стабилизации перемещений, вызванных предыдущей ступенью горизонтальной нагрузки.

Как горизонтальные, так и вертикальные смещения измерялись мессурами и прогибомерами Аистова с точностью до 0,01 и 0,002 мм.

Были испытаны три керна диабазы с трещинами толщиной 0,5 – 1,5 мм, заполненными хлоритом.

Керны 1 и 3 имели вертикальные трещины, kern 2 — горизонтальную трещину. По каждому керну первый срез-сдвиг производился при отсутствии нагрузки, нормальной к плоскости трещины, а последующие сдвиги — при нескольких значениях этой нагрузки. Эти испытания позволили установить параметры линейной зависимости сопротивления сдвигу от нормальных напряжений.

Результаты опытов керна 3 на большой скальной установке представлены на рис. 5.

Результаты испытаний показали, что сопротивление сдвигу скальных образцов из основания плотины Братской ГЭС также может быть представлено известной зависимостью Кулона

$$\tau_{\text{пред}} = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c,$$

где φ и c — характеристики предельной сопротивляемости сдвигу.

Большой объем лабораторных опытов по определению характеристик сопротивляемости сдвигу и контакту скала — бетон проводился на образцах меньшего размера.

Лабораторные испытания сопротивляемости срез-сдвигу каменных материалов и контактов малых образцов выполнялись на специальной установке. Между поршнем вертикального домкрата и ригелем вертикальной металлической рамы имелась прокладка из двух металлических плит, между которыми устанавливались металлические стержни круглого сечения. Это устройство предназначалось для исключения сопротивления трения в плоскости соприкосновения опорного устройства с поверхностью камня из цементного раствора.

Камни цементного раствора размерами 200 × 400 мм изготавливались непосредственно на гранитном образце размером 400 × 600 мм. Верхней поверхности гранитного камня, на которой изготавливался камень из цементного раствора, перед

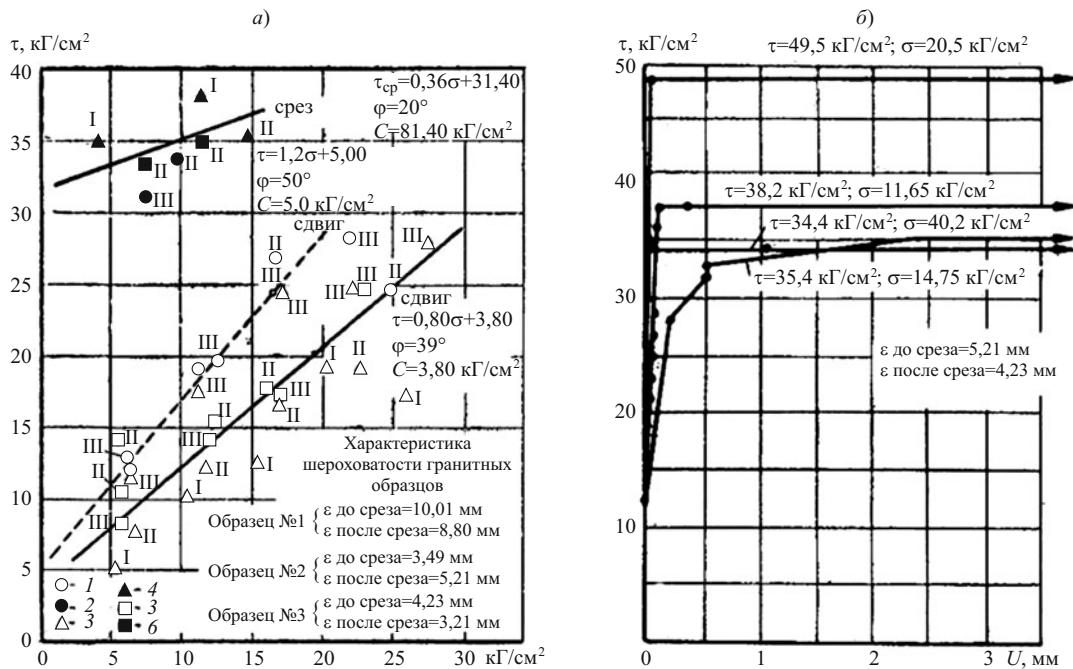


Рис. 6. Результаты опытов по срезу-сдвигу образцов камней из цементного раствора:

а — $\tau_{ср} = f(\sigma)$ — графики сдвигов и срезов; 1, 2 — образца № 1; 3, 4 — образца № 2; 5, 6 — образца № 3; б — $u_{сд} = f(\tau)$ — срез образца № 2

изготовлением каждого из указанных образцов придавалась соответствующая шероховатость, характеризующаяся последовательно расположенными впадинами и выступами различного размера.

На рис. 6 представлены результаты экспериментов по срезу и сдвигу трех образцов. На этой же установке была проведена большая серия опытов по сдвигу малых образцов скальной породы (мелкозернистый диабаз) друг по другу (площадь контакта 7×7 и 10×10 см). Часть опытов проводилась в условиях водного окружения.

Полевые крупномасштабные испытания сопротивляемости сдвигу скалы по естественным трещинам проводились в котловане правобережной плотины Братской ГЭС. Необходимость этих весьма трудоемких и дорогостоящих испытаний обусловлена тем, что естественные трещины разбивают скальный массив основания на отдельные блоки с различными размерами. При этом формирование поверхности с минимальной сопротивляемостью сдвигу ниже подошвы плотины может сопровождаться процессами заклинивания этих блоков. Объективная оценка характера этих процессов возможна лишь при проведении испытаний на "целиках" скалы, имеющих весьма большие размеры в плане.

В связи с отмеченным испытания были проведены на скальном "целике", имеющем размеры в плане 7×7 м и по высоте до 6 м (рис. 7), который по боковой поверхности был полностью отрезан от массива основания буровыми скважинами большого диаметра (1200 мм). Вертикальная нагрузка (630 т) на предполагаемую поверхность сдвига оп-

ределялась собственным весом "целика". Горизонтальная нагрузка безмоментно прикладывалась к его напорной бетонной поверхности с помощью двух гидравлических камер в виде плоских домкратов типа "Фрейсине".

Режимы нагружения целика и схемы измерения его смещений под нагрузкой соответствовали тем, которые были использованы в описанных ранее сдвиговых испытаниях бетонных штампов.

Анализ результатов сдвиговых испытаний "целика" позволил установить, что его предельно-равновесное состояние наступило при смещениях в направлении сдвига до 6,5 мм с одновременным подъемом напорной грани на 4,7 мм и локальным разрушением скалы под лобовой частью (рис. 7).

В момент разрушения "целика" максимальное сдвигающее усилие достигало 3290 т, что соответствовало максимальному сдвигающему напряжению в плоскости трещины $\tau^* = 0,68$ МПа при вер-

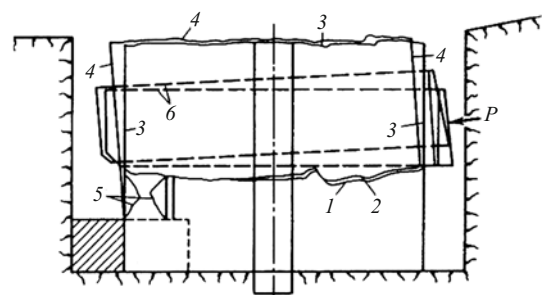


Рис. 7. Схема смещений скального "целика": 1 — трещина до нагружения; 2 — раскрытие трещины после нагружения; 3 — положение целика до нагружения; 4 — положение целика после нагружения; 5 — зона разрушения скалы; 6 — ж/б обойма

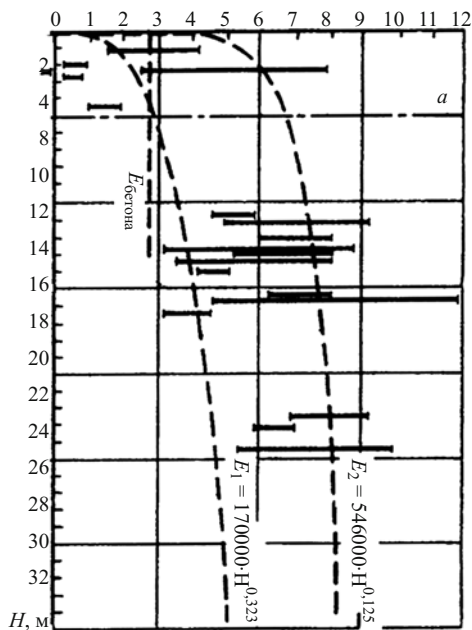


Рис. 8. Изменения жесткости скальных пород по глубине массива основания

тикальных напряжениях $\sigma = 0,26$ МПа. Достигнутое при этом предельное значение коэффициента сдвига $\tau^*/\sigma = 2,62$ превышало аналогичные значения, полученные в сдвиговых испытаниях бетонных штампов, не менее чем на 10 – 15 %.

Испытания подтвердили важность учета явлений заклинивания блоков скального массива при определении характеристик предельной сопротивляемости сдвигу скального основания ниже подошвы плотины. По результатам испытаний при составлении технического проекта бетонной плотины Братской ГЭС расчетное значение коэффициента сдвига скального основания было повышено на 14 – 15 %, что соответственно позволило обжать первоначальную ширину плотины по подошве.

Исследования деформационных свойств основания бетонной плотины Братской ГЭС имели целью получение реальных значений модуля деформации $E_{\text{деф}}$ и коэффициента Пуассона ν массива скального основания в рамках линейно-деформируемой расчетной модели. Эти характеристики были необходимы для обоснованного расчетного прогноза максимальной величины осадки плотины.

Поскольку лабораторные испытания образцов скальных пород не позволяют оценить деформируемость скального массива основания на всю глубину его активно сжимаемой толщи, исследования были проведены в полевых условиях в пяти вертикальных буровых скважинах большого диаметра с глубиной до 50 м.

При проведении исследований использовалось специально созданное для этой цели уникальное испытательное оборудование ЦГШ-920 (цилиндрический гидравлический штамп диаметром 920 мм),

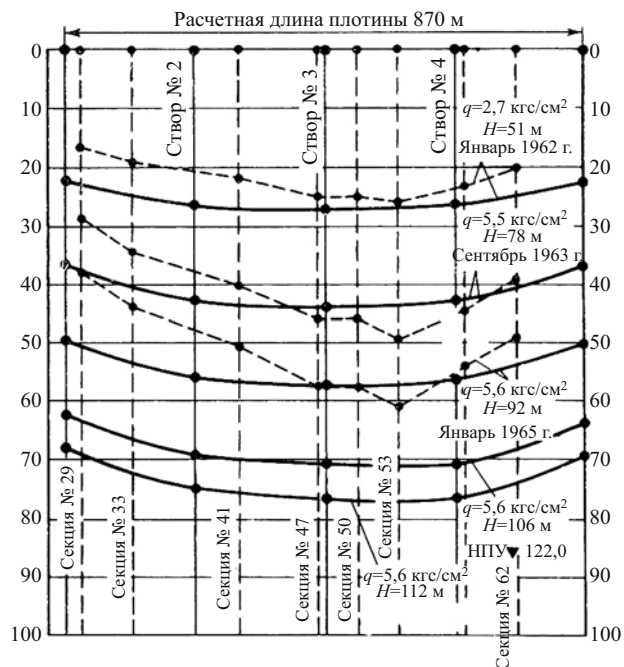


Рис. 9. Эпюры прогнозных и фактических осадок основания по длине плотины

позволяющее производить загрузку стенок скважины на коротких участках гидростатическим давлением интенсивностью до 10 МПа. При этом специальные измерительные устройства позволяли замерять радиальные смещения стенок скважин с точностью до 0,001 мм.

По результатам испытаний с использованием соответствующих решений теории упругости производилось определение модуля деформации скальной породы на той или иной глубине ее залегания в массиве (рис. 8).

Полученные в опытах величины модуля деформации свидетельствуют об их изменении по глубине залегания пород под дневной поверхностью.

Результаты исследований позволили прийти к заключению о том, что:

скальные породы, залегающие в основании бетонной плотины Братской ГЭС, в горизонтальной плоскости можно считать изотропными;

изменение величины модуля деформации с глубиной удовлетворительно описывается степенной зависимостью;

с достаточным приближением подтверждено представление о трещиноватой скале как об изотропной линейно-деформируемой среде;

зависимость между деформациями и нагрузками в этой среде близка к линейной в диапазоне давлений 0 – 80 кгс/см².

Установленные в натурных условиях по результатам полевых испытаний закономерности изменения деформируемости скальных пород с глубиной их залегания в основании плотины, а также полученные расчетные значения характеристик $E_{\text{деф}}$ и

позволили в 1966 – 1967 гг. силами сотрудников ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева выполнить уточненный расчетный прогноз ожидаемых осадок бетонной плотины Братской ГЭС в период эксплуатации.

В процессе этой работы была разработана новая методика расчета осадок, учитывающая как изменение жесткости пород основания с глубиной, так и влияние веса воды в водохранилище. При этом были составлены и решены дифференциальные уравнения напряженно-деформированного состояния основания, позволившие оценить значения возможных осадок в условиях плоской и трехмерной задач (рис. 9).

Сопоставление результатов прогноза с полученными впоследствии данными натурных наблюдений позволяет говорить об их удовлетворительном качественном и количественном соответствии.

Выводы

1. Полевые крупномасштабные и лабораторные экспериментальные исследования строительных свойств скальных пород основания бетонной плотины Братской ГЭС, выполненные в 60-х гг. про-

шлого столетия силами сотрудников ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, позволили не только обосновать проектные решения этой уникальной для гидротехники СССР плотины, но и сделали существенный вклад в создание зарождающейся в то время науки — Механики скальных пород.

2. Результаты названных экспериментальных исследований позволили оптимизировать конструкцию и уточнить поперечные размеры сечений плотины Братской ГЭС, которая безаварийно эксплуатируется до настоящего времени.

Список литературы

1. *История ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева (1921 – 1981 гг.)* // Изв. ВНИИГ. 1996. Т. 229.
2. *Братская ГЭС им. 50-летия Великого Октября. Т. 1: Основные сооружения. Проектирование и эксплуатация.* — М.: Энергия, 1974.
3. *Евдокимов П. Д., Сапегин Д. Д.* Прочность, сопротивляемость сдвигу и деформируемость оснований сооружений на скальных породах. — М.-Л.: Энергия, 1964.
4. *Баршевский Б. Н.* Сравнение результатов расчета осадок плотины Братской ГЭС с данными натурных наблюдений // Изв. ВНИИГ. 1968. Т. 87.

Братская ГЭС — гидротехнический флагман инновационного развития России

Семенков В. М., заслуженный энергетик Российской Федерации

Кавитационная проблема на водосливе Братской ГЭС возникла осенью 1967 г. После 11-суточных пусковых испытаний водосливной плотины при уровне верхнего бьефа, близком к НПУ, появились многочисленные кавитационные разрушения водосливной поверхности. Максимальная каверна шириной 6,5 м, длиной 10,5 м достигла глубины 1,2 м. Причинами возникновения этой и других крупных и мелких кавитационных каверн были неровности бетона высотой 7 – 70 мм, волнистость бетонной поверхности и конструктивные элементы водослива (наплывы и раковины бетона, выступающие плохообтекаемые закладные детали, отверстия и т.п.). Неровности бетонной поверхности — это следствие недостаточного внимания к качеству поверхности опалубки, к требованиям её раскрепления на месте и к средствам контроля. Иногда причиной эрозии становились кавитационные каверны. Формировались цепочки каверн длиной несколько метров. Первичная каверна становилась возбудителем кавитации для возникновения второй каверны, вторая — третьей и так далее. Наблюдали

до пяти последовательно расположенных каверн, ширина и глубина которых возрастала в направлении течения. Существенную роль в ускорении эрозионного процесса играло гидродинамическое воздействие потока.

Кавитационная эрозия водосливной поверхности не уникальное явление в мировой гидротехнической практике. Однако для водослива плотины Братской ГЭС кавитационная эрозия представляла определённую опасность. Конструктивно плотина контрфорсная. Расширенные швы между контрфорсами на участке водослива перекрыты железобетонными плитами толщиной 2 м. При возможном сквозном кавитационном “пробое” плиты перекрытия вода заполняет расширенные швы плотины и создаёт серьёзную аварийную ситуацию.

Традиционным способом предотвращения эрозии является выравнивание и сглаживание водосливной поверхности, удаление и уположивание неровностей — возбудителей кавитации. Опыт реализации трудоёмких и дорогостоящих процессов механического выравнивания поверхности либо

нанесения на бетонный водослив выравнивающего или защитного покрытия не давал гарантии от появления новых возбудителей кавитации и сопутствующих каверн в результате климатических воздействий, при старении бетона, повреждении и отрыве защитного покрытия и по другим причинам.

Водослив Братской плотины возводился в однотипной щитовой и дерево-металлической опалубке. Состояние бетонной поверхности и интенсивность кавитационной эрозии аналогичны во всех десяти пролётах. Это подтвердили сравнительные результаты пусковых испытаний четырёх пролётов. Антикавитационная традиционная обработка должна была бы охватывать водосливную поверхность полностью площадью 28 тыс. м². Ориентация на традиционные процессы выравнивания и сглаживания при отсутствии методики и соответствующей техники в практике отечественных гидростроительных организаций не вызвали энтузиазма ни у проектировщиков, ни у строителей.

Отдел гидравлических исследований НИС Гидропроекта и специалисты ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева предложили на водосливной плотине Братской ГЭС аэрировать пристенный слой потока, водно-физические параметры которого определяют интенсивность развития кавитационно-эрозионного процесса на неровностях бетонной поверхности. С целью насыщения воздухом пристенного слоя на водосливе устанавливают трамплины-аэраторы, приподнимающие сбросной поток над сливной гранью. В образующуюся полость между сбросным потоком и водосливной поверхностью под действием гидродинамического разрежения всасывается атмосферный воздух. В пределах воздушной полости нижняя поверхность сбросного потока насыщается воздухом, и далее по водосливу движется аэрированный поток, водно-физические параметры которого предотвращают кавитационный износ бетона, не требуют выравнивания и сглаживания грубой, шероховатой бетонной сливной грани. По ходу движения содержание воздуха в пристенном слое постепенно уменьшается. Там, где концентрация снижается до 7 %, необходимо установить следующий трамплин-аэратор. На водосливе Гури установлено два аэратора. На водосливе плотины Братской ГЭС аэрационный проект предусматривал установку тоже двух трамплинов-аэраторов. Результаты натурных испытаний показали, что от нижнего трамплина-аэратора можно отказаться. Верхний трамплин-аэратор обеспечивал надёжную антикавитационную защиту на всём протяжении Братского водослива.

Еще в 1956 г. в технической литературе появились сведения о том, что по лабораторным данным аэрация потока способствует торможению процесса зарождения и развития кавитационной эрозии,

что формирование кавитационных пузырьков на ядрах неконденсирующегося газа уменьшает импульс давления, возникающего при захлопывании пузырька. Было известно, что впуск воздуха под рабочее колесо турбины снижает кавитационное воздействие. Однако трудности совместного моделирования кавитации и аэрации на конструктивных моделях водосбросных сооружений не позволяли с необходимой достоверностью подтвердить практическую эффективность водосливов с аэрацией потока.

Предложение НИСа Гидропроекта и ВНИИГа было выдвинуто на основании только теоретических и лабораторных данных, требующих для практической реализации экспериментального подтверждения на прототипе. Министр и технический совет Министерства энергетики и электрификации СССР поддержали это предложение и уже в январе 1968 г. программа исследований на водосливе плотины Братской ГЭС была утверждена Министерством. Курировал эту работу А. А. Беляков. Подготовку опытного участка на Братской водосливной плотине и проведение натурных исследований осуществляли: НИС Гидропроекта, ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева, ВИГМ, отдел Братской и Усть-Илимской ГЭС Гидропроекта, отдел геодезических изысканий Гидропроекта, Управление строительства постоянных сооружений “Братскгэсстрой”, Братская ГЭС, гидроцех Братской ГЭС — всего более двухсот человек.

На опытном участке водослива братского гидроузла были испытаны две защитные системы аэрации сбросного потока: с двумя и с одним аэратором на водосливе. Обе системы были предварительно исследованы в лаборатории. В результате натурального испытания обе системы показали требуемую эффективность. Было решено применить систему с одним трамплином-аэратором. Трамплины-аэраторы установили в каждом пролёте в створе обреза отдельных бычков. Подструйная полость трамплина-аэратора соединялась с атмосферой через “теневую” зону потока, образующуюся за торцами отдельных бычков при сбросе воды. Эта схема подвода воздуха позволила отказаться от устройства канальных или трубчатых воздухопроводов.

К проектированию воздухопроводов следует относиться с высокой ответственностью. Если при сбросе воды воздухопровод не обеспечит поступление необходимого количества воздуха, то трамплин-аэратор превратится из защитника водослива в возбудителя разрушительной кавитации. Необходимо предусматривать, чтобы воздухопровод не забивался мусором и атмосферными осадками, не затопивался и не обмерзал льдом при сбросе воды через водослив.

На основании испытаний установлено, что при работе трамплинов-аэраторов абсолютные значения амплитуд вибраций плотины незначительные — 2 – 5 микрон. Дальность отлёта струи в нижнем бьефе примерно в 1,2 раза меньше, чем без трамплинов-аэраторов.

Необходимо обратить внимание на то, что в натурных испытаниях трамплинов-аэраторов и водосливов плотины Братской ГЭС, помимо стандартной, была применена уникальная аппаратура, специально разработанная и изготовленная для этих испытаний в НИСе Гидропроекта и во ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева на базе авторских свидетельств и практически не имевшая аналогов в мировой практике исследований. На опытном участке водослива было установлено 122 датчика, в их числе датчики аэрации и расхода воздуха, индикаторы кавитационной эрозии, датчики пульсации давления, осреднённого давления и вибрации. Анализ результатов натурных исследований водослива Братской ГЭС показал хорошие эксплуатационные качества приборов и позволил определить пути дальнейшего совершенствования методики и техники натурных гидравлических и кавитационных исследований.

На опытном участке водосливной плотины Братской ГЭС кроме испытаний трамплинов-аэраторов в 1968 – 1969 гг. были выполнены натурные исследования типовых неровностей на водосливной поверхности для разработки требований к качеству сливной грани тех водосбросных сооружений гидроузлов, где применение аэрации затруднено, или невозможно, или вместо аэрации применяются выравнивание и сглаживание поверхности либо её облицовку. Кроме типовых неровностей (выступы и уступы поперёк и вдоль потока, отличающиеся высотой и скосом обтекаемых граней) опытный участок был оборудован приборами для измерения скорости, давления и содержания воздуха в потоке.

Результаты натурных исследований свободны от негативного влияния искажённых условий обтекания неровностей на лабораторных стендах, используемых для разработки подобных требований. Полученные данные позволили впервые в мире представить реальные требования к обработке поверхности (выравнивание, сглаживание, облицовка).

Преимущественный выбор способа антикавитационной защиты должен производиться на основе технико-экономического анализа, учитывающего технологический процесс обработки поверхности, условия работы защиты, местные ограничения и конструктивные особенности водосбросного сооружения.

Братская ГЭС внесла неоценимый вклад в дело разработки, реализации и доказательного подтверждения эффективности трамплинов-аэраторов и требований к плавности и гладкости поверхности водосбросных сооружений для защиты от кавитационного износа. Натурные испытания сняли сомнения и опасения в применении аэрации сбросного потока на высоконапорных водосливах. Полученные натурные данные позволяют применять аэрационные системы на современных водосбросных сооружениях. Прогресс вычислительной и экспериментальной техники, проектной и строительной технологии позволяет продолжить развивать и совершенствовать подходы и методы решения задачи предотвращения кавитационной эрозии высокоскоростных, высоконапорных водосбросов гидроэлектростанций.

Список литературы

1. Семенков В. М., Лентяев Л. Д. Водосливная плотина с аэрацией сбросного потока // Гидротехническое строительство. 1973. № 5.
2. Гальперин Р. С., Осколков А. Г., Семенков В. М., Цедров Г. Н. Кавитация на гидросооружениях. — М.: Энергия, 1977.

Научное сопровождение эксплуатации грунтовых сооружений Братской ГЭС

Сольский С. В., доктор техн. наук,

Лопатина М. Г., Новицкая О. И., кандидаты техн. наук,

Герасимова Е. В., Терский В. П., инженеры (ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева”)

Грунтовые плотины и основание Братского гидроузла работают в сложных условиях, которые определяют возникновение, развитие и проявление процессов, связанных с различными видами нарушения их фильтрационной прочности. В статье приведена оценка состояния фильтрационного режима грунтовых плотин БГЭС и характерные НИР, выполнявшиеся ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева” по обеспечению их надежной и безопасной эксплуатации на протяжении более полувека.

Ключевые слова: грунтовая плотина, дренажная система, суффозионный вынос, геофизическая фильтрационная модель, безопасная эксплуатация.

Решающее значение в формировании напорного фронта Братской ГЭС имеют грунтовые сооружения: правобережная и левобережная плотины, включая их основания (3710 м из общей длины напорного фронта 5140 м), а также основание бетонной плотины и ее примыкания. При проведении изысканий, проектировании и эксплуатации БГЭС постоянно возникала необходимость в проведении научных исследований по уточнению характеристик оснований, конструкции грунтовых сооружений, в постановке и сопровождении натурных наблюдений, в организации их надежной и безопасной эксплуатации к которым всегда привлекался ОАО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева”.

Начиная с 50-х годов в этих работах активное участие принимали такие известные ученые-гидротехники ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева как В. И. Аравин, А. Ф. Бурков, П. И. Васильев, Ц. Г. Гинзбург, Н. И. Дружинин, В. Н. Дурчева, П. Д. Евдокимов, Д. Ф. Ершов, В. С. Кузнецов, М. С. Ламкин, Т. В. Матрошилина, О. Н. Носова, Л. Н. Павловская, А. Н. Патрашев, М. Павчич, Н. С. Розанов, Д. Д. Сапегин, В. В. Стольников, А. В. Стулькевич, Л. П. Фрадкин, А. А. Храпков, С. Я. Эйдельман и многие другие.

Конструкция грунтовых плотин Братской ГЭС, характеристика основания, их состояние по результатам наблюдений достаточно подробно описаны в статьях [1 – 4]. Гидроузел оборудован сетью наблюдательной КИА, ведется эксплуатационный мониторинг всех сооружений станции, включая наблюдения за осадками, пьезометрическими уровнями на плотине и береговом массиве, расходами в дренажных системах и другими показателями их состояния.

К наиболее значимым проблемам грунтовых плотин и основания БГЭС, которые решались специалистами профильных лабораторий, следует отнести:

исследованиями фильтрации в основании правобережной и левобережной плотин Братской ГЭС и их примыканиях к берегам и бетонной плотине

(начиная с 1957 г.), в том числе комплексным методом, включающим измерение температуры фильтрационного потока с одновременным определением скоростных характеристик потока методами расходомерии и солевых индикаторов (с 1972 г.);

подбор состава слоев фильтра дренажа земляных плотин (по заданию дирекции по строительству);

экспериментальные работы по исследованию устойчивости гравитационной плотины Братской ГЭС на сопротивление сдвигу основания, проводившиеся непосредственно на площадке строительства (с 1956 г.), что позволило разработать новую и более экономичную конструкцию бетонной плотины;

оценка динамической устойчивости структуры водонасыщенных мелкозернистых песков тела плотины от вибрации проходящих поездов по гребню плотины, которая проводилась в комплексной лаборатории сейсмостойкости сооружений ВНИИГ (1974 по 1976 г.) по данным ИЗК РАН о колебаниях правобережной земляной плотины Братской ГЭС;

поверочные расчеты устойчивости по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения (способ Крея) на ЭЦВМ М220 (1976 г.);

оценка устойчивости откосов с учетом напряженно-деформированного состояния системы “сооружение — основание” по методике решения упругопластической задачи статики и динамики грунтовых массивов с изменяющимися характеристиками с помощью разработанного во ВНИИГ программного комплекса “ДИСК — Геомеханика” (2004 г.);

решение ряда других проблем.

На основании накопленного в процессе исследований на БГЭС опыта в лаборатории фильтрационных исследований была разработана инструкция для эксплуатационного надзора по наблюдениям за состоянием гидротехнических сооружений Братской ГЭС, основное внимание в которой уделяется изложению методик тех видов наблюдений, которые являются специфическими именно для Братского гидроузла, и рекомендациям по методам об-

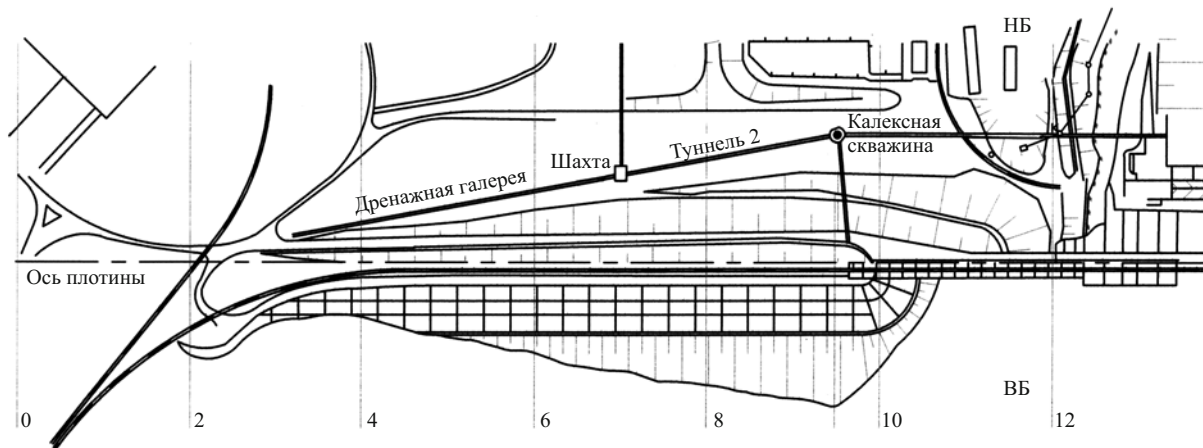


Рис. 1. Левобережная грунтовая плотина, план

работки и анализа натурных данных для осуществления оперативного контроля за состоянием его сооружений.

На основании анализа выполнявшихся ранее НИР, данных натурных наблюдений и публикаций в открытой печати можно дать краткую характеристику состояния, проблем и их решений по основным грунтовым сооружениям и основаниям БГЭС.

Левобережная грунтовая плотина. Дренажная система левого берега состоит из дренажной галереи и четырех туннелей. Дренажная галерея и туннели № 2, 3, 4 перехватывают грунтовый поток под плотиной, туннель № 1 защищает площадку ОРУ от обходной фильтрации (рис. 1). Поверхность депрессии левобережного массива формируется дренажной системой левого берега и ее положение свидетельствует об эффективной работе дренажа [1]. Следует отметить, что дренаж перехватывает грунтовый поток не на всем пространстве левого берега. В береговой части плотины в районе ПК 2 – 3 фильтрационный поток остается за пределами влияния дренажной галереи. В северо-западной части ОРУ фундаменты оборудования подтапливаются из-за слишком высокого заложения верхней части туннеля № 1. Проектный дренаж (галерея и туннели) перехватывает примерно $1,7 - 2,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ и его расход довольно стабилен во времени. Примерно такой же расход забирает падь Турока (по про-

гнозу, приведенному в проекте, расход в ней не должен превышать 30 л/сек). В связи с этим на пади Турока организованы 3 дополнительных створа по замеру расходов, которые показывают их увеличение в верхнем и среднем створах в многогодичные периоды, сопровождаемые также ростом уровня обходной фильтрации. Эти факты свидетельствуют о том, что процесс формирования фильтрационного потока в коренных породах левого берега продолжается.

За период эксплуатации на левобережном массиве отмечались неблагоприятные проявления: образование свища (воронки) на верховом откосе плотины (1966 г.), который был локализован в 1973 – 75 гг. путем цементации зоны промыва; подмыв основания опоры ЛЭП за ОРУ в районе пади Турока, приведший к ее падению (1972 г.).

Для установления причин этих указанных неблагоприятных проявлений в 1973 – 1988 г. были организованы и проведены исследования действительных скоростей фильтрационного потока. Они были организованы на базе уже имеющихся пьезометров, в виде нескольких кустов пусковых и измерительных скважин, где скорости определялись методом замера концентраций солевых растворов. Результатом явилось достаточно достоверное установление значений скоростей в наблюдаемых зонах, однако неясно, удалось ли получить эти зна-

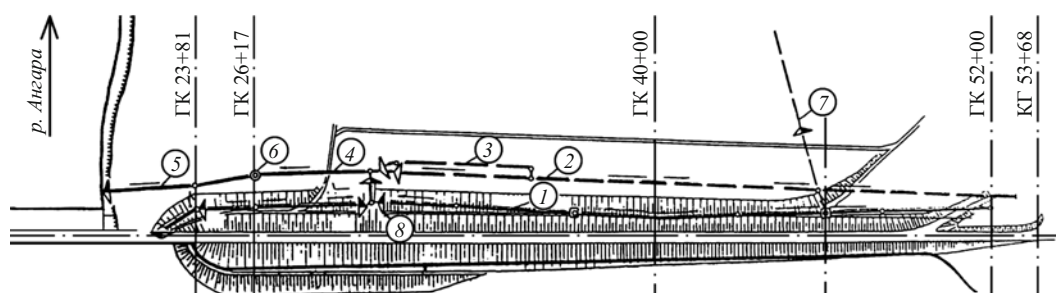


Рис. 2. Правобережная грунтовая плотина, план:

1 — дренажная галерея; 2 — вертикальный дренаж; 3 — вертикальный дренаж, обводной участок; 4 — туннель № 6; 5 — туннель № 5; 6 — шахта-вход туннель № 6; 7 — коллектор № 2, 8 — мерный водослив в дренажном устройстве

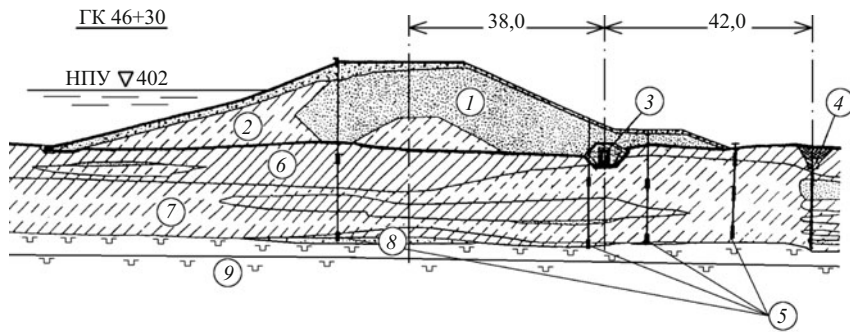


Рис. 3. Правобережная грунтовая плотина. Характерный поперечный разрез:

1 — тело плотины (мелкозернистый песок); 2 — супесчаный экран; 3 — дренажная галерея; 4 — вертикальный дренаж; 5 — пьезометр. Грунты основания: 6 — суглинки; 7 — супеси; 8 — мелкозернистые пески; 9 — диабазы

чения для наиболее слабых зон массива, и не установлены критические скорости для обеспечения фильтрационной прочности массива. Решение этих вопросов требует проведения специальных исследований.

В 2010 году специалистами ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» выполнены исследования по изучению состояния суглинистого ядра левобережной грунтовой плотины Братской ГЭС. Анализ значений физических характеристик грунтов за период с 1962 г. по 2010 г. показал, что в результате консолидации ядра плотины средняя плотность грунтов увеличилась, по величине коэффициента фильтрации грунт ядра классифицируется как водонепроницаемый, фактические коэффициенты фильтрации ядра не превышают проектных величин. На основании результатов статистической обработки данных пьезометрических наблюдений за состоя-

нием ядра грунтовой плотины сделан вывод о стабильности фильтрационного потока, признаки однонаправленных процессов изменения фильтрационного состояния сооружения отсутствуют. Однако, для показаний ряда пьезометров, расположенных в ядре, имеется существенная корреляционная связь пьезометрического уровня и УВБ, при этом уровни в этих пьезометрах близки к уровням верхнего бьефа. Причиной такой существенной корреляционной связи может являться высокая проницаемость, как основания, так и ядра плотины на соответствующих участках. Тем не менее, выполненный комплекс работ позволил установить, что ядро левобережной грунтовой плотины в целом находится в удовлетворительном состоянии, а по ряду физико-механических и фильтрационных характеристик грунтового материала превосходит требования, регламентированные проектом. Разработка мероприятий, направленных на восстановление его проектного состояния, не требуется. Однако, для того чтобы сделать уверенный и однозначный вывод о фильтрационном состоянии левобережной плотины Братской ГЭС, необходимо дополнительно произвести инженерно-геологические изыскания с уточнением фактических фильтрационных характеристик грунтов основания плотины, представленных мелкозернистыми, трещиноватыми, местами очень сильноводопроницаемыми песчаниками, и провести анализ фильтрационного режима левобережной плотины с учетом результатов этих дополнительных изысканий.

На протяжении всего периода эксплуатации БГЭС ОАО ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева выполнял исследования, связанные с локализацией интенсивного фильтрационного потока в трещиноватых песчаниках основания и массива в нижнем бьефе левобережной плотины на участке, примыкающем к берегу. Тем не менее, в настоящий момент в проблеме оценки суффозионной устойчивости остаются нерешенные вопросы, связанные с уточнением фильтрационной картины грунтового потока левобережной плотины и с количественной оценкой

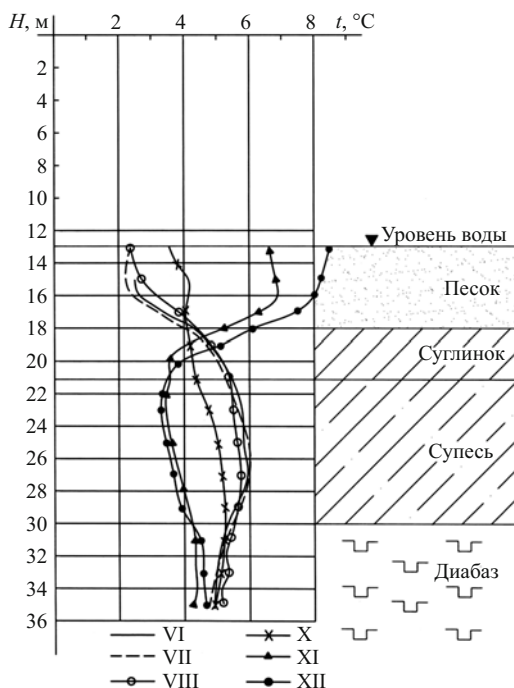


Рис. 4. График температурного каротажа в пьезометрической скважине № 6730

критических скоростей размыва песчаников. Учитывая явную тенденцию грунтового потока к развитию в периоды высокого стояния УВБ, было бы целесообразно провести специальные исследования фильтрационных параметров и характеристик всего левобережного массива, чтобы получить интегральную картину, на основе которой можно будет ответить на поставленные выше вопросы.

Специальные исследования следует проводить комплексно, применяя инженерно-геологические, гидрогеологические и геофизические методы полевых и лабораторных исследований для решения следующих задач:

уточнение характера распределения градиентов потока и коэффициентов фильтрации в основании левобережной грунтовой плотины;

схематизация гидрогеологических условий, выбор расчетных схем и методов;

экспериментальные определения критических скоростей размыва для песчаников;

обоснованный прогноз возможных изменений фильтрационного режима;

оптимизация состава наблюдательной сети и регламента мониторинга.

Комплексное изучение фактического состояния фильтрационного режима основания левобережной земляной плотины позволит рекомендовать мероприятия по контролю и управлению ее фильтрационным режимом.

Правобережная грунтовая плотина. В соответствии с конфигурацией кровли диабазов и мощностью четвертичных отложений подошва плотины и горизонтальный дренаж имеют несколько перегибов продольного уклона, которые делят плотину на четыре участка, при этом дренаж имеет три зоны стока (рис. 2). Куполовидный подъем диабазов посередине плотины (ПК 40) четко делит ее по уклонам на две части, которые условно можно назвать русловой и береговой. Четвертичные отложения в верхней зоне сложены плотными суглинками ($K_f = 0,05$ м/сут) и создают условия для разделения потока фильтрации через напорный фронт на фильтрацию тела (верхний поток) и фильтрацию основания (нижний поток), причем напор нижнего потока выше верхнего; под низовой призмой в средней части плотины разница напоров максимальная и достигает 3 – 4 м. Дренаж плотины устроен с учетом разделения фильтрационного потока: для тела плотины — горизонтальная дренажная галерея в подошве низовой призмы; для основания — вертикальный дренаж, представляющий ряд дрен, пересекающих зону фильтрации до водоупора, соединенных продольным коллектором, который осуществляет сброс дренажной воды в туннель № 6 (в русловой части плотины) и в коллектор № 2 (в береговой части).

Режим грунтовых вод правого берега сложился с подъемом уровней в водохранилище до НПУ, мо-

жет считаться стабильным и не выходит за пределы расчетных депрессионных кривых. В 1968 г., практически с момента наступления эксплуатационного периода, на правобережной грунтовой плотине проявились признаки суффозии; они достаточно исследованы и описаны в отчетах и публикациях. Суффозия возникла в основании дренажной галереи на двух участках в районе ПК 36 и 46 — в зонах, где водоупорный суглинок, разделяющий потоки фильтрации, имеет недостаточную толщину или плотность для сопротивления вертикальному градиенту напора в фильтрационном потоке. При визуальных осмотрах с 1968 г. наблюдался вынос грунта через стыки секций дренажной галереи на поверхность пола галереи (по нарастающим отложениям песка). В результате в галерее были начаты наблюдения за осадкой железобетонных секций. На ПК 36 — с 1969 по 1971 г. интенсивная просадка проявилась на участке длиной 60 – 70 м с максимумом 120 мм, затем после установки лотка резко замедлилась; к 1990 г. она достигла 180 мм в точке максимума и практически стабилизировалась, но небольшой прирост еще заметен. На ПК 46 с 1973 по 1975 г. (в многоводный период) на длине 3 – 4 м (три дренажные секции) просадка составила 90 – 100 мм. После установки лотка (1976 г.) просадка также резко замедлилась, почти прекратилась (рис. 3). Надо отметить, что постоянные эксплуатационные наблюдения (осадка проектных марок, показания пьезометров, расходы) за тот период и позднее никаких изменений, признаков, позволяющих установить наличие суффозии, не фиксировали. Это позволило установить только специальная программа наблюдений, разработанная после обнаружения суффозии визуальными осмотрами. При выносе грунт поступал в галерею вместе с вертикальным потоком фильтрации из-за отсутствия в основании галереи третьего слоя обратного фильтра, который был исключен в процессе строительства в расчете на водонепроницаемую преграду, создаваемую прослоем плотного суглинка. Но суглинок оказался неоднородным; в нем существовали “окна”, через которые стала возможной суффозия. Просадка, образуемая выносом грунта, создала опасность расстройств облицовочных колец галереи и разрушения плотины. Процесс был остановлен устройством третьего слоя фильтра в виде песчаных подушек, обрамленных оригинальными противосуффозионными устройствами — деревянными коробами лотков, на полу и боковых стенках внутри галереи. С устройством лотков просадки прекратились; но возникла другая проблема — недолговечность дерева, главного материала этих конструкций, т.е. несоответствие противосуффозионного устройства плотине по классу капитальности.

Таким образом, эти два участка дренажной галереи, оснащенные временными противосуффозионными устройствами, требуют постоянного

усиленного контроля, общее мнение специалистов [3, 4] сводится к тому, что капитальная локализация суффозии необходима.

Обследование, проведенное в августе 2010 г. специалистами ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», показало, что дренажная система правобережной грунтовой плотины находится в стабильном состоянии, просадок секций не отмечается, однако проведенные мероприятия по повышению работоспособности дренажа выполнены по временной схеме и требуют постоянного контроля. В ходе эксплуатации необходимо пополнение расходного материала обратного фильтра, периодическая замена элементов противосуффозионной конструкции, следовательно, в обозримом будущем может возникнуть необходимость в поиске постоянного решения. Так, например, для грунтовой плотины БГЭС с учетом условий ее строительства, было бы целесообразно устройство не проходной дренажной галереи, а полноценно эксплуатируемой потерны.

Современные методы компьютерного моделирования позволяют получить численные значения гидравлической проницаемости грунтов тела плотины. Так, имея наблюдаемые значения температуры воды в граничной пьезометрической скважине и за тот же временной период изменение температуры профильтровавшейся воды в дренажной галерее, путем подбора величин коэффициента фильтрации грунта тела плотины, на рассматриваемом участке совмещаются натурные данные с температурами, полученными при компьютерном моделировании. Температурный каротаж столба воды в пьезометре может служить основой для разработки критериев безопасности грунтовых сооружений, поскольку теплосодержание фильтрационного потока прямо связано с условиями разгрузки, а, следовательно, и с эффективностью работы дренажных систем. На рис. 4. приведены каротажные температурные кривые для разных моментов времени, построенные для верхового пьезометра, контролирующего фильтрационный поток непосредственно за супесчаным экраном.

Очевидно, что нарушения в работе дренажной системы могут привести к катастрофическим последствиям для гидротехнических сооружений, в связи, с чем разработка мероприятий по реконструкции должна выполняться комплексно и на высоком научно-техническом уровне.

Следующим шагом в исследовании и прогнозировании фильтрационного режима грунтовых сооружений БГЭС может стать поэтапное создание системы численных геофильтрационных моделей основных сооружений и разработка на их основе постоянно-действующей модели. Системы мониторинга, основным ядром которых являются численные постоянно-действующие модели, позволяют на высоком научно-техническом уровне контролиро-

вать и управлять состоянием сложных природно-технических систем.

Основной задачей мониторинга в подобных системах является не только систематическое фиксирование ряда факторов, но и получение кондиционных данных для обоснования расчетной модели, постоянно адаптирующейся в процессе наблюдений применительно к поставленным задачам: прогноза и управления состоянием техногенно-геологической среды в целях обеспечения безопасности и надежности сооружений, что особенно важно, в связи с тем, что гидроузел одновременно является элементом инфраструктуры не только г. Братска но и всей Иркутской области: по гребню плотин напорного фронта проходит двухпутная железнодорожная магистраль; по бермам грунтовых плотин и автодорожному мосту на консолях бетонной плотины — региональная автодорожная магистраль; плотина служит переходом для ряда инженерных сетей.

Выводы

1. Грунтовые плотины и основание БГЭС работают в сложных условиях, которые определяют возникновение, развитие и проявление как процессов, связанных с различными видами нарушения их фильтрационной прочности, так и с непроектным состоянием фильтрационного потока — в первую очередь положением депрессионной поверхности, пьезометрическими напорами и дренажными расходами.

2. Участие ОАО ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева в исследованиях фильтрационного режима, фильтрационной прочности и состояния грунтовых плотин Братской ГЭС во многом обеспечило ее надежную и безопасную эксплуатацию на протяжении более полувека.

3. Для повышения эффективности эксплуатационного мониторинга грунтовых плотин и основания БГЭС рекомендуется разработать и последовательно реализовывать комплексную долгосрочную программу научных исследований, направленных на обеспечение их надежной и безопасной эксплуатации.

Список литературы

1. Соловьева З. И., Жебелев Ю. А. Левобережная грунтовая плотина Братской ГЭС // Гидротехническое строительство. 1984. № 6. С. 33 – 38.
2. Жебелев Ю. А., Соловьева З. И. Правобережная грунтовая плотина Братской ГЭС // Гидротехническое строительство. 1984. № 7. С. 37 – 40.
3. Соловьева З. И., Ким Е. Грунтовые плотины ГЭС Ангарского каскада (Опыт эксплуатации) // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, Т. 243. 2004, С. 181 – 192.
4. Сольский С. В., Герасимова Е. В. Научное сопровождение обеспечения надежности дренажей гидротехнических сооружений Братской ГЭС // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, Т. 261. 2011, С. 35 – 44.

Создатели проекта жемчужины Ангарского каскада ГЭС — Братской гидроэлектростанции

Авторам этой статьи посчастливилось начать свою трудовую деятельность в отделе проектирования Братской ГЭС Московского отделения института “Гидроэнергопроект” — МосГИДЭПа, который на всем протяжении проектирования Братской ГЭС на р. Ангаре был комплексным головным подразделением и не только выполнял обязанности генерального проектировщика этой гидроэлектростанции, но и был генератором идеологии многовариантного проектирования и внедрения новых компоновочных и конструктивных решений всех сооружений гидроэлектростанции, высокоэффективного оборудования и прогрессивных технологий производства строительных работ. В его функциональные обязанности входили распределение заданий и приёмка работ у многочисленных отделов и подразделений внутри института и привлечение около 70 специализированных проектных и научно-исследовательских организаций Минэнерго СССР и других министерств.

Наличие в отделе Братской ГЭС высокопрофессиональных и глубоко преданных своему делу специалистов широкого профиля, прошедших до этого школу проектирования и строительства нескольких гидроэлектростанций СССР, в том числе первенца Ангарского каскада — Иркутской ГЭС, позволило в сжатые сроки обеспечить строительство Братской ГЭС полным объёмом проектной документации, выдаваемой в кратчайшие сроки по согласованным графикам, без сбоев и нареканий, а многочисленные заводы-поставщики гидромеханического и электротехнического оборудования — соответствующими техническими требованиями и условиями.

В разработке проектной документации для Братской ГЭС участвовали коллектив комплексного отдела Братской ГЭС под руководством М. И. Левитского и ГИПа Г. К. Суханова, зам. ГИПа по бетонным плотинам Н. А. Огородникова, по земляным — С. И. Ляндреса, зданию ГЭС — К. К. Семейнова, по проекту организации работ — В. А. Тереньева и ряд смежных отделов. Через несколько лет Г. К. Суханов удостоится звания Героя Социалистического Труда и лауреата Ленинской премии, а М. И. Левитский — ордена Ленина.

В разработке гидротехнических сооружений Братской ГЭС принимали наиболее активное участие: Ю. Е. Авдеев, Л. В. Авдеева, Л. Я. Альтерман, А. П. Батунер, Е. А. Блонд, Е. Н. Бойкова, А. В. Боровая, Р. И. Бобров, А. К. Вахрамеев, Н. П. Васильев, М. Д. Глезин, М. Е. Горелик, Г. Ф. Дубинская,

Н. Н. Ефремушкина, М. Н. Иогансон, М. В. Казаков, Н. Н. Короткова, Н. Кириллова, А. Я. Медникова, А. С. Назаров, Э. П. Немлихер, С. И. Ольчак, И. В. Орехова, Р. В. Плешков, С. М. Покровский, С. С. Пригожина, Д. А. Рагозин, П. В. Рычков, Ю. М. Соловей, И. П. Сергеев, Н. С. Слисская, А. Г. Сотникова, М. Н. Собакина, А. Я. Сукманова, Л. Т. Хачатурова, А. А. Хведанцевич, З. К. Хренова, Ю. С. Цибизова, Н. И. Чежик, Д. А. Шаф, Г. Н. Шапошникова, Л. Б. Шейнман, Н. А. Шелобанов, Ю. И. Шиповников, М. А. Шор, М. И. Щербакова, Г. Н. Эленбоген.

В разработке проекта организации строительства участвовали С. К. Ахрап, В. А. Макаров, Ю. Н. Соловьев, Е. Н. Терентьев, Г. Ушатица, А. М. Фельдман (Казанина), Л. С. Церапиер.

Сотрудниками МосГИДЭПа Г. С. Лисовским, Б. З. Уманским, Б. С. Успенским и М. Э. Хейфицом была создана методика разработки главных схем электрических соединений ГЭС в их связи со схемами выдачи мощности ГЭС в энергосистему.

В разработке технологического раздела проекта Братская ГЭС участвовали:

отдел гидромеханического оборудования — начальник В. А. Линючев, В. В. Морозов, Е. М. Хоммик, А. Ф. Щуров;

электротехнический отдел — начальник Б. З. Уманский, Е. З. Бородянский, А. Ю. Крупитский, А. А. Изумов, Н. П. Митрах, Мартинес-Лягуно, Б. И. Нозик, А. А. Саков, Б. С. Успенский, Д. Л. Файбисович, Ю. И. Фихман, зам. главного инженера МосГИДЭПа И. М. Чалидзе, В. А. Черняк.

За участие в разработке и создании гидротурбин для Братской ГЭС В. А. Линючеву присуждена Государственная премия СССР.

Над архитектурно-планировочным решением Братской ГЭС и ее поселков трудилась группа архитекторов под общим руководством главного архитектора института “Гидроэнергопроект” Г. М. Орлова. В нее входили главный архитектор проекта Ю. Гумбург, архитекторы В. Н. Ваксман, В. М. Серебрянский, Н. М. Гохман, инженеры Вл. Жуков и З. Гаврилова.

Значительную работу по составлению сметной документации Братской ГЭС выполнил сметный отдел МосГИДЭПа (начальник отдела Н. В. Шехтман, главный специалист В. А. Герлах).

Инженерно-геологическое обоснование проекта разрабатывалось под руководством главного геолога

проекта и начальника отдела геологии МосГИДЭПа Р. Р. Тизделя.

Непосредственно на площадке строительства все необходимые полевые изыскательские работы и исследования с 1952 г. проводила Ангарская комплексная изыскательская экспедиция (начальник — Гиммельштейн, затем Л. Е. Медведев — до 1975 г., главный геолог экспедиции — Н. М. Болотина). Эта экспедиция выполняла огромный объем изыскательских полевых работ под строительство Братской ГЭС, Братского ЛКП, ВЛ Братск — Усть-Илим, г. Братск. В пик изыскательских работ численность Ангарской экспедиции доходила до 1500 человек.

Вопросы организации строительства и производства гидротехнических работ решались коллективом отдела ОСиПР (начальники в разные годы: А. Ф. Полуни, В. А. Терентьев, В. И. Шныров). Отдел решал сложные задачи рациональной организации строительства, транспортных схем, баланса грунтовых масс, индустриализации строительного процесса, подбора и расстановки средств механизации, пропуска строительных расходов и перекрытия русла и другие инженерные проблемы по своей тематике. Работа велась в непосредственном контакте со строителями гидроузла. В отделе трудились опытные специалисты С. К. Ахрап, Г. П. Гухман, Л. Глузкатор, А. А. Живов, Е. Д. Калиманов, А. М. Казанина, И. Д. Оглы, С. С. Пригожина.

Инженерно-геологические изыскания на участке будущего строительства Братской ГЭС силами института “Гидроэнергопроект” в небольшом объеме проводились еще в 1934 г. После перерыва изыскания для разработки Схемы энергетического использования р. Ангары в 1949 г. продолжились на стадии проектного задания. Створ был выбран в 1954 г., и развернулись изыскания для технического проекта. Полевые работы выполнялись самой мощной в истории изысканий института Ангарской комплексной изыскательской экспедицией.

Особое место Братской ГЭС в истории изысканий института определяется тем, что этот гидроузел с высокой гравитационной плотинной впервые в отечественной практике проектировался и строился на скальном основании. На этом объекте практически сформировалась методика изысканий и исследований скальных пород и решались многие сложные вопросы при прогнозировании природных условий строительства сооружений. Большой вклад в обоснование проекта и строительство уникальных по масштабам и природным условиям сооружений внесли главный геолог проекта Р. Р. Тиздель, главный специалист геотехник М. И. Шмаков; работавшие в поле в тяжелых климатических условиях Сибири главный геолог экспедиции Н. М. Болотина, геологи А. И. Шимко, Л. К. Мар-

тынова, А. М. Маямсин, А. Г. Ступальский, В. Я. Гилева, Н. Ф. Гилев, Г. А. Душечкина, гидрогеологи С. П. Раевский, А. В. Лаптев, специалисты по горно-буровым работам Е. А. Солодилов, Д. В. Кожухов, И. А. Савицкий, Н. У. Бурдак (главный механик), А. Е. Сизых; геодезисты П. В. Магер (начальник топопартии), М. А. Гурвич (главный геодезист), Л. В. Лукьянов, В. П. Кулагин, Э. А. Никаноров, Н. Ю. Урусов, М. В. Бабурин (главный геодезист), А. Д. Смирнов, Ю. Ф. Курносов, А. А. Тарабукин, И. Ф. Заворотинский, Я. И. Мельничук, А. А. Бельшев, А. М. Душечкин, П. Д. Зайцева, А. С. Михалева, Н. П. Журавлев; гидрогеологи П. Ф. Московских, В. А. Инденюк, И. В. Крапивин, Я. Л. Готлиб, П. А. Самолыго; геофизики М. И. Склемин, И. С. Есаков и другие изыскатели различных специальностей.

Начало проектирования на месте строительства было положено в 1954 г. организацией институтом “Гидроэнергопроект” группы рабочего проектирования (ГРП) на строительстве Братской ГЭС. Уже к концу года в ГРП работало порядка 25 человек.

Первые проектировщики на Братской земле: В. Дудниченко, Н. Короткова, Г. Батина, А. Добринова, Н. Адонина, Ю. Новиков, Т. Дорофеева, Г. Голянт, К. Шаманская, Н. Матвеев, Я. Н. Дьячков, С. Добринов, Б. Рублев, В. Осипов, С. Хромов, Б. Мозер, Л. Матвеева, М. Крыжановская, М. В. Семенюк, М. Ф. Семенюк, А. Авштолис, А. Хиргий. Исполняющим обязанности начальника ГРП был М. В. Семенюк.

Задачей ГРП на первом этапе было оперативное проектирование необходимых начинающейся стройке временных подсобных предприятий и сооружений, жилых поселков, коммуникаций, внутрипостроечных автомобильных и железных дорог, линий электропередачи 35 и 6 кВ с подстанциями, объектов водоснабжения и теплоснабжения. Организационно ГРП была подчинена отделу Братской ГЭС, который осуществлял и техническое руководство. Начальник ГРП с 1956 по 1962 г. — Ю. И. Шиповников; главный инженер с 1956 по 1969 г. — И. М. Гольдштейн. В Братск регулярно командировались опытные специалисты и организаторы: М. И. Левитский, А. В. Сухотский, Н. М. Репетуша, И. Оглы, В. И. Петров; В. В. Бочкарев, Г. М. Василевкин, Л. Доманский, К. А. Костерин, М. К. Шепелев, Л. И. Яичников, Е. Н. Черняк, В. С. Сурудин, А. Н. Баранов, Я. С. Симкин, Т. И. Орлов, В. А. Феденева. Работали молодые инженеры: В. А. Шелобанов, В. А. Балобанов, М. Брайте, Д. Масленников, Я. Маковенко, Д. Рагозин, Е. Терентьев, Ф. Шерстнев, Е. Грап, Л. Макеева, Д. Маркова, Е. Крыжановский, Г. Мальков.

Кроме подсобных предприятий и поселков ГРП поручается проектирование перемычек и других объектов, связанных с организацией перекрытия

реки, пропуска строительных расходов; корректировка рабочих чертежей основных сооружений при уточнении геологических условий, изменение сортамента арматурной стали и других стройматериалов; разработка рабочих чертежей береговых бетонных и земляных плотин.

Значительная часть работы ГРП была связана с организацией и осуществлением авторского надзора за строительством основных сооружений. ГРП укреплялись кадрами, прибывают В. С. Завальских, Г. Ф. Мазин, В. В. Гришин, О. Холмогоров, М. В. Бэм, В. И. Крутских, М. И. Теренин, В. Агеев, В. Н. Корнеев, В. Семенов, В. Лукьянович, В. Каган, В. Залетаев, С. С. Владимирская, Р. Мнацканов, И. Сергеев, В. Милехин. Это был уже крепкий коллектив проектировщиков с опытом работы — от начала строительства до пуска первых агрегатов Братской ГЭС в 1961 г.

Институт “Гидроэнергопроект” был создан в начале 1930-х гг. из проектно-строительной организации “Гидроэлектрострой”. Выделившаяся группа проектировщиков после ряда преобразований послужила основой создания специализированного проектно-изыскательского института “Гидроэнергопроект” (ГИДЭП), который в то время был включен в систему Народного комиссариата тяжелой промышленности. Постепенно ГИДЭП был преобразован во всесоюзный институт с многочисленными филиалами и отделениями в различных городах и республиках СССР.

С момента образования в 1932 г. и до 1936 г. институтом руководил талантливый инженер, старый большевик В. А. Чичинадзе, репрессированный и расстрелянный в 1936 г. и реабилитированный через 20 лет. С 1937 по 1959 гг. институтом руководил выдающийся специалист по водноэнергетическим проблемам, создатель капитального труда “Гидроэнергетические ресурсы СССР”, профессор, чл.-корр. АН СССР А. Н. Вознесенский, который многие годы был главным редактором журнала “Гидротехническое строительство”.

С 1959 по 1962 г. ГИДЭП возглавлял выдающийся инженер и организатор строительного производства, впоследствии Герой Социалистического Труда, заместитель министра энергетики и электрификации СССР Н. М. Иванцов.

В годы Великой Отечественной войны Средне-Азиатское отделение института (г. Ташкент) возглавил выдающийся инженер, талантливый организатор строительного производства и ученый П. С. Непорожний, что позволило этому коллективу обеспечить проектной документацией 40 гидротехнических новостроек.

Велика заслуга П. С. Непорожного и в создании в эти годы великолепной инженерной школы, что позволило в дальнейшем многих специалистов выдвинуть на руководящие инженерно-технические

должности. Они внесли значительный вклад, в том числе, и в проектирование Братской ГЭС: В. М. Дегтярев, Ю. И. Шиповников, Б. З. Уманский, Э. С. Дегтерёва.

Московское отделение института (МосГИДЭП) было организовано в 1939 г. и функционировало 20 лет — до 1959 г. Одним из первых директоров МосГИДЭПа в период Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы был известный энергоэкономист М. П. Фельдман.

До 1952 г. директором МосГИДЭП был видный инженер и учёный И. Ф. Ярошня, впоследствии ставший главным инженером Главэнергопроекта МСЭС СССР. С 1952 по 1959 г. директором МосГИДЭП был энергичный организатор проектного дела А. В. Сухоцкий.

С середины 50-х гг. прошлого века в МосГИДЭПе началось проектирование уникального гидроэнергетического объекта — Братской ГЭС. Для коллектива проектировщиков МосГИДЭПа этот объект имел такое же значение, как для коллектива института “Гидропроект” Куйбышевская и Сталинградская гидроэлектростанции. Это была школа высшей квалификации для всех специалистов института: изыскателей, энергоэкономистов, проектировщиков по организации водохранилищ, архитекторов, проектировщиков гидротехнических сооружений, сметчиков, технологов-гидромехаников, электриков.

А значительно раньше, с середины 30-х гг. Ангарским бюро главных инженеров под руководством профессора В. М. Малышева была развернута работа по изучению проблем комплексного развития производственных сил Ангарского региона с его богатейшими запасами полезных ископаемых и лесных ресурсов, которая впоследствии легла в основу конкретного гидроэнергетического проектирования Братской ГЭС и Братского промышленного комплекса.

В начале 1955 г. Московское отделение института пополнилось большой группой молодых специалистов, выпускников гидротехнического факультета Московского инженерно-строительного института им. В. В. Куйбышева, гидроэнергетического факультета Московского энергетического института им. В. М. Молотова и Гидромелиоративного института им. академика Вильямса.

Характерной особенностью работы коллектива МосГИДЭПа было доброжелательное отношение ко всем работникам, особенно к молодежи, что создавало благоприятные условия для творческой работы, способствовало росту профессионализма молодых специалистов и выдвижению их на руководящие инженерно-технические должности. Как пример можно привести Д. А. Рогозина, который через несколько лет в институте “Гидропроект” практически возглавил проектирование основных

сооружений всех гидроэлектростанций Ангарского каскада; А. К. Вахрамеева, который возглавлял Управление экспертизы проектов и смет Минэнерго СССР; А. А. Болдырева, ставшего одним из руководителей строительства КАМАЗа и главным инженером строительства защитных сооружений г. Ленинграда; к. э. н. А. А. Живова, ставшего начальником Главзагранэнерго Минэнерго СССР; к. т. н. Н. П. Васильева, ставшего главным инженером института “Орггазстрой” и лауреатом Государственной премии за 2010 г.; Г. Н. Эленбогена, ставшего заместителем генерального директора института “Оргэнергострой”, и др.

Сплоченности коллектива способствовало и массовое движение по привлечению молодежи в спортивные секции, которыми руководили сами молодые специалисты: туристская на байдарках (В. Заикин), легкой атлетики (Д. Файбисович), лыжная (мастер спорта Лясковский), штанги (В. Гречь), стрелковая (Г. Эленбоген), настольного тенниса (В. Сорокин), волейбола (В. Демидов).

Хотелось бы особо отметить неоценимый вклад, который внесли в создание проекта Братской и многих других ГЭС специалисты фронтного поколения МосГИДЭПа: Е. А. Blond, Р. И. Бобров, Д. А. Копелянский, Я. И. Нотариус, Д. А. Шаф, Л. Б. Шейнман, М. К. Шепелев и др.

При сооружении ГЭС, отдаленной от промышленных центров, была создана мощная база строительной индустрии, большой комплекс предприятий Братского промышленного района и построен г. Братск. Электроэнергия, вырабатываемая ГЭС по ВЛ 220 и 500 кВ передается в Иркутско-Черемховский промышленный район, в район Красноярска и в Объединенную энергетическую систему (ОЭС) Восточной Сибири.

Одним из обстоятельств, которые предопределили успех строительства на различных площадках в Братске, было заблаговременное и очень широкое сооружение комплекса предприятий, обычно называемых производственной базой. С мудростью настоящих стратегов проектировщики и строители первым делом обеспечили надежные тылы: они безостановочно снабжали рабочие бригады песком, гравием, щебнем, бетоном и всевозможными пиломатериалами, сборными железобетонными конструкциями, крупными облегченными панелями. И когда по дорогам бесконечно шли машины со строительными материалами, то можно было подумать, что весь город стал сплошной базой строительной индустрии, что это и есть главный профиль хозяйства. Во всяком случае, созданный здесь могущественный потенциал обеспечил не только индустриализацию Приангарья, но стал и подспорьем для продвижения промышленности в более северные края.

Этапы создания проекта Братской ГЭС представляются в следующей последовательности.

В 1930-е гг. возникла идея освоения гидроресурсов крупных сибирских рек, в первую очередь Ангары. Уже тогда в Восточной Сибири предполагали создать на базе дешевой электроэнергии мировой центр по выплавке алюминия.

В 1932 г. на Первой Всесоюзной конференции по развитию производительных сил СССР была рассмотрена возможность строительства на Ангаре нескольких гидроэлектростанций, в том числе Братской.

К середине 1930-х гг. Ангарским бюро главных инженеров института “Гидроэнергопроект” были подготовлены такие документы, как рабочая гипотеза комплексного использования Ангары, предварительная схема освоения ее верхнего участка до Братска, технико-экономическая схема Братского энергопромышленного комплекса.

В 1936 г. предложения были одобрены экспертной комиссией Госплана СССР.

Однако работы по реализации проектов так и не начались: осуществить задуманное помешала Великая Отечественная война.

В 1947 г. Конференция по развитию производственных сил Иркутской области рекомендовала правительству начать освоение гидроресурсов Ангары, развивая при этом на базе дешевой электроэнергии и местных источников сырья алюминиевую, химическую, горнорудную и другие энергоемкие отрасли.

При подготовке проекта строительства второй Ангарской ГЭС рассматривались три варианта размещения гидроузла: в Дубынинском, Братском и Падунском сужениях. Размещение плотины в Дубынинском сужении, в 45 км ниже Падунского порога, позволяло создавать более крупное водохранилище, но требовало дополнительных подготовительных работ, увеличивало продолжительность строительства. Создание гидроузла на Братских порогах, выше существовавшего тогда железнодорожного моста магистрали Тайшет — Лена, давало возможность сохранить этот мост и часть прибрежного участка железной дороги, но также требовало значительных затрат из-за худших геологических условий створа. Падунское сужение, между мысом Пурсей и скалой Журавлиная грудь, оказалось наиболее подходящим. Сужение представляло собой почти 4-километровый участок реки, сжатый отвесными скалами. Оно было образовано вышедшей на поверхность мощной пластовой интрузией траппов. Здесь по узкому коридору шириной менее 1 км пробивался поток воды мощностью в 2,9 тыс. м³/с.

1949 г. — Ангарская изыскательская экспедиция МосГИДЭПа начала работы в створе строительства будущей ГЭС. В 1951 г. начаты инженерно-геологические и геодезические изыскания на р.

Ангаре в створе ГЭС. В 1952 г. МосГИДЭПом составлен схематический проект Братской ГЭС и Братского промышленного комплекса. На основании этих проработок в целях скорейшего освоения огромных гидроэнергетических и сырьевых ресурсов района среднего течения р. Ангары областной комитет ВКП (б) просил дать указания Госплану СССР ускорить всестороннюю разработку проблем строительства Братской ГЭС и промышленно-энергетического комплекса этого района.

Из “Справки о перспективах строительства Братской гидроэлектростанции на р. Ангаре”, составленной председателем Восточно-Сибирского филиала АН СССР В. А. Кротовым, председателем Иркутской областной плановой комиссии П. П. Силинским и главным инженером схематического проекта Братской ГЭС П. М. Дмитриевским: “Для проектирования Братской ГЭС имеется весьма надежный расчет стока, основанный на 55-летнем периоде непрерывных наблюдений. Геологическое строение района Братской ГЭС изучено специально проведенными работами, сопровождавшимися глубоким бурением до 100 м и геофизическими исследованиями. Полученные материалы показывают, что геологические условия строительства являются весьма благоприятными для возведения высокой плотины и создания большого напора. Русло р. Ангары и её берега сложены изверженными породами большой мощности типа габбро-диабазов (сибирские траппы), обладающими высокой прочностью и малой водопроницаемостью”.

Сентябрь 1954 г. — принято постановление правительства СССР “О начале строительства Братской ГЭС”.

1955 г. — Коллегией Минэнерго СССР одобрено выполненное институтом “Гидроэнергопроект” Проектное задание на строительство Братской ГЭС.

Июнь 1956 г. – группой специалистов МосГИДЭПа на месте закончены проектирование правобережной перемычки и обоснование возможности осуществления строительства с перекрытием со льда.

Октябрь 1957 г. — группой специалистов МосГИДЭПа на месте выданы первые рабочие чертежи основных сооружений: основания правобережной части бетонной плотины.

1955 г. — ОДП института “Теплоэнергопроект” выдана рабочая документация для строительства первых ВЛ 220 кВ Иркутск — Братск, а в 1958 г. — для ВЛ 500 кВ Иркутск — Братск. Изыскательские работы на трассах выполнены Ангарской экспедицией МосГИДЭПа.

Декабрь 1955 г. — указом Президиума Верховного Совета РСФСР рабочий посёлок Братск получил статус города областного подчинения. Архитектурное подразделение МосГИДЭПа разработало генеральный план нового города Братска, а ГРП

МосГИДЭПа и другие организации осуществляли привязку типовых проектов жилых домов и объектов инфраструктуры.

Ноябрь 1961 г. — поставлен под нагрузку первый (станционный № 18) гидрогенератор мощностью 225 МВт. Электростанция построена по проекту института “Гидроэнергопроект”.

Благодаря уникальным и достаточно стабильным водным ресурсам Братская ГЭС играет незаменимую роль в обеспечении устойчивого и надёжного функционирования всей энергозоны Сибири. Благодаря ей работают сотни промышленных предприятий Сибири. Братская ГЭС стала основой Братского территориально-производственного комплекса.

Большую часть электроэнергии станции (порядка 75 %) потребляет Братский алюминиевый завод. Для выдачи электроэнергии потребителям от ОРУ ГЭС отходят пять ВЛ 500 кВ и двадцать ВЛ 220 кВ.

Проектирование Братской ГЭС с двадцатью агрегатами мощностью по 225 МВт поставило совершенно новые задачи перед гидромеханиками и электриками. Потребовался поистине взлет технологической мысли для решения сложнейших проблем обеспечения надежной работы технологического оборудования большой мощности. Эти задачи были успешно решены специалистами отделов МосГИДЭПа. По техническим условиям, разработанным ими, промышленность (ЛМЗ, Электросила, Запорожский трансформаторный завод и др.) создаст новые уникальные гидроагрегаты Братской ГЭС и трансформаторные группы мощностью по 630 МВА, напряжением 220 и 500 кВ. Впервые в проектной практике на Братской ГЭС было внедрено электрическое торможение гидроагрегатов. В проекте широко использовались маслonaполненные кабельные высоковольтные связи высокого давления от трансформаторов к ОРУ 220 и 500 кВ.

Для выполнения больших объемов строительно-монтажных работ в процессе проектирования разрабатывалась технология строительства, которая сопровождалась созданием новых строительных машин и средств механизации. Так, для укладки бетона были созданы гигантские двухконсольные краны, высокопроизводительные бетонные заводы, средства для внутриблочной механизации бетонных работ и др.

В дополнение к изложенному в этой статье, мне, Г. Н. Эленбогену, хотелось бы поделиться личными впечатлениями. О периоде работы в проектных подразделениях Братского отдела комплексного проектирования, в группе рабочего проектирования на строительстве у меня сохранились самые теплые и яркие воспоминания, это были лучшие годы моей жизни.

В 1955 г. под руководством Л. Б. Шейнмана выполнял проработки вариантов здания ГЭС для проектного задания строительства Братской ГЭС.

В мае — июле 1956 г. в составе группы командированных в ГРП специалистов под руководством М. К. Шепелёва и В. А. Жирнова выполнял рабочую документацию правобережных ряжевой и земляных перемычек.

В июле 1956 г. — сентябре 1957 г. под руководством С. И. Ляндерса и Г. Ф. Дубинской выполнял рабочую документацию и расчеты земляных намывных плотин правого и левого берегов.

В октябре — декабре 1957 г. в составе группы командированных в ГРП специалистов под руководством Н. А. Огородникова и Д. А. Шафа выполнял рабочую документацию прискальных блоков правобережной части бетонной плотины.

Эта была первая партия рабочей документации, разработанная для строительства основных сооружений Братской ГЭС.

В октябре 1958 г. — сентябре 1959 г. командирован в ГРП. Участвовал в привязке типовых проектов жилых домов, объектов инфраструктуры, в том числе стрелкового тира.

В 1965 г. я награжден почетным знаком “Строитель Братской ГЭС” с вручением удостоверения, подписанного И. И. Наймушиным.

Первое, что осталось в памяти, — исключительное дружелюбное, но в то же время строгое и требовательное отношение к молодым специалистам и высочайший профессионализм всех руководителей отдела Братской ГЭС МосГИДЭПа. Во время первой командировки я близко познакомился с Михаилом Кирилловичем Шепелевым, а также с Василием Александровичем Жирновым.

М. К. Шепелев был разносторонним, высокоэрудированным инженером-гидротехником. На основании ледотермических и гидрологических материалов многолетних инженерных изысканий Ангарской экспедиции МосГИДЭПа М. К. Шепелев разработал принципы перекрытия правобережной части р. Ангары с опусканием ряжевых блоков в зимний период со льда. При этом он указывал, что такому перекрытию будет способствовать как значительно меньшая в зимний период скорость течения, так и расположенные выше по течению реки пороги, которые буквально перемалывали льдины. В дальнейшем впервые в мире было произведено перекрытие этого участка реки в зимний период.

Неординарной личностью остался в моей памяти В. А. Жирнов. Для строителей и проектировщиков в самый трудный период начала строительства он был живым справочником по организации строительства и размещению карьеров песка, щебня, гравия, камня, глины на правом и левом берегах в створе ГЭС. А судьба этого прекрасного гидростроителя складывалась непросто. В лихие 30-е гг.

он был репрессирован сотрудниками НКВД и сначала 10 лет провел в лагере, а затем на поселении в таежной деревне. По его словам, будучи членом государственной комиссии по выбору створа Куйбышевской ГЭС, он позволил себе сказать фразу: “Пора менять створ”. За что и был осужден и провел в заключении до полной реабилитации около двадцати лет, потерял семью, квартиру, друзей. Однако никто не чувствовал, что этот человек озлобился, очерствел, наоборот — от него исходила теплота, юмор, забота о молодежи и желание, благодаря прекрасной памяти, поделиться со всеми своими профессиональными знаниями.

В эту первую командировку нас разместили на окраине деревни Заверняйки, в 2–3 км от старого, основанного в 1613 г. острога, а теперь посёлка Братска, который с 1961 г. попал в зону затопления. На этой окраине размещались довольно капитальные деревянные помещения, ранее использовавшиеся охраной лагеря японских военнопленных (которые строили мостовой переход через р. Ангару): солдатская казарма на 100 коек, кинотеатр, столовая, помещение для бильярда и др. А до створа Братской ГЭС вдоль левого берега р. Ангары по очень плохой автодороге было 40 км. В этом же месте жили и самые первые молодые специалисты — строители Братскгэсстроя. Например, здесь можно было иногда увидеть играющим на бильярде тогда еще прораба А. Шохина, а в недалеком будущем начальника строительства Зейской ГЭС, Героя Социалистического Труда, или Ф. Кагана, впоследствии ставшего главным инженером Управления “Братскгэсстроя”.

Третий приезд на строительство Братской ГЭС состоялся в 1958 г. Одной из главных причин поездки было то, что жить нам в г. Москве с женой было негде. Поездка в г. Братск тогда продолжалась не менее семи дней. Мы сели в поезд Москва — Иркутск, который имел прицепные вагоны с табличкой “Москва — Лена”. В г. Тайшете эти вагоны отцеплялись и после 5–6, а то и 12-часовой стоянки прицеплялись к паровозу, который неспеша вез в г. Братск.

Соседями по купе оказался М. И. Тест с женой, только что назначенный заместителем главного инженера управления “Братскгэсстроя”, а в будущем — начальник строительства Коршуновского ГОКа, кавалер ордена Ленина. За ними в г. Тайшет должна была прийти пассажирская дрезина, и они любезно пригласили нас. Мы ехали ночью, а по обеим сторонам дороги вспыхивали квадраты огней, обозначавших, что здесь находятся многочисленные лагеря заключенных.

В ГРП МосГИДЭПа жилья тоже не было, но моя жена, по специальности геодезист, работала в отделе инженерных изысканий МосГИДЭПа и уже приезжала в длительную командировку в комплекс-

ную изыскательскую Ангарскую экспедицию. Ей и предоставили там комнату в бараке, хотя и без удобств, но это была настоящая удача.

Ангарская экспедиция с 1930-х гг. располагалась на левом берегу р. Ангары, недалеко от створа будущей ГЭС. Наша комната имела отдельный вход, в тамбуре хранились дрова. Самыми ценными московскими вещами для нас и гостей были катушечный магнитофон “Яуза-1” и коробка с ёлочными игрушками.

Можно было пойти в кинотеатр “Ангара”, располагавшийся за палаточным, так называемым Зеленым городком, где из самых ярких впечатлений был приезд в полном составе замечательного джаз-оркестра под управлением О. Лунгстрема, который самым первым из знаменитых артистов дал концерт на стройке еще зимой 1959 г.

Председатель городского комитета ДОСААФ Николаев обратился в ГРП МосГИДЭПа с просьбой привязать стрелковый тир, который в то время был обязательным атрибутом каждого города. Мне был известен автор типовых проектов тиров полковник Торопов, преподаватель Московской инженерно-строительной академии им. генерала Карбышева. Наш запрос безвозмездно был выполнен и очень быстро мы получили рабочие чертежи, по которым в г. Братске построен стрелковый тир. В то время считалось за особую честь оказать любую, даже незначительную, услугу строителям Братской ГЭС.

Вернувшись в 1959 г. в Москву, я выполнял задания отдела Братской ГЭС по организации рабочего проектирования открытого распределительного устройства напряжением 220 и 500 кВ для выдачи мощности Братской ГЭС. В этой связи запомнился эпизод. По поводу новейших конструкций и строительных технологий сооружения ОРУ Г. К. Суханов, будучи сам прекрасным инженером, решил проконсультироваться с начальником Главцентрэлектросетъстроя Минэнерго СССР (в подчинении которого было семь специализированных строительно-монтажных трестов и более 25 тыс. работающих), будущим лауреатом Ленинской премии И. И. Филимончуком. Иван Иванович любезно нас принял и рассказал о внедрявшейся им технологии погружения свайных фундаментов под многочисленное электротехническое оборудование (выключатели, разъединители, трансформаторы тока и напряжения и др.) и стальные порталы на подстанциях 220 – 500 кВ. Фундаменты погружались методом вдавливания при помощи специально сконструированного агрегата типа “АВС” на тракторном ходу, что позволяло значительно сократить трудозатраты, повысить точность погружения свай, в ряде случаев отказаться от металлоемких ростверков и сократить время строительства. По резуль-

татам этой консультации Г. К. Суханов принял решение о передаче рабочего проектирования ОРУ 220 и 500 кВ Братской ГЭС специализированной проектной организации — Отделению дальних передач (ОДП) института “Теплоэнергопроект”. Руководителями ОДП в то время были высокопрофессиональные специалисты А. В. Миролубов и С. С. Рокотян, а начальником отдела проектирования подстанций — С. А. Казарян.

Эта же организация разрабатывала и проекты ВЛ 220 и 500 кВ, отходящих от ОРУ Братской ГЭС, а ГИПами с 1954 г. были замечательные инженеры Я. С. Самойлов и Л. О. Айзенберг. В 1962 г. ОДП вошло в состав нового Всесоюзного института “Энергосетьпроект”, а д. т. н. С. С. Рокотян стал его первым главным инженером и удостоился лауреата Ленинской премии за проектирование первых в мире ВЛ напряжением 500 кВ Куйбышевская ГЭС — Москва и Сталинградская ГЭС — Москва.

В заключение мне хотелось бы остановиться на истоках той настоящей, искренней, всенародной любви, которая окружала все и всех, кто был хоть как то связан со строительством Братской ГЭС на р. Ангаре. Любовь народа действительно была настолько неподдельной, что сейчас она кажется совершенно нереальной. И если бы в то время стояла проблема найти национальную объединяющую идею, которая сплотила бы весь народ, первой в рейтинге была идея строительства Братской ГЭС. Я много раз сталкивался на бытовом уровне с этим явлением, когда только скромное и тихое упоминание о Братской ГЭС открывало самые закрытые двери, люди становились добрее и как бы спрашивали: какую еще услугу тебе можно оказать, чем тебя можно еще поддержать? Это явление не было результатом только партийной пропаганды: великих и очень достойных строек в то время, в отличие от нынешнего, было очень много, но Братская ГЭС была и остаётся только одна. Братская ГЭС — это результат безграничного патриотизма граждан, гениальности советских инженеров и высочайшей самоотдачи каждого человека, который участвовал в ее строительстве. Она стала символом концентрации человеческого интеллекта, высочайшей культуры и нравственности, идеалом труда и быта.

Список литературы

1. *История* Гидропроекта. 1930 – 2000 / Под ред. В. Д. Новоженина. — М.: 2000.
2. *Семенов А. Н.* Гидроэнергетическое строительство в России и за рубежом. Уроки прошлого, проблемы настоящего. — М.: Энергоатомиздат, 2003.
3. *Летопись* дел Братскгэсстроя. 1954 – 2004 гг. Иркутск, 2004.
4. *П. С. Непорожний* и энергетика великой страны / Под ред. А. Н. Семенова. — М.: Энергоатомиздат, 2010. Эленбоген Г. Н., Вахрамеев А. К.

Эленбоген Г. Н., Вахрамеев А. К.

Братская ГЭС — яркая страница в нашей жизни

28 ноября 1961 г. был поставлен под нагрузку первый агрегат Братской ГЭС. В декабре того же года вступили в эксплуатацию ещё три агрегата, в 1962 – 1963 гг. — по шесть агрегатов ежегодно. Это был блестящий результат героического труда строителей и эксплуатационников, воплотивших в жизнь смелую техническую идею по использованию гидроэнергетических ресурсов р. Ангары. Строительство Братской ГЭС осуществлялось с 1954 по 1967 г. 24 сентября 1967 г. Братская ГЭС была принята в промышленную эксплуатацию правительственной комиссией. Мне выпала большая честь в качестве начальника строительства основных сооружений Братской ГЭС готовить и сдавать станцию правительственной комиссии.

Заключение комиссии: строительство Братской ГЭС выполнено в соответствии с проектом, строительными нормами и отвечает требованиям приёмки в эксплуатацию законченных строительством объектов. Комиссия приняла в эксплуатацию Братскую ГЭС на р. Ангаре с оценкой “отлично”. Столь славное завершение строительства Братской ГЭС для нас строителей было чрезвычайно радостным и в то же время немного грустным событием. Мы все испытывали смешанное чувство: с одной стороны, гордость за хорошо выполненный служебный долг, за достойные результаты своего труда, а с другой — горькое чувство расставания с чем-то очень нам дорогим и близким. Многие годы жизни, а для большинства это лучшие годы их молодости, были посвящены строительству Братской ГЭС, рожденной в нелегком поединке с дикой природой, ценой напряженного труда тысяч самоотверженных людей. Как бы ни сложилась их дальнейшая судьба, частичка горячего сердца этих людей навсегда останется на Братской ГЭС. Монументальное сооружение — строгое и несокрушимое, как сама сибирская природа, приводит в восхищение самих его создателей. Человек невольно останавливается перед этим творением своих рук, изумлённый и притихший. Труд строителей Братской ГЭС назван в стране героическим трудовым подвигом. А мы, строители, от души благодарны нашим учителям-наставникам, всему народу нашей страны за ту силу и мужество, которую они нам дали для совершения этого подвига.

Невольно в памяти возникают этапы пути, пройденного нами:

1954 – 1955 гг., открывшие историю строительства величайшей в мире Братской ГЭС, послужили началом созидательной деятельности Братскгэсстроя, ставшего со временем крупнейшей строительной организацией Советского Союза.

23 сентября 1954 г. вышло постановление Совета Министров СССР и ЦК КПСС об организации специального управления по строительству Братской ГЭС на р. Ангаре, придав этому строительству статус ударно-комсомольской стройки страны. Этим постановлением была продемонстрирована политическая прозорливость партии и правительства по использованию гражданского энтузиазма и трудового романтизма молодого поколения страны. На обустроенной территории огромного “Озерлага”, занятого на строительстве железной дороги Тайшет — Усть-Кут и имеющего многотысячный контингент работающих, высадился десант первых руководителей будущей легендарной стройки, рассчитанной не на принудительный труд заключённых, а на самоотверженный творческий труд широких народных масс. Как показала жизнь, это была правильная точка зрения, сыгравшая неоценимую роль в формировании интеллектуальных творческих сил Братскгэсстроя, достигшего в короткий срок блестящих производственных результатов. В октябре 1954 г. передовой отряд, приехавший к месту строительства, состоял из И. И. Наймушина — начальника будущей стройки, Е. П. Шнырова — исполняющего обязанности главного инженера, А. А. Анцыповича, С. Т. Гаркавого — заместителей начальника строительства, В. М. Чудотворцева — заместителя главного инженера и Н. Н. Кузмичёва — начальника отдела оборудования. В декабре того же года к ним присоединился главный инженер будущего строительства А. М. Гиндин.

1955 г. — первый год трудовой жизни Братскгэсстроя. Руководящий состав начинающейся стройки состоял из квалифицированных специалистов и энергичных руководителей, умевших организовать работу в самых сложных условиях. Пионерную помощь по размещению людей и по стройматериалам оказал “Озерлаг”. Прибыли первые 50 автомашин “студебеккеров” после капремонта из Иркутска. Была открыта ледовая дорога по р. Ангаре Братск — Падун протяженностью 35 км. Рос палаточный городок. Для временного жилья строителей были установлены вблизи будущего створа плотины 303 утеплённые палатки. Заработали временные передвижные электростанции общей установленной мощностью 2800 кВт. Жизнь закипела! Количество рабочих на конец года составило 7322 человека. Шло интенсивное пополнение стройки молодыми инженерами. Страна активно подключалась к событиям на р. Ангаре. Это было неплохое начало в плане подготовительных работ.

1956 г. — бурное развитие производительных сил Братскгэсстроя. В том году строители создали

плацдарм у Падунского порога для наступления на р. Ангару, начали подготовку к её штурму. На правом берегу были сданы в эксплуатацию 23 двухэтажных брусчатых дома. Активно застраивался мыс Пурсей, наместились первые будущие улицы — Набережная и Гидростроителей. Все строители были переселены в брусчатые новые дома. Палаточный городок прекратил своё существование. 2000 новых квартир были сданы в эксплуатацию. Стройка пополнилась значительным количеством автотранспорта и средств механизации. Поразительно, что в 1956 г. — десятом году после страшной, разрушительной войны, после только что закончившегося восстановления народного хозяйства страна сумела оснастить стройку таким количеством техники. В 1956 г. на строительство было принято 11 823 человека рабочих и 827 инженеров и техников. Комсомольская организация Братскгэсстрой в этом году имела на учёте уже 752 комсомольца. Статус ударной комсомольской стройки плодотворно действовал. Возможности стройки принять и разместить кадры были ещё ниже предложений работать, идущих со всей страны.

Несмотря на суровые условия жизни и тяжелый физический труд, на стройку стремились попасть тысячи людей. Одним из них был я. После непродолжительных оформлений в Минэнерго и ЦК ВЛКСМ я с комсомольской путёвкой и направлением Министерства как молодой специалист прибыл в г. Братск. Встретили меня приветливо, но предупредили, что вакантных инженерных единиц на текущий год нет. Группу молодых специалистов, прибывших по распределению из МЭИ, направили на строящуюся “трассу мужества”, где молодые гидротехники в зимовьях и палатках осваивали очень трудную трассу ЛЭП 220 кВ Братск — Иркутск. Мне предложили в штате УГЭ (управление главного энергетика) должность электромонтера 7-го разряда с инженерным заданием разработать и внедрить систему диспетчеризации и оперативного управления пионерной системой электроснабжения стройки. Моим первым руководителем стал Павел Михайлович Глебов — дворянин по происхождению, интеллигентный человек по воспитанию, прекрасный специалист. Работать с таким руководителем было счастьем. Он никогда не пользовался правом административного нажима, демонстративного раздражения и понукания по отношению к подчиненным. В благодарность за это наша исполнительность была очень высока и считалось предосудительным подвести Павла Михайловича. Со своим заданием по организации схемы управления электроснабжения стройки я успешно справился, а через шесть месяцев был назначен начальником первого энергорайона УГЭ. Из временного жилья я переселился в срубик бывшего КПЗ лагеря в

Братске 2, где были и мой кабинет, и квартира, куда я уже мог вызвать свою семью, ожидавшую моего вызова в г. Киеве. Подготовка к штурму р. Ангары шла по всем направлениям. УГЭ в текущем году оснастило строительство следующими установленными на 1 января 1957 г. мощностями:

дизельной электростанцией — 2 880 кВт;
локомобильными электростанциями — 250 кВт;
энергопоездами — 7000 кВт;
подстанциями 35/6 кВа — 12 600 кВа;
подстанциями 6/0,4 кВа — 15 000 кВа;
ЛЭП от 0,4 до 35 кВ — 478 км.

Завершались работы на “трассе мужества” — ЛЭП 220 кВ Иркутск — Братск. Была объявлена “война” мошке. Во время нападения гнуса (он напал от 80 до 120 дней в году) производительность труда снижалась в среднем на 30 %. Люди лишались сна и отдыха, иногда возникали заболевания. С целью нормализации условий и охраны труда на строительстве создали специальный энтомологический участок под командой профессора Грибельского. Широко использовалась индивидуальная защита — накомарники (защитная сетка) и противоуксусная жидкость “Диметилофтолат”. Гнус летом и лютые морозы зимой, а также бытовая неустроенность и дискомфорт требовали героических усилий людей, работавших в этом суровом краю. Строители-первопроходцы Братской ГЭС славно прошли этот путь, теперь уже воспетый в прекрасных песнях А. Пахмутовой и Н. Добронравова, и я уверен, что каждый из них готов подписаться под стихами: “До сих пор я тебя, мой палаточный Братск, самой первой любовью люблю ...”.

1957 г. — начало работ Братскгэсстроя на основных сооружениях. Мне была поручена подготовка плавсредств и оборудования на баржах плавучих электронасосных для откачки котлована первой очереди под плотину Братской ГЭС. Строительство продольной ряжевой перемычки и отсыпка банкета верховой перемычки котлована первой очереди были выполнены со льда. За три месяца было установлено со льда в майну 140 тыс. кубометров ряжевой стенки длиной 600 м. Такой практики в мировой технологии гидротехнического строительства ещё не было. Московский проект организации работ тоже предусматривал летний вариант с целым флотом барж и буксиров с понтонными мостами. Предусмотренные проектом средства проблематично было провести через Падунские пороги р. Ангары, да и затягивалось время строительства более чем на полгода. Это была большая организационная и инженерная победа Братскгэсстроя. Здесь нужно отдать должное мудрому и опытному начальнику Братскгэсстроя И. И. Наймушину, который хорошо знал, что сокращение сроков подгото-

вительных работ — это гарантия предпочтительно-го финансирования основных строительных работ, и он умело сжимал эти сроки, беря в союзники сибирский мороз. Залогом успеха была и блестящая инженерная эрудиция главного инженера строительства А. М. Гиндина. Под его руководством силами лучших инженеров проектной конторы Братскгэсстроя был детально проработан проект отсыпки банкета со льда; выполнены расчёты деформации и прочности ледяного поля; выбраны методы крепления кромки, перепады и скорости потока, изменения толщины льда, интенсивность отсыпки; установлены меры контроля и безопасности ведения работ. Утром 30 марта 1957 г. на подготовленном фронте работ более 200 автосамосвалов за 10 ч сбросили в Ангару 9 тысяч кубометров камня, сжав реку у левого берега в трёхсотметровую протоку. Незабываемое зрелище! Впервые красавица Ангара поддалась человеческой настойчивости. В этот же день я доложил руководству о полной готовности водоотливных средств для котлована первой очереди. Работа на строительстве основных сооружений Братской ГЭС разворачивалась в полную силу, а меня переполняло чувство гордости за то, что я в этом непосредственно участвую. Дни и ночи мы, молодые инженеры, проводили на строительных площадках, как губка, впитывали советы и наставления своих учителей — гидростроителей, а это были настоящие личности, и мы пытались им подражать.

Водоотлив котлована первой очереди прошёл успешно. Иван Иванович Наймушин прошёлся в своих кирзовых сапогах по обезвоженному днищу реки, поощрительно пожал мне руку, произнёс: “Ну вот, справился ...”, а приказом по Братскгэсстрою объявил мне благодарность и наградил денежной премией в размере 500 рублей. Надо сказать, что и последующие работы по осушению и поддержанию днищ котлованов в обезвоженном состоянии обеспечивались штатно, без всяких эксцессов. Качество ограждающих котлованы перемычек было достаточно высокое, уровень фильтрации практически был расчетным. Работы по разработке трещиноватой скалы и подготовке основания бетонной плотины станции шли круглосуточно. Стройка готовилась к большому бетону. Общий объём скальных работ на строительстве Братской ГЭС, включая береговые примыкания, русловые сооружения, береговые плотины, составил 1350 тыс. кубометров. Всего в котловане Братской ГЭС было подготовлено под бетон 60 тыс. м² площади скального основания. Это был очередной этап героического труда братских строителей. После фронтального перекрытия Ангары открылся широкий фронт для скальных работ под здание ГЭС и русловую плотину. Для форсирования скальных работ Братскгэсст-

рой направил в котлован 400 человек демобилизованных моряков Тихоокеанского флота. Создавались комплексные бригады бурильщиков, взрывников, экскаваторщиков, электриков, слесарей, крановщиков, компрессорщиков и рабочих по ручной доработке скалы. В бригадах работало по 120 – 150 человек. Строители работали непрерывно, не считаясь с погодой, в стесненных для техники условиях (глубина выемки зуба достигала 6 м с 2 – 3-метровой шириной траншеи), при ночном свете прожекторов, на ледящем ветру и холоде, на сыром скальном основании. И, несмотря на все сложности, работы разворачивались быстро. Готовилось основание под отсыпку левобережной плотины и под намыв с помощью гидромеханизации по правобережной плотине. Интенсивно разрабатывалось скальное основание под береговые бетонные плотины. Наступила пора большого бетона. Большой бетон — это 3260 тыс. кубометров, уложенных в 1960 – 1963 гг. Никогда прежде организаторы строительного производства в таких суровых климатических условиях не сталкивались с необходимостью приготовления, транспортировки и укладки такого огромного количества бетонной смеси. Такая задача рождала много организационных и технических проблем. Прежде всего требовалась наиболее совершенная структура управления и организации работ. Чтобы не расплывать силы, а сконцентрировать их на решении этой непростой задачи, Братскгэсстрой сосредоточил приготовление и подачу бетона в руках специально организованного управления механизации основных сооружений (УМОС). На базе этого управления был организован круглосуточный цикл по производству бетона, подачи сжатого воздуха, пара, воды, обслуживанию подъёмно-транспортных механизмов, установок по прогреву и охлаждению бетона, парка вибраторной техники для уплотнения уложенной бетонной смеси. Основные объёмы укладки бетона в плотину и здание ГЭС выполнял крановый участок УМОС. Главной техникой были портално-стреловые краны и двухконсольные краны, специально спроектированные и изготовленные для строительства Братской ГЭС Ленинградским заводом им. Кирова. Головные образцы этих замечательных кранов, оснащённых высоковольтным электроприводом и современной электронной системой управления, я принимал у заводчан и до сих пор благодарен им за их детища. Этими кранами на строительстве Братской ГЭС было уложено 37,5 % от общего объёма большого бетона. Мне довелось возглавить это беспокоеное хозяйство в качестве главного инженера, а потом — начальника УМОС. Основная нагрузка по обеспечению интенсивности бетонных работ на основных сооружениях станции падала на это управление.

Водоворот работ и событий закрутил меня с возрастающей скоростью. Работали, если требовалось, сутками. Осваивали новую технику, внедряли передовую технологию. Шел отбор на выносливость, интеллект и характер. Росли организованность и технический уровень работников. Процветала на этом благодатном поприще и рационализаторская работа. И моя инженерная активность в решении технических проблем была оценена двумя медалями ВДНХ и награждением знаком “Изобретатель СССР”. Можно без большого преувеличения сказать, что каждый второй специалист управления был рационализатором на своем рабочем месте. В УМОС сложился прекрасный коллектив, который первым в Братскгэсстрое по результатам своего труда завоевал звание коллектива коммунистического труда. И это была не формальная акция того времени, а хорошо организованный добросовестный труд и повышенная ответственность каждого члена большого коллектива.

Бетонные работы на основных сооружениях велись непрерывно, круглые сутки. Бетонщики работали в любую погоду, при любых температурах, непредусмотренных инструкциями и нормами. Металл конструкций бетоноукладочных кранов не выдерживал низких температур (после минус 30° С их грузоподъемность снижалась наполовину), а люди все выдерживали — 52 % от всего бетона строители уложили зимой!

Плотина Братской ГЭС стала огромной строительной лабораторией страны. На ней применяли едва ли не весь арсенал технических средств и технологических методов, имеющихся в строительной науке. Братск стал принципиально новым этапом развития в отечественной и мировой гидротехнике. Здесь были опробованы все способы возведения бетонных плотин. Качеству бетона уделялось особое внимание. Подготовленное к бетонированию скальное основание оставалось не покрытым бетоном не более 7 суток. С бетонного основания удаляли цементную пленку. Поверхность молодого бетона в возрасте 8 – 10 ч обрабатывали напорной струей воды и сжатого воздуха или металлическими щетками с последующей промывкой (летом) водой или тщательной продувкой (зимой). Чтобы бетон быстрее достиг температуры омоноличивания, его массив искусственно охлаждали с помощью движения хладоносителя в змеевиках, специально заложенных в блоки при бетонировании. По мере укладки бетона проводились гидроизоляционные работы: окраска битумом, оклейка битумными материалами, устройство шпонок. Зимой систематически осуществлялся периферийный электропрогрев бетона.

27 сентября 1959 г. в Падунском сужении навечно соединились правый и левый берега р. Ангары.

Плотина росла и радовала глаз своей красотой и изяществом. По смелой и настойчивой инициативе руководства Братскгэсстроя и с согласия дирекции Братской ГЭС станция в 1961 г. была введена во временную эксплуатацию. На пониженных отметках воды в водохранилище первые гидроагрегаты станции приняли промышленную нагрузку. Это была большая трудовая победа строителей и эксплуатационного персонала, дающая значительный экономический эффект по окупаемости затрат на строительство станции и возможности проверки эксплуатационных качеств вводимого оборудования. Но до окончания строительства Братской ГЭС было ещё далеко, несмотря на достигнутые хорошие темпы строительства. Оставалось уложить ещё более 2 млн. кубометров конструктивного бетона, ввести в работу 14 гидроагрегатов, закончить строительство и выполнить отделку всех сооружений ГЭС. Такая задача была первостепенной для Братскгэсстроя, несмотря на значительное отвлечение его сил на строительство крупнейшего в стране Братского энергопромышленного комплекса.

Соизмеримость этих усилий, как правило, определяется размером целевого финансирования строек. Финансирование строительства Братской ГЭС в последующие годы не всегда было достаточным. Руководство Братскгэсстроя пристально следило за выполнением тематических строительных задач на станции и при необходимости использовало внутренние резервы. Следовало определиться на уровне Москвы со сроками окончания строительства этой уникальной станции и достойно завершить эпохальную стройку.

Братская ГЭС была не только великой школой профессионального инженерного искусства, но и отличным поприщем для романтиков, талантливых свободомыслящих людей, жаждущих самовыражения. Здесь были суровая, но правдивая жизнь.

Молодое поколение того времени тянулось к хорошим книгам, поэзии, музыке, искусству. Несмотря на ограниченные бытовые возможности, пробуждались самодеятельные таланты начинающих поэтов, певцов, чтецов, гитаристов-бардов, юмористов, любителей актерского искусства. Мы с большим энтузиазмом устраивали коллективные вечера, где каждый мог проявить своё дарование. Каждый праздник отмечался с участием самодеятельности стройки, организовывались новогодние костюмированные карнавалы и тематические вечера устного журнала “Глобус”. Художественная самодеятельность стройки на областных смотрах не раз завоевывала призовые места. Мы активно общались с прекрасной северной первозданной природой, ходили в походы, пели песни у костров, учились искусству охоты и рыбалки у местных жителей.

Братск стал популярным местом посещения иностранных правительственных делегаций, мировой прогрессивной общественности, наших ведущих представителей культуры и искусства. Считалось престижным побывать и выступить перед строителями этой героической стройки. Мы дружили с такими талантливыми, яркими представителями культуры и искусства как А. Пахмутова, Н. Добронравов, И. Кобзон, Л. Лещенко, Л. Сенчина. Поэт Е. Евтушенко написал поэму “Братская ГЭС”.

Замечательных людей, влюблённых в Братск, оказалось большое множество в нашей стране и за рубежом. Они тоже внесли свой вклад в формирование характера, стойкости и самоотверженности строителей, их чувства гордости за свой труд, признания их успехов.

Завершение строительства Братской ГЭС стало наиболее ярким эпизодом моей трудовой биографии. Было принято постановление правительства о сроках окончания строительства и сдачи Братской ГЭС в промышленную эксплуатацию. Должно было состояться достойное завершение титанического труда проектировщиков, строителей, машиностроителей по созданию жемчужины гидроэнергетики страны. Из-за недостаточного уровня финансирования в предшествующие годы текущего периода станция оказалась не готова к предъявлению комиссии. Требовалось закончить все работы как по плотине, так и по зданию ГЭС, обеспечивающие перевод гидроагрегатов на проектный напор воды; завершить обустройство автомобильного и железнодорожного проездов по гребню плотины; закончить цементацию бетонной плотины в полном объеме; очистить расширенные швы бетонной плотины от многолетнего строительного мусора; провести отделочные работы по зданию ГЭС и водосливной части плотины; закончить электромонтажные работы по открытому распрестройству станции; положить дренажные коллекторы вдоль всей земляной плотины; благоустроить прилегающие территории станции и массу других мелких работ, сопровождающих сдачу объекта. Для меня было полной неожиданностью предложение начальника Братскгэсстроя И. И. Наймушина назначить меня руководителем управления строительства основных сооружений Братской ГЭС и поручить в отведенные правительством сроки подготовить станцию к сдаче приемной комиссии. Мое назначение на эту должность сопровождалось мягкой отеческой беседой. Иван Иванович сказал мне: “Ты молодой, энергичный начальник и инженерных зна-

ний тебе хватает, но начальников много, а мне нужен “кончалник”, их мало и ценятся они в строительстве дороже. Справишься с этой задачей — цены тебе не будет, а я тебе помогу”. После этого напутствия я пообещал справиться, и этому заявлению было подчинено всё моё существо, все мои интеллектуальные, нравственные и физические силы. Нельзя было допустить ни малейшего промаха: доверенный мне финальный этап венчал многолетний героический труд братчан, заслуживающий достойного завершения. Весь этот крайне напряженный период И. И. Наймушин был рядом, я чувствовал его присутствие во всём. Все основные службы Братскгэсстроя были развернуты на гидроузел. Иван Иванович часто посещал проводимые мной оперативные совещания, никогда не вмешиваясь в обсуждаемые вопросы и принимаемые решения, поддерживая таким образом мои абсолютные полномочия. После планерок мы обменивались мнениями, и эти беседы были для меня очень важны. Пришёл день, когда финальный штурм строящегося уникального объекта — Братской ГЭС был завершён. Станция была закончена строительством в полном объеме в отведенные правительством сроки. После кропотливой работы комиссии и её заключений по всем составляющим предъявленного комплекса сооружений председатель правительственной комиссии, председатель Государственного комитета по науке и технике Совета Министров СССР академик В. А. Кириллин лично внес предложение принять в промышленную эксплуатацию Братскую ГЭС с оценкой “отлично”, все члены правительственной комиссии это предложение единодушно поддержали. Такое решение было, безусловно, заслуженное, оно восхищало сердце и разум и подводило достойный итог наиболее сложного периода трудовой и нравственной жизни многотысячного коллектива орденоносного Братскгэсстроя. Это был большой праздник строителей, в котором полноправно участвовал и я с гордым чувством удовлетворения за свои труды.

Не каждому в жизни выпадает счастье построить Братскую ГЭС. Её построили избранные: рабочие и инженеры, руководители и работники разных рангов и должностей, партийные и беспартийные — простые советские люди, гордые и счастливые тем, что возводили такой нужный Родине объект — Братскую ГЭС. Полагаю, что для этих людей, как и для меня, строительство Братской ГЭС осталось самой яркой страницей всей жизни.

Грабарь А. Д.

Братская ГЭС и Братскгэсстрой

Братская гидроэлектростанция известна не только в нашей стране, но и за рубежом. Она стала гордостью энергетиков-сибиряков и всего советского народа. В то же время сооружение ГЭС явилось школой энергостроителей по воспитанию руководителей всех звеньев. Создание этого гиганта энергетики означает триумф десятков тысяч научных работников, проектировщиков, инженеров, заводских конструкторов, машиностроителей и сотен тысяч рабочих. Благодаря Братской ГЭС произошел скачок в развитии промышленности Иркутской области, где уже были запущены гидроагрегаты Иркутской ГЭС.

В годы строительства Братской ГЭС вырос знаменитый коллектив Братскгэсстроя, первым руководителем которого стал известный гидростроитель И. И. Наймушин.

В дни 50-летнего юбилея Братской гидроэлектростанции мне хотелось бы высказать свои впечатления, сложившиеся за длительный период моей деятельности в энергетике, об удивительном и уникальном коллективе Братскгэсстроя, пожалуй, равного которому в мире вряд ли найдется по мощи, возможностям и результативности. И уже на века в истории Иркутскэнерго, эксплуатации Братской ГЭС записано, что создателем дивной сибирской жемчужины — Братской ГЭС является и звучит гордо дважды орденосносный — ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции — Братскгэсстрой. На юбилее Братской гидроэлектростанции должны быть неразделимы понятия Братская ГЭС, город Братск, Управление “Братскгэсстрой”.

Для меня, тогда студента Иркутского горно-металлургического института, опыт строительства Иркутской и Братской гидроэлектростанций приобретался из регулярных сообщений прессы, журналов и различных книжных изданий, отдельных встреч земляков.

Иркутский политехнический институт в конце пятидесятых годов был образован на базе Иркутского горно-металлургического института, ректором которого являлся А. А. Игошин. В 1956 г. в нем был открыт факультет промышленного и гражданского строительства. Для чтения специальных предметов: архитектура, организация строительного производства, машины и механизмы при строительстве объектов, строительные материалы, водопроводы, канализация и вентиляция и т.д. — приглашались работающие на производстве инженеры-практики из треста “Иркутскпромстрой” и Управления строительства Иркутской ГЭС, которое в то время возглавлял А. Е. Бочкин, известный гидростроитель, построивший впоследствии Красно-

ярскую ГЭС и организатор начала строительства Саяно-Шушенской ГЭС. За заслуги сооружения гидроэлектростанций в 1960 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали “Серп и Молот”.

В Управлении строительства “Ангарскгэсстрой” в должности заместителя главного инженера работал Е. Н. Батенчук, также выдающийся гидроэнергетик и руководитель впоследствии строительства Вилюйской ГЭС в Якутии, Нижнекамской ГЭС и Камского автомобильного завода в Татарии. За заслуги перед отечеством Е. Н. Батенчуку в 1981 г. было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали “Серп и Молот”.

Иркутская ГЭС общей мощностью 450 МВт была сдана в эксплуатацию в 1959 г., в период моей учебы в институте (1956 – 1962 гг.), и мы, студенты после лекций по математике, начертательной геометрии, сопromату с интересом слушали лекции с примерами из практики гидростроителей П. У. Вайсбляя, заведующего кафедрой И. И. Торчинского. Предметы механизации земляных работ, организации строительного производства были более понятны, приближали нас к познанию выбранной специальности. Запомнились и лекции по металлургическим конструкциям, которые читал декан факультета Ю. А. Шелковников.

Больше всего остались в памяти дни строительной практики, которые пришлось на лето 1958 – 1959 гг. Было принято решение построить в районе Иркутской ГЭС новые учебные корпуса Политехнического института с комплексом общежитий, социальных и торговых объектов. Ректор Игошин напутствовал: “Кому как ни будущим инженерам-строителям помогать в строительстве родного института”. Все дни прошли в трудовых буднях, на практике осваивались специальности бетонщиков, арматурщиков, плотников, монтажников, землекопов, отделочников.

После окончания Иркутского института школу энергостроительства мне пришлось осваивать совсем в другой части нашей страны — на сооружении Киришских ГРЭС и ТЭЦ в Ленинградской области.

В те молодые годы судьбы руководителей изменялись непредсказуемо, но те, кто работал в отрасли Министерства энергетики и электрификации СССР, хорошо помнят встречи с министром П. С. Непорожним, первыми заместителями министра — Е. И. Борисовым, Я. И. Финогеновым, П. П. Фалалеевым, заместителями министра —



На учредительном собрании ГПО «Братскгэсстрой» выступает заместитель министра энергетики и электрификации СССР Ю. И. Кириллов

Ф. В. Сапожниковым, А. П. Александровым, В. Н. Буденным, А. И. Максимовым, А. Н. Семеновым. Встречи эти происходили, как правило, на строительных площадках электростанций, промышленных объектов, и запомнилось, что отрасль руководители любых звеньев сами никогда не покидали.

В 1970 г. меня назначили главным инженером Главцентрэнергостроя. По существу, аппаратная работа в министерстве включала планирование; комплектацию материалами, конструкциями, оборудованием строек и трестов; контроль за ходом сооружения объектов, качеством, производительностью труда; внедрение научно-технических достижений; специализацию; строительную индустрию; технику безопасности; обучение; социальную и кадровую политику. В этот период для меня как молодого руководителя опыт коллектива Братскгэсстроя был неоспоримо велик. Возглавлял его лауреат Ленинской и Государственной премии, Герой Социалистического Труда Иван Иванович Наймушин — истинный вдохновитель и организатор, талантливый инженер, самоотверженный человек. И. И. Наймушин вошел в историю развития гидроэнергетики Советского Союза. Его делами и сегодня гордится Россия. Многие государственные деятели, ученые, профессионалы различных ведомств, историки, писатели, поэты восхищены его трудом и коллективом Братскгэсстроя. За годы существования Братскгэсстроя и после И. И. Наймушина этот коллектив возглавляли такие известные талантливые руководители, как А. Н. Семенов, впоследствии заместитель министра Минэнерго СССР и председатель Совета ветеранов энергетики Минэнерго России, Л. И. Яценко, А. Н. Закопырин, Ю. А. Ножиков, ставший потом губернатором Иркутской области, В. С. Викулов — Герой Социалистического Труда.

Как я уже говорил, пришло время и мне влиться в коллектив Главка Минэнерго СССР. Начальником

Главцентрэнергостроя работал Евгений Васильевич Захарчук, за плечами которого был опыт строительства крупнейшей в 60-е гг. прошлого столетия Приднепровской ГРЭС, мощность которой составила 2400 МВт. Главк сооружал тепловые электростанции, промышленные объекты, жилые дома и весь так называемый соцкультбыт в европейской части СССР — от Волги до западных границ СССР и от Северного Ледовитого океана до Черного моря.

Главцентрэнергострою были подчинены восемь трестов: Белэнергострой (г. Минск), Воронежэнергострой, Донбассэнергострой (г. Донецк), Кавказэнергострой (г. Баку), Мосэнергострой, Севэнергострой (г. Ленинград), Центрэнергострой (г. Горький), Южэнергострой (г. Киев). Главк работал в восьми республиках (Белоруссия, Украина, Азербайджан, Армения, Эстония, Литва, Молдавия, Коми) и более чем в 30 областях. Численность работающих в организациях Главка составляла 39 500 человек. В 1971 г. максимальный пик введенных энергетических мощностей на тепловых электростанциях составил 4,4 млн. кВт.

Одной из важнейших проблем Главка на такой разбросанной территории было обеспечение материально-техническими и людскими ресурсами более 75 строек, находившихся в составе Главка. Нас тогда поражали обширные возможности Братскгэсстроя на своих значимых объектах строительства обеспечивать устойчивое выполнение производственной программы, оснащение строительной техникой, машинами, механизмами, оборудованием, материалами и конструкциями. Это сейчас у руководителей строительных площадок может вызвать недоумение, так как любые ресурсы приобретаются по рыночным ценам и в необходимых количествах. В те годы работы Главка необходимо было защищать потребности в ресурсах, порою по весьма заниженным нормативам, что, как правило, приводило к дефициту основных материалов, техники и автотранспорта.

И все же для решения проблем в ресурсах удалось, по примеру Братскгэсстроя, перевести трест «Мосэнергострой» на защиту поставок материалов и механизмов в Министерстве отдельной строкой. Также решалось выделение материально-технических ресурсов и для строительства атомных электростанций — Кольской и Ново-Воронежской, которые до 1973 г. сооружали тресты Главцентрэнергостроя.

Особой славой в Братскгэсстрое пользовались предприятия строительной индустрии. Управление было оснащено мощными современными бетонными заводами на площадках строительства, крупными комбинатами сборного железобетона, предприятиями по изготовлению металлоконструкций и

различной оснастки, домостроительными комбинатами. На заводах выпускался керамзит, столярные изделия, многочисленный сортамент пиломатериалов; функционировали цеха для ремонта техники, автотранспорта; выпускались передвижные мобильные общежития, бытовые и конторские помещения, сантехкабины. Словом, эта база подкрепляла возможности для быстрого маневра в строительном производстве, позволяла во многом механизировать трудовые процессы, развивать специализацию при сооружении объектов. Существовала в Братскгэсстрое отдельная программа строительства общежитий, домов для малосемейных работников; осуществлялось массивное строительство жилых домов, детских садов, школ, больниц, а также комплексная застройка объектами питания и социального назначения. Все это сочеталось с системой подготовки строительных кадров.

В конкретных возможностях коллектива Братскгэсстроя я убедился уже работая в 1980 – 1986 гг. в отделах машиностроения, тяжелой промышленности и энергетики ЦК КПСС. По долгу своей работы мне приходилось контролировать деятельность министерств и ведомств, партийных и советских органов, ответственных за гармоничное развитие народного хозяйства регионов в части создания тепловых электростанций, обеспечивающих промышленность, сельское хозяйство и население необходимой электрической и тепловой энергией, строящихся силами Минэнерго СССР.

Неблагоприятная обстановка с развитием энергетики сложилась в конце 70-х гг. прошлого столетия в восточных регионах Сибири и на Дальнем Востоке. Промышленность регионов развивалась, строилась Байкало-Амурская магистраль, росли предприятия, выпускающие технику для оборонной отрасли, осваивались ресурсы топливно-энергетического комплекса, создавались новые города и поселки. Все это требовало увеличения темпов строительства энергетических объектов для покрытия возникающего дефицита электрической и тепловой энергии.

В эти годы было начато строительство Нерюнгринской ГРЭС в Якутии, Харанорской ГРЭС в Читинской области, Хабаровской ТЭЦ-3, Комсомольской на Амуре ТЭЦ-2, Амурской ТЭЦ, Владивостокской ТЭЦ, 400-километровой линии электропередачи напряжением 500 кВ Хабаровск — Комсомольск-на-Амуре в Хабаровском крае. От ввода в действие этих объектов зависела работа народного хозяйства региона.

Помню, как первый секретарь Хабаровского крайкома А. К. Черный мобилизовывал специалистов в районах, где проходила линия электропередачи, на сборку металлических опор, так как не

хватало рабочих рук. Из-за отставания строительства тепловых электроцентралей в домах Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Амурска в зимний период температура в квартирах не превышала 12 – 13 градусов тепла. Необходимо было к существующим трестам и стройкам Главвостокэнергостроя Минэнерго СССР добавлять новые квалифицированные кадры.

По решению Коллеги Минэнерго СССР, министра П. С. Непорожного Управлению “Братскгэсстрой” было поручено создать отдельные подразделения: ПСМО “БАМЭнергострой” в г. Нерюнгри (Якутия), во главе которого был назначен В. С. Каменев, ПСМО “Северовостокэнергострой” в г. Комсомольске-на-Амуре, руководителями которого в разные годы были С. С. Мазанов, В. Ф. Кустов и Л. П. Соковец. От г. Братска — основной базы эти подразделения находились на расстоянии почти 3000 км, что создавало дополнительные трудности в их работе.

В дальнейшем с 1986 по 1992 г., работая уже в Минэнерго СССР в должности заместителя министра, мне пришлось более детально познакомиться с руководителями Братскгэсстроя и его подразделений.

В 1987 г. решением Коллегии Министерства и нового министра энергетики и электрификации СССР А. И. Майорца Управление строительства “Братскгэсстрой” был преобразовано в Государственное производственное объединение (ГПО “Братскгэсстрой”). Этим самым в Минэнерго СССР сформировалась и завершилась система управления через региональные всесоюзные объединения (строительные и производственные), а также государственные производственные объединения.

Возглавлял Братскгэсстрой Ю. А. Ножиков, бывший управляющий трестом “Востокэнергомонтж”. Энергичный, талантливый руководитель, опытный специалист Ю. А. Ножиков кроме администрирования проводил в области управления и демократические принципы. По положению надлежало выбирать руководителя ГПО на учредительном собрании директоров организаций, входящих в состав ГПО. Такое собрание состоялось 8 – 9 января 1988 г. Минэнерго СССР по согласованию с Иркутским обкомом партии поддержало кандидатуру Ю. А. Ножикова на должность генерального директора Государственного производственного объединения “Братскгэсстрой”. В собрании участвовали первые руководители подразделений Братскгэсстроя, секретарь Иркутского обкома КПСС В. М. Спиринов, секретарь парткома Минэнерго СССР В. И. Коробов, секретарь парткома Братскгэсстроя В. В. Кузин, первый секретарь Падунского райкома партии Ю. Ф. Федотов, секретарь Братско-

го горкома партии В. И. Вершинин, ответственные работники Минэнерго СССР И. Н. Муравьев, С. Л. Сляднев и др.

По своим масштабам ГПО “Братскгэсстрой” выполняло значительный объем строительно-монтажных работ Министерства. Программа на 1988 г. достигала 674 млн. руб., при этом собственные силы составляли 574 млн. руб. (тогда 1 рубль равнялся почти 1,5 доллара США).

Для сравнения, в ВСМО “Союззапсибэнергострой” (начальник В. А. Филонюк) объем строительно-монтажных работ составлял 573 млн. руб., из них собственными силами 379 млн. руб., а в ВСМО “Союзэнергострой” (начальник Г. М. Аксенов) — 627 млн. руб., в том числе собственными силами 481 млн. рублей. Если учесть, что вся годовая программа Минэнерго СССР составляла 8243 млн. руб., эти три объединения на Востоке страны обеспечивали основное строительство энергетических, промышленных и социальных объектов.

К этому хотелось бы добавить и деятельность Главсельэлектросетьстроя (начальник Г. М. Дегтярев), Союззапсибэлектросетьстроя (начальник Ю. В. Чекрыгин) и таких субподрядных организаций как ВСМО “Союзэнергомонтаж” (начальник член Коллегии Министерства П. П. Триандафилиди) и ВО “Союзэлектромонтаж” (начальник Г. П. Орлов).

Только перечень энергетических объектов, сооружаемых Братскгэсстроем в Сибири и на Дальнем Востоке, показывает огромный вклад этого славного коллектива в развитие электроэнергетики Советского Союза, в их числе: Березовская ГРЭС на КАТЭЖе; Богучанская, Тельмамская ГЭС; Нерюнгринская ГРЭС; Комсомольская ТЭЦ-3; Хабаровская ТЭЦ-3; Харанорская, Гусинозерская ГРЭС; Амурская, Благовещенская, Улан-Удэнская ТЭЦ; ВЛ-500 кВ Хабаровск — Комсомольск-на-Амуре; ТЭЦ в г. Братске и г. Усть-Илимске; Биробиджанская ТЭЦ.

Остались в памяти такие прекрасные руководители, как главный инженер Братскгэсстроя И. А. Кованов, заместители начальника Братскгэсстроя Ю. В. Гурин, И. П. Холоднов, Н. Г. Букарев, А. А. Танько. Их самоотверженность и профессионализм также приумножили славу Братскгэсстроя.

Легендарный руководитель Братскгэсстроя, заместитель министра энергетики и электрификации СССР Александр Николаевич Семенов на протяжении более десяти лет возглавляет Совет ветеранов энергетики Минэнерго РФ, Общество чернобыльцев и Некоммерческое партнерство “Совет ветеранов войны и труда энергетиков”. С его инициативой и поддержкой осуществляются масштабные мероприятия по празднованию 50-летия Братской ГЭС.

Кириллов Ю. И.

Братска второго не будет

Братск в моей судьбе занимал разное пространство в зависимости от возраста. В шестидесятые годы он был сибирским периодом молодости. Все самое интересное, эмоциональное, значительное связывалось с Братском. Потом, в семидесятые, появился Усть-Илим, Братск стал эталоном сравнения, оставаясь по-прежнему первой любовью. В восьмидесятые на Сибирь смотрела с высоты гор Дагестана.

В начале перестройки последний раз везла в Братск отчет о состоянии бетонной плотины. В январе 2011 г. отказалась от возможности приехать туда на торжества по случаю выработки триллиона киловатт-часов. Знала, что там все иное. Ядовитый воздух предприятий не так заражает атмосферу Братска, как бесконечные разборки, партийные стычки, углубляющаяся пропасть между поколениями.

В наступившем веке у ветеранов-гидротехников прорвался ностальгический поток воспоминаний о молодости. Для многих такой молодостью был Братск. Мои коллеги писали и издавали книги, где Братск шестидесятых оставался неизменным источником романтизма, самоутверждения молодых. Я не присоединялась к числу авторов, пока не случилась катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС. Поток клеветы, дилетантские рассуждения и новый шквал глупостей о гидротехнике, вопросы и размышления коллег-гидротехников, раскалившие мой компьютер, требовали какого-то ответа. Я написала книгу “Моя Сибирь”, в которой все начиналось, конечно, с Братска.

Выгаскивать главы из книги не захотелось, тем более что она слишком личностная и полемичная. Сейчас нет смысла сводить счеты с новой идеологией мира потребителей, не верящих в то, что шестидесятники могли быть счастливыми людьми не только из-за своей молодости.

Итак, Братск, 1961 г. Пуск первого агрегата. Как раз в канун этого события я впервые прибыла в Братск — моя первая командировка в роли молодого специалиста-гидротехника. После окончания Ленинградского политехнического института меня направили в лабораторию полевых исследований ВНИИГ, в группу С. Я. Эйдельмана, где начинались натурные наблюдения на строительстве Братской ГЭС. Иван Степанович Еремин уже закладывал приборы в бетонные блоки, присылал килограммы ведомостей, цифры из них переписывали в журналы, переводили их в напряжения, деформации и строили однообразные графики. Работа для молодого специалиста казалась примитивной и скучной. Энергия молодости уходила на подготовку вечеров, сочинения институтских газет, занятия в кружках в Доме ученых и ожидание командиров-

ки на самую известную стройку коммунизма. Дождалась!

Я летела в Братск последним самолетом ИЛ-14. Со следующего дня начинались полеты ТУ-104. Летела больше суток. Заиндевшее окошко автобуса никак не оттаивало от моего дыхания. Температура за окном была около минус тридцати. Первый день ушел на поиски ночлега. Гостиница на Левом берегу была набита журналистами. На Правом берегу Дом колхозника и общежития тоже не имели спальных мест. Начальник ЖКХ Правого берега по телефону предложил мне переночевать у него и тут же добавил после долгой моей паузы — у него жена и дети. Истинный братчанин — собирался приютить незнакомую девушку только потому, что ей негде было переночевать. Я добралась до назначенного места у столовой № 33. Рядом с начальником стояла маленькая толстенная женщина в пуховом платке, работница ЖКХ. Она повела меня в свою комнату. Большую часть комнаты занимала широкая кровать. Я прижалась к стене, боясь повернуться, чтобы не стеснять свою благодетельницу. Такая у меня получилась первая ночь в Братске.

Первая проблема, с которой началась моя командировочная жизнь, заключалась в отсутствии раскладушки. Г. Л. Гершанович соглашался выделить мне место в служебной комнате при условии, что я раздобуду раскладушку. Диван в кабинете ВНИИГ принадлежал С. Я. Эйдельману, который должен был приехать через месяц. Раскладушка оказалась дефицитом. Даже Б. В. Пospelов, зам. главного инженера Братскгэсстроя, не мог достать столь редкую вещь. Через неделю ночлега у доброй женщины Г. Л. Гершанович сжалился, и я не только днем, но и ночью могла находиться в ОИСМе.

В лаборатории было шумно: привозили бетон для новых кубиков, их штамповали, относили в подвал, где они хранились до срока своего испытания, готовили экспериментальные смеси бетона, раздавливали на прессах готовые кубики.

Моя работа была тихой. Надевала наушники, приседала перед прессами, на каждом из которых под нагрузкой стояло три бетонных призмы с заложенными в них тензодатчиками. От генератора посылались импульсы, дергавшие струну, и пока она звучала, требовалось уловить частоту ее колебаний. До обеда я успевала взять отсчеты со ста образцов, перевести цифры в деформации и нанести их на график. Ездил в котлован на установку тензодатчиков, подписывала схемы размещения КИА, если они менялись. Такая работа показалась также неинтересной.

Из окошка ОИСМ виднелась сопка с соснами, запеленованными мохнатой изморозью; на телеграфном столбе у моего окна сидел соболик, которо-

го я приняла за кошку. В памяти всплывали красочные картины из жизни героев Д. Лондона. Не менее яркими были и рассказы тех, кто несколько лет назад приехал в настоящую дикую тайгу, жил в палатках, перекрывал Ангару, укладывал первый бетон.

В конце концов я была натурщицей, и требовалось познакомиться с подлинной натурой, на которую я смотрела из окна каждый день. Вначале предприняла поход на сопку. Между заиндеветших, сверкающих на солнце сосен застыли черные фигуры обгоревших стволов. На снегу иероглифами отпечатались следы птиц и зверей. Было минус 38 градусов, у меня слиплись ресницы, но дыхание зимней тайги казалось предисловием к настоящей сибирской жизни.

4 декабря мы с девочкой из группы КИА Светланой Яраевой отправились первопроходцами в тайгу, чтобы там заночевать у костра, отметить девятнадцатилетие Светланы. Наш поход начался цивилизованно. Сели на поезд, вышли на полустанке, по пояс провалились в снег, радуясь начавшемуся приключению под сверкающими необыкновенными ночными звездами. Но к нам двинулись изумленные жители вагончика — молодая пара буровиков. Наша легенда о геологах, ищущих свою партию в ночное время, может быть, показалась им правдоподобной, но отпустить ночью в тайгу двух девиц с тощим рюкзаком они не смогли. Привели в вагончик, накормили жареной картошкой с огурцами, уступили свою супружескую постель. На следующий нерабочий день отвезли на грузовике в Кежму, в правление настоящей геологической экспедиции. Наша экипировка показалась гостеприимным хозяевам легкомысленной, как, наверное, и сами “геологи”. Они подарили нам топорик и бутылку солярки для разжигания костра.

Авантюра началась со станции Кежма. Часа три мы шли по шпалам, а затем направились в тайгу. Шел мокрый ленинградский снег, низкие тучи делали тайгу нефотогеничной. К сумеркам остановились. С помощью подаренного топора соорудили шалаш, сварили глинтвейн, пожелали увидеть вчерашние звезды. И они появились сквозь разогнанные тучи. Началась пурга, силу которой узнали в поселках, где нельзя было выйти на улицу. А когда ветер стих, ударил мороз, появившиеся звезды смотрели на две полужамороженные фигуры, лежавшие на потухшем костре под ветками упавшей на них сосны. Утреннее солнце при сорокоградусном морозе нас не согрело.

Я варежкой раздвигала губы, чтобы произносить оптимистические слова. Самое удивительное в этой романтической аванюре заключалось в полном отсутствии страха. Несмотря на то что наши вчерашние следы были засыпаны ночной пургой, мы все же выбрались к насыпи железной дороги, где проезжавший локомотив подобрал и обогрел двух натурщиц, довез до станции Пашеная. А в

Братске И. И. Наймушин пожалел поднимать солдат в поисках двух трупов, отложив эту необходимую процедуру после пурги. Приказ немедленно выгнать авантюристок из Братска был смягчен, заменен проработкой по комсомольской линии.

Между прочим, та пурга открыла новую страницу в науке о бетоне. Самым ужасным последствием трехдневного отсутствия в ОИСМе было замораживание образцов. Метель раскрыла форточки помещения с образцами, температура опустилась до минусовой, вода в батареях замерзла, лед разорвал батареи, и мои образцы оказались в стрессовой обстановке отрицательной температуры. Струны тензометров звучали совсем по-другому, а переведенные деформации показывали небывалую величину сжатия.

Гидростроительство в Сибири обусловило исследование свойств замороженного бетона. К этому времени тиражировались статьи и рисунки московских исследователей, показавших, как при отрицательной температуре образцы расширялись, что объяснялось увеличением объема льда. Но мои сто образцов сжались в большей степени, чем при снижении положительной температуры. Не верить своим результатам я не могла, брала отсчеты по несколько раз в день и не очень торопилась с восстановлением температурного режима: тот незапланированный эксперимент длился 43 дня. Две недели бетон находился в замороженном состоянии, потом медленно температура дошла до нуля, помещение нагрелось до 20 градусов, и еще две недели образцы привыкали к стандартной температурной обстановке. Но к прежнему состоянию они не вернулись. Исчезнувшая ползучесть возобновилась с большей интенсивностью. Модуль упругости в замороженном состоянии вырос процентов на тридцать, упал после оттаивания, а потом опять начал необратимо возрастать.

Статью писала в Ленинграде с очевидным выводом. Поведение маленьких кубиков из раствора в морозильной камере не имеют ничего общего с настоящим гидротехническим бетоном в плотине. Возникла необходимость изучать влияние отрицательной температуры на гидротехнический бетон в условиях, приближенных к существующим в природе. Изменить тему диссертации было намного легче, чем создать эти натурные условия. Но в шестидесятые годы к науке относились с уважением, не требовали немедленной прибыли и не составляли сметы на каждое движение. К. В. Алексеев, начальник ОИСМ, дал добро на проведение серьезного исследования. В ОИСМе со стороны двора пристроили помещение площадью десять квадратных метров, оборудовали его мощной системой регулируемого отопления. Открывала окно и, когда температура падала на один градус, включалось отопление. Для перемешивания воздуха кто-то принес лодочный мотор, и его шум создавал постоянный зву-

ковой фон, свидетельствующий о рабочем состоянии моей лаборатории.

М. А. Садович помог разработать и сконструировать захват прессы для растяжения больших образцов из реального производственного бетона. Эксперимент длился 123 дня. Медленное, как в плотине, замораживание происходило со скоростью один градус в сутки, затем при температуре минус 30 градусов образцы находились месяц и так же, как в реальных условиях, медленно оттаивали. А потом испытывались при положительной температуре. Изучалось влияние знакопеременного температурного режима на упругие и пластичные свойства бетона. Замороженные образцы, предназначенные для испытания на модуль упруго-мгновенных деформаций, закутывались в ватник, и какой-нибудь доброволец — сотрудник ОИСМа тащил этот девяностокilограммовый груз под пресс в машзал. Вся работа выполнялась без договора, без сметы. И для тех времен это считалось естественным.

Мне хотелось новых доказательств противоположного поведения бетона, чем считалось до тех пор. Кроме экспериментов информацию о влиянии температуры на изменение деформаций свободного бетона можно было извлечь из показаний конусов. До тех пор эти показания никто не анализировал, используя только для расчета напряженных деформаций. В плотине было достаточно зон сезонно-замораживаемого и оттаиваемого бетона. И зависимость деформаций от температуры в плотине полностью совпала с графиками, полученными экспериментально.

Но еще более интересным оказалось поведение плотины в период наполнения водохранилища. С осени 1961 г. я начала строить график зависимости напряжений в бетоне напорной грани от поднимающегося УВБ. В ОИСМ приезжал Б. В. Поспелов вместе с С. Я. Эйдельманом, смотрели на мой лист ватмана, где синие точки показывали уменьшение напряжения сжатия под влиянием гидростатического напора. Весной, несмотря на продолжавшееся наполнение водохранилища, мои синие точки перестали двигаться, а летом направились в другую сторону. Это было необъяснимо, вызывало недоверие к нашей работе натурщиков. Однако невозможно было обвинить все тензометры в сговоре. Тем более что и отвесы (а их показания брались Ангарской экспедицией) тоже свидетельствовали о повороте плотины в сторону верхнего бьефа. Сейчас студенты третьего курса знают о влиянии температурного фактора, о сезонном увеличении напряжений сжатия, которые могут нейтрализовать напряжения от гидростатической нагрузки. Но тогда А. М. Гиндин публично высказал недоверие С. Я. Эйдельману, обвинив сотрудников ВНИИГ в неграмотности. (Когда нет объяснений, вспоминают о температуре.) Не один год наблюдений и по-



Испытание образцов в ОИСМ

следовавших за ними расчетов понадобился, чтобы доказать совместность действия двух противоположных факторов. А какой восторг первооткрывателя я испытала, когда в маленькой комнате ОИСМ по косвенным признакам поняла, что в зимнее время плотина уменьшает рабочее сечение за счет раскрытия горизонтальных строительных швов. И опять прошли годы, прежде чем этот факт сезонной несплошности сибирских плотин стал общеизвестным.

В первые годы моя командировочная жизнь в ОИСМе доходила до восьми месяцев в году. В Братск ездила и другая группа натурщиков-фильтраторащиков, но они жили в другом, комфортабельном мире — в гостинице на Левом берегу, в квартирной системке. Советский вариант гостиниц Хилтон на берегу залива с песчаным пляжем, по соседству с рестораном “Падун”. Наше общение ограничивалось телефонным разговором с неизменным выражением сочувствия и удивления моим подвижничеством. Сидеть в тесной комнатке, спать на диване, воняющим дустом, пользоваться сантехникой в конце коридора и мыться под душем в подвале среди бетонных образцов — это было признаком нездоровой научной одержимости. Изредка меня посещала Ольга Марголина, для которой Правый берег казался удручающе убогим. А для меня он стал родным домом. И когда потом я стала пользоваться всеми благами цивилизации поселка Энергетика, жила в гостиницах или у друзей, Правый берег оставался “малой Братской родиной”.

Забавно, что хотя зимние периоды в моей Братской жизни были длиннее летних, но больше запомнился солнечный летний Братск. И почему-то помнится запах глины после быстрых грозовых дождей. Если сделать усилие, то можно восстановить и красивые зимние пейзажи и сказочную улицу Наймушина в Энергетике, по которой я однажды

ночью добиралась из аэропорта. Кусты под толстым слоем инея превратились в фантастичных рога-тых персонажей, деревья в зимней одежде казались фоном добрых сказок.

В книге О. Марголиной “Люди и плотины” опубликованы мои письма тех лет. Вот одно “зимнее” письмо:

“Холод страшный во дворе, холод дикий в феврале.
В ЛПК мороз трескучий, чтобы не было им скучно,
Разорвал водопровод. Замерзать стал весь народ.
Вывезли больных оттуда, государство дало ссуду
Для решения дилеммы — строить новую систему.
А пока, кругом пожары и от холода — кошмары.
В комнате, где образцы стоят по стойке, как бойцы,
Было около восьми. Вода в трубах перемерзла,
В батарее надавила и железо раздавила.
А теперь там минус двадцать! Самая температура,
Чтоб испытывать натуру! Одеваю полушубок
И тащусь, как полудурок, а потом остаток дня
Холод, Братск, себя кляня, я сижу на батарее
И хочу, чтобы скорее мои кончились мученья
И научные волненья!

Оленька, пришли значения коэффициентов при-
боров и напомним, в каком масштабе построены гра-
фики. Прошу, скорей! Всем приветы. Вера. Зима
1965 г.”

Я была одной из тысячи молодых специалистов, связавших свою молодость с Братском. И та жизнь казалась ярче, интересней ленинградской, где можно попасть в БДТ, в Мариинке посмотреть Дудинскую и Васильева, пойти в Эрмитаж на выставку. Зато в Братске был “Глобус”, приезжала Пахмутова, пел Кобзон, на плотках сплавлялись туристы, отдыхали и готовились к слету, где соревновались команды. Тогда еще не было понятия шоу. Но никакие нынешние представления не могут сравниться с импровизированными выступлениями туристов.

Каждую осень я ездила в Болгарию, на родину моего отца, расстрелянного, как враг народа. В Болгарии встречалась с его бывшими соратниками, идеалистами-революционерами. Один из них, курирующий плотины, устроил мне экскурсию по водохранилищам как наиболее впечатляющим частям гидроузлов. Красивые искусственные озера в го-

рах, на равнине, окруженные виноградниками и садами. Начинались проектные работы новых гидро-станций. Мне предлагалась любая работа в любом гидротехническом направлении. Но я уже была “инфицирована” Братском, его масштабами, его контрастами, его людьми. Писала письма моим болгарским родственникам и друзьям из Братска. Среди моих родственников оказался поэт-шестиде-сятник Володя Башев. Он был журналистом, редак-тором известного журнала, членом редколлегии не-скольких газет и т.д. Наверное, на него произвели впечатление мои письма из Братска и он посвятил мне стихотворение, ничего об этом не сказав.

В шестидесятые годы я летала через Москву с остановкой в Новосибирске, или Омске, или Кеме-рово. В этих аэропортах всегда покупала толстые журналы для чтения в самолёте. Листаю журнал, вижу знакомую фамилию Володи и стихотворение, посвященное Вере. Читаю про работу Веры в Брат-ске. Улыбаюсь снисходительно. Он представлял меня в диадеме из вольтовой дуги. Это импровиза-ция на тему сварочных огней из моего письма. Мне не хотелось обижать автора, я так и не призналась, что случайно прочла стихотворение, а Володя тоже ничего не сказал.

Однажды решила позвонить в Болгарию из Братска. Около месяца согласовывали с Иркутском заказ (еще не было спутниковой связи), и наконец ночью в ОИСМе раздаётся приветливый и уже зна-комый голос телефонистки. София на проводе. В трубке шум, треск, я что-то кричу, телефонистка переводит. Со мной разговаривала мама Володи. Через пять минут мучений разговор прекращается. Несколько лет она потом восторженно рассказыва-ла знакомым об этом звонке: “Меня будят, Володя, к сожалению, в командировке. Я слышу гул из Си-бири. Тяжелые волны шумят”. Так она возможно, представляла, что в трубку Ангара посылала эти звуки. Сейчас по мобильнику можно говорить поч-ти с любой точкой планеты. Но это не вызывает та-кого восторга, как тогда, в комнате ОИСМА я изо всех сил орала в трубку, перекрикивая “шум волн”.

Я помню Братск многих лет, он изменялся, как и вся страна, но мне кажется, что шестидесятые годы строительства в наши биографии вписали самые яркие, незабываемые страницы.

Дурчева В. Н.

Пятьдесят лет тому назад (воспоминания проектировщика)

Летом 1959 г., отработав после окончания института два года по распределению в Теплоэлектропроекте, я решил вернуться к своей основной специальности инженера-гидротехника и обратился в Московское отделение Гидроэнергопроекта с просьбой о приеме на работу. Директор Мосгидэпа А. В. Сухоцкий решил мой вопрос быстро и однозначно — в отдел Братской ГЭС. Для меня тогда слова “Братская ГЭС” звучали, как песня. Лучшего нельзя было и желать.

В июне 1959 г. была перекрыта река Ангара, летом осушен котлован второй очереди. Строительство выходило на завершающий этап — возведение станционной части плотины и здания гидроэлектростанции.

В отделе Братской ГЭС я был направлен главным инженером проекта Г. К. Сухановым в проектную группу, которая вела проектирование здания гидроэлектростанции.

Отдел Братской ГЭС был большим по численности — около 80 человек. В нем были подразделения, проектировавшие бетонную плотину, здание ГЭС с примыкавшим корпусом центрального пульта управления (ЦПУ), грунтовые плотины, сооружения выдачи мощности, а также группа, курировавшая основные вопросы производства работ. Состав отдела был удачно подобран. Во главе подразделений стояли опытные специалисты, прошедшие школу проектирования и строительства гидросооружений еще до Великой Отечественной войны, во время неё и в первые послевоенные годы. Это были инженеры в возрасте от 50 до 60 лет — Н. А. Огородников, К. К. Семейнов, В. А. Терентьев, П. В. Рычков, С. А. Ляндрес. В подразделениях бетонной плотины и здания ГЭС, где объем работ был наибольшим, имелись проектные группы, руководители которых были помоложе — от 40 до 50 лет, но тоже с солидным опытом рабочего проектирования. И, наконец, основная рабочая сила — инженеры и старшие инженеры — молодые люди, недавно окончившие институты и проработавшие проектировщиками 3–5 лет.

В подборе оптимального состава отдела была немалая заслуга главного инженера проекта Г. К. Суханова, который имел разносторонний опыт проектирования гидроузлов на разных стадиях, только что закончил руководство проектированием Иркутской ГЭС — первенца Ангарского каскада — и прекрасно знал кадровый состав института.

Подразделением здания ГЭС, где я работал, руководил Константин Константинович Семейнов, опытный инженер, закончивший в конце двадцатых годов МВТУ, которое тогда было кузницей инже-

нерных кадров всевозможных специальностей. Выглядел он молодо, седые, коротко стриженные волосы сочетались с румяным лицом. Держался несколько старомодно, носил пенсне, был вежлив, называл всех на вы и по имени отчеству. Читал “Юманите-Диманш” — воскресный выпуск французской коммунистической газеты для поддержания знания языка. Под его началом было два руководителя группы — Л. Т. Хачатурова и Е. Н. Бойкова.

Люся Тиграновна Хачатурова была сильным руководителем. Она досконально знала свое дело, не терпела халтуры, умела спросить с людей и в то же время поддерживать хорошие, доброжелательные отношения как со своими подчиненными, так и с многочисленными смежниками. Несколько лет назад механики В. А. Линючев и А. Ф. Щуров, работавшие над проектами Братской и Усть-Илимской ГЭС, вспоминали её как образец ведущего специалиста по гидротехнической части, характеризуя свое отношение к ней словами “Вот когда Люся была ...”. Когда ей дали квартиру в гидэповском доме на Варшавке — однокомнатную на троих, как же она была рада, переехав туда из комнаты в коммуналке! Люся устроила новоселье, пригласив всю нашу группу.

Коротко расскажу о некоторых коллегах из исполнительского состава.

Юра Авдеев, самый старший из нас, ему уже исполнилось тридцать лет, очень организованный и пунктуальный человек. Толя Назаров, высокий, около 190 см, сильный, спортивный, в работе отличался тем, что делал невероятно плотные чертежи, насыщенные так, как будто перед ним была поставлена задача экономить ватман. К слову сказать, листаж у нас никто специально не гнал, сдельщины у нас не было. Рабочие чертежи гидротехнической части здания Братской ГЭС с двумя монтажными площадками и корпусом ЦПУ уложились менее чем в 600 номеров, да еще некоторое количество чертежей, выпущенных в ГРП в Братске. Лида Асамова, жизнерадостная толстушка и хохотушка, мама двух близнецов. Саня Пирогов, самый оригинальный человек в нашем маленьком коллективе, любимец Люси Тиграновны. Слава Теряев, секретарь комитета комсомола, веселый и общительный.

Каждый из нас имел на рабочем месте чертежную доску с рейшиной (кульманы в отделе были редкостью) и главный расчетный инструмент — логарифмическую линейку. Ещё в отделе было несколько арифмометров “Феликс” и немецких механических калькуляторов, трещавших, как пулеметы. В просторном помещении на первом этаже работала вычислительная машина “Урал”, на ней де-

ляли расчеты арочной плотины Ингури ГЭС. Но нет худа без добра. Отсутствие компьютеров, из-бавляющих сегодня нелюбопытных или ленивых инженеров от критического углубления в полученные результаты, заставляло лучше вникать как в методику, так и в результаты расчетов, производимых ручным способом. Кальки с чертежей делали тушью, для чего в институте работало большое копировальное бюро.

В нашей группе ГЭС сложились хорошие и демократические отношения, люди умели работать и пошутить, посмеяться, в том числе друг над другом. После того как нас переселили в отдельную маленькую комнату, группа наша как-то быстро спаялась, превратившись в дружный коллектив. Стали отмечать дни рождения. Новорожденному дарили какой-нибудь подарок, а он угощал всех тортом или конфетами, летом — фруктами или ягодами. Мне однажды подарили маску и ласты с наивными и трогательными стихами:

“Ты, маской на солнце сверкая,
Погрузишься в пенистый ад
И там, про ГИДЭП вспоминая,
Быть может, вернешься назад”.

Вино на дни рождения тогда еще не пили, это придет несколькими годами позже, в середине шестидесятых.

Братская ГЭС в то время была самой мощной в СССР и во всем мире. Поэтому, естественно, особое значение придавалось архитектурному облику станции, ее органическому слиянию с окружающими берегами и водным простором, а также лицу ГЭС — машинному залу. Перед коллективом проектировщиков, прежде всего архитекторов и гидротехников, а также инженеров других специальностей стояла задача создать выразительный образ гидроузла в целом и отдельных его сооружений. В здании ГЭС, помимо машзала, это относилось и к примыкающему корпусу ЦПУ.

В подразделении здания ГЭС из общего состава была выделена группа из трех человек: руководитель Е. Н. Бойкова, Г. С. Лашина и я. Нам было поручено разработать несущие конструкции машзала. Мы приступили к работе в январе 1960 г. Согласно поставленной задаче верхнее строение здания ГЭС должно было быть запроектировано в сборном железобетоне и иметь выразительное архитектурно-строительное решение. Работу распределили следующим образом: мне достались колонны, подстропильные балки-прогоны и расчеты общей прочности конструкций каркаса машзала в строительный и эксплуатационный периоды, а Галине Лашиной — подкрановые балки и балки кровельного перекрытия. Задача была довольно сложной: в машинном зале должны работать два мостовых крана грузоподъемностью по 350 т. В сцепе они

должны были перевозить самую тяжелую часть гидроагрегата — ротор генератора. Нагрузки на подкрановые балки и колонны были очень большие. Для ускорения ввода первых агрегатов они должны были пускаться под временным шатром и поэтому в строительный период машинный зал представлял собой открытую подкрановую эстакаду, не замкнутую надкрановыми колоннами и кровельными балками в рамную конструкцию. Кроме того, было ограничение по весу сборных элементов по условию грузоподъемности монтажных кранов. К тому же стыки сборных элементов должны были быть преимущественно сварными, без мокрых процессов.

Проработки по колоннам машзала я начал с традиционных промышленных конструкции: прорисовал и просчитал варианты колонн прямоугольного и двутаврового сечения, одноветвевых и двухветвевых. Но все было не то, что нужно, а главным в этом “не то” были продольные вертикальные крестовые связи, которые должны были устанавливаться в каждом температурном блоке каркаса машзала для восприятия деформаций и усилий при продольном торможении кранов и обеспечивать тем самым продольную жесткость каркаса. Вот эти самые связи и стали для наших архитекторов камнем преткновения, потому что портили интерьер машзала.

С самого начала наша работа контролировалась главным инженером проекта Г. К. Сухановым, главным архитектором проекта Ю. Н. Гумбургом и главным архитектором института Г. М. Орловым. Прорабатывался вариант за вариантом, но все они отвергались руководством. Однажды в нашу комнату зашел Георгий Михайлович Орлов, ученик и соратник знаменитых братьев Весниных — авторов архитектурного решения Днепрогэса. Остановившись около меня, он спросил, как идут дела, чем я занимаюсь. С молодым нигилизмом, измученный бесконечными вариантами, я спросил, а нужны ли эти поиски, ведь, в конце концов, ГЭС — это завод по производству электричества, а цеха заводов проектируют прежде всего исходя из технологических требований. Он помолчал, а потом как-то с грустью сказал, что молодые люди не всегда понимают значение тех сооружений, которые они проектируют; данный же случай является особым, когда значение сооружения таково, что должно быть выражено и в его архитектурном облике. Это был очень полезный урок для меня. Решение в результате было найдено, и сейчас, когда фотографии машзала Братской ГЭС растиражированы в массе проспектов и в специальной литературе, я, глядя на них, испытываю радость и гордость от того, что мне довелось принимать в этом проекте самое непосредственное участие.

А дело было так. Кто-то из архитекторов нашел в иностранном журнале фотографию маленькой, кажется, швейцарской гидростанции: за стеклянной стеной были видны наклонные колонны, идущие от пола машзала до кровельного перекрытия, и образующие треугольники, а в середине высоты этих колонн проходили подкрановые балки. Треугольник — геометрически неизменяемая система, и не надо никаких дополнительных устройств для обеспечения ее жесткости. Сейчас мне кажется странным, как мы сами не додумались до этого. Видимо, на нас воздействовали стереотипы в решении конструкций промзданий с кранами.

Итак, идея была ясна, но буквальное копирование её было невозможным. Наклонные колонны на всю высоту здания, несущие крановые нагрузки при наших размерах машзала получались такими громадными, что их нечем было поднять. Тогда я предложил сделать треугольники только ниже подкрановых балок, а выше стыка двух наклонных колонн поставить вертикальные надкрановые стойки. И все получилось. Две наклонные подкрановые колонны стыковались своими верхними концами на сварке через мощные закладные части из уголков, образуя площадку для опирания подкрановых балок с огромными вертикальными нагрузками, а внизу стык колонн с подколонниками был замоноличиваемым.

В 1960 г. все рабочие чертежи верхнего строения здания ГЭС были нами закончены и отправлены заказчику. А в конце года было решено направить группу инженеров в Братск для разработки рабочих чертежей на месте в группе рабочего проектирования. Такое часто практиковалось в институте, давая возможность проектировщикам видеть стройку, лучше и оперативнее реагировать на замечания и пожелания строителей.

Группа из восьми человек во главе с Л. Т. Хачатуровой в начале декабря вылетела в Братск. Командировка была выписана на два месяца, поэтому взяли с собой кое-какие припасы для встречи Нового года. Приземлились уже в темноте на аэродроме в старом Братске, километрах в пятидесяти от стройки. Погрузились во встречавшую нас “будку”, то есть грузовой автомобиль с кузовом, закрытым деревянным коробом, со скамейками вдоль бортов.

Поселились мы в гостинице в поселке Падун, которая представляла собой четыре недавно построенных брусчатых дома. Рядом было здание ресторана. Все это хозяйство находилось на высоком левом берегу Ангары, среди сосен сохранным участком тайги. Вдали были видны краны на главной бетоновозной эстакаде строительства. В Падуне находилась и ГРП Гидроэнергопроекта. В поселке было три улицы, шедшие параллельно Ангаре. Самая красивая — Набережная была застроена де-

ревянными коттеджами, стоящими среди сосен, кроны которых зимой были опущены инеем на фоне яркого голубого неба. Сквозь деревья открывался вид на широкую долину реки, которая скоро должна была стать ложем огромного водохранилища. Воздух был таким чистым, что окна домов и к весне оставались такими, как будто их только что вымыли.

Зимние дни короткие. Уходили мы утром на работу затемно, когда за левым плечом над Ангарой горела яркая звезда, может быть Венера, а возвращались опять же в темноте, да и задерживались мы после окончания рабочего дня довольно часто. Когда мороз переваливал за сорок градусов, спускался морозный туман и начинали образовываться льдинки в носу. Но воздух был сухим, и при теплой одежде мороз не сильно донимал. Влажно и холодно было в котловане ГЭС, потому что рядом была прошедшая через водосбросы незамерзающая Ангара, и по той же причине в котловане всегда было пасмурно, в то время как наверху, где мы жили, сияло солнце.

Группа рабочего проектирования размещалась на первом этаже двухэтажного здания на улице Гидростроителей. Это был солидный по численности отдел, укомплектованный специалистами разных специальностей (гидротехники, электрики, сантехники, связисты, архитекторы и др.), занимающийся авторским надзором и решением текущих вопросов, которые могли быть разрешены без вмешательства Москвы.

В воскресенье, а иногда и после работы, в темноте, катались на лыжах, которые привезли из Москвы. Поставили на лыжи даже Люсю Тиграновну, до этого она имела о них только зрительное представление.

В котлован строящейся Братской ГЭС в рабочие дни добирались на крытом грузовике, взятом в ГРП. Чтобы попасть туда пешком от нашей гостиницы, нужно было сначала пройти по дороге, а потом спуститься в глубокую падь, на противоположном склоне которой росла на скале одинокая сосна. Выросшая на открытом месте, на свободе, она не была похожа на таежные мачтовые сосны, была не слишком высокой, но с большой и густой кроной. Растущая на присыпанных снегом темных диабазовых скалах, на фоне голубого неба, она была очень красива, особенно когда смотришь снизу вверх. Для меня она стала символом Братска.

Подошел Новый, 1961 год. Мы с Теряевым отправились в будущую зону водохранилища, где после лесосводки остался молодой подрост, и срубили несколько елочек. Одну поставили в номер к нашим женщинам, остальные раздали в гостинице. Новый год встретили сначала по местному времени, а через пять часов — по московскому.

В январе начался монтаж колонн машинного зала. До отъезда в Москву я успел увидеть и сфотографировать первые пары подкрановых колонн, которые были установлены на специальные монтажные кондукторы для сварки закладных частей и омоноличивания нижних узлов, соединяющих их с подколонниками.

В конце января, закончив свою плановую работу, мы вернулись в Москву. И тут, не успели мы придти в себя после возвращения из командировки, буквально через неделю приходит из Братска телеграмма с вызовом меня в связи с возникшими дефектами сварных стыков колонн. Мы вылетели в Братск с Евгением Александровичем Блондом, которого приставили ко мне в качестве старшего начальника, хотя до этого он в нашей работе по верхнему строению участия не принимал. Он мне сразу сказал: “Ты будешь делать все, что нужно, а я ругаться со строителями”.

Когда мы прилетели в Братск и поехали в котлован, то я увидел ужасную картину. Мощные уголки закладных частей, с помощью которых стыковались верхние оголовки двух наклонных колонн, были вывернуты из бетона вместе со стальными анкерами. Первый раз я в натуре увидел, что могут сделать сварочные напряжения. Произошло следующее. Сварной шов стыка из-за огромных передаваемых усилий был толстым. При сварке на открытом воздухе закладные части вместе с наплавленным металлом сначала разогревались, а потом остывали, деформируясь при этом, чему препятствовал бетон, в который они были заделаны. Возникающие при охлаждении напряжения были настолько большими, что анкерующие закладную часть стержни выдирали из бетона. Это был хороший урок всем нам, не имевшим опыта таких работ, не только мне, инженеру с трехгодичным стажем, но и всем, кто расписался в штампах чертежей выше меня. И техотдел строительства, подписавший наши чертежи в производство, тоже не сталкивался с подобными проблемами, хотя все мы знали из литературы об опасности сварочных напряжений.

Нужно было срочно искать решение. Поразмыслив и сделав необходимые расчеты, я сказал Блонду, что, по моему мнению, единственный выход — отказаться от “сухого” стыка, перейдя на “мокрый”, то есть с омоноличиванием бетоном. Я быстро сделал чертеж замоноличиваемого узла, и мы поехали показать его строителям. Для того чтобы перейти на предлагаемое нами решение, нужно было разобрать бетонные оголовки уже установленных нескольких пар колонн, то есть раздолбить отбойными молотками армированный бетон. Объем небольшой, но работа неприятная, и я боялся, что с нами не согласятся. Кроме того, нужно было немного переделать металлические формы для изготовления

сборных колонн. Однако вышло совсем не так. Все быстро согласилось с нашим предложением и поручили мне как можно скорее внести изменения в чертежи и передать их на строительство. Все обошлось наилучшим образом, решение получилось надежным и простым.

К концу марта мы решили все вопросы по колоннам и вернулись в Москву. Шла весна 1961 г. 12 апреля утром, придя на работу, наша сотрудница Г. В. Бурняшева, у которой муж работал журналистом в агентстве печати “Новости”, сказала нам, что сегодня будет сообщение по радио о запуске в космос человека. Включили радио и услышали эту потрясающую новость, а на следующий день все пошло на демонстрацию, полустихийную. До Красной площади мы не дошли, из за многолюдья демонстрацию прекратили в шесть часов вечера, когда мы были около Детского мира. На банкете в честь первого космонавта Ю. А. Гагарина Хрущев Н. С. сказал: “Пусть знают господа империалисты (он так произносил это слово) — наш Юра там был ...”. Это я слышал по радио, был ли это прямой эфир или запись, сейчас утверждать не могу.

Осенью 1961 г. был пущен первый гидроагрегат Братской ГЭС. Мы — Л. Т. Хачатурова, А. С. Назаров, И. В. Орехова и я — в начале октября вылетели в Братск с недоделанными чертежами одной из позиций графика, чтобы их там закончить и выпустить. Мы были так рады этой командировке, что чуть не потеряли рулон ватманов, забыв его в такси, на котором приехали в аэропорт. Хорошо ещё, что быстро вспомнили и машина была приметная, ЗИМ, и не успела уехать обратно в Москву.

В Братске все сделали в срок и остались на пуск первого агрегата. Впервые в жизни я наблюдал это великое для меня, как инженера, событие. Стояла солнечная теплая осень, водохранилище наполнялось, в зоне затопления жгли последние постройки, оставшиеся от временного поселка строителей, а на гидроэлектростанции круглосуточно шли монтажные работы. По подкрановой эстакаде недостроенного машзала ездили два громадных мостовых крана, обеспечивая монтаж. Внезапно ударил мороз, несильный, градусов восемнадцать, выпал снег. Началось затопление котлована здания ГЭС. Через прорезь в перемышке, сделанную бульдозером, хлынула вода, сначала ручейком, а потом все увеличивающимся потоком, пока котлован не заполнился полностью и стал нижним бьефом станции. Еще через какое-то время первый агрегат был поставлен на холостые обороты. Событие это отметили в гостинице, где к нашей группе присоединились гидромеханики Линючев и Алимов, у которого нашлась бутылка коньяку. Братская ГЭС начала жить и работать.

Вспоминая в юбилейный год Братскую ГЭС и ее создателей, нельзя не вспомнить двух человек, без которых она не стала бы такой, какая она есть: главного архитектора проекта Ю. Н. Гумбурга и главного инженера проекта Г. К. Суханова.

С Юрием Николаевичем Гумбургом я проработал над проектами машзала Братской ГЭС и корпуса ЦПУ с перерывами несколько лет, вплоть до сдачи гидроэлектростанции в постоянную эксплуатацию. Вместе бывали в командировках и подружился, несмотря на разницу в возрасте.

Ю. Н. Гумбург родился в 1907 г., происходил, видимо, из прибалтийских (остзейских) немцев. Отец его был полковником царской армии, к началу гражданской войны он умер. Юра жил с матерью и братом в Оренбурге и, когда колчаковская белая армия, теснимая красными, начала отступать на восток, мать приняла решение уходить с ними. В поезде добрались до Иркутска. Юра тогда был кадетом, в дороге он заболел и поэтому, не участвуя, наблюдал из окна вагона, как адмирал Колчак проводил смотр кадетского корпуса. После того как чехи предали Колчака, выдав его красным, а белая армия в Сибири прекратила свое существование, уйдя в Маньчжурию, Монголию и на Дальний Восток, мать Гумбурга с детьми осталась в Иркутске. Позднее они перебрались в Москву, где он закончил школу. Пытался поступить в Архитектурный институт, но с первого раза не вышло из-за его социального происхождения. Однако он не растерялся и поступил работать на завод. Через год получил справку о том, что он рабочий, после чего его приняли в институт.

Гумбург был человеком энергичным, шумным, насмешливым и в то же время очень деликатным. Мы с ним неоднократно проживали в одном номере в гостинице, и у меня никогда не было чувства тягости, как бывает иногда, когда возникают неловкость, паузы в общении, которые не знаешь, чем заполнить. Мы оживленно разговаривали, у нас всегда находились общие темы, или молчали, не ощущая при этом дискомфорта. Когда начинало темнеть, он любил эти часы и говорил: “Давай не будем зажигать свет, посумерничаем”.

Юрий Николаевич очень тонко чувствовал цвет и создал прекрасное цветовое решение машинного зала Братской ГЭС, за что ему пришлось серьезно бороться с консервативными вкусами различных строительных руководителей. Душа радуется, когда смотришь на белоснежный почти полукилометровый машзал, где на черном полу стоят оранжево-черные конструкции гидроагрегатов. Когда его упрекали в том, что так не делают, что оборудование традиционно красят в серый или голубоватый цвет, он темпераментно объяснял, что оранжево-черный — это цвет георгиевской ленты, это тор-

жественная гамма, а в голубой красят кровати. На замечания, что невозможно прочесть размещенную на полукилометровом фасаде машзала надпись “Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны” он говорил, что она и не должна читаться, это не “Гастроном”, а должна быть в сердце или в голове.

Однажды его все же поправили и серьезно. В зале корпуса ЦПУ, на глухой стене первого этажа, Гумбург предложил сделать мозаичное панно и нарисовал его эскиз. На панно должна была располагаться схема Ангары от Байкала до Енисея с показанными на ней гидростанциями, а сбоку — женское лицо, символизирующее Ангару, по бурятской легенде дочку Байкала, убежавшую к богатырю Енисею. Перед тем, как давать задание на панно художникам-монументалистам, наши архитекторы показали эскиз министру энергетики П. С. Непорожному. По словам Гумбурга, министр категорически заявил: “Никаких баб, а должен быть Ленин”. Вот теперь там и красуется очередной Ленин. После пуска Братской ГЭС мы с Ю. Н. Гумбургом запроектировали небольшую, но очень симпатичную необычную конструкцию. В корпусе ЦПУ были запроектированы два больших (16 × 16 м) помещения, расположенные одно над другим. Сквозь стеклянные стены открывался вид на Ангару, на бетонную плотину и на фасад здания ГЭС. Первый этаж предназначался для приема гостей, которые будут посещать уникальную гидроэлектростанцию, а второй — для размещения кабинетов ее руководства. Эти этажи решили соединить не обычной, а винтовой лестницей из монолитного бетона. Это была очень интересная, творческая задача. С расчетом винтовых конструкций до этого мне сталкиваться не приходилось. В конце концов мы ее решили, включая способ изготовления винтового монолитного бруса — косоура лестницы. Позднее мне рассказывали, что бригада, которая делала опалубку, армирование и бетонирование, отнеслась к этой необычной конструкции с профессиональным интересом, им нравилось ее делать. Распалубленный косоур был беленьким, потому что бетон был на белом цементе с добавлением мраморной крошки, а его винтовая форма создавала иллюзию движения вверх и хорошее настроение. После того как помещения корпуса ЦПУ были полностью отделаны, оказалось, что лестница очень удачно вписалась в интерьер, подтверждая высокий художественный вкус Ю. Н. Гумбурга и наполняя меня чувством профессиональной гордости за то, что я ее рассчитал и сконструировал.

Выйдя на пенсию, Ю. Н. Гумбург увлеченно работал в Обществе охраны памятников истории и культуры в Москве.

Герман Константинович Суханов в то время был уже многоопытным главным инженером проекта. Начав работать в Гидроэнергопроекте в 1935 г., он участвовал в создании проектов многих гидроэлектростанций, которые строились в Советском Союзе перед Великой Отечественной войной. В военные и первые послевоенные годы к новому строительству добавились восстановление разрушенных и достройка незавершенных объектов. Герман Константинович приобрел неоценимый опыт, и неудивительно, что в 1948 г. именно его назначили главным инженером проекта Иркутской ГЭС — первой станции Ангарского каскада. Став во главе проекта Братской ГЭС, он сумел организовать слаженную работу большого коллектива различных специалистов в институте, взаимодействие с многочисленными субподрядными проектными, монтажными, научными организациями. Многие вопросы нужно было решать с нуля, ведь таких гидрозвуков, как Братская ГЭС, у нас в стране еще не создавалось. Она была уникальна по своим энергетическим показателям, высоте плотины, природно-климатическим условиям, неосвоенности района строительства.

Обладая глубокими и всесторонними знаниями, Г. К. Суханов отличался принципиальностью и настойчивостью в отстаивании своей технической политики. Достаточно вспомнить его упорство в отношении попыток навязать сверху послабления в отношении требований к температурному регулированию в бетонной кладке плотины в строительный период и цементации межстолбчатых швов. Ему были свойственны разумный консерватизм и осмотрительность при принятии технических решений, принцип “семь раз отмерь, один раз отрежь”. Он уважительно относился к людям и их мнениям. В общении был прост и демократичен, сдержан, не допускал эмоциональных проявлений. В техдокументацию, представляемую ему на подпись, Герман Константинович вникал глубоко и до тошно, всегда оставлял на полях замечания своим мелким, четким почерком.

Не терпел вмешательства людей не в свои дела. Маленький пример. На строительстве бетонной плотины Усть-Илимской ГЭС было принято решение, согласованное со строителями и с нашими архитекторами, о выполнении низовой грани плотины в опалубке с лицевой поверхностью из строганных досок, что давало ровную, кажущуюся издали чуть шероховатой поверхность бетона. Все шло хорошо, но однажды один сотрудник Гидропроекта, занимавший довольно высокую должность, приехав на стройку, согласовал с кем-то из строителей обивку поверхности опалубки водостойкой фанерой для повышения гладкости, из лучших побуждений. Результат проявился сразу после распалубки. На общей одинаково шероховатой поверхности бетона низовой грани появились прямоугольные участки, гладкие, как рояль, и обрамленные очень заметными неровностями в местах стыковки опалубочных щитов. Архитекторы сразу пожаловались Суханову, как только он приехал на строительство. Последовало немедленное указание об отмене согласования фанерной обшивки.

Часто о выдающихся людях судят по наличию у него учеников. Герман Константинович Суханов, мне кажется, никого специально не поучал, не натаскивал, не заставлял. Люди учились на его примере, учились честному проектированию, хотя тогда и понятия не имели об откатах и других современных штучках. Он помогал людям расти, поручая им сложную, трудную работу, которая заставляла думать и искать.

После Братской ГЭС мне довелось работать под руководством Г. К. Суханова в течение более 20 лет. Сначала в качестве его заместителя по бетонной плотине Усть-Илимской ГЭС и позднее, когда я был главным инженером проекта Адычанской ГЭС в Якутии, а он, как заместитель главного инженера института, осуществлял общее техническое руководство нашим гидротехническим отделом.

Пятьдесят лет прошло с той памятной осени 1961 г., но память о том славном времени живет, а Братская ГЭС работает на благо нашей Родины.

Сергеев И. П.

Это было недавно, это было давно (воспоминания о Братске)

Едим в Братск

Вечером 9 августа 1956 г. на одесском перроне, с которого отправлялся московский поезд, было оживлённо. Возле плацкартного вагона собралась немалая толпа нарядных весёлых людей разного возраста с сумками и пакетами в руках. Провожали в Сибирь новоиспеченных инженеров-гидростроителей, выпускников Одесского инженерно-строительного института: молодожёнов Василия Герасименко и Галину Мельниченко, Владимира и Татьяну Конько и красавицу Эльвиру Карпенко.

Из семидесяти молодых специалистов гидростроительного факультета пятнадцать имели назначение в Братскгэсстрой. Такое решение министерства было с трудом получено в результате поездки в Москву Володи Рябых, который потом уехал в Братск первым, чтобы встретить нас на месте. Остальные — Тариель Гогоберидзе, Лёва Мараховский, Володя Калмыков, Ким Ефремов, Надя Сафразова и другие — приехали немного позднее. Столик в нашем купе “ломился” от принесенной провожающими еды: конечно же, варёная курица, домашняя колбаса, торт “Наполеон” и прочие кондитерские изыски, все созревшие к этому времени овощи и фрукты, а наши желудки, как назло, уже напичканы “до отвала” всякими вкусностями в дорогу. Так и получилось, что к утру почти все угощения остались в купе: не брать же их с собой в жаркую столицу, где нужно посетить многие места, а главное — недавно открытую ВДНХ. На следующий день мы легкомысленно не стали запастись продуктами, даже хлебом, в дорогу. Решили, что будем покупать их на станциях. Не помню, чья была спасительная идея купить на одном из перронов мешок яблок, который был водружен в проходе у стола, потому что, отъехав от Москвы совсем недалеко, мы обнаружили на остановках пустые киоски и такие же буфеты. Не было не только колбасы, не говоря уже о горяченьких сосисках, которыми мы наслаждались на ВДНХ, не было хлеба, каких-нибудь булочек. Зато в витринах с разной степенью художественного вкуса были выставлены “узоры” из банок консервов “Тресковая печень”. Сначала мы обрадовались, но без хлеба она быстро стала несъедобной, пришлось довольствоваться яблочной диетой.

А мимо мелькали редкие деревушки и полустанки. Кто-то из молодых талантов, кажется Валя Авдеев, потом напишет:

“Вагонные окна сжала тайга,
Третьи сутки лес и лес,

Здорово всё-таки от Москвы далека
Эта самая Братская ГЭС”.

Уже в Тайшете мы обратили внимание, что встречающие поезд люди держат в руках зелёные ветки и машут ими перед собой. Очень скоро стало понятно: атакуют тучи мошкары, по-простому, гнуса и спастись от него можно только в помещении. Каждое лето гнус приносил много неприятностей строителям. Позднее Арон Маркович Гиндин, главный инженер стройки, наладил контакт с московским институтом микробиологии и тропической медицины, и однажды летом мы так и не дождались массового вылета мошкары: она была истреблена “в зародыше” опылением камней Падунских порогов.

Поезд Тайшет — Братск с нашим прицепным московским вагоном прибыл на конечную станцию, где нас встречал Володя Рябых на грузовике с надписью на бортах “Братскгэсстрой”.

Нужны проектировщики

В моей трудовой книжке навсегда запечатлена дата 18 августа 1956 г. — это начало моей непрерывной и, смею заметить, добросовестной службы на стезе строительства гидроэлектростанций. В тот день мы появились в отделе кадров Братскгэсстроя, вооружённые свеженькими дипломами и направлениями Министерства строительства электростанций (в то время их сооружение и эксплуатация подчинялись разным министрам). Нашу небольшую группу сразу отправили к главному инженеру стройки. А. М. Гиндин, посмотрев дипломы, сказал: “Будете работать в проектной конторе, срочно нужны проекты производства работ”.



Вид на Падунский порог на р. Ангаре до начала строительства Братской ГЭС



А. М. Шохин, начальник строительства Зейской ГЭС

Многие из тех, кто будет читать эти строчки, представляют себе Василия Герасименко — высокого, строгого, в гимнастёрке, участника войны, оставившей на его теле следы от ранений, будущего начальника строительства Усть-Илимской ГЭС, и Владимира Конько в лёгкой куртке морского авиатора, будущего главного инженера строительства Зейской ГЭС и главного инженера Главка Минэнерго. Арон Маркович, видимо, почувствовал, что перед ним сильные личности, способные инженеры, поэтому долго не сопротивлялся их категорическому отказу: “Ладно, пока нет подразделений по строительству основных сооружений, пойдёте прорабами в Управление механизированных работ, а ваши спутницы — туда же мастерами”.

Несколько ночей мы провели в палаточном городке Зелёный под равномерный рокот Падунских порогов, а потом отдел кадров “осчастливил” нас двумя комнатухами площадью по 6×2 м, предназначенными для умывальников в щитовых бараках семейных общежитий 45-го квартала правого берега. Часть площади занимала печь, у стены стояла узкая железная кровать, поместился ещё импровизированный стол из чемоданов с моим приданным. В конце сентября у двери появился мешок картошки, заработанный мужем на её уборке.

В нашем общежитии в каждой комнате проживало по 2–3 семьи с детьми, поэтому мы в своих шести квадратах чувствовали себя вполне комфортно, тем более, что комнатуха, как резиновая, принимала в себя ещё и гостей. Нередко приходили Алла и Вася Герасименко и тогда под шестиструнную гитару звучали душевные украинские песни. Приходили шахматисты, благо, я не забыла захватить свои заслуженные доску и часы. На электроплитке кипела картошка в мундире, хозяйки нарежали вкуснейшее сало, присланное Васе родителями из деревни. А завтра каждый из нас торопился на свой участок нелёгкой ответственной работы.

Ледоход – 1957 г.

Управление механизированных работ Братскгэсстроя, где началась наша трудовая биография, занималось земельно-скальными работами — устройством выемок и отсыпкой автодорог и площадок. Оно имело немало строительной техники, которой, впрочем, всегда не хватало. В его ведении были карьеры скального грунта, щебня, гравмассы, песка, организацию работ в которых поручили прорабу В. Конько. Дело оказалось нелёгким: экскаваторы постоянно ломались, ремонтная служба была невелика, поэтому сразу пригодились знания и навыки военного и послевоенного времени, которые Владимир получил в процессе учёбы в авиационном училище и последующей службы на аэродроме морской авиации. Я стала мастером на отсыпке временных дорог под руководством прораба А. Шварёва — неопределённого возраста, небольшого роста, с единственным зубом во рту, умевшим высказать мысль только нецензурными словами. Мой прораб появлялся только утром, давал мне задание в форме “нагоняя” и исчезал, оставив чертёж дороги, по которому мы с геодезистом делали “разбивку”.

Незаметно пришла зима. Оказалось, что нужна не просто тёплая, а очень тёплая, вдобавок удобная одежда. Выдали чёрные валенки, конечно, большого размера, телогрейки и полушубки, тоже чёрные и тоже большие. По тем правилам женщины не носили мужских шапок, только платки, а из-под полушубка обязательно должна была виднеться юбка, под которую, за неимением колготок, надевались шаровары.

В этом наряде нужно было не только находиться на дороге, но и запрыгнуть на подножку самосвала, влезть на гусеницу бульдозера иногда для того, чтобы напомнить комсомольцу об уплате членских взносов, потому что в первые же дни моего появления в УМР было создано собрание и я стала секретарём бюро комсомольской организации.

Самым ответственным объектом была отсыпка бечевника — автодороги от правобережной площадки до створа будущей ГЭС, прижавшейся к береговому скалам. Работы велись круглосуточно, очень напряжённо: поджимали сроки начала устройства banquetов котлована первой очереди, призванного отгородить 2/3 русла реки. И вот настал день, когда начальник управления объявил, что назначает меня мастером в смену прораба Герасименко по их отсыпке. Ура! Мы приблизились к своей цели — непосредственному участию в строительстве величайшей в мире ГЭС!

Началось с прокладки вспомогательной ледовой дороги, параллельной бечевнику. Нам с геодезистом была вручена схема, он шёл впереди, я в своих валенках и полушубке — за ним, а за мной

двигались два бульдозера с удлинёнными ножами, перекрывающими друг друга. Лёд достигал двухметровой толщины, и сзади тянулась гладкая поверхность дороги с аккуратными бордюрами из льда и снега.

В створе плотины уже давно кипела работа: рубились на льду, сталкивались бульдозерами в майны (большие проруби) и загружались камнем ряжи продольной перемычки. Работами руководил Алексей Шохин — инженер с комсомольским задором в сердце, будущий начальник строительства Зейской ГЭС.

К этой перемычке должны были примкнуть верховой и низовой банкеты, создав П-образную замкнутую территорию, как бы огромную чашу, в которой, благодаря постоянной откачке воды, насухо производились работы по устройству котлована и бетонированию “бычков” водосливной плотины.

Отсыпка верхового банкета велась со льда: сначала в “бой” вступала ледорезная машина, которая надрезала (не до самой воды) лёд по контуру майны, затем продолжала бригада подрывников под командой красивого, высокого, энергичного Пороха. Я сначала решила, что это прозвище, но, подписав первые наряды, обнаружила — фамилия. Они забуривали перфораторами сетку скважин, опять же не до воды, закладывали в них взрывчатку и превращали сплошной ледовый массив 10 × 10 м в кашу из шуги. Пришлось пожертвовать одним из ковшей драглайна — вырезать в нём отверстия для выхода воды. Из майны вычерпывался плавающий лёд, грузился в самосвалы и отвозился в отвал вниз по течению. А по бечевнику постоянно двигалась очередь МАЗов со скальным грунтом. Один за другим они разворачивались, осторожно подъезжали к кромке майны и высыпали в воду свой груз. Рядом постоянно дежурил замечательный специалист на своём стареньком бульдозере, чтобы при необходимости столкнуть в майну оставшийся грунт. Работа шла круглосуточно, без выходных и праздников, а мастера и прорабы работали по 12 часов в смену.

Часть банкета, примыкающая к ряжам, отсыпалась грунтом, подвозимым с левого берега по лежнёвке — прочной дороге с настилом из бруса и надёжными колесоотбойками. К концу марта опорная призма банкета была отсыпана на 80 % длины; оставался проран, в котором бурлила ангарская вода. 30 марта 1957 г. к месту события — первого перекрытия, как называли его руководство и проектировщики, собралось немало народу. Чтобы соединить отрезки банкета, нужна была отсыпка крупных камней, которые неспособно унести течение. К этому штурму Братскгэсстрой серьёзно подготовился, и к вечеру того же дня был открыт сквозной проезд от ряжевой перемычки до правого берега. Но работ



Перекрытие р. Ангары

по расширению банкета, его укреплению, отсыпке фильтров было ещё много.

1 мая проходила обычная рабочая смена: я находилась где-то посередине банкета, дальше к ряжам — бульдозер и точковщица Люся, второй бульдозер трудился ближе к правому берегу, по бечевнику шла вереница гружёных самосвалов. И тут раздался оглушительный треск и крики: “люди”! Как в начале, так и в конце лежнёвки стояли щиты с заграждающими надписями: не только проезд, но и проход по ней был запрещён в ожидании ледохода. По руслу реки катился громадный вал льдин двухметровой толщины, настил дороги вставал дыбом, брёвна трещали под напором льда, а впереди этого смертельного вала бежали двое: мужчина и женщина. На откосе банкета собрались водители, готовясь оказать помощь, потому что между настилом и откосом насыпи уже образовалась полоса воды. Спасённая пара тряслась от холода и ужаса.

А ледовый вал, перемешанный с обломками бруса, всё полз и полз. Мы замерли: через пару минут оказалось, что язык ледохода уже на середине банкета и со стороны ряжей остались две машины, бульдозер, Люся. Что делать? И тут вторжение замерло. Сейчас же, несмотря на опасность новых подвижек, несколько смельчаков начали карабкаться по горе льда, но, к счастью, с другой стороны уже показались люди: два водителя, бульдозерист и насмерть перепуганная точковщица, а по бечевнику уже мчались машины с начальником управления и другими руководителями. Нас с Люсей посадили в кабину и отправили по домам. Таким был мой первый ледоход на строительстве гидростанций.

Дочери России

19 июня 1959 г. коллективом Братскгэсстрой было осуществлено перекрытие левобережной части Ангары. Вернее, реку не перекрыли, а направили в искусственное русло, так называемую гребён-

ку водосливной плотины, выстроенную в котловане первой очереди. К моменту перекрытия его каменные банкеты были разобраны и вода потихоньку осваивала забытое за два года направление. Тем не менее, поворот потока реки в отверстия, регулируемые затворами, в гидростротехнике всегда назывался перекрытием. Он требовал серьёзной теоретической и практической подготовки, максимального напряжения сил всего коллектива и являлся крупной победой гидростроителей. Традиционно к этому событию из всей страны съезжались много гостей различных рангов, журналистов, кинодокументалистов, которые так и рыскали по стройке в поиске интересных сюжетов и необычных ситуаций. Партком и комитет комсомола, чтобы облегчить задачу журналистам, создали группу строителей разных профессий и возрастов, не занятых в этот день. По каким-то критериям в неё попали мастера Наташа Ордынская и я. Нам было нелегко. Нужно было много раз перемещаться по объектам да ещё позировать, тогда как практически все жители правого и левого берегов весёлыми шумными группами облепили возможные площадки, наблюдая за ходом перекрытия.

В этот жаркий нерабочий для меня день я была в голубеньком ситцевом платье, которое впервые в жизни сшила сама по выкройке из “Работницы”. На обложке этого журнала и появился мой портрет на фоне полной панорамы стройки. Конечно, горжусь им и храню.

Позже приехала киногруппа из Москвы с целью заснять сюжет для хроникального фильма “Дочери России”. Почему-то назначили героиней меня. Сценарий возникал по ходу съёмок: работа, дом, природа. Дома (мы к этому времени уже жили в двухкомнатной квартире брусчатого коттеджа) совсем замучили: было заснято несколько ситуаций каждый чуть не по десять дублей, в том числе за пианино. Всем надоела “Песня Сольвейг” Грига, которую я раз от раза повторяла под жарким светом переносных прожекторов (оператор запретил играть что-то новое). Наконец всё закончилось.

Через год фильм показали в одесском кинотеатре “Хроника” на Дерибасовской, и моя мама посмотрела его много раз, а мне так и не удалось. Только через какое-то время в одном из журналов появилось фото кадра с комментарием: “Чтобы полнее рассказать о светлом и стойком характере советской женщины, кинооператоры исколесили всю страну. Они побывали в лаборатории замечательного учёного Лидии Курносовой, получившей на международном конгрессе астронавтов первый “Паспорт на Луну”. Героинями фильма также стали: известная миру Валентина Гаганова, парашютистка Валентина Рулева, жительница Камчатки врач Антонина Иванова, учительница с крошечного острова Жужмуй Алла Чеснокова и инженер Татьяна Державина (моя девичья фамилия), строящая Братскую ГЭС”.

Конько Т.,
бывший строитель Братской, Зейской,
Усть-Илимской ГЭС и Круонисской ГАЭС

Братская ГЭС

1963 г.

Наконец-то я попала на Братскую ГЭС и сразу включилась в работу. Бетонные блоки в деревянной опалубке, как домики в поселке, кое-где двухэтажные, больше — одноэтажные высотой по три метра. Бетон идет вяло, машины часами ждут очереди на бетонном заводе. Наши натурщики деловито устанавливают аппаратуру в прискальные блоки, прочно прикрепляют ее к скале. Две девушки моют основание в блоке, скалу трут тряпкой насухо, подготавливают к бетонированию. После приемки блока комиссией можно заливать бетон. Мы охраняем приборы, чтобы их не повредили. Рабочие-бетонщики лихо закидывают тридцатидвухкилограммовый вибратор, густая вязкая масса начинает растекаться из бадей, дергаться, дышать все медленней, медленней и затихает. В котловане много народу от разных организаций. Гидроспецстрой бурит скважины под цементацию и сваривает шпонки, мы бурим скважины под приборы, Братскгэсстрой бетонировать. В блоках копошатся рабочие, а сверху дают указания инженеры.

Сегодня я дежурила в котловане около приборов. Их накануне ночью ставили ребята с Иваном Степановичем Ереминым. Бетона нет. Старший мастер строительного участка звонит на завод:

- Почему бетон не даете?
- Сломались.
- Опять сломались? И когда вы будете нормально работать?
- После четырех с другой ветки дадим.
- Да хоть с какой. Ждем же!

В течение пяти часов завод не давал бетон, а мы сидели в блоке и ждали. Наконец все наладилось. Ритмично пошел процесс: подходит КРАЗ, валит массу в бадью, кран ее поднимает. Гора в блоке раскалывается вибраторами. Наши датчики перекрыли. Теперь можно и уйти.

После смены, беготня, составления и уточнения чертежей так приятно растянуться в кровати и почитать книжечку! Никуда не надо спешить, никто не мешая, тепло и тихо.

Встаю рано. С трудом долеживаю до половины седьмого, бодро встаю. Умывание, хилый завтрак из банок с кабачковой икрой и компотом из персиков, одевание чистой одежды и сапог, чтобы через пять минут вымазаться, как последняя свинья, и вперед, в будку, к рабочему классу испытать чувство “их локтей”, и с ними, родимыми, до самого котлована. И так дни, недели, месяцы, годы ... шестидесятые.

1966 г.

Удивительные вещи стали происходить в естественном процессе в основании Братской плотины. В пьезометрических скважинах, контролирующих поведение скалы на разных глубинах, вдруг начались скачкообразные подъемы воды на 5 и даже 10 м. Отчего бы это? И не у всех, а только у тех, что под самой напорной гранью и не на глубине, а под подошвой, близко к бетону. Мы с Зоей показали графики инженеру технической инспекции Алексею Марчуку, который наблюдал за “натурой” от строителей. С. Я. Эйдельман был в Ленинграде, его мнение на этот счет было неизвестно. Мы предложили: “Давайте посмотрим, как выглядит скала под плотиной”. Марчук помог осуществить идею, привел буровиков, нашел перископ. Рабочие отбирали из скалы керны, а мы в перископ осматривали стенки скважин. И на кернах и особенно в перископ на стенках были четко видны трещины и несплошности породы, которая ранее была хорошо зацементирована. О нашем открытии сообщили Братскому начальству и в Ленинград Эйдельману. Так при моем непосредственном участии зимой 1966 г. было сделано научное открытие, развитое в последующие годы в десятке статей, докладов и диссертаций. И только я к написанию диссертаций не имела отношения. Под напорной гранью высоких бетонных плотин в скальном основании под воздействием давления воды водохранилища возникает зона разуплотнения. Между плотиной и основанием раскрывается так называемый шов, увеличивается давление воды и ухудшается напряженное состояние плотины. Борьба с этим процессом, как выяснилось много позже, невозможно, нужно только наблюдать, что все и делают.

Знаете ли вы, что такое цементационная потеря? Узкая (2 × 2 м) бетонная галерея в теле плотины, конца которой не видно из-за ее длины (600 – 900 м) и темноты. Свет в конце этого туннеля или есть, или нет, если выключен рубильник или тусклые лампочки сами погасли от стопроцентной влажности. По стенам капает, струится, течет вода, стены в ржавых подтеках или белом налете выщелачивающегося бетона. В бетонном полу, откуда торчат многочисленные скважины и арматура, сделаны лотки для отвода воды, куда легко попасть ногой. С другой стороны потерны лежат трубы и трубищи, по ним пропускается техническая вода, по ним же и ходят люди, если пол затоплен выше колена. По колено в воде взад-вперед двигаются по потерне мужчины-рабочие и женщины-наблюдатели за контрольно-измерительной аппаратурой. Идут в касках, ватниках и сапогах с фонарем в одной руке и инструментом в другой. В центре потерны и у



На водоводе Братской ГЭС

стен навалены кучи строительного мусора, железок и шлангов. А с потолка, он на высоте 2,5 м, как правило, льется вода не только по швам и желобам, но и просто на головы идущих. Если для полноты впечатлений представить, что в нескольких метрах за стеной находится дно стометровой глубины моря с давлением в 10 атмосфер, тебя сразу же начинает пронизывать чувство законной гордости: “Вот где я работаю, друзья!” Бывали случаи, когда буровики случайно попадали в трещину в скале, откуда начала фонтаном бить струя именно под давлением 10 атмосфер. Заткнуть такую дырку довольно трудно, это вам не кингстоны, значительно похлеще!

Есть в потерне и уютные уголки, они находятся или в поперечных галереях, где относительно сухо, или в тупичках, в них скоммутированы на пульте приборы. Меблировка там не отличается особой изысканностью. За толстой, чтобы сохраняла тепло в зимнюю стужу, деревянной дверью стоит скромный столик, топчан для отдыха и неперменный “козел” (большая спираль) — друг строителя. Здесь же горит яркая лампа, чтобы можно было снять отчет по прибору или увидеть, что наливаешь в кружку.

На Братской плотине из главной потерны по поперечке можно выйти в расширенный семиметровый шов — гордость инженерной мысли. Благодаря этим громадным внутренним закрытым полостям высотой до 70 м, устроенным между всеми 65 секциями плотины были сэкономлены тонны бетона; они же дренируют воду, фильтрующуюся через плотину и основание, поэтому в них вода постоянна. В черные мокрые полости спокойно можно сбросить врага, и он пропадет навеки. Во время строительства именно так и делали некоторые эски. Сегодня сюда заходят бесстрашные наблюдатели

группы КИА, возглавляемые Зоей Игнатьевной Соловьевой.

Я познакомилась и подружилась с Зоей Соловьевой, своей лучшей Братской приятельницей, в мой предыдущий приезд в 1965 г. Незадолго до этого она с больной мамой и маленьким сыном приехала из Гатчины и устроилась работать в гидроцех Братской ГЭС. Зоя сразу подключилась к работе: устанавливала в блоки приборы, производила по ним наблюдения, осмысливая результаты по напряжениям, перемещениям и фильтрации.

В свободное от работы время ее муж Борис играл на гитаре и пел в самодеятельном ансамбле Братскгэсстрой “Гитуристы”. Ребята-гитуристы, среди которых был и Алексей Марчук, известная в Братске личность, начальник техотдела, отличались большой выдумкой. Они разыгрывали зримые песни, сочиняли капустники, ходили в походы и пели у костра. К встрече Нового, 1967, года они сняли очередной веселый фильм. Народу в клубе собралось предостаточно. Заняты были все столы и стулья, а также фойе, клубные комнаты и лестницы. Когда все расселись, свет в зале погас, на большом экране в глубине сцены появилось название и титры новогоднего фильма. Зал хохотал, узнав своих любимцев гитуристов. Дальше уже в гротескном варианте на экране продолжался концерт бородатых гидротехников, перешедший затем прямо на сцену клуба.

Тосты перемежались с выступлениями, танцы с аттракционами. Встреча Нового, 1967, года проходила дважды: по местному времени, а через 4 часа по московскому. Так я Новый год еще не встречала.

1969 г.

Самолет приземлился точно по расписанию. Уехать в город не на чем. Холодно, ветрено. Праздник не чувствуется ни в аэропорту, ни в городе, ни в семье друзей. В Энергетике за два года, что я не была, произошли перемены: построили микрорайон, возводят громадную по Братским меркам гостиницу с бытовым комплексом, Дом пионеров, а главное — сооружают бассейн. В него уже идет запись. Шутка ли, на три поселка — первый бассейн.

Сегодня потеплело и посветлело, но даже веселая майская погода не могла скрасить мрачности поселка Гидростроитель. Груда темносерых дере-



Удостоверение о награждении значком “Строитель Братской гидроэлектростанции”

вянных обломков бывшего человеческого жилья, серые от пыли, покосившиеся домики, в которых и сегодня живут. Грязь засохшая, а чаще — густая и вязкая. Все это не убирают последние 10 лет. Наверно, и не уберут. Вот бы маленький пожарчик! И словно по моему велению, рядом запылал огонь. Пожарная машина тушит, огонь задыхается, стихает. А зря, лучше бы сжег больше хлама. Жителей переселили бы в новые дома со всеми удобствами. Они ведь заслужили хорошую жизнь — строители Братска.

Лаборатория ОИСМ похорошела после двух-летнего ремонта. Может быть, поэтому и знакомые лица кажутся приветливее. Мы с Верой спускаемся в подвал, где под нагрузкой на рычажных допотопных прессах стоят бетонные образцы, потом туда, где они хранятся во влажной камере, потом идем во двор, где они испытывают отрицательную температуру, потом поднимаемся наверх к пульту, куда выведены провода и снимаются отсчеты. На это уходит рабочий день.

В 17.15 к зданию подается автобус. Ватага лаборанток, час назад замурзанных цементом, а сейчас красиво и элегантно одетых — в джерси, газовых косыночках, на каблучках — впархивают в него. Рядом с ними мы в тренировочных штанах и куртках просто замухрышки.

Сегодня в клубе “Ангара” аншлаг. Идет 63-й выпуск устного журнала “Глобус”. Программу вечера нам дал Фред Юсфин — главный редактор. Она не показалась особенно интересной, но все-таки любопытно. Первые страницы посвящены Дню печати и радио. Ждем связь с Москвой.

– Аленька, это ты? – Я, Фредик.

– Как живешь, Аленька?

– Хорошо. Рада слышать твой голос.

Начинается беседа с Пахмутовой, другом строителей Братской ГЭС. Зал слушает, а когда она признается в вечной любви Братску, аплодирует. Потом соединяют с режиссером Карасиком, а с Евтушенко не соединяют, абонента нет дома.

Второй сюрприз журнала: все, что происходит на сцене, журналисты фиксируют и через пару часов выносят свежие номера газеты “Огни Ангары” с текстами вечера. У меня сохранился этот экземпляр.

Программа вечера продолжается. Лекция о Леонардо да Винчи, рассказ о телетайпе газеты “Правда” и наконец концерт самодеятельности. Молоденький советский парнишка на чистом итальянском языке поет “Скажите, девушки, подружке вашей”, ребята и девчата танцуют сиртаки, беленький очкарик серьезно уткнувшись глазами в пол исполняет Баха на аккордеоне. В конце программы появляются на экране слайды Братска и Диснейленда, отлично выполненные художником-фотографом Перком, с видами тайги, молодого города и зверорящеров Диснея.



Строитель Усть-Илимской ГЭС

“Глобус” кончается в первом часу. Автобусы уже не ходят. Мы бежим под дождем по скользкой глине домой в Энергетик. Мне хорошо!

На следующий день после возни с образцами в лаборатории мы с Верой медленно бредем по набережной Братского моря. Благодать! Ни ветерка, теплое солнце, сосны, эдакое Комарово или Усть-Нарва. Вот в том красивом двухэтажном коттедже попить бы чайку с вареньем на веранде. Нет, пожалуй, в этом, голубом, он лучше декорирован. На сосны можно гамак повесить, лечь в него и мечтать о светлом будущем. Хотя и настоящее у элиты Братскгэсстроя и дирекции ГЭС вполне приличное. Хорошо живут, удобно и красиво. Так и надо!

Зоя Игнатьевна Соловьева, старший мастер гидроцефа, по-хозяйски показывает мне свою любимицу. Плотина явно похорошела. Внутренние коридоры и переходы подкрашены серой и голубой масляной краской; на сером бетоне береговых устоев столбичным мастером высечены фигуры, изображающие прогресс от питекантропа до космических полетов; все подходы к плотине в асфальте, откосы покрыты зеленой травкой; зеркальное стекло дверей и окон отражает голубизну неба.

Со смотровой площадки, что на левом берегу, открывается великолепный вид на “величайшую в мире”, а из широких цветных окон машинного зала здания ГЭС — не менее прекрасная панорама нижнего бьефа Ангары.

Бесшумный лифт опускает нас с автодороги с отметки 395 м в зал, что на отметке 307 м. Другой лифт поднимает вверх на самый гребень на отметку 408, то есть на 100 м. Еще недавно об этом и не мечтали. Девушки наблюдатели и я вместе с ними почти ежедневно взбирались на 100 м наверх пешочком по грязным лесенкам. А сегодня — фантастика! Лифт! На гребне — никого. Только охрана и мы с Зоей. А вокруг — Ангара. Направо — Братское море, широкая снежно-белая гладь. Только у самых затворов чисто ото льда. А ведь май. По-

Данные статистического управления, добытые социологом О. Г. Марголиной в горсовете Братска

Показатель	1956 г.	1963 г.	1968 г.
Численность населения	28 507	90 300	128 600
Число рождений	...	3072	3108
Число смертей	...	396	168
Число браков	...	1584	1584
Число разводов	...	420	696
Число рабочих и служащих	275	78 620	...
Средняя зарплата	476	1719	...
Количество школ	9	16	31
Количество учащихся	4286	...	30 017
Количество бань	5	6	...
Число читателей	...	6236	...
Количество книг	...	169 576	...

Примечание. В 1963 г. численность населения была: в поселке Падун – 28 000, в Энергетике – 6000, в Гидростроителе 33000, в ЛПК – 23000 человек; общая площадь города – 276 га, из них парков – 39 га, протяженность улиц – 28 км, замощено – 10,5 км, протяженность освещенных улиц – 0 км.

смотришь вниз, в глубину, страшновато! Налево — живет, пульсирует турбинами река, цвет воды, как в Черном море в солнечный ветренный день, светло-зеленая в легких барашках.

– Зоя, давай принесем сюда шезлонги, поставим над водосливом и будем загорать.

– А что, загорим не хуже, чем в Сочи. Я так летом и собираюсь делать. Никуда не поеду и отдохну прекрасно.

Мы не спеша идем по гребню 1000 м в одну сторону, а потом столько же в другую сторону и беседуем о жизни, своей и человечества, о проблемах и характере городского человека и его стремлении быть ближе к природе, о том, что только среди воды и зелени могут возникнуть минуты острого и тихого счастья, когда хочется остановить время и ничего больше. Идем по плотине, идем там, где недавно грохотали КРАЗы и МАЗы. А теперь красота и тишина. Может быть, это и есть техническая революция.

Последняя командировка

Самая последняя командировка на Братскую ГЭС запомнилась надолго. Обычно в Братск мы добирались из Иркутска на маленьком “Яке”, предпочитая пересадку в Сибири переездам по Москве из

Шереметьева в Домодедово. Значительно позже открылся прямой рейс Ленинград — Братск.

На Братской ГЭС в наши задачи входило провести цикл температурных измерений фильтрационного потока на двух земляных плотинах. Слава вел маленький мотороллер, в кузовке которого, скрючившись и прижимая к груди приборы, сидели мы с Людмилой. Он подкатывал на полном скаку к пьезометру, резко тормозил, так что мы бились о стенки и друг о друга и открывал дверцу.

Мы проводили каротаж по глубине скважины и через пять минут залезали в кузов и катили к следующей. Так продолжалось весь день, всю неделю, весь месяц. Жили мы в новой многоэтажной гостинице, только что выстроенной рядом с ГЭС. Она была еще удобна близостью к блинной, где по дороге на работу можно было полакомиться блинами, запив их чашечкой какао. Закончилась командировка трагически. Нет, мы не перевернулись, хотя были близки к тому. Не врезались ни во что, а могли бы при такой езде.

Удачно прошли измерения и в дренажной галерее левого берега, где со скоростью чуть ли не 5 м/с несся поток, напоминающий бурную горную реку. Через год после нас в этом потоке утонул наблюдатель.

В спокойной галерее правого берега случилось непредвиденное. Первым в дренажный десятиметровый колодец спустился Слава с фонарем и увесистым мостом постоянного тока в руке. За ним шла я с датчиком. Рука, державшая мокрые перила металлической вертикальной со скобами лестницы, скользила, ноги в сапогах подгибались. Спустилась я благополучно и встала рядом с лестницей. Последней была Людмила. “Людя, не забудь закрыть крышку люка”, — крикнул наш руководитель. Вот это-то и решило все. Раздался удар металла, крик, и рядом со мной упало в воду что-то крупное и мягкое. И тишина. И темнота. У меня сердце оборвалось: неужели разбилась?

Мы сидели в темноте и сырости под лестницей. Людя полулежала на моих коленях и стонала, я успокаивала, как могла, а сама была в ужасе, понимая, что у нее переломаны ноги. Через час спустился наш друг с двумя здоровыми мужиками и носилками. Еще через час мы добрались до выхода, где уже ожидала машина скорой помощи с санитарями. Еще через час в больнице сделали рентген. К счастью, переломов не было, сапоги и грязь в галерее послужили хорошими амортизаторами. Только вывихи голеностопов двух ног.

Мы, вздохнув от облегчения, оставили потерпевшую в больнице на попечение медиков, Зои Соловьевой и девушек из гидроцеха. Нас, теперь уже двоих, ждала Новосибирская ГЭС, после нее через неделю мы вернулись за Людмилой в Братск, оттуда дружно отправились домой.

Марголина О. Г.

Комсомол — главная опора Братскгэстроя

Дикая, холодная, строптивая — так испокон веков называли Ангару, пока на берега ее не пришли люди, противопоставившие свою силу ее силе, свою волю ее воле. Своевольная сибирская река знаменита не только прозрачной водой. При сравнительно небольшой длине она таит в себе энергию Волги и Камы, Днепра и Дона вместе взятых. Кто хоть раз побывал на Ангаре, вовек не забудет ее неповторимой красоты.

Энергия Братской ГЭС превратила глухую провинцию в крупнейший энергопромышленный комплекс нашей страны с мощными предприятиями металлургической, химической и деревообрабатывающей промышленности. Построены современные благоустроенные города — Братск, Усть-Ильимск, Коршуниха. А началось все с Постановления Совета Министров СССР о строительстве Братской ГЭС, которое было принято в 1954 году.

В октябре 1954 г. прибыли первые строители на Заверняйку. У строителей в это время не было ни базы, ни дорог, ни энергии, ни коммуникаций. Кругом стояла вековая тайга, и бурлила своенравная Ангара. Люди прибывали ежедневно большими партиями, а селить их было некуда. Решили построить временный поселок — Зеленый городок. 21 декабря 1954 г. появилась первая палатка, а потом приезжие сами ставили и обустроивали себе жилье. Так в течение года появился Зеленый городок, заселенный в основном молодежью.

В мае 1955 г. была создана комсомольская организация и избран комитет комсомола, который взял на себя решение бытовых и производственных вопросов, отдыха и учебы молодежи. Надо выразить большую благодарность членам комитета за их неистощимую энергию и настойчивость в работе с молодежью. Особенно хочется отметить Виктора Подгайного, Раю Алимпиеву, Валю Свиридову, которые, не считаясь с трудностями, постоянно находились в молодежной среде, как в общежитиях, так и на производстве.

ЦК и Обком комсомола объявили строительство Братской ГЭС ударной комсомольско-молодежной стройкой и оказывали всестороннюю помощь стройке в рабочих кадрах, материально-техническом снабжении, по обмену опытом комсомольской работы. Вся тяжесть жизни первого года на Братской площадке легла на плечи комсомольцев и молодежи. Неустроенность быта, суровый климат, летняя прожорливая мошка, перебои с поставкой стройматериалов, недостаток необходимых продуктов питания — это не смогло уменьшить патристического настроения и оптимизма у первопроходцев. Комитет комсомола стройки понимал, что без ак-

тивного взаимодействия с руководством Братскгэстроя нельзя оперативно и своевременно решать все эти вопросы. Чтобы быть в курсе дел, с разрешения начальника строительства И. И. Наймушина, секретарь комитета комсомола регулярно присутствовал на совещаниях у руководства Братскгэстроя.

Начальник строительства Братскгэстроя Иван Иванович Наймушин всемерно поддерживал любую инициативу комитета комсомола. Создавались комсомольско-молодежные бригады, участки, которые своими производственными показателями являлись примером для остальных коллективов. Наилучших производственных показателей добивались бригады Андрея Карнаухова, Владимира Сорокина, Николая Иротасенко.

Часто приходили бригады обычных бригад с заявлениями об утверждении бригады комсомольско-молодежной.

При СМУ создавались комсомольские посты по обеспечению комсомольско-молодежных бригад стройматериалами, механизмами, автотранспортом. Регулярно вывешивались на видных местах бюллетени, “Крокодилы”, “Ежи”, где бичевали бракоделов, прогульщиков, нерадивых руководителей, поставщиков за срыв поставок стройматериалов, автотранспорта, механизмов, отмечались успехи бригад. Производственные месячные планы обязательно обсуждались и согласовывались с бригадами комсомольско-молодежных бригад.

Если производственные вопросы совместно с администрацией решались, то бытовая неустроенность постоянно о себе напоминала. Суровой зимой приходилось круглосуточно топить “буржуйки” для сохранения тепла в палатках. Имели место случаи возгорания палаток. Пострадавших приходилось заселять в соседние палатки за счет уплотнения.

Коллектив строителей пополнялся не только приезжими из других областей России, но и местным контингентом, состоящим в основном из бывших заключенных, которые создавали порой тревожную обстановку в вечернее и ночное время. Милиция в Зеленом городке отсутствовала. Был один участковый, который повлиять на беспорядки не мог. Комитет комсомола был вынужден создавать добровольные дружины по поддержанию порядка на улицах и в общественных местах, однако не обошлось без жертв. Так, в декабре 1955 г. бывшие заключенные выследили возвращающегося домой командира отряда дружины в Зеленом городке Василия Боброва и зверски убили его. После этого случая комсомол усилил патрулирование и наблю-

дение за подозреваемыми. Порядок был наведен, и в любое время суток можно было спокойно без боязни находиться на улице.

Комитет комсомола много внимания уделял художественной самодеятельности и культурному досугу молодежи. Организовывались кружки художественной самодеятельности. Большой популярностью у молодежи пользовался хор, численность которого достигала 150 человек. Руководил хором прораб Алексей Михайлович Шохин. Каждую неделю со всех участков стройки после работы за 20 – 30 км добирались до Заверняйки, чтобы принять участие в репетициях. Принимали участие в фестивалях, проводимых в областных городах и Москве, где занимали призовые места.

Особое внимание комитет комсомола уделял проведению молодежных вечеров отдыха с викторинами и выступлению на актуальные темы. Не обходилось и без казусов. На вечер приходили “бригадовые”, бывшие заключенные, поведение которых отличалось развязностью по отношению к девушкам, нецензурной бранью. К ним применялись самые жесткие меры, вплоть до физического воздействия. Для соблюдения порядка и нормального ведения вечера выделялась активная группа, в основном боксеры, которые быстро пресекали хулиганские действия. Боксеров готовили в создаваемых секциях. Руководил и был тренером Николай Ключников — мастер спорта по боксу. В секцию отбирали добровольцев, здоровых физически, крепких ребят.

Занятия и тренировки проводили во временно приспособленных помещениях, которые строили собственными силами на общественных началах. Создавались также секции по футболу, волейболу, шахматам. Комсомол взял шефство над строительством стадиона и спортивного зала. Администрация выделяла стройматериалы, механизмы и автотранспорт, а комитет комсомола комплектовал рабочей силой. Эти сооружения были построены в срок и работают до настоящего времени. Наши команды по футболу, волейболу, шахматам часто выезжали на соревнования в другие города области и занимали призовые места.

Активную позицию комитет комсомола занимал в жилищной комиссии по распределению готового жилья, отстаивая интересы молодежи.

Строительство Братской ГЭС с его огромными объемами строительно-монтажных работ не могло обойтись маломощными дизельными электростанциями. Требовалась большая энергия. Единственным источником могла стать только Иркутская ГЭС. Братскгэсстрой создал СМУ по строительству ЛЭП-220 Иркутск — Братск. Основная часть строителей ЛЭП-220 составила молодежь, приехавшая на строительство Братской ГЭС по комсомольским путевкам. Начальником СМУ был назначен бывший фронтовик, полковник Александр Степанович Южаков.

Протяженность ЛЭП на металлических опорах составила 646 км. Трассу разбили на четыре участка, на трех из которых СМУ ЛЭП начало работы в 1955 г. В начале 1956 г. создается еще один — четвертый участок. Начальником участка был назначен Михаил Семенович Ротфорт. Строительство ЛЭП-220 Иркутск — Братск в 1956 – 1957 гг. стало определяющим для судьбы будущей Братской ГЭС. Строительство ЛЭП-220 находилось в центре внимания всей стройки. И. И. Наймушин неоднократно выезжал на линию, получая информацию о состоянии дел непосредственно на местах. Большое внимание уделял комитет комсомола работе и быту комсомольско-молодежных бригад во главе с секретарем Лизой Бердиной. Активными помощниками во всех делах с молодежью были Скурковин Виктор Кириллович, Сальников Борис Сергеевич, Мищенко Анатолий Иванович, Вялкин Евгений Иванович и многие другие.

С 8 декабря 1957 г. ЛЭП-220 Иркутск — Братск стала работать на нормальном напряжении, т.е. энергия Иркутской ГЭС пришла на строительство Братской ГЭС. Приходится только удивляться тому энтузиазму, беззаветной преданности своему делу, несмотря на суровые зимы, неустроенность быта, свирепость “мошки”.

Энергия Иркутской ГЭС придала дополнительный импульс ускорению строительства Братской ГЭС и пуску на ней первых двух агрегатов.

Морозов А. Ф.,
первый секретарь комсомольской организации
Братскгэсстроя в 1955 г.

Как молоды мы были

*И четверть века ровным строем
Шагал по жизни с Братскгэсстроем*

В ноябре 2011 г. исполняется 50 лет со дня пуска первого агрегата Братской ГЭС — событие, имеющее, безусловно, мировое историческое значение в масштабе развития гидроэнергетического строительства в стране и мире.

Строительство не имеющей себе равных по мощности в мире станции, да еще и в суровых климатических условиях Севера, притягивало внимание энергетиков США и Канады, Индии и Китая, Швеции и Германии, Кубы и Кореи, а также других стран мира. Как правильно сказал посетивший Братскую ГЭС в период ее строительства президент Международной ассоциации по большим плотинам Клаудио Марчелло: “То, что я увидел, поразило меня своей грандиозностью и грациозностью. Это — фантастично! Перед Братском села за парты вся мировая энергетика”.

Строительство Братской ГЭС вызывало у нас не только чувство гордости за сопричастность к великим свершениям, но и воспитывало ответственность за порученное дело на каждом участке производственной деятельности.

Будучи комсомольцами, мы молодостью, энергией и вдохновением отреагировали на призыв Центрального Комитета КПСС ко всей советской молодежи принять участие в стройке коммунизма, ибо мы помнили ленинскую формулу коммунизма (сейчас бы это назвали “национальной идеей”): “Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны”.

Отдаю должное той широкомасштабной агитационной работе, проводимой в то время ЦК КПСС и ВЛКСМ среди молодежи. Поэты и писатели, певцы и композиторы в своих стихах и песнях воспевали необычайную красоту Сибирского края, его девственной тайги, величавость реки Ангары. Чего только стоили замечательные слова песни Ю. Визбора: “А я еду, а я еду — за туманом, за мечтами и за запахом тайги”. А труд вообще был возведен в ранг героического подвига. Десятки тысяч специалистов различных специальностей подавали заявления о направлении на великую стройку коммунизма.

В сентябре 1961 г. мы прибыли в Братск в Управление строительства “Братскгэсстрой”. Сказать, что первые годы жизни в Братске были непростыми, — значит не сказать ничего. Приехав из солнечного Ташкента, где температура в тени до плюс 40 градусов, мы в первую же зиму стали понимать, что такое сибирские морозы до минус 40 и холодные, леденящие душу мерцающие звезды. Не-

устроенность быта, проживание в промерзающих насквозь палатках, дежурство по ночам, чтобы не прогорели дрова в согревающей нас печурке, подействовали на нас отвращающе.

СМУ “Гидропромстрой”, куда я устроился проводило работы по сооружению дамбы биржи балансов Братского лесопромышленного комплекса. Работа велась и днем и ночью. Одеты не по сибирским нормам, не имея ни унтов, ни полушубков, в первые годы зимой мы замерзали так, что ломило во всем теле, до боли в ребрах, деревенели застывшие ноги. А летом нас доставали злобные кровопийцы — комары и разъедающие до крови, застилающие небо тучи гнуса. Все это казалось невыносимым, а в голову, особенно в ночные смены, настойчиво лезли тревожные мысли: “И дались мне эти поэтические туманы, и нужны мне эти запахи тайги?” Но работа нас захватила так, что мы работали упоённо. Интересная работа, хорошие соратники вокруг (плохие просто не задерживались) так увлекли, что мы перестали обращать внимание на бытовые неурядицы и экстремальные климатические трудности.

Моим первым руководителем стал Владислав Александрович Фоменко — начальник СМУ “Гидропромстрой”, человек масштабный, мыслящий, конкретный, немногословный, а главное — чрезвычайно результативный. Он умел так увлечь нас, что мы, не считаясь со временем и трудностями, выполняли все намеченные программы. И когда он при очередном успехе в работе вручал почетную грамоту или объявлял благодарность, мы чувствовали себя счастливыми. Спустя 20 лет, работая уже главным инженером ВиллойГЭСстроя, я неожиданно получил от него телеграмму из Минэнерго с приглашением принять одну из руководящих должностей на строительстве защитной дамбы от наводнения в Ленинграде.

Но вернемся к событиям того времени. В 1963 г. началась активная реализация постановления Совета Министров СССР о создании в Братске единой базы стройиндустрии в составе 30 заводов и десятков других предприятий по изготовлению строительных материалов, и я попал в число молодых инженеров, которые должны были воплотить эту идею в жизнь. В то время основоположниками становления строительной индустрии были такие выдающиеся специалисты, как А. М. Гиндин, А. И. Левитин, Ф. М. Каторгин, А. С. Южаков, И. К. Авштолис, Я. Д. Альпер, Ю. И. Гуленков, А. М. Баранов, В. М. Чудотворцев. Рядом с ними нам, молодому поколению было очень интересно работать. Мы, как губка, впитывали знания, наби-

рались опыта по реализации технических и организационных решений в строительной индустрии. Для А. М. Гиндина база стройиндустрии была словно второе дитя после гидростанции. В первой половине дня он рассматривал на совещании ход строительства Братской ГЭС, а во второй — проектирование и строительство базы стройиндустрии. Причем перед совещанием А. М. Гиндин устраивал обход с прямым общением с линейными инженерно-техническими работниками и бригадами.

Жизнь стремительно двигалась вперед. Казалось, что еще только вчера я участвовал в эвакуации оборудования полигона в Братске 1 (п. Зеленый) в связи с заполнением Братского моря, а сегодня уже был начальником цеха по выпуску товарного и сборного железобетона на заводе ЖБИ-3. Гордостью того времени было освоение мощных двухветвевых колонн длиной 42 метра для корпусов Братского лесопромышленного комплекса (БЛПК). Таких в стране еще не изготавливали. Опалубка в то время была деревянная, обитая тонкими листами железа, но формовка и виброуплотнение бетона велись с такой тщательностью, что наружные поверхности готовой колонны после распалубки блестели, “как яичко”. Приехавшие на завод главный инженер УС БРАЗ А. Ф. Морозов и начальник участка УС БЛПК В. И. Шпак, осмотрев первую готовую колонну, тепло пожали нам руки и выразили благодарность от строителей.

Особо интересная, по настоящему инженерная работа началась для меня, когда в строй были введены заводы ЖБИ-1 и ЖБИ-4. Блок цехов, построенный специально для выпуска особо сложных, порой уникальных конструкций, стал полигоном для реализации смелых инженерных решений. На стендах типа “Типростройиндустрия” длиной 104 м (от упора до упора), оснащенных мощными 100-тонными натяжными домкратами, стали выпускать предварительно напряженный сборный железобетон по стендовой технологии. В качестве напрягаемой арматуры использовались самые современные материалы и высокопрочная проволока (класса ВР-5), прядовые канаты (П-7) и сваренные контактным способом плети из стали 25Г2С диаметром 32 мм.

Освоение каждой новой продукции лично курировал действующий в то время главный инженер КБЖБ Игорь Кастусевич Авштолис, ученик А. М. Гиндина, очень яркая личность, умный, талантливый, умеющий увлечь и сплотить нас. Большую помощь и поддержку ему оказывал М. Н. Собенников.

Освоение новых предварительно-напряженных, порой уникальных конструкций следовало одно за другим. Однажды при посещении блока цехов, осмотрев долгожданные, впервые изготовленные

18-метровые двухскатные балки, А. М. Гиндин посмотрел на меня, как китобой на кильку, и удовлетворенно пожал мне руку. Затем по-дружески обнял рядом стоявшего И. К. Авштолиса со словами: “Так, все-таки не зря мы с тобой, дружище, затеяли эту ЕБСИ” (Так с любовью называл он свое второе после гидростанции детище — единую базу строительной индустрии).

Осваивать приходилось буквально всю номенклатуру страны — балки ПТ для перекрытия машзала гидростанции, балки предварительно напряженные двухскатные пролетом 12, 18, 24 м для промышленных объектов БЛПК, фермы преднапряженные пролетом 12, 18, 24 и 27 м, криволинейные тубинги (для Коршуновского ГОКа), плиты преднапряженные 6 и 12 м и шириной 1,5 и 3 м (для завода отопительного оборудования, преднапряженные панели (для корпусов БрАЗа), ригели различного сечения, преднапряженные рамы, преднапряженные сваи квадратного, трапецидального и треугольного сечения до 22 м длиной.

Под освоением особо ответственных несущих конструкций подразумевалось не только изготовление опытных образцов, но и, что самое главное, их испытание в присутствии комиссии, состоящей из представителей Техинспекции БратскГЭССтроя, комбината “Братскжелезобетон” и руководства завода-изготовителя. В разное время на испытаниях присутствовали И. К. Авштолис, А. Н. Марчук, А. В. Гоголицин, М. Н. Собенников, В. А. Жованик, Т. А. Воскобойникова, В. Г. Коровкин, Ю. А. Самарин.

Заключительной фазой испытания всегда было доведение конструкции до полного разрушения, когда с грохотом разлетался на куски бетон и рвалась высокопрочная арматура. Картина для слабонервных жутковатая. Но зато мы точно знали запас прочности конструкции. Кроме того, промежуточные испытания проводились и на каждой 100-й партии продукции. И может быть именно по этой причине мы никогда не имели крупных аварий и человеческих жертв.

Пришедший в 1973 г. руководитель БратскгэсСтроя Александр Николаевич Семенов продолжил работу по развитию базы стройиндустрии, начатую при И. И. Наймушине и А. М. Гиндине. Необходимость обновления базы, её расширения ввиду бурного роста объемов СМР БратскгэсСтроя потребовала ускорения темпов её развития. Обладая высокими профессиональными качествами, сочетающимися с громадным упорством, настойчивостью и ответственностью, Александр Николаевич дал мощный импульс дальнейшему развитию БСИ. Именно по решению А. Н. Семенова в апреле 1974 г. в центральном аппарате БратскГЭССтроя был создан отдел стройиндустрии, который возгла-

вил С. С. Мазанов, человек высокой работоспособности, грамотный, бескомпромиссный. Он очень много сил вложил не только в развитие, но и в реконструкцию и обновление технологии производства. А. Н. Семенов и Ю. К. Козьярский ежемесячно посещали заводы КБЖБ и активно помогали им в решении возникающих проблем.

С А. С. Семеновым я познакомился, когда он еще работал начальником Управления строительства Братского алюминиевого завода. Помню его сдержанный восторг, когда он увидел на блоке цехов недавно освоенные предварительно-напряженные фермы пролетом 27 м. Конструкция и впрямь уникальная (в стране подобных нет) предназначалась для перекрытия главных корпусов БрАЗа. Это был коллективный инженерный труд. Совместно с ЦНИИпромзданий велись не только проверочные расчеты предварительно напряженных ферм, но и их изготовление и дальнейшее испытание на заводе. Вместе с прибывшим из Москвы Б. Мухиным мы до поздней ночи сидели над чертежами, а затем в цехе контролировали армирование конструкции перед бетонированием. Результат получился великолепный, расчеты института и точность изготовления на заводе дали положительный результат. Фермы выдержали все испытания. Каково же было наше удивление, когда через два года (видимо, с разрешения А. Н. Семенова) на завод приехала группа специалистов из Швеции, чтобы перенять наш опыт изготовления уникальных 27-метровых ферм. Они изучили и технологию и производство, а затем отсняли фильм. Уезжая, они дали высокую оценку технологии и качеству производства, от чего нас переполняло чувство инженерной гордости и собственной значимости.

Сегодня также приятно вспомнить освоение уникальных балок пролетом 22 м автодорожного моста Братской ГЭС, соединившего правый и левый берега плотины. Конструкция из предварительно-напряженного железобетона со струнным армированием изготавливалась с особой точностью. Ответственность необычайная. По сути, мост монтировали над работающим под ним машзалом ГЭС, и любая ошибка при монтаже могла обернуться крупнейшей аварией. Поэтому каждый пролет моста, состоящий из девяти балок, сначала собирали на стапелях завода, где проводилась его предварительная приемка специальной комиссией Братскгэсстрой, и только после этого пролет с завода отправляли на монтаж.хлопотно, но зато монтаж проходил идеально и в кратчайшие сроки. А сколько тревоги, а затем гордости испытали мы, когда проводились испытания моста и приемка Госкомиссией. Мощные 25-тонные БелАЗы, нагруженные диабазовыми глыбами, буквально изъездили

мост вдоль и поперек. Мост был принят с оценкой “отлично”.

Большой вклад в развитие технического уровня комбината “Братскжелезобетон”, безусловно, внес один из талантливейших представителей гиндинской школы инженерного мастерства Алексей Николаевич Марчук. Его назначение было для нас, как подарок судьбы. Не оборвалась связь времен — он продолжил дело, которому посвятил себя рано ушедший из жизни И. К. Авштолис. Ответственный, очень грамотный, обязательный, разносторонне развитый, он внес много новых технических решений в гидротехническое строительство и строительную индустрию.

С первых дней своей работы в КБЖБ А. Н. Марчук стал уделять особое внимание стандартизации, аттестации и повышению качества выпускаемой продукции. С его приходом резко повысилась значимость отделов технического контроля и технических лабораторий. Именно при нем была разрешена проблема протечек напорных и безнапорных труб, освоены предварительно напряженные панели корпусов БрАЗа, плиты 3×12 для завода отопительного оборудования.

А. Н. Марчук поддерживал все новое в техническом прогрессе: новые технологии, новые изоляционные материалы и новые добавки-пластификаторы в бетоны. Под его патронажем проходило освоение технологии укладки “горячих бетонов”, что привело к экономии цемента и повышению обрабатываемости оснастки. Стала больше помогать КБЖБ лаборатория строительных материалов Братскгэсстрой (К. В. Алексеев, Г. Л. Гершанович, М. Садович, К. Чугунов), повысился технический уровень производства. На КБЖБ появился инженер-дизайнер — Софья Степановна Малец, и мы все вдруг другими глазами стали смотреть на эстетическое восприятие наших серых, унылых цехов. Начались активные работы по их преобразованию.

С годами объемы производства и перечень номенклатуры выпускаемой продукции резко возросли. На конец десятой пятилетки комбинат имел производственных мощностей по выпуску сборного железобетона 625 тыс. м³ и жилья 340 тыс. м³ в год.

Разнообразие и необычайно широкий объем номенклатуры объяснялись прежде всего тем, что бурно растущий Братскгэсстрой имел к тому времени в числе заказчиков такие министерства, как Минэнерго, Минлеспром, Минцветмет, Минбумпром, Минуглепром, Минхимпром, Минавтопром, Минтрансстрой, Минсельхоз и др.

Среди лучших производственников следует назвать имя Алексея Владимировича Гоголицина, пришедшего на смену А. Н. Марчуку.

Управляющему КБЖБ Александру Степановичу Южакову, на мой взгляд, поразительно везло.

Нужно признаться, что у него, мужественного человека, прошедшего войну боевого офицера, истинного коммуниста, ветерана Братскгэсстроя и ближайшего соратника И. И. Наймушина, в общем-то не было высокого инженерного потенциала, зато он был настоящий хозяйственник, великолепный организатор. Технические руководители у него были как на подбор: Ю. Гуленков, И. К. Авштолис, А. Н. Марчук, А. В. Гоголицин — технари высшей пробы. У А. С. Южакова было особое чутье на кадры.

Алексей Владимирович Гоголицин выгодно отличался тем, что, придя на завод в 1960 г., прошел весь трудовой путь от мастера цеха до главного инженера, а затем и управляющего комбината “Братскжелезобетон”. Начиная с фундаментных блоков, плит перекрытия, фундаментов ЛЭП, он более чем за 30-летний период работы в стройиндустрии глубоко познал всю номенклатуру и технологию производства сборного железобетона как промышленного, так и гражданского назначения, освоение соцкультбыта (серия ИИ-04) панельного домостроения серий 464, 125 и 97. Выдержанный, скромный, всегда тактичный и вежливый, он вызывал симпатию у всех, кто с ним работал. Авторитет его был непререкаем и у работников комбината “Братскжелезобетон”, и у руководства и партийных органов Братскгэсстроя. Случай редкий, но факт. Именно при нем комбинат “Братскжелезобетон” в 1987 г. достиг максимального выпуска продукции в объеме 695 тыс. м³ сборного железобетона.

Огромный вклад в развитие стройиндустрии внесли также руководители заводов и служб КБЖБ Н. И. Осипов, Б. И. Куля, С. С. Борисов, Н. И. Третьяков, А. Н. Лошкарев, А. Г. Григорьев, М. Н. Собенников, Е. К. Александрин, В. И. Люшин, Г. Ю. Басс, Я. И. Жаров, И. И. Муха, Ю. И. Кирсанов, А. Л. Радишевский, Б. И. Чураков, В. О. Соколинский, В. Д. Складчиков, В. И. Тормозов, А. И. Дворянинов, М. Я. Кузнецов, В. А. Жованик, Т. А. Воскобойникова, В. Напалков, Г. И. Казаков, А. Г. Чеверда, Г. А. Пустовойт, В. М. Сухомлинов, С. Пятковский, Ю. Лошилов, а также бригадиры, заслуженные орденосцы В. Мазур, Г. Горелик, И. Кияшко, С. Малкин, В. Панчук, Г. Колесников, В. Машкин (в дальнейшем он стал директором КБЖБ).

База стройиндустрии КБЖБ развивалась небывало бурными темпами и за 10 – 15 лет стала одной из крупнейших в Западной и Восточной Сибири основой строительного комплекса. Приятно было слышать оценку, данную начальником Братскгэсстроя Владимиром Степановичем Викуловым: “Много сил и энергии вложил в развитие и модернизацию базы стройиндустрии инженерный корпус КБЖБ, что явилось в дальнейшем главным услови-

ем успешной производственной деятельности Братскгэсстроя и всех его строительных подразделений”. Я глубоко уверен в том, что не было бы такой мощной базы стройиндустрии, если бы в ее строительном развитии не принимали участие такие гиганты строительных подразделений и проектных организаций Братскгэсстроя, как А. Н. Закопырин, В. С. Викулов, А. Ф. Морозов, Ф. Л. Каган, С. С. Мазанов, Л. И. Яценко, К. И. Николаев, В. А. Рыхальский, И. П. Холоднов, А. Г. Виноградский, Г. К. Мартынец, Ю. А. Кустов, В. И. Подгайный, К. И. Киселев, А. С. Ныркова, А. К. Тараканов, Л. В. Головин, Ю. А. Куршаков, И. М. Пашков, В. И. Куля, Б. М. Копосов, Я. А. Дупин и многие другие.

Отдельное место в моей памяти занимает еще один из руководителей Братскгэсстроя того времени — Алексей Дмитриевич Грабарь. Я знал его давно. С офицерской выправкой, высокий, энергичный, сильный. С таких, я полагаю без преувеличения, художник Васнецов писал картину “Три богатыря”. Его нельзя было не заметить в многотысячном коллективе Братскгэсстроя. Когда в конце 1980-х гг. мне посчастливилось работать с ним в Виллойгэсстрое, где он был первым руководителем, то я обнаружил в нем множество достоинств: эрудицию, масштабность, умение ориентироваться в сложнейших производственных отношениях, умение тепло и доходчиво разговаривать и с бригадиром стройки, и с министром. Про таких говорят: “Обречен на победу”.

Мы жили не только производственными планами. Помню, какие великолепные походы мы совершали на плотках по Ангаре и речке Вихоревке; какие замечательные песни Ю. Визбора, Ю. Кима, А. Якушевой и Б. Окуджавы мы пели у костров, а ночью на месте прогоревшего костра укладывали хвойный лапник, и тепло прогретой земли да аромат хвои обволакивали все твоё существо, а над головой ярко сияли звезды, океан звезд. И казалось, что нет в жизни большего счастья, чем это слияние с природой. А сколько радости доставляли нам туристические слеты на острове Тенга на Ангаре с различными конкурсами, соревнованиями, розыгрышами. Веселью, шуткам, песням не было предела. И огромное море цветов — кувшинки, саранки, жарки, которые мы охапками дарили восторженным девушкам, добываясь их расположения.

А какие замечательные вечера в молодежном клубе “Глобус” организовывал наш легендарный Фред Юсфин. Он мог всё! В 65-тысячном коллективе Братскгэсстроя, пожалуй, не было человека, который не знал бы Фреда Павловича Юсфина. Пригласить на встречу первых космонавтов планеты Германа Титова и Алексея Леонова, притом сразу же после их возвращения на Землю, — пожалуй-

ста. Он легко и без миллионных гонораров приглашал популярнейших певцов И. Кобзона, Л. Сенчину, Ю. Гуляева, А. Пугачеву, М. Боярского и весь состав “Кабачка 13 стульев”. А после концерта мы могли запросто посидеть с ними за общим столом с шутками, песнями, анекдотами. К нам приезжали литературные гиганты А. Твардовский, Б. Полевой, Е. Евтушенко, Р. Рождественский, А. Вознесенский, А. Вампилов, В. Распутин.

И отдельно, конечно, выделялся творческий семейный союз Александры Пахмутовой и Николая Добронравова. На наших глазах создавались такие замечательные песни, как “Марчук играет на гитаре, а море Братское поёт”. На очередной встрече на “Глобусе” Н. Добронравов рассказал, что при перелете из Братска в Усть-Илим в связи с коротким расстоянием самолет не набирает большую высоту и кажется, что он вот-вот заденет верхушки зеленых сосен. И когда поэт заглянул в иллюминатор, то у него само собой родились слова: “Под крылом самолета о чем-то поет зеленое море тайги” Песню эту поют и сегодня, уже более 30 лет. Любовь к этой творческой паре была всенародная! Они были простые и желанные, как хлеб. На всю жизнь запа-

ли мне в душу признания, очень точно сформулированные Алексеем Марчуком: “Пахнут хвоей и тайгой песни Пахмутовой! Нет души перед тобой не распахнутой!”.

Хочется сказать: “Завидуйте нам. Нам очень повезло. В нашей жизни все это было: и вдохновенный труд, и радость видеть результаты созидания, и незабываемые встречи с интересными людьми”. Пуск первого агрегата, а затем и всей Братской ГЭС позволил создать в глухом таежном краю огромный промышленный потенциал великой страны — Братский и Усть-Илимский ЛПК, Братский алюминиевый завод, Коршуновский ГОК, Завод отопительного оборудования и самую мощную в Восточной Сибири базу строительной индустрии. Оглядываясь сегодня на прошлое, ни я, ни моя верная спутница по жизни Светлана ни разу не пожалели, что обратились в распределительную комиссию института с просьбой дать нам путевку на великую стройку Братской ГЭС. И хочется поклониться Великим тем годам, Великим тем людям, которые личным примером и самоотверженным трудом подавали нам уроки жизни и инженерного мастерства.

Поплавский А. М.

О встрече с Е. Евтушенко

Летом 1964 г. мы часто катались на теплоходе по Братскому морю. Одна из таких поездок, это было уже в сентябре, происходила с участием гостивших в Братске Евгения Евтушенко, его жены, болгарского поэта Стефана Цанева и кинорежиссёра Карасика. Конечно, такой блестящий состав гостей обещал, что поездка будет более интересной чем всегда. Мы надеялись вечером у костра послушать Евтушенко и Цанева.

Мы встали лагерем, разожгли костёр (было уже поздно) и с нетерпением стали дожидаться Евтушенко. А он к нам не торопился, он засел на теплоходе, в матросском кубрике. Оттуда доносился весёлый и уже пьяный гул голосов. Вечер поэзии у нас явно срывался. Наконец Евтушенко пришёл к нашему костру. Но с поэзией всё-таки не ладилось. Прочитал несколько стихов Стефан Цанев, прочитал пару стихотворений Евтушенко. На большее мы не могли его уговорить.

Подошла к костру и команда теплохода. Оказалось, что капитан и его жена тоже поэты. Евтушенко стал их очень настойчиво просить, чтобы они

прочитали свои стихи. Местные поэты на уговоры быстро согласились и прочли свои стихи, которые были очень интересные, в главе «Ночь поэзии» поэмы «Братская ГЭС» Евтушенко их довольно точно передаёт. Потом ещё пели песни и читали стихи.

В этот вечер я увидел отношение Евтушенко к простым людям. Ему были по-настоящему интересны капитан теплохода каждый матрос его команды. И пошёл он к ним в кубрик потому, что хотел говорить с ними, узнать их, ему было интересно с ними. И люди, чувствуя этот неподдельный интерес, раскрывались перед ним. Разве стали бы они читать нам свои потаённые стихи? Ведь мы за всё лето совместных поездок даже не узнали, как их зовут. Просто они возили нас, куда нам было нужно, вот и всё!

Я хорошо запомнил эту поездку, как урок нам, нашему барству, к которому мы иногда так привыкаем, что и не замечаем его. Очень было обидно за свою духовную узость, а к Евгению Евтушенко возникло чувство искреннего уважения.

Н. Б. Михайлов

Комсомольцы и молодежь на строительстве Братской ГЭС

В 1954 г. наша страна продолжала восстанавливать разрушенные фашистами города и предприятия. ЦК КПСС и советское правительство приняли решение о создании в глухой тайге Братско-Усть-Илимского энергопромышленного комплекса: Братской и Усть-Илимской ГЭС, крупнейших лесопромышленных комплексов, алюминиевого завода, современных городов Братска и Усть-Илимска. Строительство поручают Минэнерго СССР.

В 1956 г. комсомольская организация насчитывала в своих рядах 2850 комсомольцев и ее возглавлял Женя Верещагин — бывший военный летчик с большим опытом комсомольской работы, энтузиаст и заводила всей работы комитета комсомола. В 1958 – 1959 гг. комитет комсомола возглавил Виктор Подгайный — бывший моряк Северного флота, в рядах ВЛКСМ было уже более 5000 человек — это была самая крупная комсомольская организация в стране в те годы.

Начала сбываться мечта великого русского ученого Михаила Ломоносова — “богатство России будет прирастать Сибирью”.

В 1954 г. Минэнерго СССР назначило двух опытных и инициативных инженеров-гидротехников возглавить строительство: Наймушина Ивана Ивановича — начальником строительства и Гиндина Арона Марковича — главным инженером.

С первых дней строительства Иркутский ОК КПСС и ОК ВЛКСМ направляют на стройку века передовой отряд строителей — коммунистов и комсомольцев.

В конце 1954 г. на строительстве была создана первичная комсомольская организация из 250 комсомольцев — посланцев из Иркутска, Москвы и других городов России. Первым секретарем комитета комсомола был избран Аркадий Морозов — мастер Падунского СМУ.

На новом этапе в котловане ГЭС надо было выполнять громадный объем скальных работ. Комитет ВЛКСМ стройки обратился к молодежи с призывом: “Кто смелый и стойкий — на котлован!” На каждое рабочее место откликнулось по пять человек, но направлены были самые достойные. Там и родилась первая бригада коммунистического труда Бориса Гайнулина.

Быт молодежи, организация ее досуга, спортивная работа, художественная самодеятельность и десятки других ежедневных забот были делом комсомольских активистов, а спрос за результаты был по партийному строгий. И надо сказать сердечное спасибо многочисленному комсомольскому активу стройки, он с честью выполнил поручение парторганизаций по руководству молодежью.

Комитет комсомола строительства считал первой своей задачей активное участие в выполнении производственных задач и планов по строительству Братской ГЭС. Первая победа коллектива строителей была в декабре 1957 г., когда от Иркутской ГЭС в Братск по непроходимой тайге, болотам, гористой местности была проложена ЛЭП-220 и промышленный ток получила стройплощадка в Братске при активном участии комсомольцев. Секретарь комсомольской организации строительства ЛЭП-220 Лиза Бердина прошла со строителями всю трассу в 650 км.

Комитет комсомола с первых дней работ в котловане ГЭС совместно с первичной организацией СМУ (секретарь партийной организации И. С. Галкин) начал создавать комсомольско-молодежные бригады, которые своим трудом и дисциплиной показывали пример (секретарь комсомольской организации Анатолий Волювеч). Всего было на стройке около 200 комсомольско-молодежных бригад и других служб (экскаваторная, автотранспортная и др.). Мы выпускали свой боевой листок “Комсомольский корчеватель”, который вскрывал недостатки в работе многих строительных управлений и в комсомольско-молодежной жизни на стройке. Выпускали его и распространяли Анатолий Нагнойных, Олег Годас.

Сочетание активной комсомольской работы с работой на производстве стало школой для будущих руководителей — специалистов Братскгэстроя. Среди них хочется назвать Аркадия Морозова, Игоря Холоднова, Феликса Кагана, Николая Букарева, Алексея Шохина, Володю Карцева, Лизу Бердину (Искалиеву), Юру Куршакова, Алексея Грабаря, Валентина Шпака, Валю Аксенову (Лазареву), Ивана Чеснова и многих других. Большинству из них комсомол дал рекомендации в ряды Ленинской партии.

Особо хочется выделить активное участие комсомольских организаций в производственных делах. Отчеты комсомольцев-руководителей регулярно обсуждались на заседаниях комитетов комсомола и собраниях. Это приносило бесспорную пользу стройке, влияло на воспитание молодых руководителей производства.

Прошли годы, забылись трудности. Но с радостью обращается комсомол к боевой, напряженной юности, к первым годам рождения дважды орденосного Братскгэстроя.

В свободное от работы время комсомольцы и молодежь участвовали в строительстве спортивных сооружений, в воскресниках, в художественной самодеятельности, дежурили в вечернее время совместно с органами МВД.

Практически все стадионы и спортплощадки в 1955 – 1958 гг. были построены ими.

Когда остро встал вопрос о строительстве спортзала на левом берегу Падуна, комитет комсомола призвал молодежь на его строительство. Комсомольцы проектной конторы под руководством их секретаря Алексея Марчука в короткий срок выдали проект. Были созданы бригады монтажников и строителей, которые в свободное от работы время работали в две смены без выходных. Руководил строительством штаб комитета комсомола, который возглавил я. Обязанности мастеров исполняли комсомольцы Леонтьев, Слободенюк, Шохин, Морозов, Грабарь и др. Строительство и ввод в эксплуатацию спортзала были выполнены в течение восьми месяцев. Обеспечение спортивным инвентарем Братскгэсстрой взял на себя.

Таким же “комсомольским” методом были построены стадионы на левом и правом берегах Падуна под руководством комсомольцев Юрия Ключникова, Анатолия Нагноино, Михаила Чурсина, Михаила Воробьева. Шефы из Московского комитета ДОСА-АФ подарили нам пневматическое оружие и мелкокалиберные винтовки, а тира не было, он был построен на левом берегу таким же методом в 1958 г.

ДСО “Труд” насчитывало в своих рядах более 7000 членов. Работали спортивные секции: бокс, борьба, футбольные, волейбольные, лыжные, туристическая, стрелковая и др. Проводились спортивные соревнования между комсомольскими организациями. Наши спортсмены участвовали в областных соревнованиях и часто занимали призовые места.

Большая работа проводилась в наших клубах, где работали кружки художественной самодеятельности, в которых участвовали сотни человек. Мы принимали участие во всех областных фестивалях и занимали призовые места. Организаторами этих кружков и участия в фестивалях были комсомольцы Алексей Шохин, Феликс Медяков, Валя Сверидова, Лиза Бердина и др.

Много внимания комитет комсомола уделял образованию и получению строительных специальностей молодежью. На стройке работал учебный комбинат, где ребята получали специальности шоферов, трактористов, экскаваторщиков, бетонщиков, маляров, плотников и др. Кроме того работали вечерний техникум, филиал Иркутского института и вечерние школы рабочей молодежи, в которых обучались более 4000 человек.

Большая шефская помощь осуществлялась ЦК ВЛКСМ по культурной программе. У нас выступали коллективы художественной самодеятельности институтов столицы; ни один раз выступал поэт Евгений Евтушенко, который впоследствии написал по-

эму “Братская ГЭС”; приезжали Пахмутова, Добронравов, Кобзон, коллективы артистов, поэты.

Ежегодно в летний период ЦК ВЛКСМ направлял к нам десятки студенческих отрядов, в которых работали не только студенты нашей страны, но и молодые строители из ГДР, Болгарии, Польши, Венгрии.

Во всех своих успехах мы выделили умелое руководство и помощь со стороны партийного комитета строительства, наших старших наставников коммунистов. Мы прислушивались к каждому совету, замечанию, брали с них пример, они воспитывали нас. Это И. И. Наймушин, А. М. Гиндин, Н. И. Виноградов, Г. А. Бoleзин, Г. Е. Агеев, В. И. Шпагин.

Доверие, помощь, контроль, добрые наставления, справедливая оценка результатов работы были нормой взаимоотношений руководства Братскгэсстроя с комсомолом. В горниле стройки закалились, мужали и росли вожаки молодежи на производстве. Многие из них стали руководителями строительных управлений Братскгэсстроя и России. Приведу лишь несколько примеров:

А. Н. Семенов — заместитель министра Минэнерго СССР;

Владислав Фоменко, в 1955 г. мастер, — начальник строительства автогиганта КАМАЗ, Герой Социалистического Труда;

Алексей Шохин, в 1955 г. мастер, — начальник строительства Зейской и Бурейской ГЭС, Герой Социалистического Труда;

Анатолий Закопырин, в 1956 г. мастер, — начальник строительства Норильского горно-обогатительного комбината, начальник “Братскгэсстроя;

Игорь Холоднов, в 1955 г. механик, — заместитель начальника Братскгэсстроя;

Алексей Грабарь, в 1955 г. мастер, — начальник Главка Минэнерго СССР;

Аркадий Морозов — начальник строительства Братского алюминиевого комбината;

Женя Верещагин, в 1956 – 1957 гг. секретарь комитета ВЛКСМ строительства, — начальник Строительного управления;

Вася Печковский, мастер, — начальник Строительного управления.

В 1958 г. на мысе Пурсей был установлен Обелиск в честь 40-летия ВЛКСМ как память участия в строительстве Братской ГЭС комсомольцев и молодежи страны.

Хочу закончить статью словами:

“И все что нами сделано
Стоит
Как нам же посвященный
Монумент”.

Подгайный В., заместитель секретаря комитета ВЛКСМ Братскгэсстроя в 1956 – 1957 гг., секретарь комитета ВЛКСМ Братскгэсстроя в 1958 – 1959 гг.

Поздравление Александр Николаевичу Семенову

26 октября 2011 г. исполнилось 85 лет со дня рождения Александра Николаевича Семенова, выдающегося советского гидростроителя, академика Российской и Международной инженерной академий, талантливого инженера и ученого, блестящего организатора энергетического и крупного промышленного строительства, вся жизнь и деятельность которого непрерывно связана с становлением и промышленно-экономическим развитием восточных регионов Советского Союза и Российской Федерации. Под его руководством и при непосредственном участии в 60 – 80-е годы двадцатого столетия в суровом необжитом таежном крае Приангарья в не-



виданно короткие сроки была создана современная промышленно-энергетическая и социально-бытовая инфраструктура: построены самые мощные по тем временам Братская и Усть-Илимская гидроэлектростанции, на базе дешевой электроэнергии ГЭС построены крупнейшие на востоке страны с самой передовой технологией заводы по производству алюминия, горно-обогатительный, лесопромышленный, крупнейший культурно-промышленный центр Восточной Сибири — город Братск.

Трудовую деятельность Александр Николаевич начал в 1952 г. После окончания Московского института инженеров водного хозяйства им. В. Р. Вильямса он направляется на работу в одну из крупнейших в то время строительно-монтажных организаций страны Братскгэсстрой. Масштабное строительство крупных промышленно-энергетических объектов, государственный подход руководителей Братскгэсстроя к решению грандиозных задач оказали по освоению новых регионов страны огромное влияние на пытливого, способного молодого инженера, под влиянием которых раскрылись его организаторские и инженерные способности. За короткое время он проходит путь от мастера строительного участка до начальника строительно-монтажного управления и уже в 1961 г. назначается начальником Братскгэсстроя, которое успешно возглавляет до 1977 г. Эти годы были расцветом крупнейшей в стране строительно-монтажной организации “Братскгэсстрой”, численность которой в то

время достигала 100 тыс. человек. Братскгэсстрою поручают строительство практически всех крупнейших объектов Восточной Сибири, включая такие уникальные, как горно-добывающий металлургический комплекс “Надежда” в Норильске, лесопромышленный комплекс и многие другие.

В этот период наряду с основной производственной деятельностью Александр Николаевич ведет большую общественно-политическую деятельность: он избирается депутатом Верховного Совета Российской Федерации, ведет большую работу в международных энергетических и общественных организациях.

В 1977 г. А. Н. Семенов как один из выдающихся организаторов крупного строительного производства переводится на работу в центральный аппарат Минэнерго СССР и назначается заместителем министра. В эти годы в полной мере раскрываются талант и организаторские способности, направленные на решение крупномасштабных государственных задач. Он осуществляет и координирует организацию строительства таких промышленных и энергетических гигантов, как Камский автомобильный завод, завод по производству атомных реакторов “Атомаш”, Ярцевский чугунно-литейный завод, автокомбинат ЗИЛ, предприятий нефтяной и газовой промышленности, крупнейших в стране атомных электростанций — Курской, Смоленской, Запорожской, Ровенской, Балаковской и др.

В 1986 г. после случившейся трагедии на Чернобыльской АЭС он в составе правительственной комиссии был одним из руководителей работ по ликвидации последствий аварии, осуществляя организацию работ непосредственно на месте аварии.

Большое внимание А. Н. Семенов уделяет, будучи избранным в 1994 г. академиком Российской и Международной инженерных академий, проблемам строительной науки, обобщению и систематизации опыта гидротехнического и промышленного строительства. Несмотря на огромную производственную нагрузку, он пишет и издает целый ряд монографий по проблемам гидроэнергетического строительства, печатает статьи в научно-технических журналах. С 1991 по 2008 г. он возглавлял

одну из авторитетных организаций в стране – Российский национальный комитет международной комиссии по большим плотинам (ICOLD), которая объединяет практически весь интеллектуальный потенциал гидроэнергетиков и гидростроителей мира. Благодаря его усилиям и личным качествам наша гидротехническая школа заслуженно пользуется уважением и признательностью во всем мире.

На протяжении многих лет Александр Николаевич является председателем и душой общества “Чернобыльцы Минтопэнерго”, оказывающим материальную, правовую и медицинскую помощь участникам ликвидации аварий. Он инициатор, составитель и один из авторов трех аналитических монографий о катастрофе на Чернобыльской АЭС.

А. Н. Семенов возглавляет Совет ветеранов войны и труда энергетиков, проявляя чуткость, внимание и доброжелательное отношение к людям, стремясь в любой ситуации оказать им моральную и материальную поддержку. Он проводит огромную работу по объединению и консолидации ветеранов-энергетиков всех республик бывшего Советского Союза. По его инициативе и при поддержке руководителей электроэнергетической отрасли республик СНГ проводятся ежегодные встречи ветеранов-энергетиков стран СНГ, что имеет чрезвычайно важное значение как для самих ветеранов, так и для обобщения и передачи богатого опыта молодым специалистам.

Отдавая дань памяти патриарха энергетики П. С. Непорожного, к его столетию со дня рождения Совет ветеранов войны и труда энергетиков провел в 2010 г. целый ряд знаковых мероприятий: издана интересная книга воспоминаний ветеранов “П. С. Непорожный и энергетика великой страны”, разработана и выпущена памятная медаль, открыта на бывшем здании Минэнерго СССР мемориальная доска П. С. Непорожного, проведена в Минэнерго РФ научно-практическая конференция с участием руководства Минэнерго РФ, Российской Академии

наук, Государственной Думы, Совета ветеранов, представителей стран СНГ.

За выдающийся вклад в развитие народного хозяйства страны А. Н. Семенов награжден девятью правительственными наградами, в том числе орденами Ленина (1976), Мужества (1996), орденом Почета (2007), “За заслуги перед Отечеством” III степени (Украина, 2003). Он лауреат премии Совета Министров СССР, заслуженный строитель РФ и заслуженный энергетик СССР, в 2006 г. награжден Государственной почетной грамотой, ему присвоены почетные звания “Заслуженный энергетик сотрудничества независимых государств” (2002), “Почетный энергетик Украины” (2006), “Почетный гидроэнергетик России”, “Ветеран Белорусской энергосистемы” и др.

В 2010 г. руководство Минэнерго РФ и общественность в знак выдающихся заслуг перед Родиной присвоили имя Семенова Александра Николаевича Московской подстанции 110/10 кВ, обслуживающей более 1 миллиона жителей Москвы, с соответствующим оформлением Памятной доски на здании подстанции.

Президент России Дмитрий Медведев как глава Российского организационного комитета “Победа” наградил в 2010 г. Совет ветеранов энергетики, возглавляемый А. Н. Семеновым, памятной медалью “65 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 годов” и дипломом за активную работу с ветеранами, участие в патриотическом воспитании граждан и большой вклад в подготовку и проведение юбилея Победы.

Редколлегия журнала “Гидротехническое строительство”, коллективы институтов ассоциации “Гидропроект”, инженерная общественность гидроэнергостроителей от всей души поздравляют Александра Николаевича Семенова со славным юбилеем и желают ему доброго здоровья и благополучия.

Анатолий Федорович Дьяков (к 75-летию со дня рождения)



Крупный руководитель, видный ученый в области энергетики, профессор, доктор технических наук, член-корреспондент Российской академии наук, Дьяков Анатолий Фёдорович родился 10 ноября 1936 г. в станице Марьинская Георгиевского р-на Ставропольского края.

В настоящее время А. Ф. Дьяков – Президент – Председатель научно-технической коллегии НП “НТС ЕЭС”. А. Ф. Дьяков возглавляет комиссию Минэнерго России по осуществлению мониторинга за проведением организациями электроэнергетики ремонтов и технического состояния генерирующих объектов и объектов электросетевого хозяйства.

Многие годы А. Ф. Дьяков успешно сочетает производственную деятельность с научно-педагогической.

Ряд научных работ А. Ф. Дьякова связан с разработкой научно-технических основ обеспечения сейсмической безопасности энергетических объектов, использованием в нашей стране возобновляемых источников энергии. Их результаты опубликованы в трудах “Обеспечение сейсмической безопасности энергетических объектов: Исследования, разработки, внедрение”, “Ветроэнергетика России. Состояние и перспективы развития”, “Малая энергетика России. Проблемы и перспективы” и других.

Под руководством А. Ф. Дьякова разработаны теоретические основы электромагнитной совместимости и методы её обеспечения в электроэнергетике. По результатам этой работы изданы монография “Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике” (2003г.) и учебник

“Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике” (2009, 2011г.), “Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях”, “Требования по выполнению условий электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики”.

Он автор ряда научных работ по вопросам снижения воздействия энергетики на окружающую среду, активно участвовал в реализации подпрограммы “Экологически чистая ТЭС” Государственной научно-технической программы “Экологически чистая энергетика”.

С 1990 года он заведовал кафедрой эксплуатации электрических станций, сетей и систем факультета повышения квалификации руководящих работников при Московском энергетическом институте, а с 1996 года по настоящее время – кафедрой релейной защиты и автоматизации энергетических систем. Под его руководством защитили диссертации 3 доктора и 11 кандидатов наук, две докторские диссертации находятся в стадии завершения. Им в соавторстве с другими учеными подготовлено 11 учебных пособий и учебников для студентов электроэнергетических специальностей, в их числе “Менеджмент и маркетинг в электроэнергетике”, “Релейная защита электроэнергетических систем”, “Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем”, учебник “Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем” (2008г.).

Под редакцией и при непосредственном участии А. Ф. Дьякова в 2011г. завершен выпуск 4-х томного издания уникальной “Электротехнической энциклопедии”, подготовленной впервые в мировой практике.

А. Ф. Дьяков автор около 400 научных трудов, в том числе 25 монографий и около 40 патентов и авторских свидетельств.

Он является Председателем Научного совета РАН по проблемам надежности и безопасности больших систем энергетики, Президентом Международной энергетической академии, академиком – секретарём, членом Президиума Академии электротехнических наук России, действительным членом Международной академии информатики и Международной педагогической академии, Грузинской и Казахской академий наук, немецкой Академии “Восток-Запад”.

А. Ф. Дьяков член ученых советов “НИУ МЭИ” и Института электроэнергетики этого университета, диссертационных советов при “НИУ МЭИ” и Северо-Кавказском государственном техническом

университете, почётный профессор Южно-российского государственного технического университета и СКГТУ.

За последние 5 лет под руководством А. Ф. Дьякова проведена большая работа по выработке концептуальных решений в электроэнергетике по обеспечению надежного и бесперебойного энергоснабжения потребителей в условиях рыночного формирования отрасли.

А. Ф. Дьяков руководил работами по корректировке схемы электроснабжения Сочинского энерго района в рамках проведения XXII зимних Олимпийских игр 2014 г., под его руководством был выработан перечень мероприятий по обеспечению надежного электроснабжения потребителей региона Сибири в осенне-зимний период 2009 – 2010 гг. и на последующий период в связи с аварией на Саяно-Шушенской ГЭС.

А. Ф. Дьяков принимал активное участие в работах по разработке программы модернизации электроэнергетики России на период до 2030 года, концепции обеспечения надежности в электроэнергетике, целевой модели рынка электроэнергии, мощности и системных услуг.

Он является научным руководителем работы по созданию и внедрению программно-аппаратного комплекса по предотвращению и ликвидации гололедных аварий в энергосистемах, выдвинутой на соискание премии Правительства РФ 2011 года в области науки и техники.

Под руководством А. Ф. Дьякова разработаны основные положения технической политики ОАО “РАО Энергетические системы Востока” на период до 2020 года.

Была рассмотрена как прообраз базового энергоблока для модернизации российской энергетики технологическая схема и оборудование парогазового энергоблока 1000 МВт Нижневартовской ГРЭС. Была предложена система гарантированной защиты особо опасных объектов для предотвращения техногенных катастроф. Рассмотрены технологические правила работы электроэнергетических систем, проблемы стабилизация напряжения электрической сети высокого напряжения внутрисетевыми управляемыми источниками реактивной мощности индуктивно-емкостного типа.

А. Ф. Дьяков углубленно занимается разворачиванием работ по созданию концепции и программы внедрения в электроэнергетику интеллектуальных систем управления электроэнергетическими системами с активно-адаптивными сетями.

Коллектив Ведущей научной школы (ВНШ) “Релейная защита и автоматизация энергосистем”, руководимой А. Ф. Дьяковым на кафедре “Релейная защита и автоматизация энергосистем” МЭИ, регулярно выигрывал Гранты Президента РФ. Под руководством Дьякова А. Ф. в последние годы выполнены следующие фундаментальные исследования:

“Разработка метода определения границ зоны устойчивости системы электроснабжения района мегаполиса с собственным источником при выделении на изолированную работу” (2008 – 2009 гг.);

“Исследование и разработка принципов противоаварийного управления в системе электроснабжения района мегаполиса при выделении собственного источника на изолированную работу со сбалансированной нагрузкой” (2010 – 2011 гг.).

Работы коллектива ВНШ регулярно отмечаются призовыми местами и премиями.

В рамках Ведущей научной школы, которой руководит А. Ф. Дьяков, с 2007г. по настоящее время, защищены шесть кандидатских и одна докторская диссертации.

С 1986 года А. Ф. Дьяков активно участвует в деятельности Мирового Энергетического Совета (МИРЭС) и Международной конференции по большим электрическим системам высокого напряжения (СИГРЭ). Он вице-президент Программного комитета МИРЭС, член Исполкома и Административного совета СИГРЭ, Председатель Российского национального комитета МИРЭС и Почетный председатель Российского национального комитета СИГРЭ.

Дьяков А. Ф. Президент некоммерческой ассоциации “Корпорация Единый Электроэнергетический Комплекс”, главный редактор отраслевых журналов “Энергетик” и “Вести в электроэнергетике”.

Он награжден орденами Трудового Красного Знамени (1977 г.), Октябрьской Революции (1986 г.), Дружбы (1995 г.) и Почета (2003 г.), “За заслуги перед Отечеством 1У степени” (2007 г.); двумя медалями; многими отраслевыми наградами; удостоен званий “Почетный энергетик СССР”, “Заслуженный энергетик Российской Федерации” и других.

Научная и инженерная общественность, редколлегия журнала “Гидротехническое строительство” искренне поздравляют Анатолия Федоровича со знаменательной датой и желают крепкого здоровья и успехов в дальнейшей производственной и творческой деятельности

Поздравление Владимиру Михайловичу Семенкову

12 ноября 2011 г. исполняется 80 лет со дня рождения Владимира Михайловича Семенкова — одного из ведущих специалистов России в области проектирования и строительства гидроэлектростанций.

В 1954 г. В. М. Семенков окончил гидроэнергетический факультет Московского энергетического института по специальности инженер гидроэнергетик-электромеханик.

Ещё будучи студентом, В. М. Семенков выполнял гидравлические исследования совмещённых турбинных блоков и расчёты наплавных блоков ГЭС. Разработанная им прямооточная отсасывающая труба в блоке с горизонтальным гидроагрегатом стала дипломной работой В. М. Семенкова, которая была отмечена СМИ.

За 57-летний период научной, проектной, консультативной и производственной деятельности В. М. Семенков принимал непосредственное участие в проектировании и строительстве гидроэлектростанций в России и за рубежом. Он прошёл профессиональный путь от инженера Московского филиала ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева до заместителя начальника, главного инженера по гидроэнергетическому строительству Главниипроекта, ГУПИКСа Министерства энергетики и электрификации СССР. Работал заместителем начальника Управления проектных работ и менеджмента РАО “ЕЭС России”. Разрабатывал и участвовал в реализации концепций и планов развития гидроэнергетики и отраслевых научно-технических программ в стране, в совершенствовании проектно-сметного дела и повышении эффективности проектных решений, сокращении инвестиционного цикла строительства.

Владимиру Михайловичу присвоены звания “Отличник Министерства энергетики и электрификации СССР”, “Почётный энергетик СССР”, “Почётный строитель Министерства энергетики Российской Федерации”, “Заслуженный работник ЕЭС России”, “Заслуженный энергетик Российской Федерации”. Он был членом бюро Научно-технического совета Минэнерго СССР, Комитета по водным ресурсам, НТС РАО “ЕЭС России”, входил в состав консультационных советов ряда гидротехнических компаний США, Франции, Италии и Венесуэлы. В настоящее время В. М. Семенков является экспертом бюро Научно-технического совета ОАО “РусГидро” и председателем секции гидротурбинного и гидромеханического оборудования.

В. М. Семенков — крупный инженер, известный в отечественных и зарубежных инженерных кругах. Основное поле деятельности — обоснование компоновок гидроузлов с гидравлических позиций, разработка экономичных низко и высоконапорных водосбросных сооружений, турбинных трактов, водоприёмников и отсасывающих труб гидротурбин. Экспериментально обос-



новал совместно с МВТУ турбинный тракт с раструбной отсасывающей трубой и подводящей камерой упрощённой формы в специфических условиях совмещённого блока ГЭС из сборных элементов с характеристиками не ниже, чем у традиционного тракта со спиральной камерой и изогнутой отсасывающей трубой. Впервые в мире разработал и доказал эффективность аэрационной защиты водосбросных сооружений от кавитационной эрозии, которая признана наиболее экономичной и надёжной инженерной системой в мировой практике. Решал во-

просы экологии, качества воды и рыбозащитных сооружений. Проектировал плотины, выпускал рабочую документацию, вёл авторский надзор на строительстве Высотной Асуанской плотины, оценивал гидроэнергетические ресурсы и разрабатывал схемы перспективных каскадов на реках Перу, Венесуэлы, Зимбабве, ТЭО пограничного Российско-Китайского каскада на реках Аргунь и Амур. Владимир Михайлович предложил, обосновал и внедрил новые методы и технические средства исследований и мониторинга водосбросных сооружений и их оснований. За комплекс работ по созданию, метрологическому обеспечению и широкому внедрению методов и средств контроля надёжности сооружений и оборудования ГЭС и ГАЭС ему была присуждена премия Совета Министров СССР.

В. М. Семенковым получено 20 авторских свидетельств. Он опубликовал более 60 работ по вопросам гидравлики, кавитации, конструкции водосбросов, гидротурбинных трактов, грунтовых и бетонных плотин, измерительного оборудования, экологии и рыбозащиты. Владимир Михайлович член Международной гидроэнергетической ассоциации, являлся членом Международной ассоциации гидравлических исследований и Международной ассоциации по механике скальных пород. Он член-корреспондент Академии проблем водохозяйственных наук и член Международной энергетической академии. На протяжении многих лет В. М. Семенков — член редколлегии журналов “Гидротехническое строительство” и “Hydropower & Dams”.

За научно-инженерные достижения В. М. Семенков награждён орденом “Знак Почёта”, золотой, четырьмя серебряными и бронзовой медалями ВДНХ СССР.

В. М. Семенков принимал активное участие в работе Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD), в которой участвовали в то время национальные комитеты 79 стран, в работе технических комитетов и Советского национального комитета ICOLD.

Редколлегия журнала “Гидротехническое строительство”, друзья и коллеги сердечно поздравляют юбиляра и желают ему крепкого здоровья, счастья и успехов.