

В порядке обсуждения

УДК 502/504 : 627.43

**А. Н. ДЫМАНТ, В. С. ПРОКОПОВИЧ, Ю. Н. КАСАТКИН, Е. И. КУЗНЕЦОВ,
В. В. УСПЕНСКИЙ**

Открытое акционерное общество «ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева»

О СТАТЬЕ Ю. П. ЛЯПИЧЕВА «ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СТРОЯЩЕЙСЯ КАМЕННО-НАБРОСНОЙ ПЛОТИНЫ БОГУЧАНСКОЙ ГЭС»

Статья Ю. П. Ляпичева в журнале «Природообустройство» (№ 1, 2008) является далеко не первой попыткой автора доказать, что литой асфальтобетон не может быть применен для диафрагмы каменно-набросной плотины Богучанской ГЭС и что необходимо использовать уплотняемый асфальтобетон. Хотя цель этих попыток, возможно, стремление Ю. П. Ляпичева внедрить западные технологии в российскую практику гидротехнического строительства, доказательства его весьма далеки от объективного сопоставления вариантов проекта и не поддерживают критики.

Об истории вопроса. К моменту постановки вопроса о выборе противоточной конструкции Богучанской ГЭС (80 гг. XX века) ВНИИГ имел почти 60-летний опыт применения асфальтобетона (как литого, так и уплотняемого) в гидротехническом строительстве. К началу разработки

проекта Богучанской ГЭС в СССР при участии ВНИИГ были построены десятки объектов из уплотняемого асфальтобетона, была закончена диафрагма из литого асфальтобетона земляной плотины Днепровского алюминиевого завода в городе Запорожье высотой 32 м (1978–1981) и с участием сотрудников ВНИИГ успешно велось возведение диафрагмы грунтовой плотины ГЭС «Хадита» в Ираке (длина 9600 м, высота 56 м).

При анализе различных вариантов учитывался и зарубежный опыт строительства диафрагм из уплотняемого асфальтобетона. Он выявил ряд недостатков таких диафрагм, прежде всего сложность обеспечения водонепроницаемости. Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что асфальтобетон длительно морозостоек и водонепроницаем только при остаточной пористости не более 2,8 %, т. е. он должен быть

в достаточной степени уплотнен. Достичь такой степени уплотнения с помощью укатки сложно. Поэтому требуется постоянно вести контроль степени уплотнения и корректировать режимы укатки. Необходимо обеспечивать подсушку и нагрев поверхности нижележащего слоя асфальтобетона для создания необходимой прочности горизонтальных швов, идущих по высоте через каждые 20 см. Качественная укладка и уплотнение уплотняемого асфальтобетона, обеспечение необходимой прочности горизонтальных швов во время атмосферных осадков, при отрицательной температуре воздуха и основания невозможны. (А литой асфальтобетон — самоуплотняющийся материал, и требуемая степень уплотнения по технологии ВНИИГ в нем достигается автоматически, не являясь препятствием для работы с литым асфальтобетоном дождь и отрицательные температуры воздуха и основания). Кроме того, необходима строгая синхронизация подачи асфальтобетона и грунтового материала к укладчику, укатки диафрагмы и грунта позади него. Синхронно должна быть организована укладка и уплотнение последующих зон грунтовой призмы.

Такие крайне жесткие требования к организации и качеству, культуре проведения работ по асфальтобетону и контактным грунтовым зонам в климатических и территориальных условиях строительства Богучанской ГЭС обеспечить практически невозможно, к тому же на месте строительства Богучанской ГЭС положительная температура воздуха наблюдается всего 165 дней в году. Поэтому генпроектировщик — «Гидропроект имени С. Я. Жука» принял вариант строительства диафрагмы из литого асфальтобетона. Тем не менее, перед началом строительства был выполнен опытный крупномасштабный фрагмент каменно-набросной плотины с асфальтобетонной диафрагмой, представляющий собой замкнутый прямоу-

гольник со сторонами 40×12 м и высотой 8,5 м. При работе на фрагменте отрабатывали технологию выполнения литой диафрагмы различных вариантов, в том числе сборной из асфальтовых блоков, а также была опробована укладка уплотняемого асфальтобетона с повышенным содержанием битума (такого, к которому норвежцы и китайцы, по сведениям Ю. П. Ляпичева, пришли много лет спустя, стараясь приблизить свойства уплотняемого к возможностям литого). Фрагмент заполнялся водой, проводились исследования водонепроницаемости фрагмента, швов, влияния на эти показатели условий и технологий производства работ (строительство фрагмента велось и в зимние месяцы при температуре воздуха до -38 °С). По результатам опытных работ был выбран вариант монолитной диафрагмы из литого асфальтобетона, в первую очередь потому, что он обеспечивал работоспособность плотины в большей степени, чем остальные варианты, и позволял вести строительство в зимние месяцы. Единственное преимущество уплотняемого асфальтобетона — несколько меньший расход битума на фоне преимуществ литого — представляется несущественным.

По тексту статьи.

Содержание битума в литом асфальтобетоне диафрагмы Богучанской ГЭС составляет 8,8...9,1 % для крупнозернистого и 7,4...8,5 % для мелкозернистого, а не 11...12 %.

Контакт диафрагмы с цементационной галереей обеспечивается плитой асфальтобетона толщиной около 1,5 м, прижатой к верху галереи грунтом низовой призмы, и чем этот контакт не надежен? Примыкание диафрагмы к бетонной плотине доработано проектом — усилено обогреваемой мастичной шпонкой.

Согласно технологии ВНИИГ, длина блока заливки асфальтобетона не ограничивается 6 м, а определяется, по технологическим соображениям, производителями работ. Длина блока лимитируется только продолжительностью

рабочей смены, при непрерывной работе блоки заливаются один за другим, перегородка между ними сразу же удаляется. Такой объединенный блок может быть любой длины, высоты до 1,2 м и более.

В статье Ю. П. Ляпичева неправильно описана технология отсыпки переходного слоя грунта, например, он сообщает, что отсыпаются «переходные зоны из однородного щебня крупностью до 200 мм и более без уплотнения ввиду опасности повреждения виброкатками слабых незащищенных граней диафрагмы». Однако, согласно техническим условиям на укладку гидротехнического асфальтобетона в противофильтрационную диафрагму 1988 г.: «Толщина слоев отсыпки: в рыхлом состоянии при уплотнении, например, виброкатком ПВК-70 ЭМ — 60 см, пневмокатком ДУ — 16 В или груженным автосамосвалом БелАЗ — 540 — 30 см. ...Послойная отсыпка и уплотнение грунта, прилегающего непосредственно к диафрагме участка, должна производиться синхронно с обеих сторон от диафрагмы до плотности на контакте не менее 1,9 т/м³». В настоящее время, согласно проекту, переходная зона состоит из двух слоев — «первые слои переходной зоны шириной 1,5 м из щебня долеритов фракции 0...100 мм, вторые слои переходных зон имеют ширину 3,0 м и укладываются из щебня долеритов фракции 0...200 мм. Оба слоя после выравнивания укатываются одновременно самоходными виброкатками весом 13...16 т за 6 проходов по одному следу. Плотность сухого грунта должна составлять 2,12 т/м³». Многократные обследования состояния «слабых» (?) и «незащищенных» (?) граней диафрагмы из литого асфальтобетона после уплотнения контактной зоны грунта и последующего открытия шурфов, в том числе и на плотине Ирганайской ГЭС, при уплотнении до плотности скелета грунта не менее 2,11 т/м³ показали отсутствие каких-либо повреждений

диафрагмы в связи с уплотнением грунта контактной зоны.

Далее у Ю. П. Ляпичева: «...технология строительства диафрагмы из литого асфальтобетона и соседних зон из щебня и камня носила порционный, «разрывной» (?) характер, имела низкую производительность и не могла обеспечить строительства в требуемые сроки». Технология строительства диафрагмы из литого асфальтобетона — это классическое поточное производство, конвейер, только движется не изделие — диафрагма, а средства производства и персонал вдоль изделия. Строительство одновременно идет вдоль всего фронта диафрагмы — на одних участках идет заливка асфальтобетона в опалубку, на других — выставляется опалубка, на третьих — отсыпается и уплотняется грунт переходных зон, на четвертых — снимается опалубка и идет приемка готового участка диафрагмы. «Порция» литой диафрагмы может быть высотой 1,2 м, а «порция» уплотняемой — только около 20 см. А если использовать термин «разрывной», то скорее его можно применить к технологии уплотняемого асфальтобетона, при которой процесс строительства разрывается на осенне-зимне-весенне простой.

О производительности. При полном комплекте рекомендованных ВНИИГ транспортных и грузоподъемных средств в диафрагму плотины Богучанской ГЭС за семь месяцев 2008 г. было уложено около 30 500 м³ опалубки (в остальное время работы не производились, так как годовой план был 24 000 м³). Для сравнения: на 12 построенных фирмой KOLO VEIDEKKE a.s. (Норвегия) диафрагмах из уплотняемого асфальтобетона среднегодовая укладка составляла от 700 до 7000 м³ (среднегодовая укладка литого асфальтобетона в диафрагму плотины Хадита составляла 18 300 м³). К слову, объем диафрагм из литого асфальтобетона трех построенных при сопряжении

ВНИИГ и одной на 70 % возведенной Богучанской плотины больше суммы объемов 14 диафрагм из уплотняемого асфальтобетона, возведенных и возводимых (две диафрагмы) фирмой KOLU VEIDEKKE a.s. Понятно, что возведение всего гидротехнического сооружения определяется не одной диафрагмой, а многими факторами, в том числе и экономическими, но, во всяком случае, утверждение Ю. П. Ляпичева о большей производительности способа уплотняемого асфальтобетона по сравнению с литым не подтверждается практикой строительства.

Об оценке безопасности литой и укатанной диафрагм в проекте Богучанской ГЭС (по пунктам статьи Ю. П. Ляпичева).

1. Сценарий разрушения плотины, описанный Ю. П. Ляпичевым, относится к земляной плотине. Плотина Богучанской ГЭС каменно-набросная, а в плотинах такого типа если и произойдет такое маловероятное событие, как нарушение сплошности противофильтрационного устройства, то это должно привести к локальным протечкам, т. е. к незапланированным потерям воды из водохранилища, а не «к полному разрушению плотины».

2. «Конструкция и технология строительства асфальтобетонной диафрагмы должна отвечать высоким требованиям надежности», но почему только на опыте строительства уплотняемых асфальтобетонных диафрагм? Не бывает одного правильного решения на все случаи жизни. В мире построено не менее 14 диафрагм из литого асфальтобетона (самая ранняя — диафрагма 1949 года, напор — 45 м), в том числе с участием ВНИИГ — в Запорожье, ГЭС Хадита, а также диафрагма почти 100-метровой грунтовой плотины Ирганайской ГЭС. Ни по напору, ни по объему диафрагмы Богучанская не является рекордной.

3. О «возможном разуплотнении» переходных зон грунта. В соответствии

с ТУ на возведение асфальтобетонной диафрагмы «высота блока заливки лимитируется возможностью уплотнения грунта контактной зоны до проектных требований». Поскольку высота отсыпанного слоя грунта контактной зоны только такая, которую может проработать каток, то при отсыпке соседних участков граница между ними прорабатывается катком также до проектных требований и никакого разуплотнения здесь не возникает.

О «сегрегации на битум и битумизированный заполнитель». При соблюдении ТУ, естественно, никакой сегрегации на битум и заполнитель не происходит. Для того чтобы ТУ соблюдались, на всех этапах предусмотрен контроль качества работ, а из диафрагмы осуществляется регулярное выбуривание кернов для лабораторных исследований на соответствие требованиям ТУ, причем выбуривать керн для последующих лабораторных исследований прочности контакта (адгезии) между блоками предписано из двух смежных по высоте блоков.

В акте обследования гидротехнических сооружений Богучанской ГЭС от 28 марта 2008 г. комиссией по обследованию гидротехнических сооружений Богучанской ГЭС и проверке организации контроля за ними, сформированной «в целях реализации требований Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» и во исполнение приказа № 20 «О проведении обследований гидротехнических сооружений в 2008 г.» от 16 января 2008 г. по ОАО «ГидроОГК» констатируется: «Отсыпка и уплотнение яруса грунтом производилась послойно, синхронно с обеих сторон от диафрагмы... Частота опробования переходных слоев, отсыпанных к боковым поверхностям АБД, соответствует рекомендациям ТУ43К и действующим нормативам. ... Плотность щебня фр. 0...100 мм изменяется от 2,20 до 2,30 т/м³. ... Приготовление асфальта соответству-

ет ТУ... Испытания асфальтобетона производились в соответствии с действующими нормами и техническими условиями... Контроль качества готовой асфальтобетонной диафрагмы сопровождается систематическим выбуриванием кернов. Длина блока укладки асфальтобетонной смеси не ограничивается и определяется объемом непрерывно укладываемого асфальтобетона в смену, конструктивными особенностями диафрагмы, наличием опалубки ...».

4. Ю. П. Ляпичев неправильно оценивает природу и свойства литого асфальтобетона. Литой асфальтобетон можно представить во время эксплуатации сооружения как тяжелую и очень вязкую жидкость. В диафрагме асфальтобетон находится постоянно в обжатом состоянии. В процессе возведения диафрагмы, наполнения водохранилища возможно доуплотнение переходных зон, низовой призмы и деформация диафрагмы, но эти зоны деформации при течении обжатой диафрагмы не являются зонами трещинообразования (зонами растягивающих напряжений). Поэтому, вопреки утверждениям Ю. П. Ляпичева, «расчетные прогнозы относительно появления растяжения и трещин в диафрагме из литого асфальтобетона» не могли ни полностью, ни частично подтвердиться ни на начальной стадии возведения диафрагмы, ни на последующих. Ю. П. Ляпичев, чтобы хоть как-то подтвердить свои ошибочные прогнозы, описывает состояние блоков верхнего ряда, выполненных в годы нерегулярного финансирования строительных работ, отсутствия научно-технического сопровождения ВНИИГ, не закрытых грунтом (требование ТУ — закрывать в течение 48 ч) и простоявших так в течение восьми лет под воздействием всех атмосферных факторов. Естественно, поскольку состав для таких условий не подбирался, были поперечные морозобойные трещины, поперечные трещины в межблочных швах, уменьшение сцепления между блоками,

в том числе и из-за использования солянки — запрещенной ТУ в качестве антиадгезионной смазки. Перед началом возобновления строительства эти участки были удалены и в них уложен свежий асфальтобетон.

Точно также не соответствует действительности то, что «зоны потери герметичности диафрагмы из литого асфальтобетона при продолжении ее наращивания дополняются и расширяются», как и измышления насчет «повторных ремонтов» и парализации строительства.

5. О выдавливании битума. Еще исследованиями В. Ф. Ван Асбека (Нидерланды) в 1960 г., впоследствии неоднократно подтвержденными (в том числе и сотрудниками ВНИИГ), показано, что выдавливание битумного вяжущего практически невозможно (скорость выдавливания составляет 0,5 мм за одну тысячу лет). А если бы даже это происходило, то литой асфальтобетон в пределе превратился в так пропагандируемый Ю. П. Ляпичевым уплотняемый. И с чего бы это он стал «источником фильтрации при наполнении водохранилища»?

7. О критерии «стабильности» асфальтобетонных диафрагм, предложенном Н. Ф. Щавелевым (ВНИИГ) для Богучанской ГЭС. Ю. П. Ляпичев в своей статье утверждает, что у него получился коэффициент бокового давления диафрагмы из литого асфальтобетона (соотношение вертикальных и горизонтальных напряжений в диафрагме), равный 0,9...0,97. У упоминаемого же Н. Ф. Щавелева (Известия ВНИИГ, т.157, стр. 28) даже без учета силы трения между диафрагмой и грунтом, для менее вязкого асфальтового материала, чем применяемый в строительстве диафрагмы Богучанской ГЭС, коэффициент бокового давления для температурных условий гидроэлектростанции через 100 лет равен примерно 0,6, а через 200–300 лет — около 0,63, т. е. даже при таких допущениях «стабильность» диафрагмы из литого асфальто-

бетона обеспечивается.

В 2002, 2006 гг. в ОАО «ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева» проводились расчеты НДС диафрагмы из литого асфальтобетона плотины Ирганайской ГЭС. Расчеты осуществлялись для схемы плоской деформации методом конечных элементов по программам Cosmos/M и ANSYS с учетом реологических свойств асфальтобетона. Несмотря на то что среднегодовая температура на Ирганае почти на 14 °С выше, чем на Богучанах, расчеты показали стабильность НДС грунтовой плотины Ирганайской ГЭС. Расчетами было подтверждено, что значительная часть веса асфальтобетона уравнивается за счет зависания диафрагмы на упорных призмах. Нормальные напряжения растут в диафрагме линейно с глубиной аналогично гидростатическому давлению столба тяжелой жидкости с плотностью 1,05...1,3 т/м³. Это означает, что боковое давление диафрагмы не превышает 57 % принятого в расчетах Н. Ф. Щавелева вертикального давления литого асфальтобетона.

О напряжениях в материале диафрагмы от действия нагрузки со стороны верхнего бьефа. В той же статье Н. Ф. Щавелева (с. 23) со ссылкой на методику расчета А. К. Бугрова сказано: «Если по этой методике определить горизонтальные смещения и растягивающие напряжения на горизонтальных площадках и учесть нейтрализующее действие на них сжимающих напряжений от собственного веса асфальтового материала, то можно убедиться, что материал диафрагмы во время эксплуатации сооружения будет работать только на сжатие. Таким образом, можно заключить, что в материале диафрагмы при изгибе ее от напора воды и давления грунта верховой призмы образование трещин исключено».

Если же продолжать цитировать Н. Ф. Щавелева, то читатель узнает следующее: «Диафрагма из литого асфальтобетона может быть выполнена почти

в любых погодных условиях... Текучесть данного материала обеспечивает сохранение сплошности и водонепроницаемости и в случае образования по какой-либо причине в ней трещин. Под действием сжимающих напряжений в литом асфальтобетоне даже фильтрующая трещина закрывается... Диафрагма из литого асфальтобетона после наполнения водохранилища не будет находиться в статической стабильности... Наши расчеты асфальтобетонной диафрагмы в грунтовой плотине на непрерывность деформации при изгибе приводят к выводу, что в материале диафрагмы при изгибе ее от напора воды и давления грунта верховой призмы образование трещин исключается» (Негрунтовые противофильтрационные конструкции и гидроизоляция энергетических сооружений. — Л. : Энергоатомиздат, 1990).

Между прочим, приведенные в статье результаты расчетов Ю. П. Ляпичева также свидетельствуют о безопасной работе диафрагмы из литого асфальтобетона в теле плотины Богучанской ГЭС, так как показано, что напряженное состояние литого асфальтобетона близко к наиболее благоприятному для этого материала состоянию — всестороннему гидростатическому обжатию. Другое дело, что авторская интерпретация результатов этих расчетов весьма тенденциозна.

О выдавливании литого асфальтобетона в поры низовой переходной зоны. Еще в 1960 г. исследованиями В. Ф. Ван Асбека, впоследствии неоднократно подтвержденными, в том числе сотрудниками ВНИИГ, было установлено, что выдавливание асфальта в соседний слой камня возможно, только если максимальный размер минеральных частиц в асфальтобетонной смеси менее 1/6 размера частиц камня в прилегающем слое, что учтено в проекте каменно-набросной плотины Богучанской ГЭС.

8. Величина перемещений асфальтобетонной диафрагмы в сторону нижнего бьефа при наполнении водохрани-

лица не зависит от вида асфальтобетона, а только от свойств и качества выполнения низовой грунтовой призмы и переходных слоев.

10. Ю. П. Ляпичев не учитывает, что после процедуры уплотнения уплотняемый асфальтобетон отличается от литого только толщиной битумной пленки между минеральными частицами. Структура асфальтобетонов одинакова, «напряжения от собственного веса и давления верхнего бьефа воспринимаются» одними и теми же составляющими асфальтобетона. Различия в свойствах литого и уплотненного асфальтобетона связаны с особенностями взаимодействия битума и наполнителя, а не с тем, что, по утверждению Ю. П. Ляпичева, в диафрагме из литого асфальтобетона все напряжения от собственного веса и давления верхнего бьефа воспринимаются битумом..., а наполнитель практически выключается из работы; в диафрагме из укатанного асфальтобетона напряжения в битуме и наполнителе — величины одного порядка.

При объединении битума и наполнителя в связи с их взаимодействием в зоне до 4 мк от наполнителя существенно изменяется структура, состав, вязкость битума, изменения происходят по экспоненте. Средняя толщина битумной пленки на поверхности минерального наполнителя в уплотняемом асфальтобетоне 1...1,8 мк, а в составе литого — 1,5...2,5 мк, следовательно, свойства битума в этих пленках резко отличны от свойств битума, который вводится в смесь при ее изготовлении. На контакте с наполнителем битум более вязкий, температура хрупкости у него выше, в том числе и из-за экстракции наполнителем масел из битума, по мере удаления от наполнителя свойства по экспоненте приближаются к свойствам введенного битума. Вот эта разница, в том числе и за счет низкой вязкости и низкой температуры хрупкости той части битумных пленок, которых

нет в уплотняемом асфальтобетоне, т. е. части, наиболее удаленной от поверхности наполнителя, и определяет различие в свойствах литого и уплотненного асфальтобетонов.

13. Во-первых, литой асфальтобетон, кроме преимуществ при строительстве, обладает более высокими эксплуатационными характеристиками, чем уплотняемый: он более пластичен, в большей степени способен самоуплотняться и самозалечиваться. Во-вторых, укладывать более жесткий уплотняемый асфальтобетон поверх более пластичного литого представляется чрезвычайно опасным. Дело в том, что на начало 2008 г. из-за неровности основания высота диафрагмы из литого асфальтобетона была неравномерной — от 24 до 34 м. Под давлением вышележащего уплотняемого асфальтобетона из-за различия в высоте столба литого асфальтобетона по длине диафрагмы деформация сжатия литого будет происходить неравномерно на разных участках плотины. (Неравномерность деформации будет усугубляться различием фракционного состава, плотности, пористости уложенных в разное время грунтов переходных зон, в частности с нарушениями ТУ и проекта, допущенными в 1990-х гг., отмеченными Ю. П. Ляпичевым и выдаваемыми им за технологию ВНИИГ и требования проекта). Неравномерные осадки более пластичного нижнего материала неизбежно вызовут потерю сплошности, разрывы и разуплотнения верхнего слоя, выполненного из более жесткого уплотняемого асфальтобетона. А уплотняемый асфальтобетон к самозалечиванию при эксплуатации в температурных условиях Богучанской ГЭС практически не способен. В-третьих, диафрагма из уплотняемого асфальтобетона будет дороже, чем из литого, за счет более дорогих минеральных наполнителей, более дорогого оборудования, необходимости укатки уложенного асфаль-

тобетона, укатки более тонких слоев грунта переходных зон, более дорогого грунта переходных зон, необходимости осушения и прогрева поверхности асфальтобетона перед укладкой следующего слоя.

15. В своей статье Ю. П. Ляпичев пытается придумать недостатки диафрагмы из литого асфальтобетона, и здесь же пишет о том, что сейчас по мере возможности (норвежцы и китайцы) стараются в свойствах уплотняемого асфальтобетона приблизиться к литому (при 7...7,5 % битума это уже не уплотняемый, а пластичный асфальтобетон). Но если литой так плох, зачем стремиться к этому? Тут с логикой у Ю. П. Ляпичева слабовато, к тому же литой по всем эксплуатационным свойствам все равно превосходит даже модернизированный уплотняемый (пластичный).

О выводах фирмы Коин и Белье (Франция). Судя по тексту статьи, «выводы о дефектах проекта Богучанской каменно-набросной плотины подтверждены» на основе материалов проекта в варианте укатанной диафрагмы, т. е. выводы о дефектах относятся к варианту с укатанной диафрагмой и отношения к литой не имеют.

Как показал двадцатилетний опыт строительства диафрагмы, выбор литого асфальтобетона для диафрагмы Богучанской ГЭС оказался правильным. В годы недофинансирования строительства допускались грубые нарушения технологии как асфальтовых (ВНИИГ в эти годы сопровождения строительства не осуществлял), так и грунтовых работ. Если бы подобные нарушения происходили с диафрагмой из уплотняемого асфальтобетона, они привели бы к катастрофическим последствиям: недостаточно уплотненный асфальтобетон разрушился бы и представлял собой не монолит с отдельными, редкими морозобойными трещинами, а кучку щебня и песка.

Литой же асфальтобетон, благодаря возможности самоуплотнения и

самозалечивания, обеспечивает работоспособность плотины, что доказывает, например, начало эксплуатации стометровой грунтовой плотины с литой асфальтобетонной диафрагмой Ирганайской ГЭС, которая абсолютно водонепроницаема при полном напоре.

Как видно из статьи Ю. П. Ляпичева и его монографии «Проектирование и строительство современных высоких плотин» (2004), интерес автора к Богучанской ГЭС возник после посещения заграницы, где он смог наблюдать строительство диафрагмы из уплотняемого асфальтобетона, т. е. значительно позже утверждения проекта и начала строительства Богучанской ГЭС. Мы имели возможность ознакомиться с точкой зрения Ю. П. Ляпичева в 2002 г. и неоднократно и подробно указывали на неточности и ошибки в его суждениях и рекомендациях.

Утверждения Ю. П. Ляпичева о дефектах Богучанской диафрагмы основаны на предвзятом отношении к технологии литого асфальтобетона. Во время недофинансирования строительства Богучанской ГЭС в 90-е гг. морозобойные трещины действительно имели место, но не в диафрагме, а в незакрытых грунтом блоках заливки, и были вызваны грубейшими нарушениями требований к технологии строительства — в соответствии с ТУ выполненные блоки асфальтобетона должны закрываться грунтом в течение 24...48 ч после снятия опалубки. Наблюдалось состояние блоков, простоявших незакрытыми около восьми лет. Эти бракованные участки выявлены и удалены.

Предложения Ю. П. Ляпичева об использовании уплотняемого асфальтобетона по литому при достройке диафрагмы каменно-набросной плотины Богучанской ГЭС абсолютно неприемлемы и вредны по следующим причинам:

а) эксплуатационные свойства уплотняемого асфальтобетона хуже литого, он не обладает такой способностью к самозалечиванию и самоуплотнению,

как литой, без разрушения выдерживает значительно меньшие деформации; для уплотняемого разница осадок грунта верховой и низовой призм после заполнения водохранилища должна составлять 0,5...1 %, что для плотин, возводимых в Сибири, совершенно не гарантировано;

б) строительство диафрагмы из литого асфальтобетона можно вести круглогодично, а из уплотняемого — только при положительной температуре воздуха; на месте строительства Богучанской ГЭС среднесуточная температура выше 0 °С только 165 дней в году, из них около 30 дождливых — в таких условиях также нереально проводить работы из-за невозможности обеспечить необходимое сцепление между слоями асфальтобетона (в отличие от литого); таким образом, работы с уплотняемым асфальтобетоном могут выполняться менее пяти месяцев в году;

в) в своей статье, при всем старании, голословных утверждениях, игнорировании существования сооружений с противодиффузионными элементами из литого асфальтобетона, Ю. П. Ляпичев не смог показать хоть каких-нибудь преимуществ уплотняемого асфальтобетона перед литым;

г) укладка более жесткого уплотняемого асфальтобетона по более пластичному, высота столба которого значительно меняется вдоль фронта диафрагмы при одинаковой верхней отметке вследствие неравномерности деформации сжатия литого асфальтобе-

тона, неизбежно вызовет трещинообразование уплотняемого; кроме того, не исключен и отрыв литого от уплотняемого по линии контакта между ними.

Таким образом, считаем, что вариант выполнения диафрагмы каменнонабросной плотины Богучанской ГЭС из литого асфальтобетона был тщательно проработан ВНИИГ и Гидропроектом, надежен и технологичен, а **рассуждения Ю. П. Ляпичева субъективны и неубедительны**, практика строительства и эксплуатации грунтовых плотин с диафрагмами из литого асфальтобетона их опровергает.

Материал поступил в редакцию 10.02.09.

Дымант Анатолий Наумович, кандидат технических наук, зав. лабораторией гидроизоляции

Тел. 8 (812) 535-88-43

E-mail: dym@ground.vniig.ru

Прокопович Владимир Семенович, ведущий научный сотрудник лаборатории статистики и динамики сооружений

Тел. 8 (812) 535-60-33

E-mail: vprok@ground.vniig.ru

Касаткин Юрий Никитич, ст. науч. сотрудник лаборатории гидроизоляции

Тел. 8 (812) 535-88-43

E-mail: isol@ground.vniig.ru

Кузнецов Евгений Ильич, ст. науч. сотрудник лаборатории гидроизоляции

Тел. 8 (812) 535-88-43

E-mail: isol@ground.vniig.ru

Успенский Владимир Владимирович, ст. науч. сотрудник лаборатории гидроизоляции

Тел. 8 (812) 535-88-43

E-mail: isol@ground.vniig.ru