

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОДОХРАНИЛИЩ ГЭС В ЛЕСОПОКРЫТЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ

В.П. Корпачев, М.А. Тихненко, А.И. Пережилин,
Г.А. Гайдухов, С.М. Сладикова

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
660049 Красноярск, пр-т Мира, 82; e-mail: ivr@sibstu.kts.ru

В работе рассматриваются основные экологические проблемы, возникающие в процессе строительства и эксплуатации водохранилищ ГЭС. Рассматриваются мероприятия по снижению негативных последствий строительства водохранилищ ГЭС.

Ключевые слова: водохранилище, засорение, загрязнение, загрязняющие вещества, качество воды, последствия строительства, мероприятия

In article the basic ecological problems arising in the course of construction and exploitation of water basins of hydroelectric power station are considered. actions for decrease of negative consequences of construction of water basins of hydroelectric power station are considered.

Key words: water basin, contamination, pollution, polluting substances, quality of water, consequences of construction, actions

ВВЕДЕНИЕ

Роль водохранилищ в преобразовании природы и хозяйства особенно сильно сказывается в районах их создания. Водоохранилища порождают противоречия между отраслями водного хозяйства, предъявляющими разные требования к характеру и степени регулирования стока, к основным характеристикам водохранилищ, подготовке их ложа, режиму эксплуатации и т.д.

Можно полностью согласиться с мнением профессора А.Б. Авакяна (1987), что не смотря на целый ряд позитивных решений, созданные водохранилища вызывают негативное отношение к ним. Чем это объяснить? Причин здесь несколько.

Во-первых, в процессе проектирования и строительства принималось достаточно много «волевых» решений, без учета мнения специалистов (гигантомания, сжатые сроки проектирования и строительства, месторасположение, мнимая дешевизна электроэнергии и т.д.).

Во-вторых, основное внимание уделялось гидроузлу, а на водохранилище смотрели как на нечто второстепенное.

В-третьих, совершенно игнорировались экологические проблемы, как исследователями, так и проектировщиками и строителями.

В-четвертых, не учитывались психологические и отчасти социальные, медико-биологические и экономические вопросы, связанные с созданием водохранилища.

Сложившаяся в большинстве регионов России непростая экологическая ситуация выдвинула на первый план проблемы управления и рационального использования водных ресурсов в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Эти проблемы имеют важные экологические, социальные, экономические и технологические аспекты, требующие активных современных решений. «Здоровье людей и их благосостояние, чистая здоровая

пища, развитие промышленности и экосистем, от которых это все зависит, – в опасности, если контроль за использованием водных и земельных ресурсов в настоящем и следующих десятилетиях не станет более эффективным, чем в прошедшие годы», – гласит «Дублинская Декларация по воде и долгосрочному развитию» (1992 г.), ставшая одним из важнейших последних программных документов международного уровня (Эльпинер, 1997).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данной статье, авторы, попытались обобщить огромный теоретический и практический потенциал информации, накопленный за годы исследований данной проблемы, наряду с реферативным обзором наиболее значимой в данной области литературы. Исходным материалом послужил огромный банк данных, собранных в результате натурных обследований уже построенных и создаваемых водохранилищ, опыт проектирования и проведения работ по подготовке лож к затоплению, законодательно-нормативные документы в данной области и имеющиеся печатные работы других исследователей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Крупнейшие гидростанции Ангара-Енисейского региона построены в лесопокрываемой зоне, имеющей запас сырораствующего леса от 150 до 250 м³/га. Реки Ангара и Енисей, с созданными на них водохранилищами, стали не только транспортными артериями, но и источником активного воздействия на окружающую природную среду. Наука поставлена перед необходимостью бороться с последствиями загрязнения и засорения водохранилищ и рек, поскольку не были своевременно устранены причины, обусловившие эти неблагоприятные последствия.

Проблемы, возникающие при проектировании, строительстве и эксплуатации водохранилищ ГЭС многообразны и в каждом конкретном случае отличаются номенклатурой, но все их можно разделить на первичные и вторичные, и наиболее полно рассмотрены в работе (Корпачев и др., 2005).

Устранить одновременно все негативные последствия возведения водохранилищ ГЭС на окружающую среду практически невозможно. Однако еще на раннем этапе (этапе проекта) возможно и необходимо предусмотреть предупредительные и компенсационные мероприятия.

В экологическом отношении – для сохранения необходимого качества воды при проектировании и строительстве водохранилища – чрезвычайно важной является санитарно-техническая подготовка ложа водохранилища.

Рассмотрим комплекс мероприятий и технических решений по подготовке и эксплуатации лож водохранилищ.

1) Проведение в природоохранных и хозяйственных целях лесосводки и лесочистки ложа водохранилища.

При проведении лесосводки производится полная вырубка и вывозка всей деловой (товарной) древесины. При проведении лесочистки – вырубка и очистка от нетоварной древесины (молодняк, подрост, кустарник, сухостой, валежник корчевка пней и пр.). Согласно действующим правилам (СанПиН 3907-85), указанные меры должны осуще-

ствляться на любом водохранилище, и даже лесочистка проводится в полном объеме на всей территории зоны затопления при коэффициенте водообмена менее 6 и емкости водохранилища до 10 млн. м³. Однако по ряду экономических соображений ни на одном водохранилище лесосводка не была выполнена в полном объеме, а лесочистка, в первую очередь и, в основном, полностью производится только на участках специального назначения:

- на приплотинном участке длиной до 10 км (во избежание возможных засорений решеток водоводов и забивки водосливных отверстий гидроузла);
- на трассах судового хода (шириной до 400 м), а также на подходах к пристаням, причалам и лесосплавным рейдам;
- вблизи прибрежных населенных пунктов и зон рекреации;
- на предполагаемых рыбохозяйственных участках.

Подготовка лож водохранилищ под затопление требует больших финансовых расходов. Поскольку главным объектом было строительство гидроэлектростанции, а не комплекса ГЭС и водохранилища, то подготовке ложа не уделялось достаточного внимания. Поэтому в разные годы затоплялось без лесочистки от 35 до 67 % площадей – таблица 1 (Рябokonь, Чебых, 1994). Что явилось причиной появления на акватории водохранилищ плавающей древесной массы.

Таблица 1 – Динамика затопления лесных площадей при гидростроительстве

Показатель	Годы			
	1920 – 1940	1941 – 1960	1961 – 1970	1971 – 1991
Всего затоплено лесных площадей	<u>76</u> 100	<u>1025</u> 100	<u>874</u> 100	<u>1600</u> 100
Затоплено площадей, пройденных лесочисткой	<u>25</u> 32,9	<u>600</u> 58,5	<u>566</u> 64,8	<u>1000</u> 62,5
Затоплено площадей без лесочистки	<u>51</u> 67,1	<u>425</u> 41,5	<u>308</u> 35,2	<u>800</u> 37,5

Примечание: в числителе – значения в тыс. га; в знаменателе – в %.

2) Очистка акватории водохранилища от древесной массы.

Очистку акватории водохранилища от древесной массы можно проводить по нескольким технологиям: очистка акватории плавающими агрегатами или по упрощенной технологии.

Упрощенная технология заключается в следующем. Береговая полоса водохранилища разделяется на ряд участков в зависимости от запасов древесной массы, морфологии, гидрологических параметров участка. На каждом участке устанавливается пункт сбора – накопления древесной массы и обозначается пункт выгрузки древесной массы водохранилища. Технология очистки базируется на способе траления акватории, зачистки пляжного откоса, формировании транзитного кошеля и буксировки его к месту накопления и выгрузки древесной массы.

За двумя катерами закреплена бригада рабочих 3 человека, обеспечивающая зачистку береговой полосы. Протяженность дистанции 36 – 40 км, среднее расстояние буксировки кошеля 10 км, при рас-

положении выгрузочного рейда в центре дистанции.

3) Плавающая древесина создает угрозу для судоходства.

Миграция значительных масс плавающей древесины из заливов на свободную акваторию (фарватер) и обратно происходит при изменении направления ветров, создает аварийные ситуации и значительные задержки в движении плавучих транспортных средств.

Это явление предотвращается путем установки специальных наплавных заграждений (воронки) на входе в заливы, которые пропускают древесную массу внутрь залива, а при изменении направления ветра не позволяют ее выйти на свободную акваторию. Накопительная древесная масса периодически собирается в кошеля и буксируется к месту выгрузки.

4) Защита приплотинной части ГЭС.

Защиту приплотинной части ГЭС от мигрирующей по акватории водохранилища древесины необходимо производить в целях предотвращения

угрозы плотине и проникновения ее в зону входных водоводных отверстий плотины.

В составе плавающей древесной массы имеются значительная часть древесных фракций с малым запасом плавучести и даже с нулевым запасом. Эта категория древесных фракций представляет серьезную угрозу для работы гидроагрегатов ГЭС, забивая защитные решетки водоводов и попадая внутрь водоводов и гидротурбин.

Эти отрицательные явления особенно остро проявились на Саяно-Шушенской ГЭС, где в течение первых двух лет после наполнения водохранилища, регулярно приходилось останавливать гидроагрегаты станции из-за засорения решеток входных водоводов и попадания в гидроагрегаты древесных элементов. Инженерная защита ГЭС от миграции древесной массы производится установкой заградительной поперечной многоопорной сетчатой запани, исключающей подныры древесной фракции и торфяных полей.

5) Защита берегов водохранилища и его при-токов от колебаний уровней и переработки берегов.

Переработка берегов приводит к образованию аккумулятивных зон, заиления ложа водохранилища. Заиление водохранилища уменьшает сток в нижний бьеф. Мельчайшие частицы грунта переходят во взвесь и остаются во взвешенном состоянии в виде мути, что существенно меняет качество воды.

В нижней части водохранилища, примыкающей к плотине, в связи с отсутствием уклонов водной поверхности, течения не возникают. В этом районе действует абразия за счет ветровых волн и колебаний уровня. В средней части водохранилища действуют паводковые течения. Переработка берегов происходит за счет их эрозионной деятельности. В верхней части водохранилища для периода паводка типичен речной режим с речной эрозией.

Колебание уровней оказывает разрушающее действие на берега водохранилища. Большое разрушающее действие на берега водохранилища оказывают волноприбой, возникающий в результате колебаний уровня. Амплитуда колебаний может достигать от 2 до 40 м.

Существенное влияние на переработку берегов оказывает морфология склонов, их геолого-литологическое строение и свойства пород.

Скорость переработки берегов водохранилищ при всех прочих равных условиях возрастает с уменьшением высоты берегового откоса и определяется устойчивостью пород откоса против размыва. При средней высоте откоса от 2 до 4 м над бечевником скорость разрушения береговой полосы за один сезон бывает: для лессовых пород – до 8 м и более; в различных песках – 2 м; в глинистых породах – до 1 м. Скорость волновой переработки берегов, сложенных коренными скальными породами, часто не имеет практического значения. Существует ряд мер, которые позволяют активно бороться с переработкой берегов водохранилищ. За основу берут расчетные схемы, позволяющие прогнозировать характер переработки берегов. На основе этого

разрабатывают защитные мероприятия, направленные против постоянных и временных подтоплений, повышения уровня грунтовых вод и переработки берегов водохранилищ.

Против переработки берегов водохранилищ можно применять те сооружения, что и в борьбе с абразией морей и озер. Однако боны и волноломы выполняют хорошо свою роль лишь при небольших колебаниях уровня, а в водохранилищах они значительны вследствие периодической сработки горизонта воды. Поэтому для защиты берега и дамб обвалования лучше применять различного рода покрытия из камня, железобетонных плит, асфальта, геосинтетических материалов.

Переработка берегов по данным наблюдениям на водохранилищах наиболее интенсивно проходит в первые 5 лет. Далее этот процесс постепенно затухает. Для выбора типа одежды покрытия большое значение имеет прогноз времени затухания процесса переработки. Например, асфальтовые покрытия следует применять в местах, где переработка берегов будет развиваться в ближайшее десятилетие. Каменные покрытия надежны и долговечны. Основным их достоинством является приспособляемость к деформациям откоса, но главный недостаток – трудоемкость работ. Железобетонные покрытия отличаются большей надежностью.

6) Подтопление берегов.

Подтопление это опасное явление, вызванное увеличением влажности почв и грунтов в результате повышения уровня грунтовых вод. При этом могут изменяться не только уровни подземных вод, но и их гидрохимический режим, влажностный и солевой режимы грунтов зоны аэрации, физико-химические свойства грунтов, почвообразовательные процессы и др. В результате резко ухудшается жизнедеятельность растений, разрушаются фундаменты сооружений и происходит ряд сопутствующих опасных нарушений геологической среды, что в конечном итоге может привести к значительному эколого-экономическому ущербу. Проблему подтопления следует рассматривать как комплексную угрозу, приводящую к изменению природных и социально-экономических условий проживания людей. При анализе подтопления в районе влияния ГЭС следует различать первичное подтопление территорий – собственно от влияния водохранилища, и вторичное – от совместного воздействия водохранилища и других техногенных факторов. Первичное подтопление может быть связано с ошибочным прогнозом проницаемости пород или же с нарушением работы противодиффузионных и дренажных устройств. Вторичное подтопление в значительной мере определяется влиянием окружающей среды. При этом особенно интенсивно могут подтапливаться территории предприятий, работа которых сопровождается большим потреблением воды в технологическом процессе. Водохранилища в большинстве случаев создают подпор грунтовым водам, и подземные воды оказывают дополнительное воздействие на склоны. Появляются оползни, обвалы. Все эти процессы проходят особенно интенсивно при быстром спаде уровня

воды в водохранилище. Возможны также случаи заболачивания берегов или образования солончаков. В этом случае возникает необходимость защиты промышленных предприятий, жилых массивов путем устройства постоянно действующего дренажа.

7) Загрязнение акваторий и территорий.

При эксплуатации гидротехнических сооружений достаточно часто возникает угроза загрязнения акваторий и территорий, обусловленная, прежде всего аккумуляцией различного рода загрязнений в водохранилищах. Загрязнение водохранилищ приводит к опасному снижению качества воды, что неблагоприятно сказывается на использовании водных ресурсов в неэнергетических отраслях воднохозяйственных комплексов, имеющих, как правило, важное социально-экономическое и экологическое значение. Загрязнение вод может быть химическим, биологическим, бактериальным, естественно-органическим, механическим (включая зарастания водоемов высшей водной растительностью, загрязнения плавающими телами и наносами) и тепловым. В особо опасных масштабах загрязнения акваторий и территорий часто с непредсказуемыми последствиями происходит при разрушениях напорных гидросооружений, а также при промывках водохранилищ от наносов.

Мероприятия по предотвращению загрязнения водохранилищ от различного вида загрязнителей или их устранению разрабатываются в каждом конкретном случае, в зависимости от вида загрязнителей.

8) Созданные водохранилища изменяют гидрохимический и гидробиологический режим водохранилища.

Эти изменения проходят в два этапа. На первом этапе сразу после заполнения водохранилища происходит разложение затопленной растительности и почвенного покрова с образованием и накоплением автохтонной органики с большим содержанием амидного азота, углеводов, аминокислот и других органических соединений, являющихся питательной средой для бактерий и сине-зеленых водорослей. Разложение автохтонной органики сопровождается, кроме неприятных вкуса и запаха, выделением токсических веществ, отрицательно влияющих на фауну водоема. Второй этап гидрохимического и гидробиологического режима водохранилищ начинается через 3 – 4 года после заполнения и характеризуется интенсивным развитием сине-зеленых водорослей, при этом потребляется кислород, возрастает прогреваемость воды, увеличиваются потери на испарение, меняется химический состав воды.

Сине-зеленые водоросли забивают фильтры водозаборных сооружений, могут вызвать массовый замор рыбы, делают воду непригодной для ряда производств. При сильном цветении водохранилища становятся непригодными для рекреационных целей. Борьба с цветением воды является актуальной, очень сложной и дорогостоящей проблемой. Решение ее идет в двух направлениях: уменьшение концентрации сине-зеленых водорослей непосред-

ственно в водохранилищах, для чего применяют механические, химические и биологические методы.

9) Нормальное обитание и воспроизводство ихтиофауны требует соответствующих глубин и температуры воды, особенно во время нереста и развития молоди, необходимой кормовой базы, достаточного количества растворенного кислорода и отсутствия в воде ядовитых и токсических веществ. Поэтому требования рыбного хозяйства к качественно-количественному состоянию водных ресурсов достаточно высоки. Качественное состояние водных ресурсов может быть обеспечено организацией своевременных и обязательных специальных рыбохозяйственных попусков для обводнения нерестилищ в нижнем бьефе гидроузла.

10) Промышленное освоение береговой зоны водохранилища.

Освоение береговой зоны водохранилища предопределяет реализацию следующего комплекса природоохранных мероприятий и строительство природоохранных сооружений:

- станций биологической, физико-химической и механической очистки производственных и коммунальных сточных вод;
- водоохранных зон с комплексом технологических, лесомелиоративных, агротехнических, гидротехнических, санитарных и других мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения, засорения и истощения водных ресурсов;
- установок по сбору нефти, мазута, мусора и других объектов, включая суда-сборщики и нефтеемственные станции;
- установок и сооружений для сбора, транспортировки, переработки и ликвидации жидких производственных отходов, сточных вод и кубовых остатков;
- полигонов и установок для обезвреживания вредных промышленных отходов, загрязняющих водные объекты;
- береговых сооружений для приема с судов хозяйственно-бытовых сточных вод и мусора для утилизации, складирования и очистки;
- основных коммуникаций для отвода и очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод (включая ливневые) и соответствующих сооружений на них.
- санитарная очистка населенных пунктов, предприятий и животноводческих ферм, расположенных в зоне затопления, вывозкой загрязненного грунта и сжиганием мусора;
- обязательное проведение специальной очистки мест специфического загрязнения (иногда с хлорированием грунта) и зон водозаборов коммунально-бытового водоснабжения;
- перенос, обезвреживание или надежное крепление (захоронение) с обеззараживанием кладбищ и скотомогильников;
- отлов и переселение диких животных;
- организация прибрежных водоохранных зон для защиты водных объектов водохранилища от неорганизованного стока, позволяющие перевести поверхностный сток в подземный.

Трудность в реализации комплекса мероприятий заключается в том, что сегодня практически никто не занимается улучшением экологического состояния водохранилищ.

Когда строили ГЭС и водохранилище все принадлежало государству. За государственные деньги проводили подготовку ложа водохранилища под затопление – вырубали лес, переносили населенные пункты в другие места, осуществляли экологические виды работ (безопасность скотомогильников, кладбищ и т.д.).

В настоящее время практически все ГЭС, в том числе Красноярская, Саяно-Шушенская, строящаяся Богучанская находятся в руках частных собственников, а водохранилище ГЭС является самостоятельным государственным федеральным или государственным региональным предприятием, которое собирает и накапливает свой капитал (воду) и продает ее собственнику ГЭС и на основе получаемой прибыли должно поддерживать эксплуатацию водохранилищ ГЭС. На самом деле это не так.

До 1990-х годов строительство водохранилищ производилось из государственного бюджета. После принятия «Водного кодекса РФ» (1995 г.) сложилась ситуация (парадокс законодательства), что государство не обязано финансировать строительство и эксплуатацию водохранилищ, а с владельцев ГЭС государство не может получить свою часть доходов. Например, для Богучанской ГЭС сумма платы за воду поднимает себестоимость электроэнергии на 8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, сложившаяся на водохранилищах ГЭС Ангаро-Енисейского региона экологиче-

ская ситуация, когда в ложах скопились миллионы тонн органических веществ, затоплено более 22 млн. м³ и находится на плаву более 4 млн. м³ древесины, с точки зрения государства не представляет экологической опасности для окружающей природной среды.

Однако с этим нельзя согласиться. Поэтому перед обществом и, в первую очередь, перед научно-исследовательскими и экологическими организациями стоит задача – доказать собственникам ГЭС необходимость проведения работ по предотвращению на вновь создаваемых и снижению негативного влияния на уже существующих водохранилищах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Авакян, А. Б. Водохранилища / А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
- Корпачев, В. П. Влияние водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского региона на окружающую природную среду / В.П. Корпачев, Н.Д. Гайденок, И.В. Губин // Вестник КрасГАУ. – 2005. – № 8. – С. 171-176.
- Корпачев, В. П. Водные ресурсы и основы водного законодательства : Учеб. пособие / В.П. Корпачев, И.В. Бабкина. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – 317 с.
- Корпачев, В. П. Особенности проектирования подготовки под затопление ложа водохранилищ ГЭС Сибири / В.П. Корпачев, А.И. Пережилин // Природообустройство. Научно-практический журнал / МГУП. – М., 2008. – № 3. – С. 59-63.
- Рябоконь, Ю. И. Охрана окружающей среды : Учеб. пособие / Ю.И. Рябоконь, М.М. Чебых. – Красноярск: КГТА, 1994. – 144 с.
- СанПиН 3907-85 Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ.
- Эльпинер, Л. И. Водные проблемы конца XX века / Л.И. Эльпинер // Лесная пром-сть. – 1997. – № 1. – С. 26-28.

Поступила в редакцию 24 января 2011 г.
Принята к печати 27 апреля 2011 г.