

ЗАСОРЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ МАССОЙ ВОДОХРАНИЛИЩ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА ПОКРЫТЫХ ЛЕСОМ ЗЕМЛЯХ

В.П. Корпачев✉, А.И. Пережилин, А.А. Андрияс

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»,
660037, г. Красноярск, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», д. 31

korpachevvp@sibsau.ru

В работе проанализированы особенности проектирования и создания гидроэлектростанций в Сибири и на Дальнем Востоке — выявлены экологические, экономические и социальные проблемы, представлены результаты исследований объемов древесины планируемых (проектных) и действительно затопленных в ложах, а также находящейся на плаву на акватории водохранилищ Ангаро-Енисейского региона. Установлены причины оставления значительных объемов древесно-кустарниковой растительности в зонах затопления водохранилищ, охарактеризованы негативные явления, обусловленные наличием в акваториях плавающей древесной массы и органических веществ растительного происхождения. Изложено основное применяемое направление утилизации древесины из водных объектов — захоронение на полигоне. Рекомендуются более широкое использование плавающей и затопленной древесины в производстве различной продукции, что позволит сохранить от вырубки растущие древостои. Показана необходимость разработки на стадии проектирования гидроэлектростанций комплекса защитно-компенсационных мероприятий и научного обоснования безопасных для водного объекта объемов древесины, оставляемых в процессе проведения работ по подготовке лож водохранилищ под затопление. Отмечено, что проводимые в настоящее время работы по мониторингу запасов древесной массы и оценке состояния береговой полосы водохранилищ, построенных на покрытых лесом землях, следует продолжить с привлечением методов дистанционного зондирования и беспилотных летательных аппаратов с целью осуществления оперативной оценки изменений. Своевременная оценка изменения состояния акваторий водохранилищ позволит отслеживать развитие неблагоприятных геологических процессов, направления перемещения древесной массы, устанавливать места и объемы ее концентрации, что важно для дальнейшей разработки технологий и создания технических средств очистки водохранилищ от плавающей древесины.

Ключевые слова: ложе водохранилища, лесопокрытые территории, акватория водохранилища, плавающее торфяное поле, засорение, древесная масса

Ссылка для цитирования: Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Засорение древесной массой водохранилищ гидроэлектростанций, построенных на покрытых лесом землях // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 2. С. 36–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-36-43

Особенностью строительства высоконапорных гидроэлектростанций в Сибири и на Дальнем Востоке является их создание и проектирование для возведения на покрытых лесом землях [1–3].

Крупные водохранилища гидроэлектростанций оказывают мощное антропогенное воздействие на естественный режим водного объекта и окружающие территории, поэтому гидроэнергетическое строительство воспринимается неоднозначно: с одной стороны, необходимо обеспечивать социально-экономическое развитие того или иного региона и страны в целом, удовлетворять возрастающие потребности общества и экономики в воде и энергии, осуществлять борьбу с наводнениями и т. д., с другой — избегать негативного воздействия возводимых гидроэлектростанций на окружающую среду. Пути устранения указанных противоречий не всегда имеют рациональный характер — важно достичь согласованности

совместных работ инженеров-проектировщиков и строителей в вопросах экологии с помощью социально-экологических мероприятий [4].

Отметим, что гидротехническое строительство наряду с положительными факторами влечет за собой и негативные для окружающей среды и человека последствия в виде материального, экономического, экологического и социального ущерба [5].

Доля затрат на подготовку зон затопления при создании водохранилищ и на природоохранные мероприятия составляет до 50 % общей суммы капиталовложений, предназначенных для строительства гидроузла [6, 7]. В некоторых странах Европы такие затраты составляют от 30 до 65 % объемов капиталовложений на строительство гидротехнического комплекса [5, 8, 9]. При этом на различных этапах происходят отступления от проектных разработок и нормативных требований, что приводит к непредсказуемым последствиям и вызывает затруднения при некоторых

видах водопользования. В частности, ухудшается качество воды, снижается биологическая продуктивность водоема, плавающие объекты (древесина и торф) создают преграды для водного транспорта и водозаборных сооружений, размыв берегов и подпор грунтовых вод требует переноса имеющихся строений или применения дорогостоящих инженерных методов их защиты и т. д.

Требования к подготовке лож водохранилищ для гидроэлектростанций установлены Санитарными правилами проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ СанПиН 3907–85 (далее — СанПиН 3907–85) и Стандартом организации НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.140.036–2009, которые предусматривают комплекс мероприятий по подготовке зоны затопления, в том числе проведение санитарной очистки территорий от древесной и кустарниковой растительности.

Опыт строительства гидроэлектростанций и подготовки зон затопления показал, что ни на одном водохранилище не были выполнены работы по лесосводке и лесоочистке в проектных объемах [1].

Строительство гидроэлектростанций часто провоцировало возникновение таких природных явлений, как разрушение берегов, отпад полузатопленных деревьев, вынос древесины из притоков рек, различные стихийные бедствия, а также антропогенных процессов, возникающих, в частности, в результате отступления от нормативных документов. По этим причинам в акватории водохранилищ появлялась плавающая древесная масса — хлысты, вершинники, бревна, коротье и др., что само по себе несло большую опасность. Плавающая древесная масса под воздействием ветро-волновых нагрузок и течений перемещается по акватории водохранилищ, представляя угрозу не только в целом для гидроэлектростанций, но и для судоходства и лесосплава, снижает рекреационную привлекательность водного объекта. К тому же затопленная и плавающая древесная масса, всплывающие торфяные залежи оказывают негативное влияние на качество воды водохранилища [10–13].

Поэтому проект ГЭС должен в обязательном порядке предусматривать комплекс мероприятий, минимизирующих объемы затопления древесины, сохраняющих качество воды водохранилища, предотвращающих поступление древесной массы в пределы акватории и предусматривающих технические решения по очистке акваторий от плавающей и полузатопленной древесины.

Цель работы

Цель работы — анализ причин затопления древесно-кустарниковой растительности в ложах водохранилищ гидроэлектростанций, формиро-

вания запасов плавающей древесной массы на их акваториях, а также привлечение внимания на необходимость разработки уже на стадии проектирования гидроэлектростанций комплекса защитно-компенсационных мероприятий и научного обоснования безопасных для водного объекта объемов древесины, оставляемых в процессе проведения работ по подготовке лож водохранилищ под затопление.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служат водохранилища гидроэлектростанций, созданные на покрытых лесом территориях Сибири. На реках Ангара и Енисей расположены крупнейшие в России Красноярская ГЭС, Саяно-Шушенская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС, Богучанская ГЭС.

Предмет исследования — затопленная и плавающая древесина в водохранилищах гидроэлектростанций.

Представленные результаты исследований базируются на многолетних натурных обследованиях водохранилищ гидроэлектростанций Сибири, выполняемых с 1985 г. сотрудниками кафедры транспорта, строительства и водопользования Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева (далее — СибГУ им. М.Ф. Решетнева) (ранее кафедра использования водных ресурсов Сибирского государственного технологического университета и водного транспорта леса Сибирского технологического института).

В качестве методики исследования причин и объемов плавающей и затопленной древесины в ложах водохранилищ был принят метод сбора и анализа репрезентативных исходных данных натурных исследований водохранилищ гидроэлектростанций Сибири по пробным площадям и картографическим материалам, данных дистанционного зондирования характерных участков акватории водохранилищ при проведении качественной и количественной оценок исследуемых процессов.

Результаты исследования

В разработке проектной документации лесосводки и лесоочистки ложа водохранилища Богучанской ГЭС и комплекса научно-исследовательских работ по прогнозированию засорения древесной массой водохранилища Богучанской ГЭС на р. Ангаре, Нижне-Бурейской ГЭС на р. Бурее и Усть-Среднеканской ГЭС на р. Колыме, а также в создании проектов Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре и Эвенкийской ГЭС на р. Нижней Тунгуске [1, 14, 16–19] авторы статьи принимали непосредственное участие.

Т а б л и ц а 1

Характеристика водохранилищ гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского региона

Characteristics of reservoirs of hydroelectric power plants of the Angara-Yenisei region

Показатель	Водохранилище						Всего
	Братское	Красноярское	Усть-Илимское	Курейское	Саяно-Шушенское	Богучанское	
Год заполнения водохранилища до нормального подпорного уровня	1967	1970	1977	1989	1990	2015	–
Общая площадь затопления земель, тыс. га	510,5	175,0	154,0	55,8	54,6	137,3	1087,2
Площадь затопления лесопокрытых земель, тыс. га	236,9	38,0	127,8	30,5	48,9	126,5	608,6
Общий запас насаждений, млн м ³	40,5	0,5	14,4	1,8	3,7	13,5	74,4
Объем затопления древесины, млн м ³ :							
проектный	4,0	0,3	1,6	0,5	2,1	2,0	10,5
реальный	12,0	0,5	5,0	1,7	3,5	10,3	33,0
Объем плавающей древесины, млн м ³	2,2	0,1	0,9	–	0,2*	1,0	4,4

*Древесина в зоне сработки уровня.

Материалы о ранее проведенных исследованиях широко представлены в рамках всероссийских и международных симпозиумов, конференций, в СМИ, научных статьях, монографиях, что послужило основой для проведения дальнейших работ в этом направлении. Многие практические решения по этой теме подкреплены патентами, а полученные результаты использованы в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по направлению подготовки «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

Многолетние исследования авторов по оценке реальных объемов затопления и плавающей древесины на водохранилищах Ангаро-Енисейского региона позволили получить важные результаты (табл. 1).

Как видно из представленных в табл. 1 данных, общая площадь затопления земель составила более 1 млн га, из которых больше половины (56 %) составляют покрытые лесом земли. В ложе этих водохранилищ затоплено 33 млн м³ древесной и кустарниковой растительности. Проектные объемы затопления древесины обосновывались технико-экономическими расчетами, требованиями СанПиН 3907–85 и техническими условиями на проведение лесосводки и лесочистки лож водохранилищ, разрабатываемых для каждого водохранилища. Под действием ветра и гидрологических факторов затопленные и полузатопленные вдоль береговой линии водохранилищ лесные массивы отпадают и поступают в пределы аква-

тории, будучи основным источником появления плавающей древесной массы. Очистка акваторий от плавающей и полузатопленной древесины — процесс экономически невыгодный (затратный), поэтому еще на стадии проектирования следует определить допустимые объемы затопления, которые обеспечили бы значения показателей качества воды, не превышающие фоновых.

Наиболее изученным с точки зрения поступления древесной массы и очистки акватории водохранилищем, является Братское, в ложе которого было затоплено 12 млн м³ древесины. Многолетний опыт эксплуатации водохранилищ Братской ГЭС и Усть-Илимской ГЭС показал непрерывность процесса восполнения объемов плавающей древесной массы в их акваториях. С 1967 по 1990 гг. с акватории Братского водохранилища было убрано и передано Братскому лесопромышленному комплексу (ЛПК) около 7 млн м³ древесины, т. е. в среднем 300 тыс. м³ в год, тем не менее запасы плавающей древесной массы практически не уменьшаются [1].

На водохранилищах Братской ГЭС и Усть-Илимской ГЭС плавающая древесина, безусловно, создавала проблемы, однако с меньшими негативными последствиями, поскольку здесь изначально функционировали лесосплавные предприятия, занимавшиеся очисткой водохранилищ от древесной массы параллельно с основными работами.

Древесина, поступающая к решеткам водозаборов гидроэлектростанций может не только снизить их пропускную способность, но и уве-

личить нагрузку на плотину. Так, на Саяно-Шушенской ГЭС в 1980-е годы вследствие помех, создаваемых плавающей древесиной (рис. 1), выработка электроэнергии агрегатами постоянно снижалась на 5...7% [20], и только после этого ее было решено запарить запанями в заливах.

Затопленная и плавающая древесина обуславливает возникновение некоторых негативных явлений, причем не сразу, а по прошествии нескольких лет. К примеру, на Саяно-Шушенском водохранилище наполнение началось в 1978 г., а массовое поступление древесины к плотине произошло только в 1985 г. На очистку Саяно-Шушенского водохранилища были затрачены значительные бюджетные средства, поскольку объемы плавающей древесины были очень велики, сроки производства работ не соответствовали необходимым, отсутствовала необходимая инфраструктура, а длительное нахождение древесины в воде снижало ее товарные качества, что негативно влияло на востребованность потребителей, предопределяя единственный вариант утилизации — захоронение на полигоне [21].

По оценке специалистов кафедры использования водных ресурсов СибГУ им. М.Ф. Решетнева, в акватории и на побережье Саяно-Шушенского водохранилища в 1995 г. плавающая древесная масса составляла 714 тыс. м³, в 2008 г. — 696 тыс. м³. Авария, произошедшая на Саяно-Шушенской ГЭС 2009 г., обусловила начало интенсивной очистки акватории водохранилища от плавающей и скопившейся по берегам древесины. Вследствие этого ее количество к 2015 г. уменьшилось до 196 тыс. м³ [14].

В 2015 г. работы по уборке плавающей древесины на Саяно-Шушенском водохранилище были завершены, однако в зоне сработки уровня (до 40 м) остались одиночные стволы сухостоя, которые задерживают в данной полосе разнесенную и поступающую от размыва берегов древесину и не позволяют ей выйти в акваторию. В связи с этим наблюдается сильное захламление прибрежной полосы древесиной (рис. 2) объемом около 142 тыс. м³ [14].

Подобная ситуация наблюдается на Бурейском водохранилище (рис. 3), на котором объем плавающей древесины составляет около 1 млн м³ [15].

Вызывает тревогу водохранилище Богучанской ГЭС, заполненное до нормального подпорного уровня (НПУ) в июне 2015 г. и в настоящее время находящееся на стадии интенсивного формирования.

Технический проект 1976 г. предусматривал проведение лесосводки в зоне затопления водохранилища Богучанской ГЭС в объеме 12,1 млн м³ и лесочистку на спецучастках площадью 26,9 тыс. га. Плановый объем затопления древесины должен был составить 2 млн м³ [22].



Рис. 1. Древесная масса у Саяно-Шушенской ГЭС (1986)
Fig. 1. Wood pulp at the Sayano-Shushenskaya HPP (1986)



Рис. 2. Разнесенная древесина в зоне сработки Саяно-Шушенского водохранилища (2015)
Fig. 2. Scattered wood in the empty zone of the Sayano-Shushenskoye reservoir (2015)



Рис. 3. Разнесенная древесина в зоне сработки Бурейского водохранилища (2015)
Fig. 3. Scattered wood in the empty zone of the Bureya reservoir (2015)

Т а б л и ц а 2

**Остаточные запасы древесины, попадающие под затопление в ложе водохранилища
Богучанской ГЭС при нормальном подпорном уровне 208,0 м Балтийской системы высот**
Residual timber stocks subject to flooding in the bed of the reservoir of the Boguchanskaya HPP
at a normal retaining level of 208,0 m of the Baltic height system

Показатели	Красноярский край	Иркутская область	Всего
Общая характеристика зоны затопления			
Общая площадь, га	138051	15090	153141
Площадь, покрытая лесной растительностью, га	108461	13582	122043
Общий запас насаждений, тыс. м ³	8191,4	1358,5	9549,9
в том числе запас товарных насаждений, тыс. м ³	4351,0	929,9	5280,9
Запас единичных деревьев, тыс. м ³	474,6	50,8	525,4
Запас сухостоя и захламленности, тыс. м ³	1198,6	184,3	1382,9
в том числе сухостой	311,4	76,9	388,3
захламленность	887,2	107,4	994,6
Общая характеристика участков специального назначения (спецучастков)			
Площадь спецучастков, га	16160,4	427,0	16587,4
Общий запас насаждений, тыс. м ³	960,4	8,2	968,6
в том числе запас товарных насаждений, тыс. м ³	579,7	1,6	581,3
Запас единичных деревьев, тыс. м ³	42,8	0,9	43,7
Запас сухостоя и захламленности, тыс. м ³	135,6	1,8	137,4
в том числе сухостой	34,1	1,1	35,2
захламленность	101,5	0,7	102,2
Остаточные запасы древесины, попадающие под затопление			
Общий запас насаждений, тыс. м ³	7231,0	1350,3	8581,3
в том числе запас товарных насаждений, тыс. м ³	3771,3	928,3	4699,6
Запас единичных деревьев, тыс. м ³	431,8	49,9	481,7
Запас сухостоя и захламленности, тыс. м ³	1063,0	182,5	1245,5
в том числе сухостой	277,3	75,8	353,1
захламленность	785,7	106,7	892,4
Запас древесной массы, поступающей под затопление, тыс. м ³	8725,8	1582,7	10308,5



Рис. 4. Плавающая древесина в береговой полосе Богучанского водохранилища (2016)

Fig. 4. Floating wood in the shoreline of the Boguchansky reservoir (2016)

С учетом произошедших изменений в лесном фонде зоны затопления после проведения первичной лесоочистки и лесосводки в 1981–1987 гг. и согласно откорректированной проектной документации в 2009–2013 гг. фактически была выполнена работа по лесоочистке на 89 спец-

участках площадью 16,6 тыс. га. Реальный объем затопления древесной и кустарниковой растительности в ложе Богучанского водохранилища составил 10,3 млн м³ [1, 16–18, 23] (табл. 2).

В процессе становления ложа Богучанского водохранилища происходит интенсивная береговая переработка (абразионные берега составляют почти 1/3 периметра береговой линии — 766 км или 31,5 %), в связи с чем в ложе водохранилища ежегодно поступает около 170 тыс. м³ древесины [1].

В настоящее время свободно плавающая по акватории водохранилища древесина практически не наблюдается, что связано с ее локализацией вдоль береговой линии в зацепе с полузатопленными деревьями в объеме около 1,0 млн м³ (рис. 4).

Трудноразрешимой и высокочатратной является проблема очистки водохранилищ от древесной массы (плавающей и затопленной) и всплывающих торфяных полей, которые под действием ветра и течений способны перемещаться по акватории, создавая потенциальную угрозу водному транспорту и водозаборам практически в любом районе водохранилища, а не только в месте их формирования.

Выводы

1. Многолетний опыт наблюдений за подготовкой зон затопления, созданием и эксплуатацией водохранилищ гидроэлектростанций, построенных на лесных землях, выявил проблемы экологического, экономического и социального направлений. Одной из проблем является засорение водохранилищ затопленной, плавающей древесины и древесиной в зоне сезонной сработки уровня водохранилища. Объемы плавающей древесины на водохранилищах Сибири составляют 4,4 млн м³, затопленной — 33,0 млн м³. Источниками появления плавающей древесной массы служат природные и антропогенные факторы. Вследствие дрейфа по акватории водохранилища плавающая древесина представляет угрозу для эксплуатации гидроэлектростанций, судоходства, лесосплава и др.

Вовлечение в производство плавающей и затопленной древесины позволит, нарастить объемы деревопереработки и сохранить от вырубki растущие древостои.

2. Мониторинг запасов древесной массы в водохранилищах и оценку состояния береговой полосы необходимо продолжить с применением методов дистанционного зондирования и беспилотных летательных аппаратов для осуществления оперативной оценки изменений.


3. Оценить объемы плавающей древесной массы, определить направления перемещения и места ее концентрации важно для дальнейшей разработки технологий и создания технических средств очистки водохранилищ от плавающей древесины.

4. Разработанные на кафедре транспорта, строительства и водопользования СибГУ им. М.Ф. Решетнева методика прогнозирования поступления древесной массы в акватории водохранилищ и технологии очистки [1] позволяют уже на стадии проектирования подготовки под затопление лож водохранилищ выполнить комплекс мероприятий по снижению поступления древесной массы в акватории водохранилищ и их очистку.

Список литературы

- [1] Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Водохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2015. 209 с.
- [2] Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/15357> (дата обращения 15.06.2021 г.).
- [3] Никитина О.И., Симонов Е.А., Егидарев Е.Г. Адаптация к наводнениям на Амуре и охрана природы // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2015. № 3 (141). С. 15–24.
- [4] Side-Effects of Water Resources Management. Eds. A. Volker, J.C. Henry // IAHS Publ., 1988, no. 172, 269 p.
- [5] Environmental experience gained from reservoirs in operation. Transactions of the 18-th Int. Congress on Large Dams, Durban, South Africa, 1994, v. 2, 789 p.
- [6] Авакян А.Б., Матарзин Ю.М., Салтанкин В.П. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. М.: Наука, 1986. 367 с.
- [7] Кочерян А.Г., Лебедева И.П. Динамика создания водохранилищ в мировой практике XX и XXI веков // Гидротехническое строительство, 2014. № 8. С. 7–12.
- [8] Djođević V., Purić V. Die Djerdap-Kraftwerke und Schiffahrtsanlage // Wasserwirtschaft, 1970, bd. 60, no. 8, pp. 263–269.
- [9] Koenig H.W. Talsperrenbau in Einzugsgebiet der Ruhr: Betrieb und Überwachung // Wasserwirtschaft, 1971, bd. 61, no. 5, pp. 130–135.
- [10] Корпачев В.П., Губин И.В., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Оценка запасов плавающей древесной массы на акватории водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС // Гидротехническое строительство, 2010. № 10. С. 50–52.
- [11] Корпачев В.П., Губин И.В., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Прогноз всплывания древесной массы и оценка объемов органических веществ растительного происхождения в ложе водохранилища Богучанской ГЭС // Гидротехническое строительство, 2010. № 12. С. 28–32.
- [12] Прогноз качества воды в водохранилище и в нижнем бьефе Богучанской ГЭС: отчет о НИР. ИЛ СО РАН — ИВЭП ДВО РАН / под рук. С.Е. Сиротского, А.С. Шишкина. Красноярск; Хабаровск: Изд-во ИЛ СО РАН–ИВЭП ДВО РАН, 2009. 178 с.
- [13] Уточненный прогноз всплывания торфа в Богучанском водохранилище. Книга I: отчет о НИР. Горьковская геологоразведочная экспедиция ПО «Торфгеология» / под рук. В.И. Деньгуба. Горький, 1987. 115 с.
- [14] Проведение оценки объемов плавающей древесно-го хлама (плавника) в акватории Саяно-Шушенского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о НИР / СибГТУ; рук. В.П. Корпачев. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2015. 71 с.
- [15] Проведение оценки объемов древесного плавника в акватории Бурейского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о НИР. ИВЭП ДВО РАН / под рук. А.В. Остроухова. Хабаровск: Изд-во ИВЭП ДВО РАН, 2013. 80 с.
- [16] Проведение лесочистки спецучастков ложа водохранилища Богучанской ГЭС с отметкой НПУ 208,0 м. 1 этап. Рабочий проект. Красноярск: Изд-во СибГТУ, Востсиблеспроект, 2008. 111 с.
- [17] Проведение лесочистки спецучастков ложа водохранилища Богучанской ГЭС с отметкой НПУ 208,0 м. 2 этап. Рабочий проект. Красноярск: Изд-во СибГТУ, Востсиблеспроект, 2008. 98 с.
- [18] Проект лесосводки ложа водохранилища Богучанской ГЭС с отметкой НПУ 208,0 м. на территории Красноярского края. Красноярск: СибГТУ, Востсиблеспроект, 2008. 109 с.
- [19] Корпачев В.П., Пережилин А.И., Корпачев К.И. Прогноз засорения древесной массой проектируемого водохранилища Мотыгинской ГЭС // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2010. № 1 (70). С. 60–64.
- [20] Корытный Л.М. Реки Красноярского края. Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1991. 157 с.
- [21] Проект берегового хранилища извлекаемого из водохранилища сырья. Саяно-Шушенская ГЭС на р. Енисее (инв. № 1047-8-263). СПб.: Изд-во РАО «ЕЭС России» АО «Ленгидропроект», 1994. 29 с.
- [22] Богучанская ГЭС на реке Ангара: Технический проект. Том III. Водохранилище и охрана окружающей среды. Кн. I. М.: Гидропроект, 1976. 219 с.
- [23] Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Запасы древесной массы в ложе водохранилища Богучанской ГЭС после проведения лесочистки // Гидротехническое строительство, 2014. № 9. С. 32–35.

Сведения об авторах

Корпачев Василий Петрович  — канд. техн. наук, профессор кафедры транспорта, строительства и водопользования, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», korpachevvp@sibsau.ru

Пережилин Александр Иванович — канд. биол. наук, заведующий кафедрой транспорта, строительства и водопользования, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», alex_pr@sibsau.ru

Андрияс Андрей Александрович — канд. техн. наук, доцент кафедры транспорта, строительства и водопользования, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», andriyas@sibsau.ru

Поступила в редакцию 16.09.2021.

Одобрена после рецензирования 24.09.2021.

Принята к публикации 25.11.2021.

WOOD MASS CLOGGING OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS RESERVOIRS IN FORESTED AREAS

V.P. Korpachev , A.I. Perezhilin, A.A. Andriyas

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 31, Krasnoyarsky rabochy av., 660037, Krasnoyarsk, Russia

korpachevvp@sibsau.ru

The paper analyzes the design peculiarity and construction of hydroelectric power plants in Siberia and the Far East, it also identifies environmental, economic and social problems, it presents the study results of the volumes of wood planned (design) and actually flooded in the beds, as well as being afloat in the water area of the Angara–Yenisei reservoirs region. The study identified the reasons for leaving significant amounts of tree and shrub vegetation in the zones of flooding of reservoirs, characterized the negative phenomena caused by the presence of floating wood pulp and organic substances of plant origin in the water areas. The article states the main applied direction of wood utilization from water bodies as ground disposal at the landfill. A wider use of floating and water-logged wood in the production of various products is recommended, which will help save growing forest stands from cuttings. The article shows the necessity of developing at the design stage of hydroelectric power plants a complex of protective and compensatory measures and scientific justification of volumes of wood, safe for a water body, left in the process of preparing reservoir beds for flooding. It was noted that the ongoing work on monitoring wood pulp stocks and assessing the state of the reservoirs shoreline built on forested lands should be continued with the involvement of remote sensing methods and unmanned aerial vehicles in order to quickly assess changes. A timely assessment of changes in the state of reservoir waters will make it possible to track the development of adverse geological processes, the direction of movement of wood mass, to establish the places and volumes of its concentration, which is important for the further development of technologies and the creation of technical means for cleaning reservoirs from floating wood.

Keywords: reservoir floor, forest covered territories, water area of reservoir, floating peat field, clogging, wood pulp

Suggested citation: Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Zasorenie drevesnoy massoy vodokhranilishch gidroelektrostantsiy, postroennykh na pokrytykh lesom zemlyakh* [Wood mass clogging of hydroelectric power plants reservoirs in forested areas]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 2, pp. 36–43.


DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-36-43

References

- [1] Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Vodokhranilishcha GES Sibiri. Problemy proektirovaniya, sozdaniya i ekspluatatsii* [Reservoirs of HPP of Siberia. Problems of design, construction and operation]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2015, 209 p.
- [2] *Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda* [Energy strategy of Russia for the period up to 2030.]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/15357> (accessed 15.06.2021).
- [3] Nikitina O.I., Simonov E.A., Egidarev E.G. *Adaptatsiya k navodneniyam na Amure i okhrana prirody* [Adaptation to floods on the Amur and nature protection]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia], 2015, no. 3 (141), pp. 15–24.
- [4] Side-Effects of Water Resources Management. Eds. A. Volker, J.C. Henry. IAHS Publ., 1988, no. 172, 269 p.
- [5] Environmental experience gained from reservoirs in operation. *Transactions of the 18-th Int. Congress on Large Dams*, Durban, South Africa, 1994, v. 2, 789 p.
- [6] Avakyan A.B., Matarzin Yu.M., Saltankin V.P. *Vodokhranilishcha i ikh vozdeystvie na okruzhayushchuyu sredu* [Reservoirs and their impact on the environment]. Moscow: Nauka, 1986, 367 p.

- [7] Kocheryan A.G., Lebedeva I.P. *Dinamika sozdaniya vodokhranilishch v mirovoy praktike XX i XXI vekov* [Dynamics of the creation of reservoirs in the world practice of the XX and XXI centuries]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical constructing], 2014, no. 8, pp. 7–12.
- [8] Dzorjevič V., Purič V. Die Djerdap-Kraftwerke und Schiffahrtsanlage. *Wasserwirtschaft*, 1970, bd. 60, no. 8, pp. 263–269.
- [9] Koenig H.W. Talsperrenbau in Einzugsgebiet der Ruhr: Betrieb und Überwachung. *Wasserwirtschaft*, 1971, bd. 61, no. 5, pp. 130–135.
- [10] Korpachev V.P., Gubin I.V., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Otsenka zapasov plavayushchey drevesnoy massy na akvatorii vodokhranilishcha Sayano-Shushenskoy GES* [Assessment of stocks of floating wood pulp in the water area of the Sayano-Shushenskaya HPP reservoir]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical constructing], 2010, no. 10, pp. 50–52.
- [11] Korpachev V.P., Gubin I.V., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Prognoz vsplyvaniya drevesnoy massy i otsenka ob'emov organicheskikh veshchestv rastitel'nogo proiskhozhdeniya v lozhe vodokhranilishcha Boguchanskoy GES* [Forecast of wood pulp floating up and estimation of volumes of organic matter of plant origin in the bed of the Boguchanskaya HPP reservoir]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical constructing], 2010, no. 12, pp. 28–32.
- [12] *Prognoz kachestva vody v vodokhranilishche i v nizhnem b'efe Boguchanskoy GES: otchet o NIR* [Prediction of water quality in the reservoir and in the downstream of the Boguchanskaya HPP: research report], under the direction of S.E. Sirotkiy, A.S. Shishkin. Krasnoyarsk; Khabarovsk: IL SO RAN – IVEP DVO RAN, 2009, 178 p.
- [13] *Utochnennyy prognos vsplyvaniya torfa v Boguchanskom vodokhranilishche. Kniga I: otchet o NIR* [Updated forecast of peat flooding in the Boguchanskoye reservoir. Book I: research report]. Gor'kovskaya geologorazvedochnaya ekspeditsiya PO «Torfgeologiya», under the direction of V.I. Den'gub. Gor'kiy, 1987, 115 p.
- [14] *Provedenie otsenki ob'emov plavayushchego drevesnogo khlama (plavnika) v akvatorii Sayano-Shushenskogo vodokhranilishcha, ego ekologicheskoy opasnosti i tovarnoy sostavlyayushchey: otchet o NIR* [Assessment of the volumes of floating wood trash (fin) in the water area of the Sayano-Shushensky reservoir, its environmental hazard and commodity component: research report], under the direction of V.P. Korpachev. Krasnoyarsk: SibGTU, 2015, 71 p.
- [15] *Provedenie otsenki ob'emov drevesnogo plavnika v akvatorii Bureyskogo vodokhranilishcha, ego ekologicheskoy opasnosti i tovarnoy sostavlyayushchey: otchet o NIR* [Assessing the volume of wood fin in the water area of the Bureya reservoir, its environmental hazard and commercial component: research report], under the direction of A.V. Ostroukhov. Khabarovsk: IVEP DVO RAN, 2013, 80 p.
- [16] *Provedenie lessoochistki spetsuchastkov lozha vodokhranilishcha Boguchanskoy GES s otmetkoy NPU 208,0 m. 1 etap. Rabochiy projekt* [Carrying out the forest clearance of special sections of the reservoir floor of the Boguchanskaya HPP with a mark of NRL 208.0 m. 1st stage: Working project]. Krasnoyarsk: SibGTU, Vostsiblesproekt, 2008, 111 p.
- [17] *Provedenie lessoochistki spetsuchastkov lozha vodokhranilishcha Boguchanskoy GES s otmetkoy NPU 208,0 m. 2 etap. Rabochiy projekt* [Carrying out the forest clearance of special sections of the reservoir floor of the Boguchanskaya HPP with a mark of NRL 208.0 m. 2nd stage: Working project]. Krasnoyarsk: SibGTU, Vostsiblesproekt, 2008, 98 p.
- [18] *Projekt lesosvodki lozha vodokhranilishcha Boguchanskoy GES s otmetkoy NPU 208,0 m. na territorii Krasnoyarskogo kraya* [Timber logging of the reservoir of the Boguchanskaya HPP with a mark of NRL 208.0 m. on the territory of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk: SibGTU, Vostsiblesproekt, 2008, 109 p.
- [19] Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Korpachev K.I. *Prognoz zasoreniya drevesnoy massoy proektiruemogo vodokhranilishcha Motygin'skoy GES* [Forecast of wood pulp contamination of the projected reservoir of the Motygin'skaya HPP] Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2010, no. 1 (70), pp. 60–64.
- [20] Korytnyy L.M. *Reki Krasnoyarskogo kraya* [Rivers of the Krasnoyarsk Region]. Krasnoyarsk: Krasnoyarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1991, 157 p.
- [21] *Projekt beregovogo khranilishcha izvlekaemogo iz vodokhranilishcha syr'ya. Sayano-Shushenskaya GES na r. Enisee (inv. № 1047-8-263)* [Project of onshore storage of raw materials retrieved from the reservoir. Sayano-Shushenskaya hydroelectric station on the river Yenisei (inv. number 1047-8-263)]. St. Petersburg: EES Rossii, Lengidropoekt, 1994, 29 p.
- [22] *Boguchanskaya GES na reke Angara: Tekhnicheskii projekt. Tom III. Vodokhranilishche i okhrana okruzhayushchey sredy* [Boguchanskaya HPP on the Angara River: Technical design. Vol. III. Reservoir and environmental protection] Book I. Moscow: Gidropoekt, 1976, 219 p.
- [23] Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Zapasy drevesnoy massy v lozhe vodokhranilishcha Boguchanskoy GES posle provedeniya lessoochistki* [Reserves of wood pulp in the bed of the reservoir of the Boguchanskaya HPP after forest clearing] *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical constructing], 2014, no. 9, pp. 32–35.

Authors' information

Korpachev Vasily Petrovich  — Cand. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Transport, construction and water use, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, korpachevvp@sibsau.ru

Perezhilin Aleksandr Ivanovich — Cand. Sci. (Biology), Head of the Department of Transport, construction and water use, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, alex_pr@sibsau.ru

Andriyas Andrey Aleksandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Transport, construction and water use, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, andriyas@sibsau.ru

Received 16.09.2021.

Approved after review 24.09.2021.

Accepted for publication 25.11.2021.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
 The authors declare that there is no conflict of interest