

УДК 504.455:627.88:630*378

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДОХРАНИЛИЩА БОГУЧАНСКОЙ ГЭС ОТ ПЛАВАЮЩЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

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

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, e-mail: ivr@sibgtu.ru

Одной из экологических проблем, возникающих в процессе заполнения и эксплуатации водохранилищ ГЭС, расположенных в лесопокрытых регионах Сибири, является появление на их акватории огромных объемов плавающей древесной массы, которая оказывает негативное влияние на состояние водного объекта и водопользование. Причины аккумуляции плавающей древесины: всплытие порубочных остатков после проведения лесосводки и лесочистки, сухостоя, валежника; отпад полузатопленных деревьев; потери древесины в процессе проведения работ на рейдах и при транспорте леса; поступление с береговой линии водохранилища вследствие размыва берегов; поступление со стоком рек-притоков; стихийные явления. В статье изложены основные принципы выбора технологий очистки водохранилищ от плавающей древесины, приведены технологии, реализованные на водохранилищах Братской и Саяно-Шушенской ГЭС. Рассмотрены особенности разработки технологии сбора, транспортировки и выгрузки плавающей древесины с акватории водохранилища Богучанской ГЭС.

Ключевые слова: водохранилище, акватория, размыв берегов, плавающая древесина, очистка, утилизация, Богучанская ГЭС

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR FLOATING WOOD REMOVAL IN THE BOGUCHANY RESERVOIR

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

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: ivr@sibgtu.ru

One of the environmental problems that arise in the process of filling and operation of reservoirs HPS located in the forested regions of Siberia, is the appearance on their water area of huge amount of floating wood pulp, which has a negative impact on the condition of waterbody and water consumption. The reasons for the accumulation of floating wood: emersion residues of logging ascent after wood cutting and wood cleaning, dead standing trees, fallen trees; fallen waterlogged trees; loss of timber in the course of work in the roads and transport timber; admission to the coastline due to erosion of the shores of the reservoir; admission to the drain of the rivers, tributaries; natural phenomena. The article describes the basic principles of choice of cleaning technologies reservoirs from floating wood, given the technology, implemented on the reservoirs Bratskaya and Sayano-Shushenskaya HPS. The features of the development of technologies for collecting, transporting and unloading of floating wood from the water area of the reservoir Boguchanskaya HPS.

Keywords: reservoir, water area, erosion of shores, floating wood, cleaning, utilization, Boguchanskaya HPS

Сложно разрешимой экологической проблемой, возникающей в результате создания и эксплуатации водохранилищ ГЭС на покрытых лесом территориях Сибири, является затопление значительных запасов древесно-кустарниковой растительности и появление на акватории водохранилищ огромных объемов плавающей древесины, оказывающей воздействие на водохозяйственные объекты [3, 4]:

- это снижает выработку электроэнергии, забивая защитные решетки водоводов ГЭС;
- представляет опасность для судоходства, особенно для судов на подводных крыльях;
- нарушает естественные условия среды обитания гидробионтов;
- оказывает влияние на качество воды;
- ухудшает эстетическое восприятие и рекреационную функцию водоема.

Очистка территории зоны затопления водохранилищ от древесно-кустарниковой растительности перед заполнением и последующая уборка с акватории плавающей древесины при эксплуатации водохранилища имеют свои особенности и сопряжены с определенными трудностями, рассмотренными в работе [4].

Цель исследования – обзор проблем сбора, транспортировки и утилизации плавающей древесины на водохранилищах ГЭС Сибири, рассмотрение особенностей разработки технологии очистки акватории водохранилища Богучанской ГЭС.

Материалы и методы исследования

Аналитический обзор материалов исследований и разработок по проблеме очистки акваторий водохранилищ ГЭС от плавающей древесины, выполненных ранее сотрудниками кафедры использования водных ресурсов СибГТУ.

Результаты исследования и их обсуждение

Причин появления плавающей по акватории водохранилищ ГЭС древесной массы много – это всплытие порубочных остатков после проведения лесосводки и лесоочистки, сухостоя и валежника с неподготовленной территории, а также отпад полузатопленных древостоев, хозяйственная деятельность на водохранилище (буксировка плотов, работа лесосплавных предприятий и т.п.), поступление с береговой линии водохранилища вследствие размыва и обвала берегов, стихийные явления; доля вклада каждого источника для различных водохранилищ сильно отличается.

Ни на одном водохранилище ГЭС Сибири работы по лесосводке и лесоочистке не были выполнены в проектном объеме, что явилось причиной затопления дополнительных объемов древесно-кустарниковой растительности, обусловивших появление значительных запасов плавающей древесины.

Для примера, в ложах водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского бассейна после проведения лесосводки и лесоочистки предполагалось затопить (по проектам) не более 10,5 млн м³ древесины, но по различным причинам реальные объемы затопления составили 33,0 млн м³ и в настоящее время находится на плаву около 5,1 млн м³ [4]. Необходимо отметить, что запасы плавающей по акватории водохранилищ ГЭС древесины, несмотря на прилагаемые усилия по их сокращению (уборке), остаются сравнительно постоянными – это свидетельствует о непрерывном процессе восполнения за счет различных факторов.

При этом еще в 1986 году по поручению Совета Министров СССР от 06.07.1986 г. № ПП-9938 и решению коллегии Минлесбумпрома СССР была подготовлена комплексная программа «Очистка сплавных рек, водохранилищ и освоение плавающей, разнесенной, затонувшей древесины» [5], а институт Гипролестранс подготовил обоснования по очистке водохранилищ Братской, Усть-Илимской, Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС от плавающей древесной массы [1], но программа так и не была реализована.

Созданием технологий и технических средств очистки водохранилищ ГЭС от плавающей, полузатопленной и разнесенной по берегам древесины занимались многие отечественные и зарубежные проектные и научные организации [4], а разработки велись в основном по следующим трем направлениям: технические средства для сбо-

ра древесины с берегов и акватории водохранилищ; плавучие агрегатные технологии сбора с частичной переработкой древесины; сложные плавучие технологические комплексы с полной переработкой собранной древесины. Однако из-за высокой стоимости изготовления и эксплуатации технологические комплексы не получили широкого распространения.

Для разработки технологий и технических средств очистки необходимо:

1) иметь данные о реальных объемах затопления древесно-кустарниковой растительности и прогноз поступления древесной массы на акваторию водохранилища;

2) определить места концентрации плавающей древесной массы, т.к. она под действием ветра мигрирует по акватории водохранилища;

3) знать качественный и фракционный состав древесины для выбора направлений и технологий переработки;

4) обосновать технологию очистки водохранилища, при этом возможны варианты:

а) сбор древесной массы самоходными плавучими агрегатами с предварительной подготовкой ее для транспортировки к пунктам выгрузки,

б) сбор, частичная или полная переработка древесной массы с помощью самоходных или несамоходных плавучих агрегатов и транспортировка готовой продукции,

в) сбор плавающей древесины катерами в кошелю, буксировка их к стационарному или плавучему причалу для выгрузки на берег с целью последующей утилизации;

5) учитывая распределение запасов древесины по участкам водохранилища и транспортную структуру прилегающих территорий, определить пункты выгрузки древесины.

Выбор технологии сбора и переработки древесной массы необходимо осуществлять индивидуально для каждого водохранилища с учетом его особенностей (основные характеристики, морфология, ветро-волновой режим, объемы древесины, социально-экономические условия и транспортная инфраструктура района, потребители и т.п.).

Рассмотрим реализованные технологии очистки от плавающей древесной массы водохранилищ ГЭС на Ангаре и Енисее.

Уже в период строительства плотины и первые годы эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС акватория водохранилища оказалась сильно засорена (захлавлена) плавающей древесиной (рисунок, а), что отразилось на работе станции и качественном составе воды.



а



б



в

Плавающая древесина на Саяно-Шушенском водохранилище в 1986 г. (а), у плотины Богучанской ГЭС в 2013 г. (б) и обрушение берегов Богучанского водохранилища (в)

С 1987 г. начались работы по сбору и транспортировке свободноплавающей древесины в западь залива Джойская Сосновка и организованы другие запани-лесоохранилища. В 1990-е годы часть древесины из водоохранной зоны водохранилища была транспортирована на участок складирования, расположенный в долине ручья Безымянный (правый приток р. Джойская Сосновка), где так называемый «древесный хлам» укладывался навалом для естественного перегнивания без проведения рекультивационных работ.

В 1994 г. АО «Ленгидропроект» разработало «Проект берегового хранилища извлекаемого из водохранилища плавника» с комплексом сооружений для хранения извлекаемой из Саяно-Шушенского водохранилища древесины объемом до 1 млн м³ [6].

В 2002–2005 гг. был организован пиролитный цех и производилась утилизация плавающей древесины переработкой на древесный уголь, но этот способ оказался малопродуктивным (до 5,5 тыс. м³/год) и экономически неэффективным.

В 2009 г. ЗАО «Центр инженерных технологий» разработало рабочий проект [7], предусматривающий сбор древесного хлама в кошеля, буксировку его по воде до места выгрузки, погрузку на автотранспорт и вывозку до места захоронения. Проект рассчитан на 7 лет, и его реализация началась в 2010 г. Захоронение древесины обусловлено тем, что из-за длительного нахождения в воде она потеряла товарный вид и имеет низкое качество, в связи с чем не пользуется спросом и не находит применения в хозяйственных целях.

С начала производства работ в 1980-е годы и по настоящее время с акватории Саяно-Шушенского водохранилища было извлечено и утилизировано около 1,5 млн м³ древесины.

Для очистки водохранилища Братской ГЭС от плавающей древесины отраслевой лабораторией СТИ (ныне СибГТУ) была разработана и внедрена технология, не требующая больших капитальных затрат [2], включающая сбор плавающей и частично обсохшей на береговой полосе водохранилища древесной

массы, транспортировку ее до пункта сортировки и сплотки с последующим формированием пучковых и хлыстовых плотов для поставки их на Братский ЛПК. По данной технологии с акватории Братского водохранилища в навигацию убиралось и поставлялось потребителю около 300 тыс. м³ древесины и за период 1964–1992 гг. было собрано и передано Братскому ЛПК около 9 млн м³ [4].

В июне 2015 г. до проектной отметки заполнилось водохранилище Богучанской ГЭС, в ложе которого затоплено 10,3 млн м³ древесины. Уже в период наполнения к плотине стала поступать плавающая древесная масса и началось интенсивное обрушение берегов водохранилища с растущим на них лесом (рисунок, б и в).

По прогнозу [8], разработанному сотрудниками кафедры использования водных ресурсов СибГТУ, непосредственно после заполнения водохранилища на плаву окажется 564,2 тыс. м³ древесины, а уже через год увеличится до 1,2 млн м³.

Богучанское водохранилище отличается от других водохранилищ Ангарского каскада следующими особенностями: акватория располагается в пределах двух субъектов РФ; слаборазвитая транспортная сеть прилегающих территорий; дефицит трудовых ресурсов и слабая заселенность берегов; затрудненность судоходства (условно свободной акваторией можно считать только пройденные лесочисткой спецучастки водного флота); отсутствие лесоперерабатывающих мощностей и потенциальных потребителей; проектные работы по очистке планируются на перспективу и базируются только лишь на данных прогнозов.

С учетом отмеченных особенностей для Богучанского водохранилища была предложена малозатратная технология: сбор древесины катерами в кошелю, буксировка их в пункты выгрузки. Анализ морфологии и ветро-волновых условий водохранилища позволил установить места концентрации плавающей древесины, а также определить пункты выгрузки древесины. При этом, в зависимости от поставленной цели (полная очистка водохранилища, обеспечение безопасности судоходства или только работы ГЭС), предложена организация различного количества выгрузочных пунктов с ежегодным объемом освоения 90–520 тыс. м³ плавающей древесины. Для выгрузки рекомендовано использование плавучих причалов, позволяющих производить работу на различных отметках и у необорудованного берега, с установленными на них мобильными перевалочными машинами [8].

Выводы

Для разработки технологии очистки водохранилища от плавающей древесины необходимо знать: морфометрическую характеристику водохранилища и ветро-волновой режим; общие объемы и места дислокации древесины на акватории; социально-экономические условия и транспортную структуру в районе расположения водохранилища.

При подборе технических средств для выполнения работ необходимо предусматривать использование современной высокопроизводительной техники и оборудования, серийно выпускаемого промышленностью, т.к. на создание «нового образца» потребуется много времени, а эффективность его применения не всегда оправдана.

Окончательный выбор техники и технологии очистки акватории водохранилища должен производиться путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов, с учетом эколого-экономического обоснования.

У авторов статьи имеется ряд запатентованных разработок технических средств и технологий очистки водохранилищ от древесной массы, а также снижения объемов поступления древесины с размываемых берегов водохранилищ [2, 9, 10, 11 и др.].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Краевого фонда науки в рамках научных проектов № 15-45-04333 «р_сибирь_a» и № 05/15.

Список литературы

1. Борисовец Ю.П. Освоение древесного сырья на акватории водохранилищ Восточной Сибири и Енисейского залива // Лесозаготовка и лесосплав. Обзорная информация. Вып. 5. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – 36 с.
2. Комплекс для сортировки плавающей древесины и ее сплотки: Пат. № 2464201 Рос. Федерация; заявл. 11.01.11; опубл. 20.10.12, Бюл. № 29.
3. Корпачев В.П. и др. Загрязнение и засорение водохранилищ ГЭС древесно-кустарниковой растительностью, органическими веществами и влияние их на качество воды: монография. – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2010. – 126 с.
4. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Водохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – 209 с.
5. Очистка сплавных рек, водохранилищ и освоение плавающей, разнесенной, затонувшей древесины: Комплексная программа. – М.: Минлесбумпром, 1986. – 31 с.
6. Саяно-Шушенская ГЭС на р. Енисее. Проект берегового хранилища извлекаемого из водохранилища плавника (1047-8-263г): Пояснительная записка. – СПб.: РАО «ЕЭС России» АО «Ленгидропроект», 1994. – 29 с.
7. Саяно-Шушенское водохранилище. Сбор, извлечение из водохранилища и захоронение древесного хлама на участке площадью 30 га, Красноярский край и Республика Хакасия (РП-СШ-01/09-09): Рабочий проект. – Барнаул: ЗАО «ЦИТ», 2009.

8. Сбор, транспортировка и переработка древесной массы с акватории водохранилища Богучанской ГЭС. Прогноз объемов, породного состава, качества, мест дислокации и методов сбора всплывающей древесной массы в акватории Богучанской ГЭС: Отчет о НИР / ФГБОУ ВПО «СибГТУ»; рук. В.П. Корпачев. – Красноярск, 2012. – 137 с.

9. Сооружение для диссипации волновой энергии и защиты береговой полосы от размыва: Пат. № 116156 Рос. Федерация; заявл. 22.12.11; опубл. 20.05.12, Бюл. № 14.

10. Установа для сбора плавающей и осевшей древесины на водохранилищах: Пат. № 2449916 Рос. Федерация; заявл. 29.12.09; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13.

11. Устройство для формирования плавучего волногасителя на акватории водохранилища: Пат. № 2503772 Рос. Федерация; заявл. 13.07.12; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1.

References

1. Borisov Yu.P. *Lesoeksploatatsiya i lesosplav. Obzornaya informatsiya – Forest exploitation and timber rafting*, 1987, Вып. 5, Moscow, VNIPIElesprom, 36 p.

2. *Kompleks dlya sortirovki plavayushey drevesiny i ee splotki* [Complex for sorting floating timber and its rafting]. Pat. № 2464201 Russian Federation; claim 11.01.11; publ. 20.10.12, Bull. no. 29.

3. *Zagryaznenie i zasorenie vodohranilishch GES drevesno-kustarnikovoy rastitel'nost'yu, organicheskimi veshchestvami i vliyaniye ih na kachestvo vody* [Pollution and contamination of hydroelectric reservoirs trees and shrubs, organic substances and their impact on water quality]. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya, 2010, 126 p.

4. *Vodohranilishcha GES Sibiri. Problemy proektirovaniya, sozdaniya i ekspluatatsii* [Reservoirs HPS in Siberia. Problems of projecting, build and operate]. Krasnoyarsk, SibGTU, 2015, 209 p.

5. *Ochistka splavnykh rek, vodohranilishch i osvoeniye plavayushey, raznesennoy, zatonuvshey drevesiny: Kompleksnaya programma* [Cleaning floatable rivers, reservoirs and development of floating, spaced, sunken wood: Complex program]. Moscow, Minlesbumprom, 1986, 31 p.

6. *Sayano-Shushenskaya GES na r. Enisee. Proekt beregovogo hranilishcha izvlekaemogo iz vodohranilishcha plavnika (1047-8-263t): Poyasnitel'naya zapiska* [Sayano-Shushenskaya HPS on the river Yenisei. Project onshore storage reservoir ex-

tracted from fin (1047-8-263t): Explanatory Note]. SPb, RAO «EES Rossii» AO «Lengidproekt», 1994, 29 p.

7. *Sayano-Shushenskoye vodohranilishche. Sbor, izvlechenie iz vodohranilishcha i zahoronenie drevesnogo hlama na uchastke ploschad'yu 30 ga, Krasnoyarskiy kray i Respublika Hakasiya (RP-SSH-01/09-09): Rabochiy proekt* [Sayano-Shushensky reservoir. Collection, removal from the reservoir and dumping trash timber on an area of 30 hectares, the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia (RP-SSH-01/09-09): Working Project]. Barnaul: ZAO «CIT», 2009.

8. *Sbor, transportirovka i pererabotka drevesnoy massy s akvatorii vodohranilishcha Boguchanskoy GES. Prognoz obemov, porodnogo sostava, kachestva, mest dislokatsii i metodov sbora vsplyvayushey drevesnoy massy v akvatorii Boguchanskoy GES: Otchet o NIR* [Collection, transport and processing of wood pulp with the waters of the reservoir of the Boguchanskaya HPS. Forecast, species composition, quality, place of distribution and collection methods pop pulp in the waters of the Boguchany HPS: Report on research work]. Krasnoyarsk, SibGTU, 2012, 137 p.

9. *Sooruzhenie dlya dissipatsii volnovoy energii i zaschity beregovoy polosy ot razmyva* [Construction for the dissipation of wave energy and protect the coastline from erosion]. Pat. no. 116156 Russian Federation; claim 22.12.11; publ. 05.12, Bull. no. 14.

10. *Ustanovka dlya sbora plavayushey i osevshey drevesiny na vodohranilishchah* [Plant for collection floating and subside wood on ponds]. Pat. № 2449916 Russian Federation; claim 29.12.09; publ. 10.05.12, Bull. no. 13.

11. *Ustroystvo dlya formirovaniya plavuchego volnogasatelya na akvatorii vodohranilishcha* [Device to form floating breakwater in water reservoir area]. Pat. no. 2503772 Russian Federation; claim 13.07.12; publ. 10.01.14, Bull. no. 1.

Рецензенты:

Полетайкин В.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологий и машин природообустройства, ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск;

Холопов В.Н., д.т.н., профессор кафедры автомобилей, тракторов и лесных машин ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск.