

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-92-98>

УДК 627.142.2: 504.45



ТРАНСПОРТИРОВКА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ, ПОДНЯТЫХ СО ДНА ПРИ ОЧИСТКЕ МАЛЫХ РЕК

С.В. Посыпанов^{1✉}, С.П. Карпачёв², В.А. Балякин¹

¹ ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»; 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, Россия

² Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)»; 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, Россия

Аннотация. Цель исследований: решение проблемы доставки затонувших лесоматериалов переработчикам с сохранением качества древесины в условиях малых глубин. При молевом лесосплаве затонуло огромное количество лесоматериалов. Подъем их осуществлялся преимущественно на объектах, где залежи были концентрированными, – как правило, на крупных реках. Основная часть лесосплавных путей приходилась на многочисленные малые реки. Очистку этих рек от затонувших лесоматериалов в значительной степени сдерживает проблема их доставки переработчикам с сохранением качества древесины в условиях малых глубин. Решение этой проблемы является целью данных исследований. Методической основой при решении задач для достижения поставленной цели послужили положения гидростатики и отрасли знаний, относящихся к водному транспорту лесоматериалов. В результате выполненной работы предложена конструкция устройства, обеспечивающая транспортировку поднятых со дна при очистке малых рек лесоматериалов под поверхностью воды, что предотвращает быстрое ухудшение их качества. Устройство разборной конструкции состоит из параллельных понтонов, соединенных по торцам поперечными балками, и в донной части – промежуточными гибкими связями. Аналитическим путем получены математические зависимости, связывающие параметры предлагаемого устройства и характеристики поднятых лесоматериалов. На базе этих зависимостей разработана методика и даны рекомендации по обоснованию указанных параметров. Приведенная информация позволяет изготовить предлагаемое устройство с предварительным обоснованием его параметров, соответствующих местным условиям, способствуя этим очистке малых рек от затонувших лесоматериалов и сохранению при транспортировке их качества.

Ключевые слова: малые реки, затонувшие лесоматериалы, очистка рек, транспортировка лесоматериалов

Формат цитирования: Посыпанов С.В., Карпачёв С.П., Балякин В.А. Транспортировка лесоматериалов, поднятых со дна при очистке малых рек // Природообустройство. 2024. № 4. С. 92-98. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-92-98>

Original article

TRANSPORTATION OF TIMBER MATERIALS RAISED FROM THE BOTTOM WHEN CLEANING SMALL RIVERS

S.V. Posypanov^{1✉}, S.P. Karpachev², V.A. Baliakin¹

¹ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; 163002, Arkhangelsk, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Russia

² Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch); 141005, Moscow Region, Mytishchi, 1-ya Institutskaya St., 1, Russia

Abstract. The purpose of the research is to solve the problem of delivering sunken timber to processors while maintaining the quality of wood in shallow depths. When rafting logs in bulk, a huge number sank. Their raising was carried out mainly at sites where deposits were concentrated, as a rule, on large rivers. The bulk of the timber rafting routes were along numerous small rivers. Clearing these rivers of sunken timber is largely hampered by the problem of delivering it to processors while maintaining wood quality in conditions of low flow depth. Solving this problem is the goal of this work. The methodological basis for solving problems to achieve the set goal was the provisions of hydrostatics and the branch of knowledge related to water transport of timber. As a result of the work performed, a device design has been proposed that ensures transportation of timber raised from the bottom during the cleaning of small rivers under the surface of the water, which prevents the rapid deterioration of their quality.

The collapsible structure consists of parallel pontoons connected at the ends by transverse beams and at the bottom by intermediate flexible connections. Analytically, mathematical dependencies were obtained that connect the parameters of the proposed device and the characteristics of logs raised from the bottom. Based on these dependencies, a methodology and recommendations for substantiating these parameters have been developed. The information provided makes it possible to manufacture the proposed device with a preliminary justification of its parameters corresponding to local conditions, thereby helping to clear small rivers of sunken timber and preserve their quality during transportation.

Keywords: small rivers, sunken logs, cleaning rivers, transportation of logs

Format of citation: Posypanov S.V., Karpachev S.P., Baliakin V.A. Transportation of timber materials raised from the bottom when cleaning small rivers // Prirodoobustrojstvo. 2024. No 4. P. 92-98. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-92-98>

Введение. Во время молевого лесосплава затонуло огромное количество лесоматериалов [1]. Поднимать их начали относительно активно лишь в последние десятилетия перед прекращением молевого сплава с появлением соответствующей техники [2], и преимущественно – на объектах, где залежи были концентрированными. Основная часть лесосплавных путей проходила по малым рекам. На них подъемом древесины практически не занимались по причине, в частности, малых габаритов судового хода, ограничивающих применение топлякоподъемной техники [2]. На дне малых рек по-прежнему находится огромное количество затонувших лесоматериалов (ЗЛ). Оценки экспертов несколько разнятся [1, 3-5], но все они сходятся на том, что их объемы исчисляются миллионами кубометров.

Лесоматериалы в течение длительного времени могут находиться под водой без кардинального ухудшения качества, по крайней мере их древесина нередко относится к категории деловой [1, 3, 6]. У отдельных пород древесины качество улучшается, что не относится к ЗЛ, которые периодически обсыхают.

Попытки освоения ЗЛ [4-7] не всегда были удачными в коммерческом плане. Часто начинали их подъем, не продумав в деталях все этапы технологической цепочки. Поднятые лесоматериалы (ПЛ) нередко долго оставались на берегу или транспортировались к месту переработки при доступе кислорода. При этом их качество быстро ухудшалось, и в лучшем случае они использовались как дрова, которые тоже не являются бесполезными. В результате распространилось мнение о коммерческой бесперспективности подъема ЗЛ.

В связи с противоречивостью имеющейся информации в 2023 г. подняли несколько бревен, которые пролежали на дне не менее 35 лет. Сразу после поднятия выполняли их поперечный распил (рис. 1). Даже при поверхностном осмотре становится очевидным то, что несмотря на некоторое ухудшение качества древесины, она является пригодной для использования. По крайней

мере она не менее ценна, чем отходы на лесосеках и складах сырья, переработке которых сейчас уделяется большое внимание.

Процесс экстрагирования из ЗЛ за длительный период почти прекратился [8, 9]. Однако они сильно захламляют малые реки, в том числе в поселках (рис. 2), национальных парках и на других охраняемых территориях. К числу таких рек относятся, например, Кена, Поча, Ундоша в Кенозерском национальном парке Архангельской области.

На рисунке 2 представлен снимок прибрежной части дна. На большем удалении от берега, где дно при съемке просматривается хуже, захламленность существенного выше. Она должна быть устранена по крайней мере там, где лесоматериалы не замываются частицами твердого стока.

Полагаем, что однозначный подход к решению вопроса о целесообразности подъема ЗЛ и очистки от них малых рек является неверным, и это нужно делать по экологическим соображениям даже при отсутствии коммерческой выгоды. Зачастую при детальной предварительной



Рис. 1. Поперечный распил бревна непосредственно после поднятия его со дна реки

Fig. 1. Cross-cut of a log immediately after lifting it from the bottom of the river

проработке всей технологической цепочки освоение ЗЛ при очистке малых рек может быть экономически выгодным. В любом случае необходимо максимально сократить нахождение ПЛ на воздухе до переработки. Их целесообразно транспортировать и хранить под поверхностью воды.

Цель исследований: решение проблемы доставки затонувших лесоматериалов переработчикам с сохранением качества древесины в условиях малых глубин.

Материалы и методы исследований. Методической основой при решении задач для достижения поставленной цели послужили положения гидростатики и отрасли знаний, относящихся к водному транспорту лесоматериалов.

Постановка задач. Для осуществления транспортировки под поверхностью воды поднятых при очистке малых рек лесоматериалов поставлены задачи: разработать конструкцию устройства соответствующего назначения; получить математические зависимости, связывающие параметры предлагаемого устройства и характеристики ПЛ; создать на основе этих зависимостей методику и рекомендации для обоснования основных параметров указанного устройства, соответствующих предполагаемым условиям эксплуатации.

Результаты и их обсуждение. Изображение предлагаемого устройства схематично представлено на рисунке 3.

Устройство состоит из двух боковых и, возможно, одного или нескольких промежуточных понтонов, выполненных из труб большого диаметра. Понтоны соединяют при помощи двух поперечных балок, примыкающих к их торцам. На этих торцах имеются крепежные кронштейны г-образного профиля, в которые и укладывают поперечные балки. Балки в кронштейнах фиксируют крепежными винтами. Роль днища, на которое укладывают ПЛ, выполняют гибкие поперечные связи из стальной проволоки диаметром 4,0-6,3 мм, снабженные простейшими натяжными устройствами. Связи огибают все понтоны так, что их рабочие ветви проходят на уровне нижних образующих поверхностей понтонов. Такая конструкция позволяет транспортировать ПЛ под поверхностью воды. Проволочное дно дает возможность эффективно использовать лимитированные глубины малых рек и экономить на материале при изготовлении устройства. У торцов понтонов предусмотрены минитумбы для соединения устройств между собой и швартовки.

Подъем лесоматериалов, их погрузка описаны нами в работе [10]. Загруженные устройства соединяют в ленты и буксируют катером

с малой осадкой до места назначения. Также загруженные устройства можно пускать группами по течению в сопровождении рабочих на мотолодке. Тот или иной вариант выбирается в зависимости от конкретных местных условий. В пунктах переработки ПЛ должны сразу поступать в производство. В противном случае



Рис. 2. Фрагмент дна р. Ваймуга в п. Самодед Архангельской области через 50 лет после прекращения молевого сплава

Fig. 2. Fragment of the river bottom Vaimuga in the village of Samoded, Arkhangelsk region, 50 years after the cessation of rafting

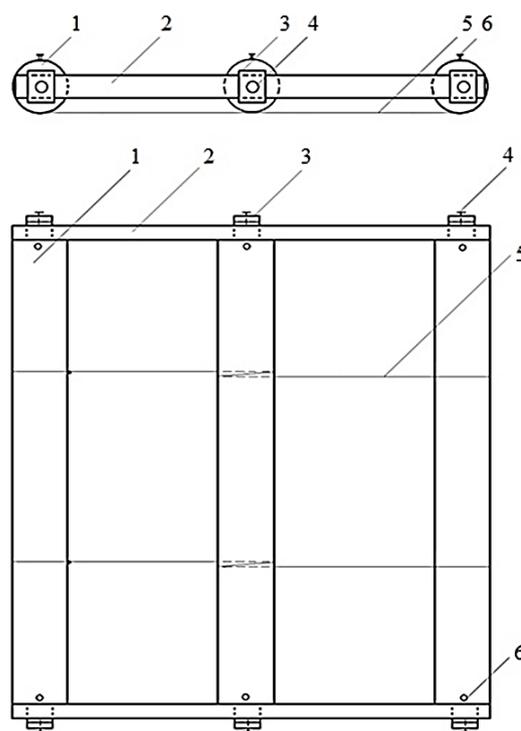


Рис. 3. Общий вид устройства для транспортировки поднятых со дна рек лесоматериалов:

- 1 – понтон; 2 – поперечная балка;
3 – крепежный кронштейн; 4 – крепежный винт;
5 – стальная проволока; 6 – минитумба

Fig. 3. General view of the device for transporting logs raised from the river bottom:

- 1 – pontoon; 2 – transverse beam; 3 – mounting bracket;
4 – fixing screw, 5 – steel wire; 6 – mini-bollard

следует предусмотреть места для концентрированного хранения доставленных лесоматериалов под поверхностью воды. Выгрузка их должна осуществляться по потребности производства. Эти мероприятия позволяют получать наиболее качественную продукцию.

Устройства могут быть легко разобраны и погружены на автолесовоз с манипулятором, доставлены к месту следующего применения и вновь собраны. Не исключается вариант обратной доставки пустых устройств, соединенных в ленты, катером с малой осадкой.

Для получения необходимых математических зависимостей воспользовались расчетной схемой устройства (рис. 4).

На понтоны устройства при транспортировке ПЛ в расчетном случае действует выталкивающая сила (H):

$$F_1 = 0,25 k \pi d^2 L g \rho_1, \quad (1)$$

где k – коэффициент использования плавучести понтонов; i – количество понтонов; d – внешний диаметр понтонов, м; L – длина понтонов, м; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; ρ_1 – плотность воды, kg/m^3 .

Сила тяжести, обусловленная массой самого устройства (H), –

$$G_1 = K m g L i, \quad (2)$$

где m – масса одного погонного метра трубы, из которой изготовлены понтоны, kg/m ; K – коэффициент, учитывающий массу дополнительных элементов устройства.

Выталкивающая сила, действующая на расчетный объем погруженных в устройство лесоматериалов (H), определяется по формуле:

$$F_2 = b(a-d)L\eta(i-1)g\rho_1, \quad (3)$$

где b – расчетная высота загрузки ПЛ, м; a – расстояние между осями соседних понтонов, м; η – коэффициент полноты погружения [2].

Силу тяжести, действующую на расчетный объем погруженных в устройство лесоматериалов (H), можно определить из выражения:

$$G_2 = b(a-d)L\eta(i-1)g\rho_2, \quad (4)$$

где ρ_2 – плотность ПЛ, kg/m^3 .

При нахождении устройства в расчетном положении сумма всех рассмотренных выше сил равна нулю. С учетом этого можно записать:

$$0,25 k \pi d^2 L g \rho_1 - K m g L i - b(a-d)L\eta(i-1)g(\rho_2 - \rho_1) = 0. \quad (5)$$

После преобразования уравнения (5) получили:

$$0,25 k \pi d^2 \rho_1 - K m i - b(a-d)\eta(i-1)(\rho_2 - \rho_1) = 0. \quad (6)$$

С целью повышения универсальности получаемых результатов и их наглядности выразили расчетную высоту загрузки ПЛ в устройство b и расстояние между осями соседних понтонов a через диаметр понтонов d :

$$\begin{aligned} b &= x d; \\ a &= y d, \end{aligned} \quad (7)$$

где x – коэффициент пропорциональности между высотой загрузки ПЛ в устройстве и диаметром понтонов; y – коэффициент пропорциональности между межосевым расстоянием соседних понтонов и их диаметром.

С учетом введенных коэффициентов формулу (6) привели к виду:

$$0,25 k \pi d^2 \rho_1 - K m i - x d (y d - d) \eta (i - 1) g (\rho_2 - \rho_1) = 0. \quad (8)$$

После преобразований выражения (8) получили:

$$0,25 k \pi \rho_1 - K m i / d^2 + x(y-1)\eta(i-1)(\rho_2 - \rho_1) = 0. \quad (9)$$

Выразили из формулы (9) сначала величину y :

$$y = (0,25 k \pi \rho_1 - K m i / d^2) / (x \eta (i - 1) (\rho_2 - \rho_1)) + 1, \quad (10)$$

затем – x :

$$x = (0,25 k \pi \rho_1 - K m i / d^2) / ((y - 1) \eta (i - 1) (\rho_2 - \rho_1)). \quad (11)$$

Площадь сегмента надводной части поперечного сечения понтона, m^2 , при осадке большей половины диаметра (рис. 4), –

$$S_1 = d^2(\Theta - \sin \Theta) / 8, \quad (12)$$

где Θ – угол сегмента (рис. 4), рад.

В данном случае угол сегмента вычисляется с помощью выражения:

$$\Theta = 2 \arccos(1 - 2(d - T) / d). \quad (13)$$

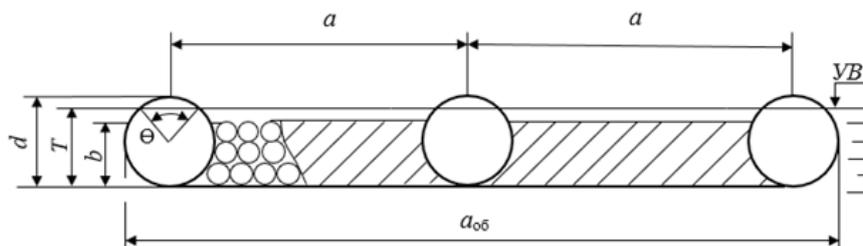


Рис. 4. Расчетная схема устройства для транспортировки ПЛ

Fig. 4. Design diagram of a device for transporting logs raised from the bottom

Площадь подводной части поперечного сечения понтона, m^2 , вычисляется по формуле:

$$S = 0,25 \pi d^2 - S_1 = 0,25 \pi d^2 - d^2(\Theta - \sin \Theta)/8. \quad (14)$$

Коэффициент использования плавучести понтонов находим из выражения:

$$k = 4S/(\pi d^2) = 1 - 0,5(\Theta - \sin \Theta)/\pi. \quad (15)$$

Если осадка понтона T меньше или равна $0,5d$, то площадь подводной части его поперечного сечения по внешнему контуру –

$$S = 0,125 d^2(\Theta - \sin \Theta). \quad (16)$$

В этом случае угол сегмента составляет:

$$\Theta = 2 \arccos(1 - 2T/d), \quad (17)$$

а коэффициента использования плавучести понтонов –

$$k = 4S/(d^2) = 0,5(\Theta - \sin \Theta)/\pi. \quad (18)$$

Габаритную ширину устройства (м) определяют по формуле:

$$a_{ог} = (i - 1)a + d. \quad (19)$$

Расчетный объем лесоматериалов, m^3 , в устройстве:

$$V = (a - d)bL\eta(i - 1). \quad (20)$$

Для обоснования основных параметров устройства с применением полученных формул разработали далее приведенные алгоритм и рекомендации. Методика проектирования предусматривает на первом этапе выбор диаметра труб для понтонов с той или иной толщиной стенки, материала труб, количества понтонов с учетом местных условий, которые диктуют, в частности, величину расчетной осадки, а также с учетом других факторов.

Принимая количество понтонов, следует начать с $i = 2$, предполагая возможность дальнейшего увеличения этого значения. Выбирая диаметр труб для понтонов, рекомендуем принять в проектном положении отношение $T/d = 0,9$. Осадка не должна превышать минимальную сплавную глубину на маршруте за вычетом донного запаса $0,2$ м. Массу одного погонного метра труб устанавливают по справочным данным.

С учетом величин коэффициента полноресурсности, рекомендуемых для лесосплавных пучков [2], и того, что в устройство будут укладываться лесоматериалы разной длины, принятый коэффициент η не должен превышать $0,50-0,55$. После длительного нахождения ПЛ в воде ρ_2 следует принимать в диапазоне $1200-1250$ kg/m^3 [1], в противном случае – от 1050 до 1100 kg/m^3 .

Коэффициент K рекомендуется принять как $1,05-1,10$. При дальнейшей, более детальной

проработке конструкции, он может быть скорректирован. Учитывая, что рекомендованное T/d равно $0,9$, значение x целесообразно принять за $0,75-0,80$, имея в виду то, что ПЛ должны находиться под поверхностью воды.

При принятых исходных данных с использованием зависимости (13) вычисляется угол сегмента, по формулам (12), (14) определяется площадь подводной части поперечного сечения понтона. Значение k в данном случае вычисляется с помощью выражения (15). По формуле (10) определяется величина y . По ней и принятому диаметру согласно выражению (7) устанавливается расстояние между осями соседних понтонов a . По аналогии вычисляется расчетная высота загрузки лесоматериалов b , соответствующая принятому x . Габаритную ширину устройства определяют по формуле (19). Учитывая, что максимальная длина ПЛ составляет $6,5$ м, длину устройства можно принять за $7,0$ м. Объем лесоматериалов в устройстве вычисляют с помощью выражения (20).

Расчеты по данному алгоритму могут быть выполнены для труб из различных материалов, с разными диаметрами и толщиной стенок, с разной массой одного погонного метра, при различном количестве понтонов и т.д. Поскольку при варьировании указанных факторов расчеты осуществляют по одному алгоритму, их целесообразно выполнять в электронных таблицах. С учетом полученных результатов и предполагаемых условий эксплуатации отбирается наиболее приемлемый вариант (варианты).

На втором этапе методика предусматривает для отобранных вариантов проверку условия нахождения ПЛ под водой не только в транспортном положении, но и в процессе их погрузки-выгрузки. При принятых значениях a и y варьируется относительная осадка T/d от максимальной ($0,9$) в сторону уменьшения. При каждом значении T/d необходимо пересчитывать угол Θ , площади S_1 и S , коэффициент k . При $T/d > 0,5$ следует использовать формулы (12)-(15). В случаях, когда $T/d \leq 0,5$, необходимо применять формулы (16)-(18). При полученных величинах k , ранее принятых исходных данных и значении y , соответствующем выбранному варианту, для каждой осадки по формуле (11) рассчитываются значения x . Варьирование T/d осуществляется до получения $x = 0$. В результате сравнения x с соответствующими T/d выясняется, будут ли ПЛ под уровнем воды на протяжении всей погрузки.

Для примера выполнили расчеты по описанной методике. Результаты первого этапа представлены в таблице 1. Во всех случаях

принято: $i = 2$; $\eta = 0,55$; $\rho_2 = 1250 \text{ кг/м}^3$; $K = 1,05$. Мы ограничились рассмотрением только стальных труб разного диаметра с разной толщиной стенок. При реальном проектировании предполагается большее количество вариантов в таблице. В качестве наиболее приемлемого условно принят вариант нижней строки таблицы.

Пример расчета по проверке нахождения ПЛ под уровнем воды в процессе их погрузки для отобранного варианта приведен в таблице 2.

Сопоставление T/d и x или T и b показывает, что при любой степени загрузки ПЛ будут находиться под водой. При пустом устройстве, то есть при $x = b = 0$, его осадка составит $0,186 \text{ м}$, $T/d = 0,372$.

Фактические характеристики ПЛ могут несколько отличаться от расчетных, что не является критичным. При очень плотной их укладке, то есть при повышенном η или при ρ_2 больше расчетной, погрузку просто следует прекратить, когда T/d станет равной $0,9$. При существенном отклонении указанных показателей от расчетных в меньшую сторону верхние ПЛ могут оказаться несколько выше поверхности воды. Если по окончании погрузки ситуация не изменится, можно открыть краны (которые на рисунке не отражены) на понтонах, расположенные ниже ватерлинии, и залить в них воду до подтопления верхнего слоя ПЛ. В пункте выгрузки предполагается слив воды через эти же краны.

Таблица 1. Результаты расчетов по первому этапу проектирования

Table 1. Calculation results for the first design stage

d , м	σ , мм	m , кг/м	T/d	x	Θ , рад	S , м ²	k	y	a , м	b , м	$a_{об}$, м	V , м ³
0,50	9,0	108,98	0,90	0,80	1,287	0,186	0,948	6,21	3,10	0,400	3,60	4,78
0,63	9,0	136,89	0,93	0,85	1,071	0,295	0,969	7,82	4,93	0,536	5,56	10,16
0,50	3,0	36,00	0,90	0,80	1,287	0,186	0,948	11,78	5,89	0,400	6,39	9,07
0,50	4,5	54,49	0,90	0,80	1,287	0,186	0,948	10,37	5,18	0,400	5,68	7,98
0,43	6,0	61,72	0,88	0,78	1,415	0,138	0,932	8,12	3,46	0,332	3,89	4,43
0,50	5,0	60,50	0,90	0,80	1,287	0,186	0,948	9,91	4,95	0,400	5,45	7,63

Таблица 2. Результаты расчетов по второму этапу проектирования

Table 2. Calculation results for the second design stage

T/d	T , м	Θ , рад	S , м ²	k	x	b , м
0,900	0,450	1,287	0,7441	0,948	0,772	0,386
0,800	0,400	1,855	0,6732	0,858	0,658	0,329
0,700	0,350	2,319	0,5868	0,748	0,518	0,259
0,600	0,300	2,739	0,4916	0,626	0,364	0,182
0,500	0,250	3,142	0,3923	0,500	0,204	0,102
0,400	0,200	2,739	0,2934	0,374	0,044	0,022
0,372	0,186	2,624	0,2661	0,339	0,000	0,000

Выводы

Обоснована необходимость транспортировки ПЛ под поверхностью воды с целью недопущения существенного снижения их качества в процессе доставки переработчикам. Предложена конструкция простого устройства для такой транспортировки, ориентированного на применение в условиях малых рек. Указанная конструкция обеспечивает наиболее рациональное использование их лимитированных глубин. Конструкция является разборной, что позволяет более оперативно автотранспортом возвращать устройства от переработчиков к месту их следующего использования.

Аналитическим путем установлены математические зависимости, связывающие параметры устройства и характеристики ПЛ.

Предложена основанная на этих зависимостях методика обоснования основных параметров устройства, состоящая из двух этапов. На первом этапе устанавливаются соответствующие принятым данным параметры устройства, обеспечивающие его проектное транспортное положение. На втором этапе проверяется выполнение условия нахождения ПЛ под водой в процессе погрузки и выгрузки. Даны рекомендации по выбору величин исходных данных.

Приведенные материалы создают предпосылки для изготовления предлагаемых устройств с параметрами, соответствующими предполагаемым условиям эксплуатации, таким образом, для очистки малых рек от ЗЛ и более рационального использования полученного при этом сырья.

Список использованных источников

1. Карпачёв С.П. Оценка объема и качества скопленного бревен в водоемах: монография. М.: МГУЛ, 2004. 89 с.
2. Овчинников М.М., Полищук В.П. Водный транспорт леса: учебное пособие. СПб.: СПбГЛТУ, 2007. 268 с.
3. Губин В.В. Количественная и качественная характеристика затопленной и полузатопленной древесины в водохранилищах ГЭС // Лесоэксплуатация: Межвузовский сборник научных трудов. Красноярск: СибГТУ, 2001. Вып. 3. С. 28-32.
4. Корпачёв В.П., Худоногов В.Н. Проблема загрязнения и засорения древесной массой рек и водохранилищ Ангаро-Енисейского региона // Лесоэксплуатация. Межвузовский сборник научных трудов. Красноярск: КГТ, 1995. С. 7-17.
5. Рожнецов А.П. Совершенствование технологий обнаружения и подъема затонувшей древесины на водных объектах РМЭ // Великие реки 2003: Материалы Международного юбилейного научно-промышленного форума-семинара. Нижний Новгород: НГАСУ, 2003. С. 104-105.
6. Шепотило М.В. Топляк. Как поднять и использовать моренный лес // Лес-ПромИнформ. 2014. № 2 (100). С. 15-17.
7. Рожнецова О.В., Войтко П.Ф., Рожнецов А.П. Развитие предпринимательской деятельности при освоении затонувшей древесины // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия «Экономика и управление». 2007. № 1 (1). С. 76-79.
8. Виноградов А.Ю. Экологические последствия использования малых рек для молевого сплава / Виноградова Т.А., Кадацкая М.М., Сазонова С.И., Хвалёв С.В. // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. № 4. С. 533-554.
9. Корпачёв В.П. Влияние затопленной и плавающей древесной массы на водные объекты / Малинин Л.И., Чебых М.М., Рябоконт Ю.И., Пережилин А.И. // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. 25, № 3-4. С. 340-343.
10. Кудрявцев Г.В., Посыпанов С.В., Воробьев Д.С. Технология очистки малых и средних рек от затонувшей древесины с использованием манипуляторов и баржевых модулей // Перспективы развития лесопромышленного комплекса России: сборник статей Региональной научно-практической конференции. Красноярск: 2019. С. 51-54.

Об авторах

Сергей Валентинович Посыпанов, д-р техн. наук, профессор; проф. кафедры геодезии и земельного кадастра; ResearcherID: ABF-6542-2021, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0600-7089>; SPIN-код 8592-0690; s.posypanov@narfu.ru

Сергей Петрович Карпачёв, д-р техн. наук, профессор; проф. кафедры «Технология и оборудование лесопромышленного производства»; karpachevs@mail.ru

Виктор Анатольевич Балякин, аспирант; balyakin1973@bk.ru

Критерии авторства / Criteria of authorship

Посыпанов С.В., Карпачёв С.П., Балякин В.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests / Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 20.05.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 18.06.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 18.06.2024

References

1. Karpachev S.P. Assessment of the volume and quality of log accumulations in reservoirs: monograph. Moscow: MGUL, 2004. 89 p.
2. Ovchinnikov M.M., Polishchuk V.P. Water transport of timber: textbook. St. Petersburg: SPbGLTU, 2007. 268 p.
3. Gubin V.V. Quantitative and qualitative characteristic of flooded and semi-flooded wood in hydroelectric power station reservoirs // Lesoekspluatation: interuniversity collection of scientific papers, Vol. 3. Krasnoyarsk: SibSTU, 2001. P. 28-32.
4. Korpachev V.P., Khudonogov V.N. The problem of pollution and clogging of rivers and reservoirs by wood pulp in the Angara-Yenisei region // Lesoekspluatation: interuniversity collection of scientific papers KGT. Krasnoyarsk: KGT, 1995. pp. 7-17.
5. Rozhentsov A.P. Improving technologies for detecting and lifting sunken wood on water bodies RME // Great Rivers 2003: materials of the anniversary international scientific industrial forum – seminar. N. Novgorod: NGASU, 2003. pp. 104-105.
6. Shepotilo M.V. Sunken logs. How to raise and use stained wood // LesPromInform No. 2 (100), 2014. P. 15-17.
7. Rozhentsova O.V., Voitko P.F., Rozhentsov A.P. Enhancement of entrepreneurial activity in the development of sunken wood // Bulletin of the Mari State Technical University. Series: Economics and management. 2007. No. 1 (1). P. 76-79.
8. Vinogradov A.Yu. Environmental impact of using small river for log driving / Vinogradova T.A., Kadatskaya M.M., Sazonova S.I., Hvalev S.V. // Hydrosphere. Hazard processes and phenomena, 2019, vol. 1, iss. 4, P. 533-554.
9. Korpachev V.P. The influence of flooded and floating wood mass on water bodies / Malinin L.I., Chebykh M.M., Ryabokon Yu.I., Perezhilin A.I. // Conifers of the boreal zone. 2008, vol. 25, no. 3-4, P. 340-343.
10. G.V. Kudryavtsev, S.V. Posypanov, D.S. Vorobyev. Technology of cleaning small and medium rivers from sunken wood using manipulators and barge modules // Prospects for the development of the Russian timber industry: collection of articles. stat. Regional scientific and practical conf. Krasnoyarsk: 2019. P. 51-54.

Author information

Sergey V. Posypanov, DSc (tor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Geodesy and Land Cadastre; ResearcherID: ABF-6542-2021; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0600-7089>; SPIN-код 8592-0690; s.posypanov@narfu.ru

Sergey P. Karpachev, Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department «Technology and Equipment of Timber Production»; karpachevs@mail.ru

Viktor A. Baliakin, Postgraduate Student; balyakin1973@bk.ru

Posypanov S.V., Karpachev S.P., Baliakin V.A. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.