

УДК 630*378.33

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ПЛОТ ДЛЯ РЕК С МАЛЫМИ ГЛУБИНАМИ

В. В. Васильев

Областное казённое учреждение «Красногвардейское лесничество»,
Управление лесами Белгородской области,
Российская Федерация, 309920, Белгородская область, Бирюч, ул. Карла Маркса, 18
E-mail: vasiliev.vova2012@yandex.ru

Возобновление лесосплавных работ на малых и средних реках и увеличение объёма поставок древесины водным транспортом требует разработки специальных лесотранспортных единиц. Разработана конструкция плота, предназначенного для рек с малыми глубинами, основной особенностью которого является расположение в середине каждого поперечного ряда двух плоских сплочных единиц стабилизированной плавучести, а по бокам – по одной сплочной единице обычной конструкции. Рассмотрены количественные и качественные варианты расположения сплочных единиц в поперечном ряду, где было установлено наиболее рациональное расположение плоских сплочных единиц стабилизированной плавучестью. Построена математическая модель изменения осадки плота в зависимости от параметров качественного и количественного соотношения сплочных единиц в поперечном ряду.

Ключевые слова: водный транспорт леса; лесосплавной ход; лесотранспортная единица; плот; поперечный ряд; плоская сплочная единица стабилизированной плавучести; осадка.

Введение. Водный транспорт леса является одним из первых видов транспорта древесины в России и наиболее экономически выгодным, по сравнению с автомобильным и железнодорожным транспортом, где до принятия Водного кодекса Российской Федерации [1] и нормативноправового акта СанПиН 2.1.5.980-00, он занимал одно из лидирующих мест по объёму поставки древесины лесоперерабатывающим предприятиям. После введения СанПиНа 2.1.5.980-00 (пункт 4.1.4. «Не допускается осуществлять молевой сплав леса, а также сплав древесины в пучках и кошелях без судовой тяги на водных объектах, используемых населением для питьевых, хозяйственнобытовых и рекреационных целей») и принятия Водного кодекса РФ статья 48 часть 2 «Сплав древесины без

судовой тяги на водных объектах, используемых для судоходства, и молевой сплав древесины на водных объектах запрещаются»), объём поставки древесины резко сократился по причине вывода из эксплуатации малых и средних рек, к которым тяготеет основная площадь спелых и перестойных лесных насаждений и на коорых выполнялся ключевой объём молевого сплава древесины. Для устранения сложившейся проблемы предложено [2–5] использовать плоские сплочные единицы, которые обладают малой осадкой, большим запасом плавучести и коэффициентом полнодревесности. Работы в данном направлении были выполнены в Воронежской государственной лесотехнической академии, где усовершенствованы плоские сплочные единицы, и в частности получена плоская

© Васильев В. В., 2015.

Ссылка на статью: Васильев В. В. Модернизированный плот для рек с малыми глубинами // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 1 (25). – С. 45-58.

сплоточная единица со стабилизированным запасом плавучести [6], а также на основе данных плоских сплоточных единиц разработан плот, предназначенный для рек с малыми глубинами, основной особенностью которого является расположение плоских сплоточных единиц стабилизированной плавучести по середине поперечного ряда.

Проведённые теоретические исследования изменения осадки плота с расположенными посередине поперечного ряда двумя плоскими сплоточными единицами стабилизированной плавучести и по одной сплоточной единице по бокам не позволяют рассмотреть полный спектр функциональных возможностей данного плота при использовании на реках с малыми глубинами, так как поперечный ряд плота может изготавливаться из большего или меньшего количества сплоточных единиц обычной конструкции и стабилизированной плавучести. Таким образом, возникает необходимость установления наиболее рационального количественного и качественного расположения сплоточных единиц, а также построения математической модели изменения осадки плота с течением времени, что позволит разрабатывать наиболее эффективные конструкции плотов.

Цель работы – модернизация плота, предназначенного для рек с малыми глубинами, путём разработки оптимальных вариантов расположения плоских сплоточных единиц в его поперечном ряду.

Задачи исследования – обосновать наиболее рациональное расположение плоских сплоточных единиц в поперечном ряду плота в зависимости от вида и транспортных характеристик лесосплавного пути; получить зависимость для расчёта осадки плота в зависимости от содержания в поперечном ряду плоских сплоточных единиц обычной конструкции и плоских сплоточных единиц стабилизированной плавучести.

Модернизация плота. Для повышения эффективности плотового сплава лесоматериалов по малым и средним рекам, характеризующимся лимитирующими габаритами лесосплавного хода, и для обеспечения экологически безопасного проведения лесосплавных работ с сохранением качества поставляемой древесины, был разработан плот [7–11], который представлен на рис. 1.

Плот включает [8] расположенные поперечными рядами сплоточные единицы 1 и сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2, установленные в середине каждого ряда и выполненные по патенту РФ № 2381949 [12] или в виде сплоточных единиц, изготовленных по патентам РФ № 2456200 [13], № 2460679 [14], № 2525498 [15], которые предварительно обёртываются в гибкий водонепроницаемый материал. Сплоточные единицы 1 и сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 в ряду соединены между собой брусстерами 3, закреплёнными к сплоточным единицам отдельными формировочными комплектами 5 с рычажными замками и цепными надставками. Сплоточные единицы 1 и сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 в головном и хвостовом рядах соединены между собой поперечными счалами 6 (на рис. 1, б не показаны). Вдоль плота по крайним бортам сплоточных единиц 1 проложены бортовые лежни 7, которые прикреплены к брусстерам 3 крепёжными обвязками 8.

Формирование плота производится следующим образом. Изготавливаются сплоточные единицы 1 и сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2, последние выполняются в соответствии с патентом РФ № 2381949 [12] или в виде сплоточных единиц, изготовленных по патентам РФ № 2456200 [13], № 2460679 [14], № 2525498 [15], которые предварительно обёртываются в гибкий водонепроницаемый материал. Готовые

сплоточные единицы 1 и сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 спускают на воду и буксируют к месту формирования поперечных рядов: по одиночке или группами. Из сплоточных единиц 1 и сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 формируют поперечные ряды, причём сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 размещают в середине ряда, а сплоточные единицы 1 – по краям ряда. Ряд, составленный из сплоточных единиц 1 и

сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2, объединяется брусстерами 3. Брусстеры 3 крепятся к сплоточным единицам отдельными формировочными комплектами 5 с рычажными замками и цепными надставками. Сформированные ряды буксируют за брусстеры 3 до формировочных причалов, которые размещаются на магистральной реке, где габариты водного пути позволяют формировать плоты.

На формировочных причалах из

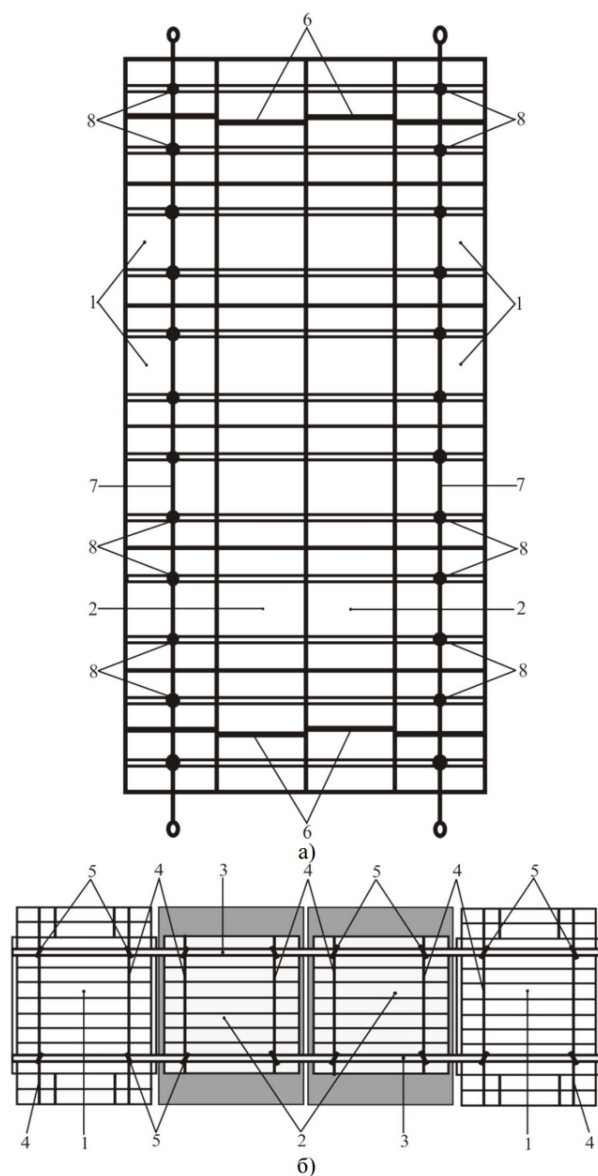


Рис. 1. Плот, включающий сплоточные единицы стабилизированной плавучести:

а – вид сверху; б – поперечный ряд (вид сверху)
(обозначения в рисунках здесь и далее – в тексте)

рядов формируют плот путём плотной установки рядов друг к другу. На ряды, расположенные в голове и хвосте плота, накладывают поперечные счалы 6. После этого вдоль плота по крайним бортовым сплочным единицам 1 прокладывают бортовые лежни 7, которые крепят к брускам крепёжными обвязками 8. Затем плот буксирится по водному пути к месту назначения. Размещение сплочных единиц стабилизированной плавучести 2 в середине рядов позволяет обеспечить защиту гибкого водонепроницаемого материала, в который завернуты эти сплочные единицы, от механических повреждений при буксировке плота.

В практических условиях поперечный ряд плота может состоять из меньшего и большего количества сплочных единиц 1 и сплочных единиц стабилизированной плавучести 2, с различной комбинацией их расположения в ряду. Рассмотрим более подробно оптимальное качественное и количественное расположение сплочных единиц в ряду плота, в зависимости от вида лесосплавных путей.

На малых равнинных и полуравнинных реках использование рассматриваемого плота, из-за малых габаритов лесосплавного хода, практически невозможно, и сплав круглых лесоматериалов может осуществляться караваном в рядах.

Если габариты лесосплавного хода имеют в весенне-летний период года большие размеры, то буксировка плота возможна, а поперечные ряды могут состоять из двух или трёх сплочных единиц, в зависимости от их габаритных показателей, а при длительном высоком стоянии горизонта воды ряд может включать четыре сплочные единицы.

При условии содержания в рядах плота сплочных единиц 1 и сплочных единиц стабилизированной плавучести 2, в совокупности не более двух, их комбинация по расположению имеет три варианта. Первый вариант, когда ряд состоит из одних сплочных единиц 1 (см. рис. 2, а), но данный вариант нецелесообразен, так как плот будет иметь изначально большую осадку, что не позволит осуществить его буксировку. Вторым вариантом – ряд состоит из одной сплочной единицы 1 и соответственно одной сплочной единицы стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 2, б). При такой комбинации плот будет иметь крен, в результате которого буксировка плота будет осложнена, с большой вероятностью посадки его на мель. Третьим вариантом – ряд состоит из двух сплочных единиц стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 2, в). Данная комбинация является наиболее целесообразной, так как плот будет иметь наименьшую осадку без крена и

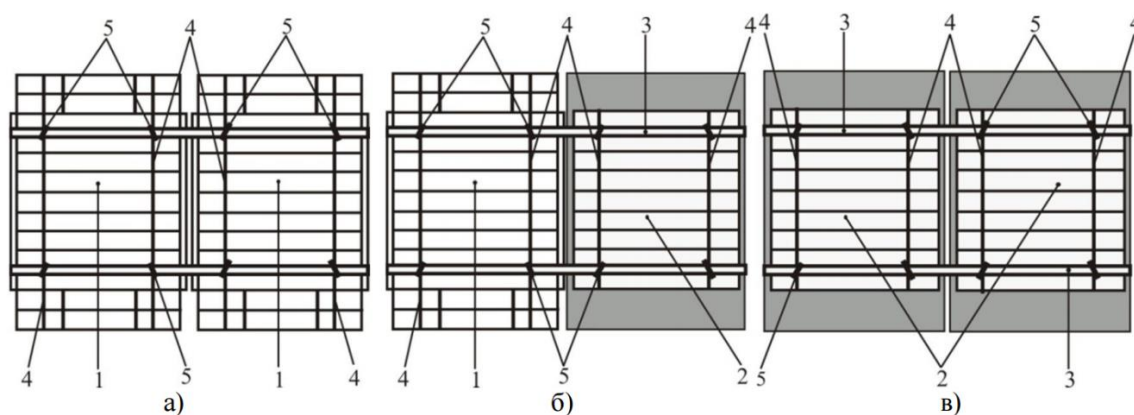


Рис. 2. Варианты расположения сплочных единиц в рядах плота:
а – первый вариант; б – второй вариант; в – третий вариант

дифферента и стабилизированный запас плавучести, но такой вариант допускается при условии достаточного запаса лесосплавного хода. Таким образом, при выполнении рядов плота в виде двух сплоточных единиц наиболее целесообразно использовать только сплоточные единицы со стабилизированным запасом плавучести.

В случае наличия в рядах плота сплоточных единиц 1 и сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 в общем количестве трёх штук, их комбинация по расположению имеет шесть вариантов. Первый вариант – сплоточная единица стабилизированной плавучести 2, располагается посередине ряда, а по бокам сплоточные единицы 1 (см. рис. 3, а). Расположение сплоточной единицы стабилизированной плавучести 2 в середине ряда будет обеспечивать сохранность гибкого водонепроницаемого материала и малую осадку плота. При втором варианте сплоточная единица 1 установлена в середине ряда, а следовательно, по бокам установлены сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 3, б). В данном варианте поперечный ряд будет иметь меньшую осадку, чем при первом варианте, но существует большой процент вероятности повреждения гибкого водонепроницаемого материала, что при формировании плота нужно учитывать. Третий вариант – сплоточная единица 1 находится с одного борта плота, а сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 располагаются посередине и по второму борту плота (см. рис. 3, в). В свою очередь при четвёртом варианте сплоточная единица стабилизированной плавучести 2 установлена с одного борта, а остальные – сплоточные единицы 1 (см. рис. 3, г). В реальных условиях третий и четвёртый варианты неприемлемы, так как будет образовываться крен плота, с неравномерным распределением осадки по периметру, и

проводка его по рекам с малыми глубинами невозможна. Пятый и шестой варианты соответственно – ряд состоит только из сплоточных единиц 1 (см. рис. 3, д), и ряд состоит из сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 3, е). Использование пятого варианта нецелесообразно, а при шестом варианте плот будет иметь наименьшую возможную осадку и стабилизированный запас плавучести, но существует вероятность повреждения гибкого водонепроницаемого материала у сплоточных единиц стабилизированной плавучести, расположенных по бортам плота. Таким образом, необходимо формировать плоты из рядов, которые полностью состоят из сплоточных единиц стабилизированной плавучести или когда сплоточная единица стабилизированной плавучести находится в середине ряда.

Содержание в рядах плота в суммарном количестве четырёх штук сплоточных единиц 1 и сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 наиболее оптимальное, их расположение в ряду представлено на рис. 1, б, при этом гарантируется сохранение гибкого водонепроницаемого материала от повреждения. Также поперечный ряд плота может формироваться только из сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 4), который будет иметь малую осадку и стабилизированный запас плавучести. Рассмотренный вариант приемлем, когда габариты лесосплавного хода позволяют сохранить гибкий материал сплоточных единиц стабилизированной плавучести.

Средние равнинные и полуравнинные реки позволяют использовать плоты, ряды которых, в зависимости от габаритов сплоточных единиц и лесосплавного хода, состоят из четырёх (см. рис. 1, б и 4), пяти или шести сплоточных единиц. Рассмотрим наиболее оптимальное расположение сплоточных единиц 1 и

сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2, в рядах плота, которые будут обеспечивать безопасную буксировку лесотранспортных единиц по водному пути.

В случае содержания в рядах плота пяти сплоточных единиц рациональная комбинация расположения сплоточных единиц 1 и сплоточных единиц стабилизированной плавучести 2 имеет три варианта. В первом варианте сплоточные единицы 1 располагаются по бортам и в центре ряда, а сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 между ними (см. рис. 5, а). Представленный вариант расположения сплоточных единиц в ряду обеспечивает сохранность

гибкого материала и требует изготовления небольшого количества сплоточных единиц стабилизированной плавучести, но в данном случае осадка плота будет повышенной. Второй вариант – сплоточные единицы стабилизированной плавучести 2 располагаются посередине ряда, а следовательно, сплоточные единицы 1 – по бортам (см. рис. 5, б). Данный вариант обеспечивает сохранность гибкого гидрофобного материала сплоточных единиц стабилизированной плавучести и малую осадку лесотранспортных единиц. Третий вариант приемлем, когда необходимо получить плот с минимальной осадкой и стабилизированным запасом плавучести, при таких

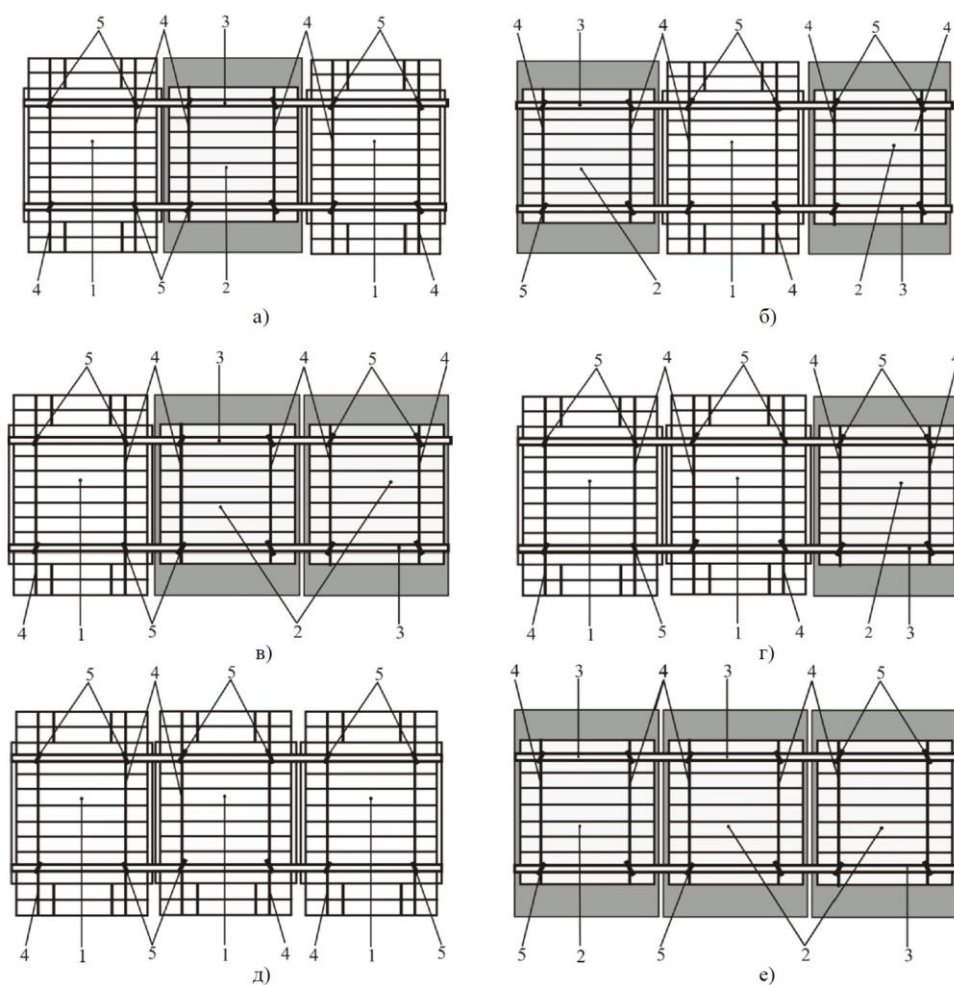


Рис. 3. Варианты расположения сплоточных единиц в рядах плота: а – первый вариант; б – второй вариант; в – третий вариант; г – четвертый вариант; д – пятый вариант; е – шестой вариант

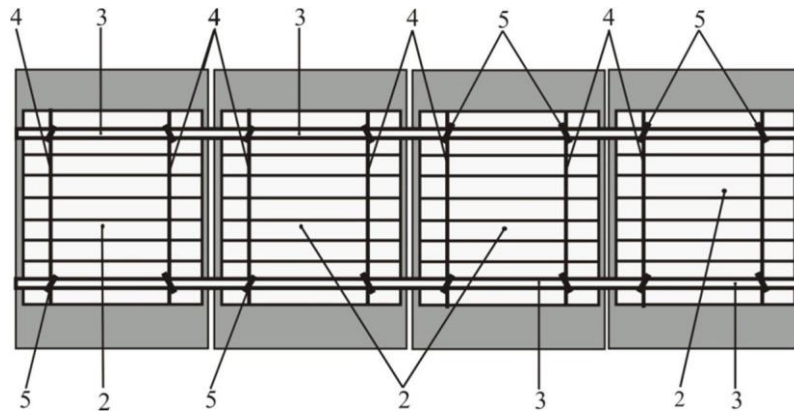


Рис. 4. Вариант расположения сплочных единиц стабилизированной плавучести в рядах плота

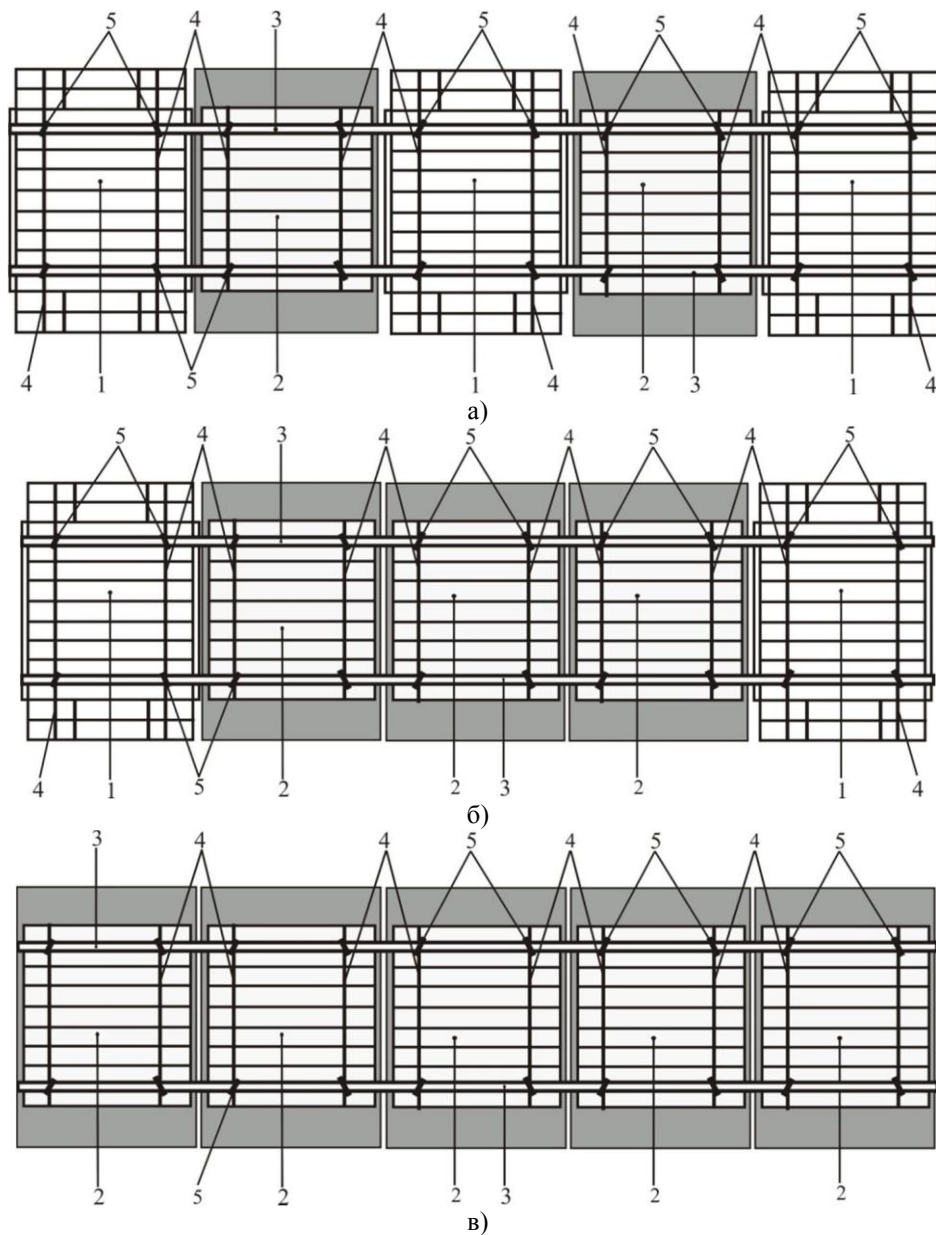


Рис. 5. Варианты расположения сплочных единиц в рядах плота:
а – первый вариант; б – второй вариант; в – третий вариант

условиях поперечный ряд состоит только из сплоченных единиц стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 5, в). На практике при проектном содержании в ряду пяти сплоченных единиц следует использовать второй вариант их расположения, а на средних реках с большими габаритами лесосплавного хода необходимо применять первый вариант.

Расположение в ряду плота сплоченных единиц 1 и сплоченных единиц стабилизированной плавучести 2 в совокупности шести штук имеет большое количество вариантов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Рассмотрим несколько наиболее перспективных вариантов, которые могут быть использованы при проведении лесосплавных работ на средних реках. Первый вариант – две сплоченные единицы стабилизированной плавучести 2 располагаются посередине ряда, а остальные, сплоченные единицы 1, расположены по борту (см. рис. 6, а). Данный вариант позволяет сохранить гибкий гидрофобный материал от повреждения, но осадка плота будет большой и неравномерной по периметру ряда, и на практике не применим. Вторым вариантом – сплоченные единицы стабилизированной плавучести 2 располагаются между сплоченными единицами 1 с обязательной установкой сплоченных единиц 1 по бортам (см. рис. 6, б). Этот вариант так же, как и первый, максимально сохраняет гибкий водонепроницаемый материал сплоченных единиц 2, но придаёт плоту большую осадку, а следовательно, данный вариант может использоваться при максимальных габаритах лесосплавного хода. В третьем варианте весь ряд представлен сплоченными единицами стабилизированной плавучести 2 (см. рис. 6, в), он применим, когда необходимо добиться минимальной осадки плота с сохранением качества поставляемой древесины. При использовании третьего варианта следует правильно

произвести расчёт осадки плота и габаритов лесосплавного хода, чтобы исключить повреждения гибкого гидрофобного материала во время лесосплавных работ. Четвёртый вариант – четыре сплоченные единицы стабилизированной плавучести 2 расположены в центре ряда, а следовательно, остальные две, сплоченные единицы 1, расположены по бортам (см. рис. 6, г). Расстановка сплоченных единиц указанным образом будет гарантировать сохранность гибкого водонепроницаемого материала от повреждения и малую осадку плота, с большим запасом плавучести, что обеспечит выполнение лесосплавных работ с максимальным процентом безопасности и эффективности.

На средних реках плот может формироваться из лесотранспортных единиц, используемых на малых реках, то есть после буксировки плота по малым рекам происходит вывод плотов на средние реки, которые характеризуются большими габаритами лесосплавного хода, где в местах организации постоянных формировочных рейдов или временных рейдах изготавливают секционные плоты. Например, плоты, в рядах которых содержится по три сплоченные единицы, комбинация расположения которых по типу рис. 3, а, буксируются на формировочный рейд. На рейде из них формируют секционный плот, конструкция которого представлена на рис. 7. В дальнейшем при выводе таких плотов на большие и крупные реки из них формируют магистральные плоты, которые транспортируются к переформировочному рейду или непосредственно на рейд приплава.

Выбор количества сплоченных единиц в рядах и их комбинация зависят от размеров круглых лесоматериалов, плотности древесины, коэффициента полнотелости лесотранспортных единиц. Приведённые факторы формируют осадку сплоченных единиц, а следовательно, осадку поперечного ряда. Также

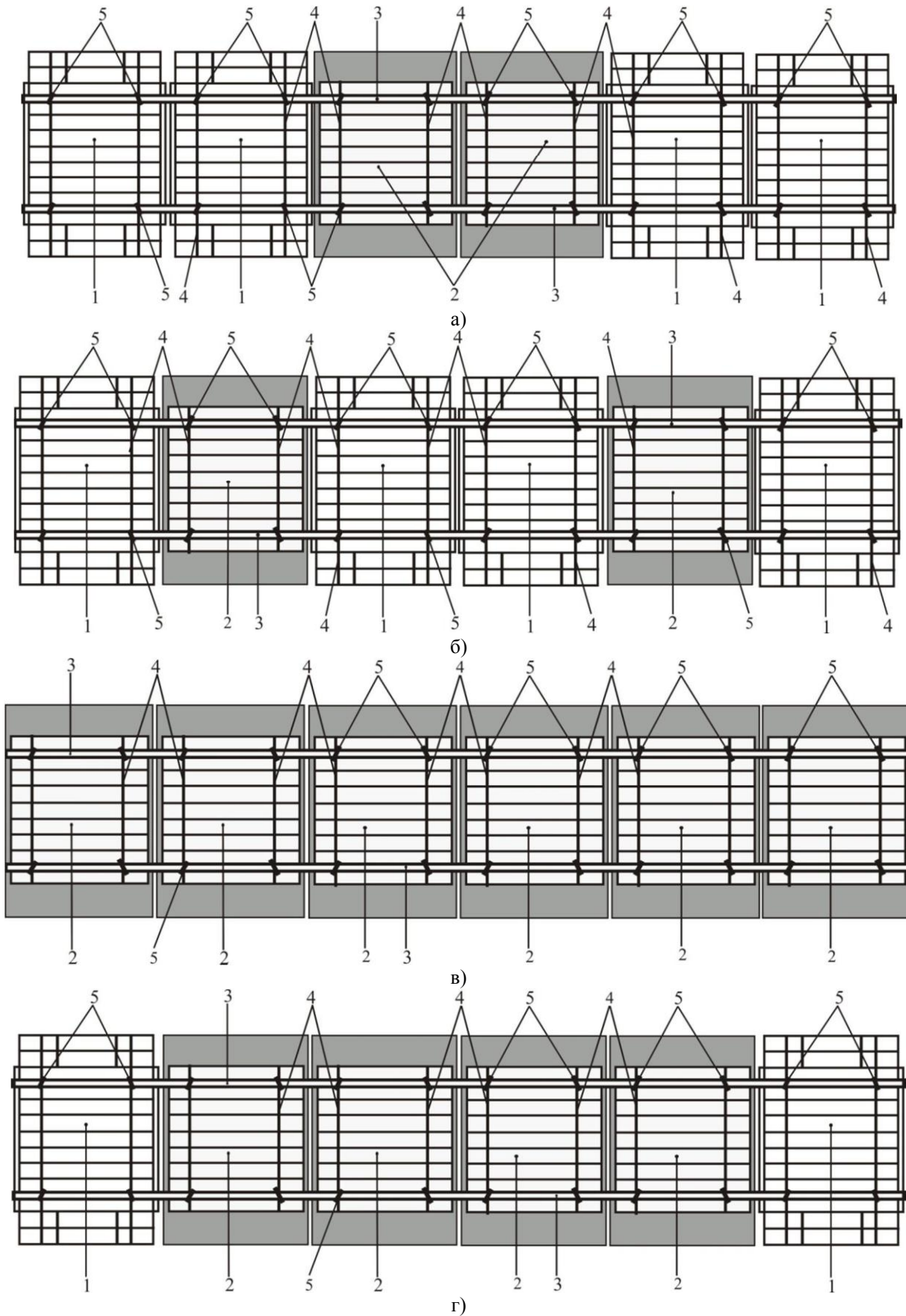


Рис. 6. Варианты расположения слоточных единиц в рядах пласта:
 а – первый вариант; б – второй вариант; в – третий вариант; г – четвёртый вариант

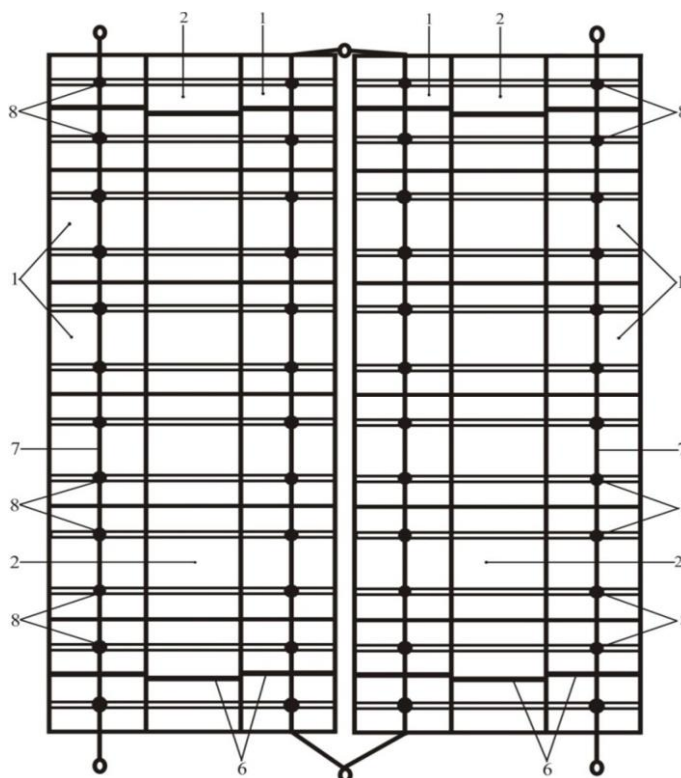


Рис. 7. Модернизированный секционный плот с малой осадкой

вариант расположения сплочных единиц в ряду зависит от ширины и глубины лесосплавного хода с учётом установленного запаса. Следовательно, при организации лесосплавных работ необходимо определить осадку поперечных рядов, которая и будет осадкой плота, с последующей проверкой условия безопасной буксировки плота по заданному лесосплавному ходу.

Теоретические исследования осадки модернизированного плота. При использовании модернизированного плота на практике, в различных условиях плавания, важно знать осадку плота в зависимости от качественного и количественного содержания плоских сплочных единиц в поперечном ряду.

Равновесие поперечного ряда в жидкости независимо от количественного и качественного содержания плоских сплочных единиц будет тогда, когда выполняется следующее условие:

$$P = G_{\text{ж}} = G_{\text{ле}}, \quad (1)$$

где P – выталкивающая сила, Н; $G_{\text{ж}}$ – вес вытесненной жидкости, Н; $G_{\text{ле}}$ – вес лесотранспортной единицы (поперечного ряда), Н.

Вес лесотранспортной единицы (поперечного ряда) для любого количества в ряду сплочных единиц обычной конструкции и сплочных единиц стабилизированной плавучести выглядит следующим образом:

$$G_{\text{ле}} = \sum_{i=1}^a g(V_{\text{срлс}}\rho_{\text{срдс}} + m_{\text{стс}} + m_{\text{фтс}} + m_{\text{гм}}) + \sum_{i=1}^b g(V_{\text{срло}}(\rho_{\text{срдо}} + tb_{\text{сип}}) + m_{\text{сто}} + m_{\text{фто}}) + 2g(m_{\text{б}} + m_{\text{кб}}), \quad (2)$$

где a – количество сплочных единиц стабилизированной плавучести в ряду; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; $V_{\text{срлс}}$ – средний объём круглых лесоматериалов и коры в сплочной единице стабилизированной плавучести, м^3 ; $\rho_{\text{срдс}}$ – средняя плотность древесины с корой в сплочной единице стабилизированной плавучести, кг/м^3 ; $m_{\text{стс}}$ – масса сплочного такелажа в сплочной единице

стабилизированной плавучести, кг; $m_{ФТС}$ – масса формировочного такелажа в сплottedной единице стабилизированной плавучести, кг; $m_{ГМ}$ – масса гибкого водонепроницаемого материала в сплottedной единице стабилизированной плавучести, кг; b – количество сплottedных единиц обычной конструкции в ряду; $V_{срЛО}$ – средний объём круглых лесоматериалов и коры в сплottedной единице обычной конструкции, м³; $\rho_{срДО}$ – средняя плотность древесины с корой в сплottedной единице обычной конструкции, кг/м³; t – время нахождения сплottedной единицы обычной конструкции в жидкости, сут.; $b_{СИП}$ – средняя интенсивность поглощения жидкости сплottedной единицей обычной конструкции, кг/м³сут; $m_{СТО}$ – масса сплottedного такелажа в сплottedной единице обычной конструкции, кг; $m_{ФТО}$ – масса формировочного такелажа в сплottedной единице обычной конструкции, кг; m_B – масса брусера, кг; $m_{КБ}$ – масса крепёжных элементов для крепления одного брусера.

Так как, согласно закону Архимеда, выталкивающая сила P равна весу вытесненной жидкости G_J , тогда вес вытесненной жидкости составит

$$G_J = \sum_{i=1}^a g L_C B_B H_C \rho_J + \sum_{i=1}^b g K_{ПОЛ} L_0 B_0 H_0 \rho_J, \quad (3)$$

где L_C – длина сплottedных единиц стабилизированной плавучести, м; B_C – ширина сплottedных единиц обычной конструкции, м; L_C – длина сплottedных единиц обычной конструкции, м; B_C – ширина сплottedных единиц обычной конструкции, м; H_C – высота сплottedных единиц обычной конструкции, м.

Подставим зависимости (2) и (3) в равенство (1)

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^a g L_C B_B H_C \rho_J + \\ & + \sum_{i=1}^b g K_{ПОЛ} L_0 B_0 H_0 \rho_J = \\ & \sum_{i=1}^a g (V_{срЛО} \rho_{срДО} + m_{СТС} + m_{ФТС} + \\ & + m_{ГМ}) + \sum_{i=1}^b g (V_{срЛО} (\rho_{срДО} + t b_{СИП}) + \end{aligned}$$

$$m_{СТО} + m_{ФТО}) + 2g(m_B + m_{КБ}), \quad (4)$$

Обусловливаемся, что поперечный ряд представляет собой лесотранспортную единицу, состоящую из совокупности элементов, сплottedных единиц обычной конструкции и сплottedных единиц стабилизированной плавучести, имеющих различную плотность и габаритные размеры, а также установленных в ряду с интервалами друг от друга. При этом брусера, наложенные на сплottedные единицы, считаем абсолютно жёсткими и прочно закреплёнными гибкими обвязками к сплottedным единицам. Согласно данным условиям, по периметру поперечного ряда осадка должна быть одинакова, если сплottedные единицы правильно установлены в ряду по представленным выше рекомендациям. Тогда, используя равенство (4) и представив высоту сплottedных единиц обычной конструкции и сплottedных Рассчитав осадку поперечного ряда

$$T_{ЛЕ} = \frac{\left[\sum_{i=1}^a g (V_{срЛО} \rho_{срДО} + m_{СТС} + m_{ФТС} + m_{ГМ}) + \sum_{i=1}^b g (V_{срЛО} (\rho_{срДО} + t b_{СИП}) + m_{СТО} + m_{ФТО}) + 2g(m_B + m_{КБ}) \right]}{\left[\sum_{i=1}^a g L_C B_B H_C \rho_J + \sum_{i=1}^b g K_{ПОЛ} L_0 B_0 H_0 \rho_J \right]}, \quad (5)$$

Рассчитав осадку поперечного ряда, проверяется условие

$$T_{ЛЕ} \leq h_{Л.Х.} - z, \quad (6)$$

где $h_{Л.Х.}$ – минимальная глубина лесосплавного хода на расчётном участке, которая определяется по ширине лесосплавного хода в зависимости от ширины плота (поперечного ряда), м; z – рекомендуемый донный запас (не менее 0,3 м).

Если условие (6) выполняется, то выбранное количество сплottedных единиц обычной конструкции и сплottedных единиц стабилизированной плавучести и их комбинация расположения в ряду подходит для рассматриваемых водных путей.

В случае невыполнения данного условия необходимо изменить количество сплоточных единиц и их комбинацию расположения в ряду, рассчитать повторно осадку поперечного ряда по зависимости (5) и проверить условие (6).

Выводы

1. Повышение эффективности и экологической безопасности плотового сплава лесоматериалов обеспечивается не только совершенствованием сплоточных единиц, но и разработкой плота с различными комбинациями сплоточных единиц обычной конструкции и стабилизированной плавучести.

2. Наиболее рационально изготавливать поперечный ряд плота с большим

количеством сплоточных единиц стабилизированной плавучести, с преимущественным расположением их посередине ряда.

3. Приведённая аналитическая зависимость для расчёта изменения осадки плота с течением времени учитывает содержание в поперечном ряду сплоточных единиц обычной конструкции и стабилизированной плавучести, габариты сплоточных единиц.

4. Использование в практических условиях модернизированного плота, предназначенного для рек с малыми глубинами, позволит повысить эффективность и экологическую безопасность плотового сплава лесоматериалов.

Список литературы

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ // Экологический консалтинг / Автономная некоммерческая организация «Поволжский центр экологических оценок». – Казань, 2006. – № 2. – С. 9-33.
2. Митрофанов, А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение: монография / А.А. Митрофанов. – Архангельск: Издво АГТУ, 2007. – 492 с.
3. Митрофанов, А.А. Научное обоснование новых технологий лесосплава по рекам с малыми глубинами / А.А. Митрофанов, В.А. Барабанов, П.Н. Перфильев // Ресурсосберегающие и экологические перспективные технологии и машины лесного комплекса будущего: матер. междунар. научн. конф. / – Воронеж: ВГЛТА, 2009. – С. 319-324.
4. Васильев, В.В. Анализ результатов испытания плота из плоских сплоточных единиц в северодвинском бассейне / В.В. Васильев, В.А. Барабанов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: матер. междунар. научно-технической конф. «Техника и технологии – мост в будущее» – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – № 5, ч. 4 (10-4). – С. 67-72.
5. Васильев, В.В. Усовершенствованные системы плотового сплава лесоматериалов: монография / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 284 с.
6. Афоничев, Д.Н. Сплоточная единица стабилизированной плавучести / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // Известия вузов. Лесной журнал. – 2010. – № 6. – С. 114–120.
7. Васильев, В.В. Обеспечение экологической безопасности плотового сплава лесоматериалов с сохранением качества сплаваемой древесины / В.В. Васильев // Воронежский научно-технический вестник [Электронный ресурс]. – 2014. – № 1(7). – С. 78–90. – Режим доступа: <http://vestnikvglta.ucoz.ru>.
8. Пат. 2475408 РФ, МПК В 63 В 35/62. Плот / Д.Н. Афоничев, В.В. Васильев, Н.Н. Папонов; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2011140910/11; заявл. 07.10.2011; опубл. 20.02.2013. Бюл. № 5. – 6 с.
9. Афоничев, Д.Н. Совершенствование конструкции плота для сплава древесины по рекам с малыми глубинами / Д.Н. Афоничев, В.В. Васильев, Н.Н. Папонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. №02(76). – С. 274–283.
10. Васильев, В.В. Плотовой сплав лесоматериалов на реках с малыми глубинами / В.В. Васильев / XIII Международная молодёжная научная конференция «Севергеозкотех-2012»: матер. конф. в 6-х ч. Ч. 2. – Ухта: УГТУ, 2013. – С. 162-164.
11. Васильев, В.В. Повышение эффективности плотового сплава лесоматериалов на реках с малыми глубинами / В.В. Васильев, Н.Н. Папонов // Актуальные проблемы развития лесного

комплекса: матер. десятой междунар. научно-техн. конф. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – С. 44-47.

12. Пат. 2381949 РФ, МПК В 63 В 35/62, 35/58. Сплоточная единица / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2008146180/11; заявл. 21.11.2008; опубл. 20.02.2010. – Бюл. № 5. – 6 с.

13. Пат. 2456200 РФ, МПК В 63 В 35/62. Сплоточная единица / В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2011108194/11; заявл. 02.03.2011; опубл. 20.07.2012. – Бюл. № 20. – 6 с.

14. Пат. 2460679 РФ, МПК В 65 G 69/20, В 65 В 27/10. Плоская сплоточная единица / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2011109353/13; заявл. 11.03.2011; опубл. 10.09.2012. – Бюл. № 25. – 7 с.

15. Пат. № 2525498 РФ, МПК В 63 В 35/62. Плоская сплоточная единица / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев, В.А. Морковин, Н.Н. Папонов; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2013122624/11; заявл. 16.05.2013, опубл. 20.08.2014. – Бюл. № 23. – 11 с.

Статья поступила в редакцию 30.01.15.

Информация об авторе

ВАСИЛЬЕВ Владимир Викторович – кандидат технических наук, инженер лесного хозяйства ОКУ «Красногвардейское лесничество», Управление лесами Белгородской области. Область научных интересов – повышение эффективности и экологической безопасности лесозаготовок и транспорта леса. Автор 70 публикаций.

UDK 630*378.33

A MODERNIZED FLOAT FOR THE SHALLOW DEPTH RIVERS

V. V. Vasilyev

Regional government agency «Krasnogvardeyskoe lesnichestvo»,
Forest Management in Belgorod Oblast,
18, K-Marks St., Biruch, Belgorod oblast, 309920, Russian Federation
E-mail: vasilyev.vova2012@yandex.ru

Key words: water transport; floating route; forest-transport unit; float; transverse row; flat raft with the stabilized reserve of buoyancy; draft.

Introduction. Growth of number of water transport on the shallow depth rivers requires elaboration of the special structures for forest-transport devices. **The goal of the research** is to modernize the float, intended for the shallow depth rivers. The main trend for improvement of forest-transport devices intended for the shallow depth rivers, is to elaborate flat rafts with the stabilized reserve of buoyancy. Flat rafts shall have shallow draft, good buoyancy and stacking factor. A float with the two float units of the stabilized buoyancy was made with the use of the float units. They are located in the centre of the transverse row (two float units of an ordinary float structure are located on each side of the transverse row). In practice, number of the float units in the transverse rows of the ordinary float structure and the number of the float units with the stabilized reserve of buoyancy may be diverse. Change of the draft of the transverse row and the float is carried out with greater or lesser intensity during a certain period of time. **Results.** The carried out research in modernization of the float showed that it is necessary to increase the number of float units in the transverse row to increase the width of the floating route. It is important to increase the number of float units with the stabilized reserve of buoyancy in case of decrease of the minimum depth of floating route. At that, the float units shall be mainly arranged in the centre of the transverse row to assure the safety of the flexible waterproofing material. The carried out theoretical study of the draft of the modernized float allowed to find the regularity in the change of the transverse row draft, depending on the float units arrangement, where increase of the float units number with the stabilized reserve of buoyancy of the transverse row draft (and the float on the whole) decreases. **Conclusion.** Usage of the modernized float, intended for the shallow depth rivers and with the limited width of the float route, will let improve the efficiency and ecological safety of rafting of wood.

REFERENCES

1. Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 03.06.2006. g. № 74-FZ [The Water Code of the Russian Federation of 03.06.2006 No. 74-FZ]. Ekologicheskii konsalting / Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya «Povolzhskiy tsentr ekologicheskikh otsenok» [Ecological Consulting / Autonomous Non-Profit Organization «Volga Region Center of Ecological Estimates»]. Kazan, 2006. № 2. Pp. 9-33.
2. Mitrofanov A.A. *Lesosplav. Novye tekhnologii, nauchnoe i tekhnicheskoe obespechenie* [Timber Rafting. New Technologies, Scientific and Technical Providing]. Arkhangel'sk: Izdatel'stvo AGTU, 2007. 492 p.
3. Mitrofanov A.A., Barabanov V.A., Perfilev P.N. Nauchnoe obosnovanie novykh tekhnologiy lesosplava po rekam s malymi glubinami [Scientific Justification of New Technologies of Timber Rafting on the Rivers with Small Depths]. *Resursosberegayushchie i ekologicheskie perspektivnye tekhnologii i mashiny lesnogo kompleksa budushchego: mater. mezhdunar. nauchn. konf.* [Resource-Saving and Ecologically Perspective Technologies and Machines of Timber Complex in the Future: proceedings of the International research conference]. Voronezh: VGLTA, 2009. Pp. 319-324.
4. Vasilev V.V., Barabanov V.A. Analiz rezultatov ispytaniya plota iz ploskikh splotochnykh edinit v severodvinskom bassejne [The Analysis of the Results of Test of a Raft Made of Flat Raft in the Severodvinsk Basin]. *Aktualnye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: mater. mezhdunar. nauchno-tekhnicheskoy konf. «Tekhnika i tekhnologiya – most v budushchee»* [Actual Trends of the Researches in the XXIth Century: Theory and Practice: proceedings of the International research conference «Equipment and Technologies is the Bridge to the Future»]. Voronezh: VGLTA, 2014, № 5 P. 4 (10-4). Pp. 67-72.
5. Vasilev V.V., Afonichev D.N. *Usovershenstvovannyye sistemy plotovogo splava lesomaterialov* [Advanced Systems of Timber Rafting]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 284 p.
6. Afonichev D.N., Paponov N.N., Vasilev V.V. Splotochnaya edinitsa stabilizirovannoy plavuchesti [Raft Unit of the Stabilized Buoyancy]. *Izvesiya Vuzov «Lesnoy zhurnal»* [News of Higher Educational Institutions «Forest Journal»]. 2010. № 6. Pp. 114–120.
7. Vasilev V.V. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti plotovogo splava lesomaterialov s sokhraneniem kachestva splavlyayemy drevesiny [Ensuring of Ecological Safety of Timber Rafting with Preservation of Quality of the Raft Wood]. 2014. No 1(7). URL: <http://vestnikvglta.ucoz.ru>
8. Afonichev D.N., Vasilev V.V., Paponov N.N. Plot [Raft]. Patent RF, no. 2475408, 2013.
9. Afonichev D.N., Vasilev V.V., Paponov N.N. Sovershenstvovanie konstruksii plota dlya splava drevesiny po rekam s malymi glubinami [Improvement of a Raft Design for Wood Rafting on the Rivers with Small Depths]. 2012. No 01(76). URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/22.pdf>
10. Vasilev V.V. Plotovoy splav lesomaterialov na rekakh s malymi glubinami [Wood Rafting along the Rivers with Small Depths]. *XIII Mezhdunarodnaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya «Severgeokotekh-2012», mater. konf. v 6-kh ch. Ch. 2* [XIII International Youth Research Conference «Severgeokotekh-2012»: proceedings in the 6th parts. Part 2]. Ukhta: UGTU, 2013. Pp. 162-164.
11. Vasilev V.V., Paponov N.N. Povyshenie effektivnosti plotovogo splava lesomaterialov na rekakh s malymi glubinami [Efficiency Growth of Wood Rafting on the Rivers with Small Depths]. *Aktualnye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: mater. desyatoy mezhdunar. nauchno-tekhn. konf.* [Actual Problems of Development of Timber Complex: proceedings of the X International Research and Technical Conference]. Volgda: VoGTU, 2013. Pp. 44-47.
12. Afonichev D.N., Paponov N.N., Vasilev V.V. Splotochnaya edinitsa [Raft Unit]. Patent RF, no. 2381949, 2010.
13. Vasilev V.V. Splotochnaya edinitsa [Raft Unit]. Patent RF, no. 2456200, 2012.
14. Vasilev V.V., Afonichev D.N. Ploskaya splotochnaya edinitsa [Flat Raft Unit]. Patent RF, no. 2460679, 2012.
15. Vasilev V.V., Afonichev D.N., Markovin V.A., Paponov N.N. Ploskaya splotochnaya edinitsa [Flat Raft Unit]. Patent RF, no. 2525498, 2014.

The article was received 30.01.15.

Citation for an article: Vasilyev V. V. A modernized float for the shall depth rivers. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2015. No 1 (25). Pp. 45-58.

Information about the author

VASILYEV Vladimir Victorovich – Candidate of Technical Sciences, engineer at the forestry regional government agency «Krasnogvardeyskoe lesnichestvo», Forest Management in Belgorod Oblast. Research interest – increase of efficiency and ecological safety of logging and transport of the wood. The author of more than 70 publications.