

УДК 630.378

DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-88-94

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКОЙ СПЛОТЧНОЙ ЕДИНИЦЫ ДЛЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ЛЕСОСПЛАВА

П.Ф. Войтко, Е.М. Царев, И.Г. Гайсин, М.М. Рощина

Поволжский государственный технологический университет, 424000, Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

VojtkoPF@volgatech.net

Обоснована конструкция формируемых плоских сплочных единиц на приречных лесных складах Республики Коми для первоначального лесосплава по реке Вычегде и поставки древесного сырья в речных плотах на ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» в меженный период навигации. Разработана новая конструкция плоской сплочной единицы, содержащей выровненный ряд круглых лесоматериалов, соединенных между собой канатными обвязками и вертикальными стяжками, на концах которых смонтированы грузовые петли. Определены габариты плоских сплочных единиц и их состав. Предлагаемая плоская сплочная единица проста по конструкции, менее трудоемка в изготовлении, сокращает расходы сплочного такелажа и в то же время обладает достаточной прочностью, плавучестью и управляемостью при первоначальном лесосплаве по лесосплавным рекам с малыми глубинами.

Ключевые слова: плоская сплочная единица, круглые лесоматериалы, первоначальный лесосплав

Ссылка для цитирования: Войтко П.Ф., Царев Е.М., Гайсин И.Г., Рощина М.М. Обоснование конструкции плоской сплочной единицы для первоначального лесосплава // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 6. С. 88–94. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-88-94

Особенностью лесного комплекса России является большая удаленность лесосырьевой базы от лесопотребителей и отсутствие там магистральных видов лесотранспорта. Большинство лесоперерабатывающих предприятий спроектированы на прием древесного сырья с воды и располагаются в устьях больших рек. Необходимо восстановить водный транспорт лесоматериалов в плотах малой осадки и повышенного объема на внутренних водных путях взамен запрещенного молевого лесосплава. Наиболее целесообразно на лесосплаве применять плоты, сформированные из плоских сплочных единиц (ПСЕ) малой осадки и с высоким коэффициентом полнодревесности, что будет способствовать увеличению объема транспортировки древесного сырья по малым и средним рекам из труднодоступных регионов на лесоперерабатывающие предприятия.

Цель работы

Цель работы — обосновать конструкцию ПСЕ малой осадки и повышенного объема, формируемых на приречных лесных складах Республики Коми для поставки древесного сырья в плотах на ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» по реке Вычегде при низких меженных горизонтах воды.

Материалы и методы

На основе анализа водных поставок древесного сырья по реке Вычегде в I период навигации — с 8 по 28 мая на ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» разработан способ продления первоначального лесосплава на 150 дней во II период навигации на реке Вычегде в речных плотах из ПСЕ конструкции ПГТУ [1].

Составлена гидрологическая и лесотранспортная характеристики верхнего участка реки Вычегды с 805 км до 395 км от устья для плотового лесосплава во II период навигации с 28 мая по 30 октября. На верхнем участке реки Вычегды установлены 19 лимитирующих створов для проектирования первоначального лесосплава речных плотов из ПСЕ малой осадки и повышенного объема во второй период навигации. Дана техническая характеристика лимитирующих створов и их минимальные лесосплавные габариты: глубина 0,6 м, ширина 30 м, радиус закругления 120 м. Установлены препятствия на лимитирующих створах реки Вычегды в меженный период навигации для проведения плотового лесосплава, а также сформулированы предупреждения об опасных гидравлических, русловых или технических явлениях на реке Вычегде.

На основе литературного [2–6] и патентного [7, 8] поиска разработана новая конструкция многорядной ПСЕ из круглых лесоматериалов (рис. 1) малой осадки и повышенного объема, защищенная патентом РФ № 2477698 [1], для формирования речных плотов и буксировки их лесопотребителям по лесосплавным рекам с малыми глубинами. Плоская сплочная единица (рис. 1) содержит выровненный ряд круглых лесоматериалов 1, соединенных между собой двумя тросовыми обвязками 2, 3 и вертикальными стяжками 4, зафиксированными стопорными сжимами 5, 9. Обвязка ПСЕ выполнена в виде гибкой

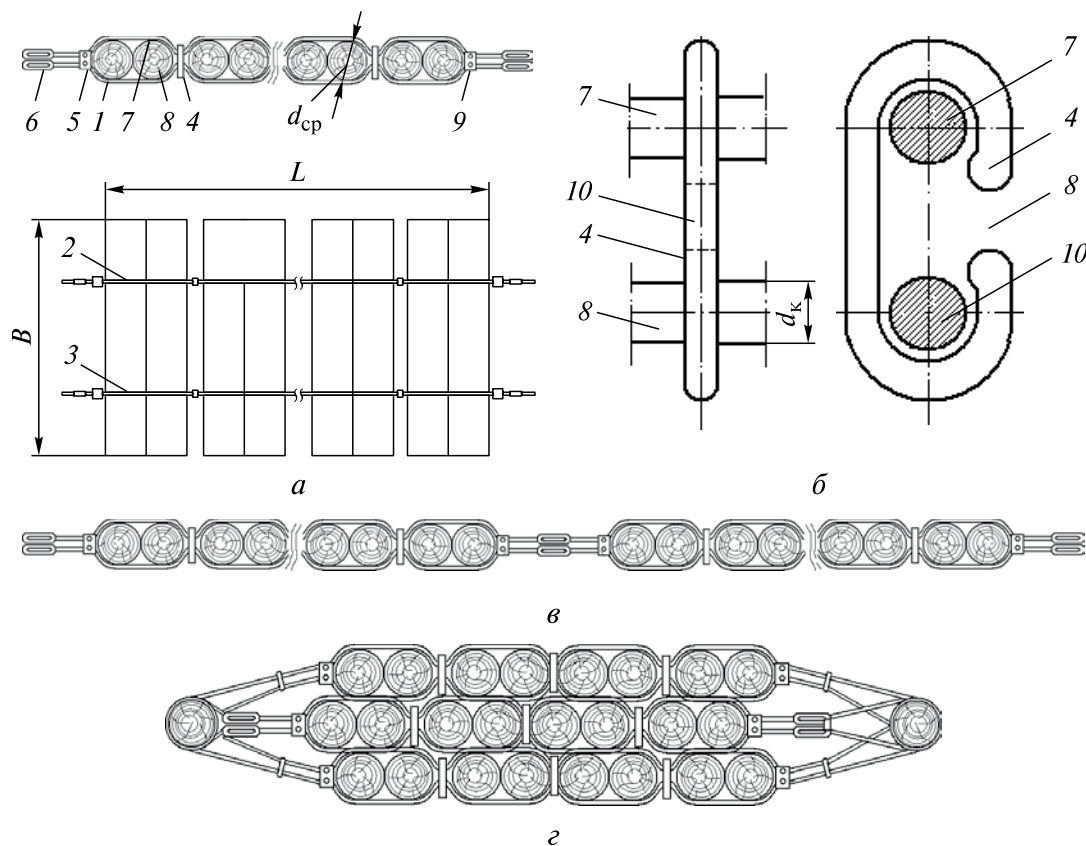


Рис. 1. Плоская сплottedная единица малой осадки: *а* — вид сбоку и план; *б* — вертикальная стяжка (вид спереди и сбоку); *в* — лента из ПСЕ; *г* — многорядная ПСЕ; 1 — выровненный ряд круглых лесоматериалов, 2, 3 — тросовые обвязки, 4 — вертикальные стяжки, 5, 9 — стопорные сжимы, 6 — грузовая петля, 7, 8 — верхняя и нижняя ветви обвязок); 10 — паз для заводки обвязки в вертикальную стяжку

Fig. 1. Flat rafting unit of small draft: *a* — side view and plan; *б* — vertical tie (front and side view); *в* — ribbon from PSE; *г* — multi row PSE; 1 — leveled row of round timber, 2, 3 — cable ties, 4 — vertical ties, 5, 9 — lock clamps, 6 — cargo loop, 7, 8 — upper and lower branches of strapping); 10 — groove for inserting a tie to a vertical tie

нити 7, 8, на свободных концах которой смонтированы грузовые петли 6 (рис. 2), при этом на верхней ветви нити 7 обвязки подвижно установлены вертикальные стяжки 4 и стопорные сжимы 5, 9. Вертикальная стяжка 4 (рис. 1, б, в) изготовлена из стального прутка в виде скобы длиной, равной 0,75 среднего диаметра бревен. В средней части стяжки образован паз 10 шириной, равной диаметру гибкой нити для заводки в нее нижней ветви нити 8 обвязки. При этом обе ветви гибкой нити 7, 8 охватывают каждые два бревна в ряду круглых лесоматериалов 1, которые на концах нитей стопорятся дуговыми сжимами 5 и 9 (рис. 3).

Согласно «Правилам (техническим условиям) сплотки, формирования и оснастки плотов для буксировки в Северодвинском бассейне» [9–14] ПСЕ должна включать круглые лесоматериалы длиной 4 или 6 м повышенной плавучести хвойных пород 30 % и лесоматериалы ограниченной плавучести лиственных пород 70 %, а также сплottedный такелаж. Прочность ПСЕ зависит от прочности

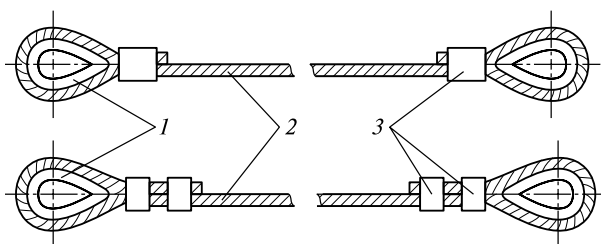


Рис. 2. Грузовые петли на свободных концах обвязок диаметром $d_1 = 13,5$ мм и $d_1 = 18,5$ мм: 1 — коуш; 2 — канат стальной; 3 — сжим гильзовый

Fig. 2. Cargo loops on the free ends of the straps with a diameter of $d_1 = 13.5$ mm and $d_1 = 18.5$ mm: 1 — couch; 2 — steel rope; 3 — compressed sleeve

сплottedного такелажа (рис. 1): верхней и нижней ветвей обвязок из стального каната и вертикальных стальных стяжек, фиксирующих две обвязки на поперечной щети круглых лесоматериалов. Выбираем метод расчета ПСЕ по предельному состоянию [10, 15–18].

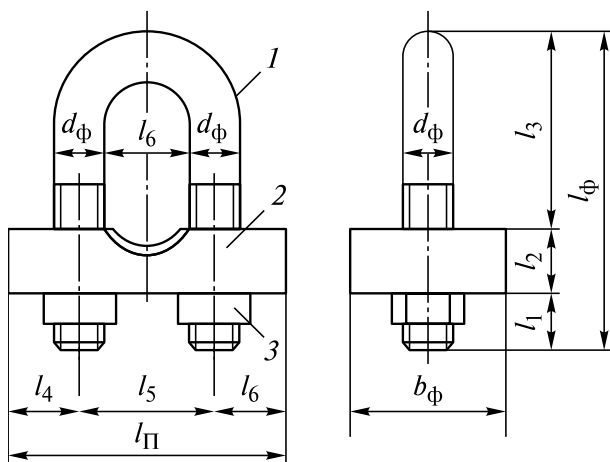


Рис. 3. Сжим дуговой: 1 — дуга; 2 — пластина; 3 — гайка
 Fig. 3. Arc clip: 1 — arc; 2 — plate; 3 — nut

Окончание таблицы

Параметры	Значения	
Вертикальные стяжки	18	28
Минимальный диаметр стяжки, d_{\min} , см	1,26	1,67
Максимальный изгибающий момент в точке B, M_{\max}^B , кН·см	21,5	43,3
Максимальный диаметр стяжки, d_{\max} , см	1,86	2,35
Длина вертикальной стяжки, l_c , м	0,15	0,15
Ширина стяжки b_c , м	0,05	0,07
Объем стяжки W_c , см ³	76,67	85,27
Масса разрезной стяжки m_c , кг	0,6	0,66
Общая масса стяжек $\sum m_c$, кг	10,76	18,62
Дуговые сжимы	4	4
Длина, l_ϕ , см	10,8	14,8
Ширина, b_ϕ , см	2,7	3,7
Диаметр, d_ϕ , см	0,84	1,16
Длина пластины, l_n , см	4,39	6,01
Ширина пластины, b_n , см	2,7	2,7
Объем дугового сжима, W_{cp} , см ³	16,9	43,49
Масса сжима, m_ϕ , кг	0,132	0,340
Масса дуговых сжимов, $\sum m_\phi$, кг	0,527	1,357
Грузовые петли	4	4
Масса гильзовых сжимов, m_r , кг	0,283	0,364
Масса стальных коушей, $m_{ск}$, кг	0,420	1,184
Общая масса сплоточного такелажа ПСЕ m, кг	26,65	58,66

Результаты расчета прочности ПСЕ
 The calculation results of the PSE strength

Параметры	Значения	
ПСЕ	I	II
Длина круглых лесоматериалов, $l_{бр}$, м	4,0	6,0
Средний диаметр бревен, d_{cp} , м	0,2	0,2
Длина ПСЕ, L , м	4,0	6,0
Ширина ПСЕ, B , м	4,0	6,0
Количество бревен в ПСЕ, n , шт.	20	30
Объем древесины в ПСЕ, W , м ³	2,51	5,65
Вес однорядной ПСЕ, G , кН	27,6	62,2
Стальные канаты обвязок	2	2
Разрывная нагрузка каната, R , кН	110,4	236,2
Диаметр каната, d , мм	13,5	18,5
Число проволок в канате, n_p , шт.	126	126
Диаметр проволок, δ , мм	0,9	1,2
Площадь сечения всех проволок, F , мм ²	85,1	151,8
Маркировочная группа, M , Н/мм ²	1670	1670
Временное сопротивление разрыву проволоки, σ , кг/см ²	167	196
Расчетное разрывное усилие, R_0 , кН	113	238
Диаметр барабана или блока, D , мм	400	400
Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, m_0 , кг	763,5	1365
Максимальное напряжение в канатах обвязок ПСЕ, σ_{\max} , кг/мм ²	50,4	64,9
Допускаемое максимальное напряжение в канатах обвязок, $[\sigma_{\max}]$, кг/мм ²	83,5	98,0
Длина канатов для верхней и нижней обвязок, l , м	19,2	27,2
Масса стальных канатов для изготовления обвязок, m_k , кг	14,7	37,1
Вертикальные стяжки	18	28
Растягивающая нагрузка, P_c , кН	2,78	4,17
Разрывная нагрузка R_c , кН	11,12	16,69
Минимальный изгибающий момент в точке A, M_{\min}^A , кН·см	7,51	15,44

Принимаем следующие допущения:

1) ПСЕ состоит из выровненного ряда круглых лесоматериалов одинаковой длины 4 или 6 м и средним диаметром $d_{cp} = 0,2$ м;

2) сплоточная единица включает бревна повышенной плавучести хвойных пород 30 % и лесоматериалы ограниченной плавучести лиственных пород 70 %;

3) масса древесины ПСЕ равномерно распределяется и удерживается двумя тросовыми обвязками сверху и снизу поперечной щети круглых лесоматериалов, скрепленных вертикальными стяжками и дуговыми сжимами.

Результаты и обсуждение

Определим количество бревен в однорядных ПСЕ прямоугольной формы при длине бревен 4 м и 6 м

$$n_1 = B_1/d_{cp}; n_2 = B_2/d_{cp}$$

где $B = L$ — ширина и длина ПСЕ, м;
 d_{cp} — средний диаметр круглых лесоматериалов в ПСЕ, м.

Вычислим объем древесины в однорядной ПСЕ с габаритами 4 × 4 м и 6 × 6 м

$$W_1 = L_1 n_1 \pi d_{cp}^2 / 4; W_2 = L_2 n_2 \pi d_{cp}^2 / 4.$$

Определим максимальный вес однорядной ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м, перемещаемой по лесосплавной реке или береговому плотбищу приречного склада:

$$G_1 = g(W_{\text{П1}}\rho_{\text{П1}} + W_{\text{О1}}\rho_{\text{О1}} + m_1);$$

$$G_2 = g(W_{\text{П2}}\rho_{\text{П2}} + W_{\text{О2}}\rho_{\text{О2}} + m_2),$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$W_{\text{П1}}, W_{\text{О1}}$ — объем лесоматериалов повышенной и ограниченной плавучести, м^3 ;

$\rho_{\text{П1}}, \rho_{\text{О1}}$ — плотность лесоматериалов повышенной и ограниченной плавучести, кг/м^3 ;

m_1 — масса сплottedного такелажа, кг .

Прочность ПСЕ зависит от ее веса и прочности формирующего такелажа из стальных канатов, которые работают на растяжение и испытывают изгибающие нагрузки от вертикальных стяжек. Стальные канаты, вследствие винтовой формы прядей, работают также и на скручивание [10]. При работе троса его проволоки нажимают друг на друга и создают трение, которое вызывает в проволоке еще дополнительное напряжение. Вычислим разрывную нагрузку на стальные канаты обвязок ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м

$$R_1 = k_6 P_1; \quad R_2 = k_6 P_2,$$

где k_6 — коэффициент безопасности (3...5);

P — статическая растягивающая нагрузка, принятая для однорядной ПСЕ, кН , $P = G$.

По стандарту на стальные канаты (ГОСТ 3067-88) выбираем канаты двойной свивки типа ТК конструкции $6 \cdot 19(1 + 6 + 12) + 1 \cdot 19(1 + 6 + 12)$:

1) для $R_1 = 110,924$ кН диаметром $d_1 = 13,5$ мм , имеющий расчетное разрывное усилие $R_0 = 113$ кН и временное сопротивление разрыву проволоки $\sigma_1 = 167$ кг/см^2 ;

2) для $R_2 = 249,12$ кН диаметром $d_2 = 18,5$ мм , имеющий расчетное разрывное усилие $R_0 = 258$ кН и временное сопротивление разрыву проволоки $\sigma_2 = 196$ кг/см^2 (см. таблицу).

Для выбранных канатов производим проверочный расчет результирующего напряжения в обвязках от растяжения и изгиба в канатах. Максимальное напряжение в канатах [10] равно для ПСЕ габаритами 4×4 м и 6×6 м:

$$\sigma_{\text{max1}} = \frac{G_1}{F_1} + 8000 \frac{\delta_1}{D_1}; \quad \sigma_{\text{max2}} = \frac{G_2}{F_2} + 8000 \frac{\delta_2}{D_2},$$

где δ_1, δ_2 — диаметры проволок в канатах, мм ;

D_1, D_2 — диаметры блоков, мм ;

F_1, F_2 — площади сечения всех проволок, мм^2 .

Для безопасной работы троса необходимо, чтобы максимальное напряжение в тросовых обвязках ПСЕ удовлетворяло условию:

$$\sigma_{\text{max}} \leq \frac{\sigma_1}{n_1}; \quad 50,52 \leq \frac{167}{2} = 83,5, \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{\text{max}} \leq \frac{\sigma_2}{n_2}; \quad 64,94 \leq \frac{196}{2} = 98, \text{ кг/мм}^2,$$

где σ_1, σ_2 — временные сопротивления разрыву проволоки тросов, кг/мм^2 ;

n_1, n_2 — коэффициенты безопасности тросовых обвязок от разрыва при учете одно-временного действия растяжения и изгиба $n_1 = n_2 = 2$.

Определим длину стальных канатов диаметрами $d_1 = 13,5$ мм и $d_2 = 18,5$ мм для изготовления верхней и нижней обвязок ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м (см. рис. 1, а):

$$l_1 = 4(d_{\text{cp}1} n_1 + 4d_{\text{cp}}); \quad l_2 = 4(d_{\text{cp}2} n_2 + 4d_{\text{cp}}),$$

где n_1, n_2 — количество бревен в сплottedных единицах, шт.

Вычислим массу стальных канатов двойной свивки типа ТК конструкции $6 \cdot 19(1 + 6 + 12) + 1 \cdot 19(1 + 6 + 12)$ для изготовления обвязок диаметрами $d_1 = 13,5$ мм и $d_2 = 18,5$ мм по формулам:

$$m_{\text{к1}} = \frac{m_{01} l_1}{1000}; \quad m_{\text{к2}} = \frac{m_{02} l_2}{1000}.$$

Расчет разрезных вертикальных стяжек из стали 40 (рис. 4) ПСЕ ведем на разрывную нагрузку R_c по формулам:

$$R_{c1} = n_c P_{c1}, \text{ кН}; \quad R_{c2} = n_c P_{c2}, \text{ кН},$$

где n_c — коэффициент безопасности;

P_{c1}, P_{c2} — растягивающие нагрузки от канатов d_1, d_2 для однорядной ПСЕ, кН .

Растягивающую нагрузку P_c в вертикальной стяжке (см. рис. 4) создают каждые два бревна n_6 в поперечной щети лесоматериалов, которую определим по формулам:

$$P_{c1} = \frac{\pi d_{\text{cp}}}{4} L_1 n_6 \rho g; \quad P_{c2} = \frac{\pi d_{\text{cp}}}{4} L_2 n_6 \rho g.$$

Рассмотрим вертикальную разрезную стяжку круглого сечения диаметром d_c (см. рис. 4) на которую действуют два изгибающих момента в точках A и B . Определим изгибающий момент в точке A :

$$M_{u\text{min1}}^A = \frac{R_{c1} d_1}{2}; \quad M_{u\text{min2}}^A = \frac{R_{c2} d_2}{2},$$

где R_{c1}, R_{c2} — разрывная нагрузка вертикальной стяжки для ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м;

d_1, d_2 — диаметры стального каната тросовых обвязок ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м, см .

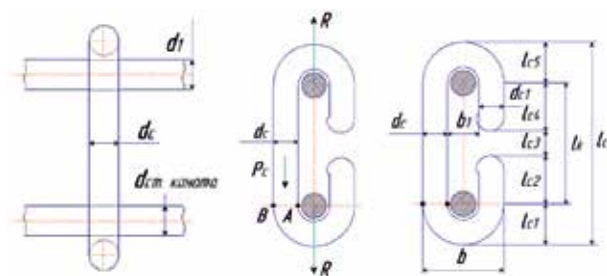


Рис. 4. Расчетная схема вертикальной стяжки ПСЕ
Fig. 4. The design scheme of the vertical tie PSE

Определим минимальные диаметры вертикальных стяжек для формирования ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м:

$$d_{\min 1} = \sqrt[3]{\frac{M_{u\min 1}^A}{0,1[\sigma_u]}}; \quad d_{\min 2} = \sqrt[3]{\frac{M_{u\min 2}^A}{0,1[G_u]}}$$

Вычислим максимальный изгибающий момент в точке B (см. рис. 4):

$$M_{u\max 1}^B = R_{c1} \left(\frac{d_1}{2} + d_{\min 1} \right);$$

$$M_{u\max 2}^B = R_{c2} \left(\frac{d_2}{2} + d_{\min 2} \right).$$

Определим максимальные диаметры круглых вертикальных стяжек из стали 40 для формирования ПСЕ с габаритами 4×4 м и 6×6 м:

$$d_{\max 1} = \sqrt[3]{\frac{M_{u\max 1}^B}{0,1[G_u]}}; \quad d_{\max 2} = \sqrt[3]{\frac{M_{u\max 2}^B}{0,1[\sigma_u]}}$$

Следовательно, для формирования ПСЕ габаритами 4×4 м необходимо $n_1 = 20$ бревен $d_{cp} = 0,2$ м, 4 тросовых обвязки из стального каната с диаметром $d_1 = 13,5$ мм и 18 вертикальных стяжек круглого сечения с диаметром $d_{c1} = 1,86$ см со следующими геометрическими параметрами (см. рис. 4):

- 1) длиной $l_c = 0,75d_{cp}$
или $l_c = l_{c1} + l_{c2} + l_{c3} + l_{c4} + l_{c5}$,
где $l_{c1} = l_{c5} = 1,2d_1 / 2 + d_{c1}$; $l_{c3} = 1,5d_1$;
 $l_{c2} = l_{c4} = (l_k - l_{c3}) / 2$ (здесь $l_k = l_c - (l_{c1} - l_{c5})$);
- 2) шириной $b = 2d_{c1} + b_1 = 2d_{c1} + 1,2d_1$.

Определим объем разрезной вертикальной стяжки диаметром $d_{c1} = 1,86$ см

$$W_{c1} = \pi d_{c1}^2 \left(\frac{l_k + l_{c2} + l_{c4} + \pi(b - d_{c1})}{4} \right).$$

Найдем массу разрезной вертикальной стяжки диаметром $d_{c1} = 1,86$ см из стали 40

$$m'_{c1} = W_{c1} \cdot \gamma.$$

Вычислим общую массу 18 вертикальных стяжек для формирования ПСЕ с габаритами 4×4 м (см. таблицу)

$$m_{c1} = m'_{c1} n_{c1}.$$

Для формирования ПСЕ с габаритами 6×6 м необходимо $n_2 = 30$ бревен с $d_{cp} = 0,2$ м, 4 тросовых обвязки из стального каната с диаметром $d_2 = 18,5$ мм и 28 вертикальных стяжек круглого сечения с диаметром $d_{c2} = 2,35$ см и геометрическими параметрами: длиной 0,15 м; шириной 0,07 м.

Выводы

Обоснована новая конструкция ПСЕ из круглых лесоматериалов малой осадки и повышенного объема (см. рис. 1) для первоначального лесосплава по реке Вычегде в меженный период навигации и поставки древесного сырья в речных плотках на ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (см. таблицу). Определены габариты ПСЕ и их состав: форма — квадратная, тип — двухрядная, высота — 0,4 м, длина и ширина, равные длине заготавливаемых сортиментов 4 м или 6 м, удовлетворяющих требованиям лесосплавного пути на верхнем участке реки Вычегды в меженный период навигации. Составлена гидрологическая и лесотранспортная характеристики верхнего участка реки Вычегды с 805 км до 395 км от устья для плотового лесосплава во II период навигации с 28 мая по 30 октября. На верхнем участке реки Вычегды установлены 19 лимитирующих створов для проектирования первоначального лесосплава речных плотов из ПСЕ малой осадки и повышенного объема. Дана техническая характеристика лимитирующих створов и их минимальные лесосплавные габариты: глубина 0,6 м, ширина 30 м, радиус закругления 120 м.

Список литературы

- [1] Плоская сплочная единица. Пат. 2477698. Российская Федерация, МПК В63В, В65В. П.Ф. Войтко, Е.М. Царев, С.В. Ерин; заявитель и патентообладатель ПГТУ. № 201128866/11. Заявл. 12.07.11; опубл. 20.03.13, бюл. № 8. 5 с.
- [2] Васильев В.В. Повышение эффективности и экологической безопасности плотового сплава лесоматериалов: дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2013. 259 с.
- [3] Камусин А.А., Минаев А.Н., Полищук В.П. Водный транспорт леса: учебник / под ред. А.А. Камусина. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2017. 434 с.
- [4] Митрофанов А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение. Архангельск: АГТУ, 2007. 492 с.
- [5] Legendre C. Le travailleur forestier québécois: transformations technologiques, socioéconomiques et organisationnelles. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2005. 397 p.
- [6] Flottage des bois. URL: http://musiquesenvauxdyoune.free.fr/REGION/PU_Flottage.htm.
- [7] Плоская сплочная единица. Пат. 2166467 Российская Федерация, МПК В 65 В 35/02, 27/10, В 65 G 69/20. А.А. Митрофанов; заявитель и патентообладатель Митрофанов А.А. № 99119633/28. Заявл. 14.09.99; опубл. 10.05.01, бюл. № 13. 5 с.

- [8] Сплоточная единица. Пат. 2456200 Российская Федерация, МПК В 63 В 35/62. В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. № 2011108194/11. Заявл. 02.03.11; опубл. 20.07.12, бюл. № 20. 6 с.
- [9] Правила (технические условия) сплотки, формирования и оснастки плотов из плоских сплоточных единиц конструкции АГТУ, ООО «Сомэкс» и ОАО «Онежское лесосплавное предприятие» для буксировки по р. Онеге. Архангельск: АГТУ, 1999. 16 с.
- [10] Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 2006. 928 с.
- [11] Войтко П.Ф., Гайсин И.Г. Первоначальный лесосплав по малым рекам / под ред. П.Ф. Войтко. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. 436 с.
- [12] Устройство для выгрузки плоских сплоточных единиц с воды на берег. Пат. 2476366. Российская Федерация, МПК В65G, В66С. П.Ф. Войтко, И.Г. Гайсин; заявитель и патентообладатель ПГТУ. № 2011109985/11. Заявл. 16.03.11; опубл. 27.02.13, бюл. № 6. 6 с.
- [13] Yemshanov D., McKenney D.W., Fraleigh S., McConkey B., Huffman T., Smith S. Cost estimates of postharvest forest biomass supply for Canada // *Biomass and Bioenergy*, 2014, v. 69, pp. 80–94.
- [14] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbakov E.N. Quantitative Estimation of Logging Residues by Line – Intersect Method // *Croatian journal of forest engineering*, 2017, v. 38, no. 1, p. 33–45.
- [15] Hillring B. National strategies for stimulating the use of bioenergy. Policy instruments in Sweden // *Biomass and Bioenergy*, 1998, v. 14 (5/6), pp. 425–437.
- [16] Митрофанов А.А. Научное обоснование и разработка экологически безопасного плотового лесосплава. Архангельск: АГТУ, 1999. 288 с.
- [17] Перфильев П.Н., Митрофанов А.А. Исследования гидродинамических характеристик линеек из плоских сплоточных единиц // *Известия вузов. Лесной журнал*, 2009. № 1. С. 44–51.
- [18] Афоничев Д.Н., Папонов Н.Н., Васильев В.В. Сплоточная единица стабилизированной плавучести // *Известия вузов. Лесной журнал*, 2010. № 6. С. 114–120.

Сведения об авторах

Войтко Петр Филиппович — д-р техн. наук, профессор кафедры «Лесопромышленные и химические технологии» Поволжского государственного технологического университета, VojtkoPF@volgatech.net

Царев Евгений Михайлович — д-р техн. наук, профессор кафедры «Лесопромышленные и химические технологии» Поволжского государственного технологического университета, CarevEM@volgatech.net

Гайсин Ильшат Гилязтинович — канд. техн. наук, доцент кафедры «Лесопромышленных и химических технологий Поволжского государственного технологического университета», GaisinIG@volgatech.net

Рощина Марина Михайловна — ассистент кафедры «Лесопромышленные и химические технологии» Поволжского государственного технологического университета, Roschinamm@volgatech.net

Поступила в редакцию 29.05.2018.

Принята к публикации 10.08.2018.

FEASIBILITY OF CONSTRUCTION FLAT RAFT SECTION FOR INITIAL WOOD FLOATING

P.F. Voitko, E.M. Tsarev, I.G. Gaisin, M.M. Roshchina

Volga State University of Technology, 3, Lenin Square, 424000, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia

VojtkoPF@volgatech.net

The article is devoted to the basis of construction of forming flat raft section in the river log storage of Komi Republic for its initial floating on the river Vychegda and delivery of log raw material in rafts at OJSC «Mondi Syktyvkar LPK» in the period of low level water. The new construction of flat raft section of rectangular form included square row of timber material joined together by rope ties with load loops at their ends is worked out. Dimensions of flat raft sections and their composition as shape — square; row — double; height — 0.4 m; length and width equal to the length of harvested assortments: 4 m or 6 m, satisfying the requirements of timber floating path on the upper section of the river Vychegda in the low-flow period of navigation are defined. Hydrological and logging characteristics of the upper section of the river Vychegda from 805 km to 395 km from the mouth for raft section of timber floating in the second navigation period from May 28 to October 30 are made up. On the upper section of the Vychegda river 19 sites for the limiting design of the initial floating of river rafts from flat raft sections of low rainfall during the second period of navigation are installed. The technical characteristics of the limiting sections and their minimum floating dimensions, depth 0.6 m, width 30 m, the radius of curvature of 120 m, are given. The offered flat raft section is simple in construction, less labor-intensive to manufacture, reduces costs of raft rigging and at the same time has sufficient strength, floatability and handling for the initial floating on rivers with small depths.

Keywords: flat raft section, round timber materials, initial floatage

Suggested citation: Voitko P.F., Tsarev E.M., Gaisin I.G., Roshchina M.M. *Obosnovanie konstruktivnykh ploskoy splotochnoy edinitsy dlya pervonachal'nogo lesosplava* [Feasibility of construction flat raft section for initial wood floating]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 6, pp. 88–94. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-88-94

References

- [1] Voytko P.F., Tsarev E.M., Erin S.V. *Ploskaya splotochnaya edinitsa* [Flat raft unit] Pat. 2477698. Russian Federation, IPC B63B, B65B. Applicant and patent holder of Perm State Technical University, no. 201128866/11, declare. 07.12.11; publ. 03.20.13, bull. 8, 5 p.
- [2] Vasil'ev V.V. *Povyshenie effektivnosti i ekologicheskoy bezopasnosti plotovogo splava lesomaterialov* Dis. ... Cand. Sci. (Tech.). [Improving the efficiency and environmental safety raft alloy timber. Cand. Sci. (Tech.) diss.]. Voronezh, 2013, 259 p.
- [3] Kamusin A.A., Minaev A.N., Polishchuk V.P. *Vodnyy transport lesa* [Water transport of the forest] Ed. A.A. Kamusin. Krasnoyarsk: Scientific Innovation Center, 2017, 434 p.
- [4] Mitrofanov A.A. *Lesosplav. Novye tekhnologii, nauchnoe i tekhnicheskoe obespechenie* [Timber rafting. New technologies, scientific and technical support]. Arkhangel'sk: AGTU, 2007, 492 p.
- [5] Legendre C. *Le travailleur forestier québécois: transformations technologiques, socioéconomiques et organisationnelles*. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2005, 397 pages.
- [6] Flottage des bois. URL: http://musiquesenvald'oise.fr/REGION/PU_Flottage.htm.
- [7] Mitrofanov A.A. *Ploskaya splotochnaya edinitsa* [Flat raft unit] Pat. 2166467 Russian Federation, IPC B 65 B 35/02, 27/10, B 65 G 69/20. Applicant and patentee Mitrofanov A.A., no. 99119633/28, declare 14.09.99, publ. 10.05.01, bull. 13, 5 p.
- [8] Vasiliev V.V. *Splotochnaya edinitsa* [Rafting unit] Pat. 2456200 Russian Federation, IPC H 63 B 35/62. Applicant and patent holder VGLTA, no. 2011108194/11, declare 03/02/11, publ. 07.20.12, bull. 20, 6 p.
- [9] *Pravila (tekhnicheskie usloviya) splotki, formirovaniya i osnastki plotov iz ploskikh splotochnykh edinit konstruktii AGTU, OOO «Someks» i OAO «Onezhskoe lesosplavnoe predpriyatie» dlya buksirovki po r. Onege* [Rules (technical conditions) of rafts, formation and rigging of rafts from flat rafting units of the design of AGTU, Someks LLC and Onega Timber Enterprise OJSC for towing along the river Onega]. Arkhangel'sk: ASTU, 1999, 16 p.
- [10] Anur'ev V.I. *Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya* [Reference designer-mechanical engineer]. Moscow: Mashinostroeniye, 2006, 928 p.
- [11] Voytko P.F., Gaysin I.G. *Pervonachal'nyy lesosplav po malym rekam* [The initial timber rafting on small rivers: monograph] Ed. P.F. Voytko. Yoshkar-Ola: Perm State Technical University, 2016, 436 p.
- [12] Voytko P.F., Gaysin I.G. *Ustroystvo dlya vygruzki ploskikh splotochnykh edinit s vody na bereg* [Device for unloading flat raft units from water to shore] Pat. 2476366. Russian Federation, IPC B65G, B66C. Applicant and patent holder of Perm State Technical University, no. 2011109985/11, declare 03.16.11; publ. 02.27.13, bull. 6, 6 p.
- [13] Yemshanov D., McKenney D.W., Fraleigh S., McConkey B., Huffman T., Smith S. Cost estimates of postharvest forest biomass supply for Canada. *Biomass and Bioenergy*, 2014, v. 69, pp. 80–94.
- [14] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbakov E.N. Quantitative Estimation of Logging Residues by Line — Intersect Method. *Croatian journal of forest engineering*, 2017, v. 38, no. 1, p. 33–45.
- [15] Hillring B. National strategies for stimulating the use of bioenergy. *Policy instruments in Sweden*. *Biomass and Bioenergy*, 1998, v. 14(5/6), pp. 425–437.
- [16] Mitrofanov A.A. *Nauchnoe obosnovanie i razrabotka ekologicheskoy bezopasnoy plotovogo splava lesosplava* [Scientific substantiation and development of environmentally safe rafting timber rafting]. Arkhangel'sk: ASTU, 1999, 288 p.
- [17] Perfil'yev P.N., Mitrofanov A.A. *Issledovaniya gidrodinamicheskikh kharakteristik lineek iz ploskikh splotochnykh edinit* [Studies of the hydrodynamic characteristics of the lines of flat raft units]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [News of universities. Forest Journal], 2009, no. 1, pp. 44–51.
- [18] Afonichev D.N., Paponov N.N., Vasil'ev V.V. *Splotochnaya edinitsa stabilizirovannoy plavuchesti* [Rafting unit of stabilized buoyancy] *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [News of universities. Forest Journal], 2010, no. 6, pp. 114–120.

Authors' information

Voytko Petr Philippovich — Dr. Sci (Tech.), Professor of chair of wood industrial and chemical technologies of Volga State University of Tehnology, VojtkoPF@volgatech.net

Tsarev Evgeniy Michaylovich — Dr. Sci (Tech.), Professor of chair of wood industrial and chemical technologies of Volga State University of Tehnology, CarevEM@volgatech.net

Gaisin Il'shat Gilaztinovich — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor of chair of wood industrial and chemical technologies of Volga State University of Tehnology, GaisinIG@volgatech.net

Roschina Marina Michaylovna — Assistant of chair of wood industrial and chemical technologies of Volga State University of Tehnology, Roschinamm@volgatech.net

Received 29.05.2018.

Accepted for publication 10.08.2018.