



УДК 630*378

В.Я. Харитонов, С.В. Посыпанов

Харитонов Виктор Яковлевич родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры водного транспорта леса и гидравлики Архангельского государственного технического университета, академик РАЕН. Имеет около 200 печатных трудов в области водного транспорта леса, экологии водных объектов, гидродинамики.

**ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЕДИНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТА ВМЕСТО МОЛЕВОГО ЛЕСОСПЛАВА***

Показана необходимость вовлечения в лесотранспортный процесс малых и средних рек, ранее использовавшихся для молевого лесосплава. Приведены результаты разработки и внедрения лесосплава в пакетных плотах с верховьев р. Пинеги.

Ключевые слова: лесосплав, пакет, пучок, плот; штабель, плотбище, лесосплавный рейд.

Одна из главных причин медленного восстановления и развития лесной промышленности России – отсутствие дорожной сети в лесоизбыточных регионах. Из-за высокой стоимости и большой трудоемкости строительства дорог нет оснований надеяться на быстрое решение дорожной проблемы.

Промышленная доступность древесного сырья может быть быстро и без больших затрат улучшена, а себестоимость транспортировки его многократно уменьшена, если восстановить лесотранспортное использование водных путей по новым технологиям, заменяющим проводившийся ранее молевой лесосплав.

Необходимость возобновления лесосплава диктуют и требования рынка. По данным департамента лесной промышленности администрации Архангельской области, себестоимость 1 м³·км при перевозке лесоматериалов по р. Сев. Двине в последние годы составляет: в плотах 10 ... 20 коп., в баржах – до 40 коп., что соответственно в 6,0 (в ряде случаев до 20) и 2,5 раза меньше, чем при автомобильных перевозках.

В настоящее время перед научной, инженерной общественностью и производителями стоит задача разработать такую технологию лесо-

* Работа выполнена по гранту РГНФ № 06-02-48203 а/с.

сплава по малым и средним рекам, которая отвечала бы требованиям экологии, современного состояния техники, социального развития регионов.

Одной из важнейших задач является выбор первичной сплоточной единицы. Из множества известных конструкций заслуживают рассмотрения плоская клетка [1], в которой бревна укладывают во взаимно перпендикулярные горизонтальные ряды, а по периметру ограждают оплотником, и единый транспортный пакет [3], представляющий собой микропучок с поперечным сечением, близким к эллипсу. Сравним основные характеристики этих первичных сплоточных единиц при одинаковых габаритных размерах: ширина – B , высота – H , длина – L , осадка – T , объем лесоматериалов – V .

Объем лесоматериалов в клетке

$$V_k = BHL\eta_k; \quad (1)$$

объем лесоматериалов в пучке

$$V_{\Pi} = \pi \frac{B}{2} \frac{H}{2} L\eta_{\Pi}, \quad (2)$$

где η_k , η_{Π} – коэффициенты полнодревесности соответственно для плоской единицы и пучка.

Из выражений (1) и (2) имеем

$$\frac{V_{\Pi}}{V_k} = \frac{\pi}{4} \frac{\eta_{\Pi}}{\eta_k}. \quad (3)$$

Теоретическое (предельное) значение коэффициента η_k определяют как отношение площади круга к площади квадрата, в который он вписан,

т. е. $\eta_k = \frac{\pi}{4} = 0,785$. Тогда из (3)

$$\frac{V_{\Pi}}{V_k} = \eta_{\Pi}. \quad (4)$$

Предельное значение коэффициента $\eta_{\Pi} = \frac{\pi}{2 \operatorname{tg} \frac{\pi}{3}}$, или $\eta_{\Pi} = 0,91$.

Таким образом, объем пучка только на 9 % меньше объема плоской единицы при одинаковых габаритах. А если учесть наличие ограждения из бревен по периметру клетки, это преимущество еще снижается. Кроме того, в сложных гидрологических условиях осадка пучка меньше при тех же габаритах, что доказывается по закону Архимеда, согласно которому вес плавающего тела G равен весу вытесненной им воды P .

Для плоской единицы

$$G = n_p n_{\Pi} V_{\sigma} \rho_{\sigma} g; \quad (5)$$

$$P = n_{\Pi} n_B V_{\sigma} \rho_B g. \quad (6)$$

Здесь n_p , n_{Π} , n_B – соответственно число рядов бревен, бревен в одном ряду и рядов под водой;

V_{σ} – объем одного бревна;

ρ_b, ρ_v – плотность соответственно бревен и воды;
 g – ускорение свободного падения.

Приравнивая (5) и (6), получаем

$$n_b = \delta n_p, \quad (7)$$

где δ – относительная плотность бревен $\delta = \rho_b / \rho_v$.

Осадка плоской единицы

$$T_k = n_b d, \quad (8)$$

где d – диаметр бревен.

Для пучка осадку определяют по формуле [2]

$$T_n = \gamma_d \delta H, \quad (9)$$

где γ_d – коэффициент непропорциональности осадки пучка и его высоты, зависящий от плотности бревен (для $\delta = 0,7 \dots 0,8$ $\gamma_d = 0,94$).

Например, при $n_p = 5$; $d = 0,2$ м; $\delta = 0,8$ $H = 0,2 \cdot 5 = 1$ м;
 $n_b = 0,8 \cdot 5 = 4$; $T_k = 4 \cdot 0,2 = 0,8$ м; $T_n = 0,94 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,75$ м.

Осадка пучка при одинаковой с клеткой высоте на 6 % меньше.

Следует отметить и характер возможного взаимодействия единиц с поверхностью дна. Плоская клетка при встрече с отмелью взаимодействует всем днищем (при длине бревен 6 м площадь трения достигает 36 м^2). Пучок в таких случаях легче преодолевает препятствие, срезая некоторый сегмент при продольном движении и переваливаясь через препятствие – при поперечном. Экологический ущерб от воздействия пучка существенно меньше.

К недостаткам плоской клетки относят: сложность конструкции, существенные затраты на обвязочный такелаж, крайнюю нетехнологичность в процессе ее формирования в пункте отправления и расформирования при выгрузке, большую трудоемкость, потери ценных сортиментов из-за отверстий на концах ограждающих бревен. Волноустойчивость клетки хуже, чем у пучка, так как нет сил распора. Практически невозможно изменение ее осадки в связи с гидрологическими условиями, тогда как у пучка это достигается через длину обвязки. Методика расчета параметров пучка в зависимости от длины обвязки приведена в работе [4].

Управляемость плотами плоской сплотки при их буксировке вследствие рыскливости хуже, а сопротивление потоку существенно больше, чем у плотов из пучков, что снижает эффективность эксплуатации флота. При освоении аварийных плотов из пакетов их можно в обвязке грузить на автолесовоз или баржу лесопогрузчиком. У плоских клеток в этих случаях необходимо вручную разобрать ограждение, снять такелаж, а погрузку бревен из рядов осуществлять только небольшими пачками россыпью.

В Архангельском государственном техническом университете разработана новая технология лесосплава на базе единого транспортного пакета. Он представляет собой микропучок (рис. 1, а) с двумя обвязками 1 и продольной связью 2, который формируют в челюстном захвате лесопогрузчиков, широко применяемых в лесной промышленности (рис. 1, б), набирая пачку бревен до нужного объема ($4 \dots 5 \text{ м}^3$) из штабеля или

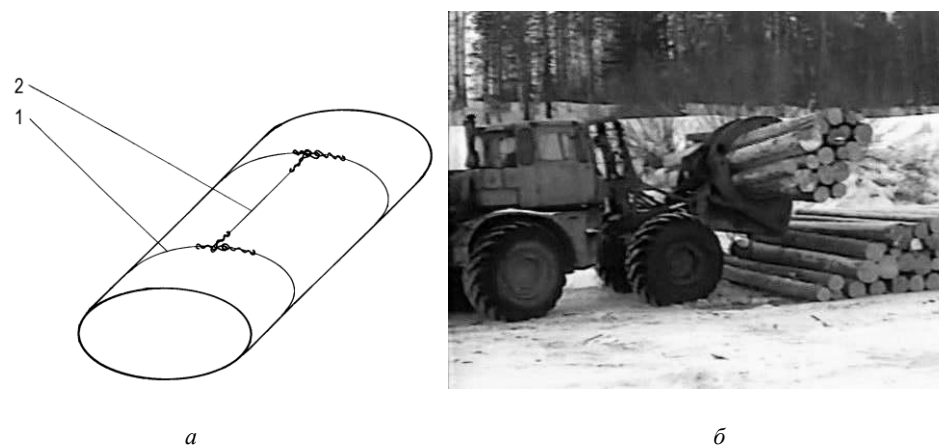


Рис. 1. Единый транспортный пакет (а) и его формирование в челюстном захвате лесопогрузчика ЛТ-163 (б)

непосредственно с автолесовоза. В захвате пачку бревен обвязывают, готовый пакет перемещают в плот при зимней сплотке, в штабеля запаса в осенне-зимний сезон лесозаготовок, сбрасывают в воду весной для сплава «вольницей» или формирования в плот на упрощенном лесосплавном рейде.

Положительными качествами лесосплава единым транспортным пакетом являются:

- экологичность, поскольку лесоматериалы в упакованном виде (обвязках) доставляют с берегового склада во двор потребителя без потерь;

- технологичность с высоким уровнем механизации и минимальным набором техники, в том числе отечественного производства, начиная от лесопогрузчиков при сплотке и формировании и заканчивая кранами типа КБ-572 при выгрузке;

- регулируемость осадки плавающего пакета от 1,0 до 0,5 м с помощью обвязок разной длины в пределах рекомендуемого для речных условий коэффициента формы от 1,0 до 3,0, что позволяет более полно использовать сравнительно короткий период стояния высоких уровней воды на малых и средних реках;

- возможность унификации обвязочного и формировочного такелажа и увеличения срока его службы при использовании обвязочных и бортовых комплектов стандартной длины, бортовых лежней и поперечных счалов;

- осуществимость лесосплава лесоматериалов лиственных пород и тонкомерных хвойных, имеющих недостаточный запас плавучести, с приплавом хвойных бревен или искусственным подплавом.

Внедрение единого транспортного пакета (вместо молевого лесосплава) имеет большое социальное значение. Вместе с возрождением умирающих лесозаготовительных предприятий появляется круглогодичная за-

нятность рабочих и техники: зимой – на зимней сплотке и подготовке к весеннему формированию плотов; летом – в запас.

Технологические схемы лесосплава пакетами могут быть разными в зависимости от производственных и гидрологических условий:

– «вольницей» – пакеты из штабелей запаса или всплывшие на защищенных от ледохода плотбищах пускают по графику в сплав до пункта формирования их в плот на минирейде простейшей конструкции. Проплав контролируют рабочие на патрульных судах или мотолодках. На кафедре водного транспорта леса и гидравлики АГТУ разработана конструкция минирейда высокой производительности;

– в кошелях – группу пакетов формируют (набивают) в кошелю, который буксируют до пункта выгрузки пакетов на берег или формирования в плот. В качестве ограждения можно использовать ошлагованные канатом бревна или те же пакеты;

– миниплотами (линейками) – пакеты после сброски на воду формируют в плоты небольших габаритов или линейки с продольным или поперечным расположением и буксируют до пункта формирования плотов увеличенных габаритов;

– в плотях летней формовки – из штабелей запаса и текущей заготовки и вывозки пакеты сбрасывают на воду, устанавливают в плот на минирейде. Готовый плот буксируют потребителю или до пункта переформировки – укрупнения. Производительность минирейда ограничивается сброской пакетов на воду и может достигать 500 м³ в смену на один лесопогрузчик типа ЛТ-163;

– в плотях зимней сплотки – для этой технологии необходимы защищенные от воздействия ледохода плотбища с гарантированным водосъемом плотов, обеспеченным не менее чем на 95 %.

Начиная с 2000 г., новая технология реализуется на хоздоговорной основе совместно с Соломбальским ЦБК, для чего гидрологически обосновано шесть плотбищ в верховьях р. Пинеги (540 км от устья и ниже), которая по лесосплавной классификации относится к средней, на объем зимней сплотки около 50 тыс. м³, разработана техническая документация на две модификации плотов без оплотника из пакетов с габаритами 225 × 32 × 1,2 м, объемом 5 тыс. м³ и 305 × 32 × 1,2 м, объемом 7 тыс. м³, на два пункта возможной передержки плотов перед железнодорожными мостами на реке и четыре плотостоянки на акватории р. Сев. Двины, прилегающей к устью р. Пинеги, для укрупнения и отстоя плотов перед буксировкой в Архангельск.

На рис. 2, а показан фрагмент плотов из пучков для р. Пинеги. Особенности этих плотов следующие:

– плот состоит из секций шириной 32 м, длиной 40 м, соединяемых по длине до установленных габаритов;

– каждая секция собрана из четырехпакетных пучков (рис. 2, б) с комбинированным расположением;

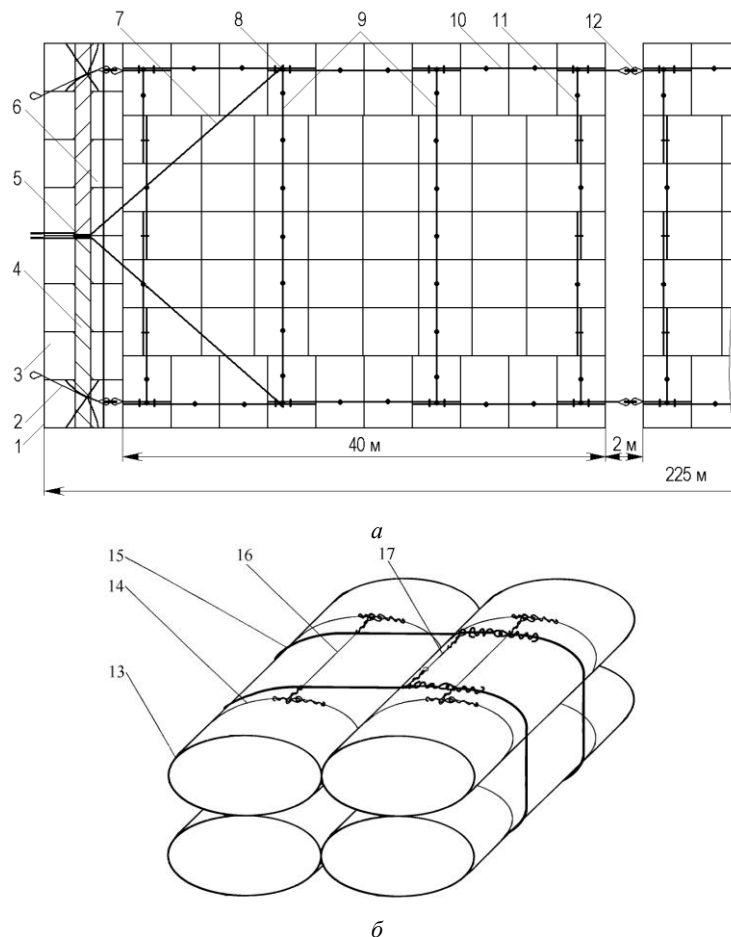


Рис. 2. Фрагмент плота (а) и четырехпакетный пучок (б):
 1 – угловой пучок головки плота; 2 – лежневая наставка;
 3 – головка плота задняя; 4 – бруствер; 5 – узел швартовки
 контрольного судна; 6 – счал плотовой; 7 – растяжка – ус;
 8 – узел крепления растяжки – уса на бортовом пучке;
 9 – счал поперечный поверху; 10 – бортлежень; 11 – счал
 поперечный концевой; 12 – скоба такелажная; 13 – пакет;
 14 – обвязка пакета; 15 – обвязка пучка; 16 – продольная
 связь пакета; 17 – продольная связь пучка

– бортовые линейки составлены из поперечных пучков, внутренние – из продольных, что обеспечивает большую надежность борта при преодолении препятствий и устойчивость на курсе благодаря наличию продольных струй;

– четырехпакетный пучок благодаря утянутой пучковой обвязке приближается по форме в поперечном сечении к прямоугольнику, обладает высокой прочностью, а коэффициент полндревесности плотов превышает 0,5;



Рис. 3. Плот на р. Пинеге

– для увеличения прочности бортовые пучки в определенной последовательности прошлагованы в обхват бортовым лежнем, а концевые ряды секций – поперечным счалом, благодаря чему каждая секция является самостоятельной транспортной единицей, пригодной для буксировки на большие расстояния.

Производительность формирования плота при двух рабочих и одном лесопогрузчике ЛТ-163 составляет 120 ... 150 м³ в смену, т. е. 50 м³/чел.-дн. (при опытной плоской сплотке [1] – 15 м³/чел.-дн.). Объем зимней сплотки увеличился с 9 тыс. м³ в 2000 г. до 30 тыс. м³ в 2006 г. Буксируют плот, как правило, два теплохода: головной (110 ... 220 кВт) и сопровождающий (110 кВт).

На рис. 3 показан плот, буксируемый на р. Пинеге.

На рейде приплыва плот расформировывают, пучки подают под выгрузку, снимают пучковые обвязки, пучок распадается на пакеты, которые выгружают на берег, не снимая обвязки, укладывают в штабель запаса или на автомашину для дальнейшей перевозки.

Многолетний опыт лесосплава единым транспортным пакетом доказал, что предлагаемая технология эффективна, реализуется наиболее просто, без больших затрат, способна в кратчайшие сроки решить проблему транспортной доступности лесоматериалов в отсутствие сухопутных магистралей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Митрофанов, А.А.* Научное обоснование и разработка экологически безопасного плотового лесосплава [Текст] / А.А. Митрофанов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. – 268 с.
2. Справочник по водному транспорту леса [Текст] / В.А. Щербаков [и др.]; под ред. В.А. Щербакова. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 384 с.
3. *Харитонов, В.Я.* Единый транспортный пакет – эффективная замена молевому лесосплаву [Текст] / В.Я. Харитонов // Сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. 22–23 июня 2000 г. – Архангельск: АГТУ, 2000. – С. 45–48.
4. *Харитонов, В.Я.* Обязочный комплект для пучков бревен с изменяющейся осадкой [Текст] / В.Я. Харитонов, В.А. Пустошный // Сб. науч. тр. ф-та природ. ресурсов АГТУ. – 2005. – Вып. 3. – С. 97–102.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 29.06.05

V.Ya. Kharitonov, S.V. Posypanov

Experience of Introducing Transport Package instead of Drift Floating

The necessity of introducing small and average rivers previously used for drift floating into forest-transport process is shown. The results of development and introduction of wood floating in the package rafts from the upper Pinega are provided.