

УДК 634.0.378.44

Повышение плавучести хлыстовых плотов, формируемых на территориях, затапливаемых водохранилищами

М.В. Степанищева

Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

ivanovva55@mail.ru

Статья получена 3.05.2013, принята 13.08.2013

Одним из перспективных направлений повышения эффективности транспорта лесных грузов является снижение плотности древесины путем обезвоживания. Если для железнодорожного транспорта снижение плотности древесины влияет на скорость доставки или, при сохранении общего тоннажа состава - на увеличение кубатуры, перевозимой за один рейс, через увеличения вагонов, то для автомобильного транспорта - непосредственно на увеличение рейсовой нагрузки подвижного состава. Особенно большое влияние оказывает снижение плотности древесины на водный транспорт, где при молевом, кошельно и плотомом видах используется плавучесть древесины. Снижение плотности перед пуском круглых лесоматериалов в лесосплав - это прежде всего сокращение или ликвидация потерь от утопа, возможность освоения лесных массивов лиственных пород и лиственницы, которые обладают недостаточным запасом плавучести, но имеют большое распространение. Рассмотрена динамическая картина водопоглощения материала древесины сплочных единиц, позволяющая сформулировать принцип оптимизации при формировании плотов на территориях, которые затапливаются водохранилищами.

Ключевые слова: намокание, капилляры, поверхность, конус, цилиндр.

Improvement in buoyant of tree-length rafts formed on the territory flooded by the reservoirs

M.V. Stepanishcheva

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

ivanovva55@mail.ru

Received 3.05.2013, accepted 13.08.2013

One of the promising ways to increase the efficiency of timber transportation is to reduce wood density by means of dehydration. For railroad transport, the reduction in wood density affects the delivery speed or the increase in cubic capacity transported at one haul, while in case of automobile transport, it allows increasing truck load of the hauling rig. The reduction of wood density has especially great influence on water transportation when individual floating, bag boom towing and rafting are greatly effected by timber buoyancy. The reduction in density before the beginning of round timber rafting is primarily a decrease or elimination of losses in the form of sunken timber, the possibility to exploit forest areas of hardwoods and larch, which have insufficient reserve buoyancy but are widespread. The dynamic situation in the water absorbing capacity of timber formed into float units that allows formulating the optimization principle while forming the rafts on the territories flooded by the reservoirs has been examined.

Keywords: soakage, capillaries, surface, cone, cylinder.

Введение. Целевые функции обоснования технологических параметров формирования плотов на затопляемых плотбищах рек и территорий под водохранилища несколько отличаются друг от друга. В первом случае оптимизация производится на основании выбора эффективного коэффициента формы сплочных единиц для обеспечения минимального коэффициента гидродинамического сопротивления плота при его буксировке и заданного времени плавучести (горизонтальная структура плота) [3].

Во втором случае критерием оптимизации становится максимально возможное время сохранения плавучести путем повышения коэффициента формы сплочной единицы, которое только возможно на применяемом оборудовании.

Уравнение изменения плотности материала древесины в процессе намокания имеет вид

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{Q\rho_g}{V}, \quad (1)$$

здесь ρ , ρ_g - соответственно плотность древесины и воды, $Q\rho_g$ - количество воды, поступающее в древесину в единицу времени, V - объем древесины t -время,

Решаемые задачи. Согласно исследований [1], выполненных на основе решения уравнения (1) для бревна, как цилиндрического тела, в полностью погруженном состоянии, получена формула для расчета скорости изменения его плотности в процессе намокания

$$\frac{d\rho}{dt} = \xi (\rho^* - \rho^0) t^{-\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

и соответствующая ей формула для плотности

$$\rho = \rho^* - (\rho^* - \rho^0) \exp\left(-\xi t^{\frac{1}{2}}\right). \quad (3)$$

где

$$\xi = \pi^{\frac{1}{2}} kRT \times [2 \alpha_l D_l^{-\frac{1}{2}} \beta L^{-1} + 4 \alpha_r D_r^{-\frac{1}{2}} (1 - \beta) d^{-1}], \quad (4)$$

здесь α_l , α_r , D_l , D_r – параметры соответственно для продольных и поперечных эффективных капилляров, ρ^* – предельная плотность древесины, при которой она теряет плавучесть, L – длина, d – диаметр.

При таком подходе не рассматривается динамика погружения сплотившейся единицы при намокании материала древесины, а только время нахождения на плаву [4].

В тоже время для решения задач оптимизации водного транспорта лесоматериалов необходимо иметь информацию о скорости погружения сплотившихся единиц в процессе водопоглощения [2].

Объем хлыстов, у которых плотность $\rho < \rho^*$, равен

$$V = V_g + V_n, \quad (5)$$

здесь V_g , V_n – соответственно подводный и надводный объемы.

В соответствии с законом Архимеда можно записать равенства

$$V_g = \frac{\rho V}{\rho_g},$$

и

$$V_n = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_g}\right) V,$$

или после дифференцирования по времени находим скорость изменения подводного объема в результате изменения плотности материала древесины

$$\frac{dV_g}{dt} = \frac{\left(V \frac{d\rho}{dt}\right)}{\rho_g}, \quad (6)$$

и соответственно для надводного объема

$$\frac{dV_n}{dt} = -\frac{\left(V \frac{d\rho}{dt}\right)}{\rho_g}. \quad (7)$$

На основании геометрических представлений объем надводной части хлыста можно записать в виде (рис. 1)

$$V_n = \frac{1}{3} ahL, \quad (8)$$

с учетом представления

$$a = (dh)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

получаем выражение

$$V_n = \frac{1}{3} d^{\frac{1}{2}} h^{\frac{3}{2}} L, \\ V_n = 2/3 d^{1/2} h^{3/2} L, \quad (5.18)$$

или

$$\left(1 - \frac{\rho}{\rho_g}\right) \pi \frac{d^2}{4} = d^{\frac{1}{2}} h^{\frac{3}{2}}, \quad (10)$$

откуда

$$h^{\frac{3}{2}} = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_g}\right) \pi \frac{d^{\frac{3}{2}}}{4}. \quad (11)$$

тогда

$$h = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_g}\right)^{\frac{2}{3}} \pi^{\frac{2}{3}} \frac{d}{4^{\frac{2}{3}}}, \quad (12)$$

и начальная высота надводной части хлыста равна

$$h_0 = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_g}\right)^{\frac{2}{3}} \pi^{\frac{2}{3}} \frac{d}{4^{\frac{2}{3}}}. \quad (13)$$

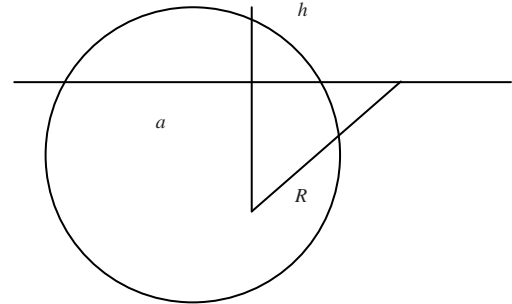


Рис.1. Схема погружения хлыста в воде по торцовому сечению

С учетом (3) и (4) уравнение кинетики погружения хлыста в воду принимает вид

$$h = \left\{1 - \rho_g^{-1} \left[\rho^* - (\rho^* - \rho_0) \exp\left(-\xi_* t^{\frac{1}{2}}\right)\right]\right\}^{\frac{2}{3}} \times \pi^{\frac{2}{3}} \frac{d}{4^{\frac{2}{3}}}. \quad (14)$$

где

$$\xi_* = \pi^{-\frac{1}{2}} kRT \left[2 \alpha_l D_l^{-\frac{1}{2}} \beta_{\varepsilon_b} L^{-1} + 4 \alpha_r D_r^{-\frac{1}{2}} (1 - \beta_{\varepsilon_T}) d^{-1}\right], \quad (15)$$

здесь параметр, учитывающий не полное погружение торцевой поверхности хлыста в воду

$$\varepsilon_T = 1 - 4 \pi^{-1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{3}{2}},$$

и параметр, учитывающий наличие свободной боковой поверхности у плавающего хлыста

$$\varepsilon_b = 1 - 2 \pi^{-1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

При рассмотрении плавучести пучка, составленного из хлыстов, выполним осреднения по объёму

$$V_n = \sum V_i \frac{i}{n}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

по диаметру

$$D_n^2 = \sum D_i^2 \frac{i}{n}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

по длине

$$L_n = \sum L_i \frac{i}{n}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

Для рассмотрения плавучести лесотранспортной единицы в виде пучка из n хлыстов (опуская индексы осреднения), представим её как круговой цилиндр длиной L с боковой поверхностью

$$S_6 = 1/2 \pi d L n,$$

и торцевой поверхностью

$$S_6 = 1/4 \pi d^2 n.$$

Объем пучка из n хлыстов примем равным

$$V = \frac{1}{12} \pi d^2 L n,$$

в представлении круглого цилиндра ему можно поставить в соответствие эффективный диаметр

$$D = 2^{-\frac{1}{2}} d n^{\frac{1}{2}}. \tag{16}$$

Из равенства

$$1/4 (1 - \frac{\rho}{\rho_g}) \pi d^2 n L 3^{-1} = 1/4 \pi D^2 H_n^{\frac{3}{2}} L,$$

с учетом (16) следует

$$H_n^{\frac{3}{2}} = 2^{\frac{1}{4}} 3^{-1} (1 - \frac{\rho}{\rho_g}) d^{\frac{3}{2}} n^{\frac{3}{4}},$$

и высота надводной части пучка определяется выражением

$$H_n = 2^{\frac{1}{6}} 3^{-\frac{2}{3}} (1 - \frac{\rho}{\rho_g}) d^{\frac{1}{2}} n^{\frac{1}{2}},$$

или

$$H_n = \left\{ 1 - \rho_g^{-1} \left[\rho_* - (\rho_* - \rho_0) \exp \left(- \xi t^{\frac{1}{2}} \right) \right] \right\}^{\frac{2}{3}} \times 2^{\frac{1}{6}} 3^{-\frac{2}{3}} d n^{\frac{1}{2}},$$

тогда согласно (12) отношение высот надводной части пучка и хлыста принимает вид

$$\frac{H_n}{h} = 8^{\frac{1}{2}} 3^{-\frac{2}{3}} \pi^{-\frac{2}{3}} n^{1/2} \approx n^{\frac{1}{2}}.$$

Для оценки времени нахождения пучков на плаву можно воспользоваться линейным представлением автотомодельной связи с высотой надводной части в виде

$$\frac{T_n}{t_1} \approx \frac{H_n}{h} \approx n^{\frac{1}{2}}, \tag{16, a}$$

Здесь T_n, t_1 – соответственно время на плаву пучка и хлыста.

В условиях, когда пучок хлыстов находился в полностью погруженном состоянии, изменение его объема в результате намокания равно

$$V_n = \frac{\pi}{12} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_g} \right) d^2 n L,$$

и соответственно для хлыста

$$V_1 = \frac{\pi}{12} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_g} \right) d^2 L,$$

тогда отношение изменения объемов пучка и хлыста в этих условиях становится равным

$$\frac{V_n}{V_1} = n^{\frac{1}{2}}. \tag{16, b}$$

и принять условие

$$\frac{T_n}{T_1} \approx \frac{V_n}{V_1} = n^{\frac{1}{2}}.$$

С учетом наличия свободных торцевых и боковых поверхностей пучка кинетическая формула погружения пучка хлыстов принимает вид

$$H_n = \left\{ 1 - \rho_g^{-1} \left[\rho_* - (\rho_* - \rho_0) \exp \left(- \xi_{*x} t^{\frac{1}{2}} \right) \right] \right\}^{\frac{2}{3}} \times 2^{\frac{1}{6}} 3^{-\frac{2}{3}} d n^{\frac{1}{2}}, \tag{17}$$

где

$$\xi_{*x} = \pi^{-\frac{1}{2}} kRT \left[2 \alpha_l D_l^{-\frac{1}{2}} \beta_{\varepsilon_b} L^{-1} + 4 \alpha_r D_r^{-\frac{1}{2}} (1 - \beta_{\varepsilon_{Tx}}) d^{-1}, \right] \tag{18}$$

здесь параметр, учитывающий не полное погружение торцевой поверхности пучка в воду

$$\varepsilon_{Tx} = 1 - 8 \pi^{-1} \left(\frac{H_n}{D} \right)^{\frac{3}{2}},$$

и параметр, учитывающий наличие свободной боковой поверхности у пучка

$$\varepsilon_b = 1 - \left(\frac{H_n}{D} \right)^{\frac{3}{2}}.$$

На основании исследований, выполненных в [1], на рис.2 представлены графики сравнения сроков нахождения на плаву пучков в зависимости от числа бревен согласно формул (16,a) и (16,b) и [1].

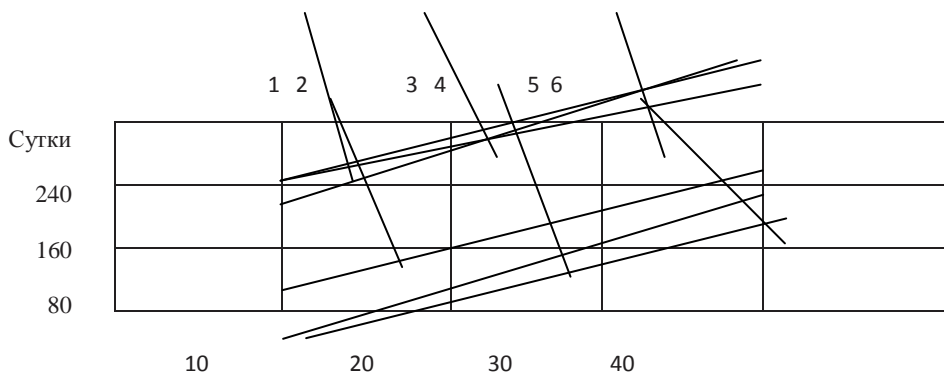


Рис.2. Графики зависимости сроков нахождения на плаву пучков в зависимости от числа бревен для различных пород древесины. (1, 3, 5 – согласно [1], соответственно для лиственницы, ели, сосны; 2, 4, 6- согласно (16,a), соответственно для лиственницы, ели, сосны)

Выводы. Представленное сравнение результатов расчета сроков нахождения пучков на плаву по формуле (16,а) с результатами исследования [1] показывает, что данная формула может быть оценочной для определения плавучести.

На основании геометрических представлений определена начальная высота надводной части хлыста.

Выявлена зависимость времени нахождения пучков на плаву в зависимости от высоты надводной части и количества хлыстов.

Литература

1. Пятакин В.И. Проблема повышения плавучести круглых лесоматериалов. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 264 с.
2. Иванов В.А. Экспериментальные исследования усилий извлечения деревьев, затопленных на корню в ложе водохранилища // Вестн. КрасГАУ, 2007. № 1 (16). С. 210-215.

3. Иванов В.А. Обоснование технологии и оборудования для освоения древесины прибрежной зоны и ложа водохранилищ: дис. ... д-ра техн. наук. С.-Петербург, 2008. 278 с.

4. Иванов В.А. Обоснование технологии заготовки и направлений использования древесины, затопленной в ложе водохранилищ: дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2001. 165 с.

References

1. Pityakin V.I. The problem of increasing the round timber buoyancy. M.: Lesn. prom-st', 1976. 264 s.
2. Ivanov V.A. The experimental research into the efforts of extracting trees growing on the reservoir bed // Vestn. KrasGAU. 2007. № 1 (16). S. 210-215.
3. Ivanov V.A. The substantiation of the technology and equipment to develop timber of the coastal zone and reservoir beds: dis. ... dokt. tekhn. nauk. St. Petersburg. 2008. 278 s.
4. Ivanov V.A. The substantiation of logging technology and trends to use the wood submerged in the reservoir beds: dis. ... kand. tekhn. nauk. Bratsk. 2001. 165 s.

УДК 622.271.1:236.73

Совершенствование процессов разработки высокоглинистых песков золотоносных россыпей

Н.П. Хрунина^а, А.Ю. Чебан^б

Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, ул. Тургенева 51, Хабаровск, Россия

^аnpetx@mail.ru, ^бchebanay@mail.ru

Статья поступила 4.05.013, принята 8.08.2013

Рассмотрены результаты исследования высокоглинистых песков одного из россыпных месторождений Приамурья. Установлено, что пески исследуемой золотоносной россыпи являются достаточно сложными для дезинтеграции из-за повышенной глинистости и высокого содержания оксидов железа, в некоторых пробах – монтмориллонита, что предопределяет наличие водостойких связей и возможность такого явления, как набухаемость, приводящих к затруднению процесса разрушения. Дан анализ развития исследований в области дезинтеграции высокоглинистых песков. Приводится краткая информация о полученных результатах исследования по ультразвуковой дезинтеграции высокоглинистых песков. Указано, что применение ультразвука в промышленных условиях ограничивается технологическими возможностями ультразвуковых установок. Анализируются новые способы деструкции минерального продукта посредством вихревого потока гидросмеси с максимальной энергией акустического резонансного возбуждения в заданном частотном диапазоне при использовании гидродинамических вихревых воздействий, а также с помощью ударно-волнового воздействия на высокоглинистые исходные пески и их гидросмеси. Предлагается новый способ глубокой дезинтеграции высокоглинистых песков посредством разработанного геотехнологического комплекса на основе, в том числе, аэрогидродинамического воздействия, формирующего вынужденные виброакустические колебания. Предлагаемая технология глубокой дезинтеграции высокоглинистых песков позволит обеспечить высокую интенсивность разрушения материала в больших объемах при низкой энергоёмкости, непрерывность работы, высокую производительность, надежность и длительный ресурс работы.

Ключевые слова: высокоглинистые пески, глубокая дезинтеграция, ультразвук, виброколебательное воздействие.

Improvement in the development processes of high-clayey sands goldfields

N.P. Khrunina^а, A.Yu. Cheban^б

Mining Engineering Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 51 Turgenev st., Khabarovsk, Russia

^аnpetx@mail.ru, ^бchebanay@mail.ru

Received 4.05.2013, accepted 8.08.2013

The research results of high-clayey sands at one of the goldplacer deposits of the Amur region have been considered. It has been found that the studied gold placers sands are complex enough for disintegration due to their heightened clayey content and high content