

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДКИ ПЛОСКИХ СПЛОТОЧНЫХ  
ЕДИНИЦ ПРИ ПОЛНОМ И ЧАСТИЧНОМ ОБЕРТЫВАНИИ  
В ГИБКИЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ**

**FEATURES OF THE FORMATION OF THE SEDIMENT OF FLAT RAFT UNITS WITH FULL  
AND PARTIAL WRAPPING IN FLEXIBLE WATERPROOF MATERIAL**

**Васильев В.В.**, кандидат технических наук, нормировщик филиал АО «УК ЭФКО» в г. Алексеевке, Россия, Белгородская область, г. Алексеевка, **Vasiliev V.V.**, candidate of technical sciences, normalizer branch of JSC «UK EFKO» in Alekseevka, Russia, Belgorod region, Alekseevka.

**Аннотация.** Приведены основные зависимости для определения коэффициента запаса плавучести и осадки плоских сплottedных единиц с повышенным и стабилизированным запасом плавучести. Эти зависимости показывают, что у плоских сплottedных единиц, полностью обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, при нахождении их на воде с течением времени осадка и коэффициент запаса плавучести не изменяются. В свою очередь, у плоских сплottedных единиц, частично обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, при нахождении их в воде с течением времени коэффициент запаса плавучести уменьшается, а их осадка увеличивается.

**Summary.** The main dependences for determining the coefficient of buoyancy reserve and the draft of flat flat units with an increased and stabilized buoyancy reserve are given. These dependences show that for flat flattened units completely wrapped in a flexible waterproof material, when they are on the water, the draft and buoyancy reserve coefficient do not change over time. In turn, for flat raft units partially wrapped in a flexible waterproof material, when they are in the water over time, the buoyancy factor decreases, and their draft increases.

**Ключевые слова:** сплав древесины, плоская сплottedная единица, гибкий водонепроницаемый материал, стабилизация плавучести, коэффициент запаса плавучести, осадка.

**Keywords:** wood alloy, flat flat unit, flexible waterproof material, buoyancy stabilization, buoyancy reserve coefficient, draft.

Опыт сплава древесины в сплottedных единицах и плотках показывает, что с течением времени их осадка увеличивается и при водонасыщении древесины они теряют запас плавучести и тонут [1, 2, 3]. При этом для обеспечения достаточного запаса плавучести сплottedных единиц и плотков древесину предварительно подвергают сушке, особенно это касается пород древесины с большой плотностью, а также в состав сплottedных единиц из круглых лесоматериалов лиственных пород включают определенный процент хвойного подплава [4], что не всегда возможно и экономически целесообразно. Таким образом, для

увеличения и стабилизации запаса плавучести сплочных единиц, а также уменьшения их осадки было предложено обертывать сплочные единицы в гибкий водонепроницаемый материал [5, 6, 7, 8, 9].

Одна из первых разработанных плоских сплочных единиц, имеющая стабилизированный запас плавучести и исключая непосредственный контакт древесины с водой, защищена патентом РФ № 2381949 [6, 7]. Исключение длительного контакта древесины с водой в ряде случаев является обязательным условием ее дальнейшего использования [10, 11, 12].

Целесообразно в гибкий водонепроницаемый материал обертывать усовершенствованные плоские сплочные единицы, которые выполнены по патентам РФ № 2460679, № 2456200, № 2525498 [13, 14, 15]. При этом в случае полного обертывания в гибкий водонепроницаемый материал они будут считаться плоскими сплочными единицами стабилизированной плавучести. Когда их обертывание осуществляется частично, то есть обертывается гибким материалом определенный процент круглых лесоматериалов в сплочной единице, то их следует рассматривать как плоские сплочные единицы с повышенным запасом плавучести или условно имеющие стабилизированный запас плавучести.

При условии того, что усовершенствованные плоские сплочные единицы не обертываются в гибкий водонепроницаемый материал, их коэффициент запаса плавучести при спуске на воду определяется следующим образом [5]

$$K_{зп} = 1 - \frac{V_{пшк} \rho_{пшк} + V_{опк} \rho_{опк} + m_{ст}}{V_{опсе} \rho_{в}} \quad (1)$$

где  $V_{пшк}$  – объем лесоматериалов повышенной плавучести с учетом коры, м<sup>3</sup>;

$\rho_{пшк}$  – плотность лесоматериалов повышенной плавучести с учетом коры, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{опк}$  – объем лесоматериалов ограниченной плавучести с учетом коры, м<sup>3</sup>;

$\rho_{опк}$  – плотность лесоматериалов ограниченной плавучести с учетом коры, кг/м<sup>3</sup>;

$m_{ст}$  – масса сплочного такелажа, кг;

$V_{опсе}$  – общий объем плоской сплочной единицы, включающий объем древесины и коры круглых лесоматериалов повышенной плавучести и ограниченной плавучести, а также объем сплочного такелажа, м<sup>3</sup>;

$\rho_{в}$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

По истечению времени при контакте древесины с водой ее плотность будет увеличиваться, тогда коэффициент запаса плавучести на определенный момент времени рекомендуется [5] определять по зависимости

$$K_{зп} = 1 - \frac{V_{пшк} (\rho_{пшк} + b_{пшп} t_H) + V_{опк} (\rho_{опк} + b_{осп} t_H) + m_{ст}}{V_{опсе} \rho_{в}} \quad (2)$$

где  $b_{пшп}, b_{осп}$  – средняя интенсивность поглощения жидкости лесоматериалами соответственно повышенной и ограниченной плавучести, кг/м<sup>3</sup> в сутки;

$t_H$  – время намокания, с.

Если плоские сплочные единицы обертываются полностью в гибкий водонепроницаемый материал, то есть обеспечивается полная изоляция древесины от воды, то коэффициент запаса плавучести следует рассчитывать по формуле [5]

$$K_{3П} = 1 - \frac{K_{ППСЕ} (V_{ППК} \rho_{ППК} + V_{ОПК} \rho_{ОПК} + m_{СТ} + m_{ГВМ})}{k_{ГВМ} \frac{V_{ОПСЕ}}{\rho_B}} \quad (3)$$

где  $K_{ППСЕ}$  – коэффициент полнодревесности плоской сплочной единицы;

$m_{ГВМ}$  – масса гибкого водонепроницаемого материала, кг;

$k_{ГВМ}$  – коэффициент, учитывающий увеличение геометрического объема плоских сплочных единиц за счет обертывающего материала.

Если плоские сплочные единицы обертываются частично, то их коэффициент запаса плавучести будет не постоянным, так как часть круглых лесоматериалов, которые не обернуты, будет со временем водонасыщаться, тогда для данного случая формула расчета коэффициента запаса плавучести с учетом (2) и (3) примет вид

$$K_{3П} = 1 - \left| \frac{K_{ППСЕ} (V_{КЛГВМ} \rho_{СрКЛГВМ} + m_{СТГВМ} + m_{ГВМ})}{k_{ГВМ} \frac{V_{ОПСЕ}}{\rho_B}} + \frac{V_{КЛ} (\rho_{СрКЛ} + b_{КЛ} t_H) + m_{СТКЛ}}{V_{ОПСЕ} \rho_B} \right|, \quad (4)$$

где  $V_{КЛГВМ}$  – объем круглых лесоматериалов, обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, м<sup>3</sup>;

$\rho_{СрКЛГВМ}$  – средняя плотность круглых лесоматериалов, обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, кг/м<sup>3</sup>;

$m_{СТГВМ}$  – масса сплочного такелажа, обернутого в гибкий водонепроницаемый материал, кг;

$V_{КЛ}$  – объем круглых лесоматериалов, не обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, м<sup>3</sup>;

$\rho_{СрКЛ}$  – средняя плотность круглых лесоматериалов, не обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, кг/м<sup>3</sup>;

$m_{СТКЛ}$  – масса сплочного такелажа, не обернутого в гибкий водонепроницаемый материал, кг;

$b_{КЛ}$  – средняя интенсивность поглощения жидкости лесоматериалами, не обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, кг/м<sup>3</sup> в сутки.

В соответствии с тем, что погруженный объем  $W_{ПКЛ}$  круглых лесоматериалов плоской сплочной единицы с учетом коры составит [5]

$$W_{ПКЛ} = \frac{V_{ППК} \rho_{ППК} + V_{ОПК} \rho_{ОПК} + m_{СТ}}{\rho_B}, \quad (5)$$

то справедливо записать следующее равенство

$$\frac{k_{ГВМ} T_{ПСЕ} B_{ПСЕ} L_{ПСЕ}}{K_{ППСЕ}} = \frac{V_{ППК} \rho_{ППК} + V_{ОПК} \rho_{ОПК} + m_{СТ} + m_{ГВМ}}{\rho_B}. \quad (6)$$

где  $T_{ПСЕ}$  – осадка плоской сплочной единицы, м;

$B_{ПСЕ}$  – ширина плоской сплочной единицы, м;

$L_{ПСЕ}$  – длина плоской сплочной единицы, м.

Из равенства (6) осадка плоской сплочной единицы со стабилизированным запасом плавучести равна

$$T_{ПСЕ} = \frac{K_{ПСПЕ} (V_{ППК} \rho_{ППК} + V_{ОПК} \rho_{ОПК} + m_{СТ} + m_{ГВМ})}{k_{ГВМ} \rho_{В} B_{ПСПЕ} L_{ПСПЕ}} \quad (7)$$

Так как плоские сплочные единицы могут обертываться частично, то с учетом равенств (4), (5) и (6) осадка будет рассчитываться по формуле

$$T_{ПСПЕ} = \left( \frac{K_{ПСПЕ} (V_{КЛГВМ} \rho_{СрКЛГВМ} + m_{СТГВМ} + m_{ГВМ})}{k_{ГВМ} \rho_{В} B_{ПСПЕ} L_{ПСПЕ}} + \frac{V_{КЛ} (\rho_{СрКЛ} + b_{КЛ} t_H) + m_{СТКЛ}}{K_{ПСПЕ} \rho_{В} B_{ПСПЕ} L_{ПСПЕ}} \right) \quad (8)$$

Анализируя зависимости (3) и (7) можно сделать вывод, что усовершенствованные плоские сплочные единицы, полностью обернутые в гибкий водонепроницаемый материал, имеют стабилизированный запас плавучести, а их осадка с течением времени не изменяется. В свою очередь равенства (4) и (8) подтверждают то, что коэффициент запаса плавучести и осадка плоских сплочных единиц, частично обернутых в гибкий водонепроницаемый материал, имеют не постоянные значения.

### Вывод

Частичное обертывание лесоматериалов в плоских сплочных единицах гибким водонепроницаемым материалом осуществляется при условии, когда требуется максимально защитить материал от механических внешних повреждений или с целью исключить контакт высококачественных круглых лесоматериалов с жидкостью. Также частичное обертывание лесоматериалов осуществляется при дефиците гибкого водонепроницаемого материала. Представленные зависимости (3), (4), (7) и (8) позволят точно определить основные транспортно-эксплуатационные показатели плоских сплочных единиц при их обертывании в гибкий водонепроницаемый материал.

### Список литературы

1. Водный транспорт леса / под общ. ред. В.И. Пятакина. – М.: МГУЛ, 2000. – 432 с.
2. Овчинников М.М. Транспорт леса: В 2 т. Т. 2. Лесосплав и судовые перевозки / М.М. Овчинников, В.П. Полищук, Г.В. Григорьев. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 208 с.
3. Лебедев Н.И. Водный транспорт леса / Н.И. Лебедев, Г.И. Поминова. – М.: Лесн. Пром-сть, 1974. – 304 с.
4. Липман Д.Н. Рациональные пути обеспечения сплавоспособности древесины: обзорная информация / Д.Н. Липман, В.О. Соколовский. – М., 1988. – 44 с. – (Лесоэксплуатация и лесосплав / ВНИПИЭИлеспром; вып. 1).
5. Васильев В.В. Усовершенствованные системы плотового сплава лесоматериалов / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев. – Saarbrücken (Германия): Изд-во LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 284 с.

6. 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.
7. Афоничев Д.Н. Сплоточная единица стабилизированной плавучести/ Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – № 6. – С. 114–120.
8. Афоничев Д.Н. Выбор гибкого водонепроницаемого материала для стабилизации плавучести плоточных единиц/ Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 1 (1). – С. 95–99.
9. Васильев В.В. Эксплуатационные показатели плоточной единицы стабилизированной плавучести / В.В. Васильев // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. – 2011. – № 8. – С. 100–102.
10. Economic Analysis of Stand Establishment for Scots Pine / Hyytiäinen K., Pömäki S., Mäkelä A., Kinnunen K. // Canadian Journal of Forest Research. – 2006. – Vol. 36, no. 5. – P. 1179–1189.
11. Skurydin Yu.G. Physical and Mechanical Characteristics of the Thermal-Wood Composition from Hydrolyzed Birch Wood / Yu.G. Skurydin, E.M. Skuridina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 316. – Art. 012066.
12. The Isothermal Degradation of Wood / Maryandyshev P.A., Chernov A.A., Popova E.I., Eseev M.K., Lyubov V.K. // Solid Fuel Chemistry. – 2016. – Vol. 50. – Iss. 6. – P. 381–389.
13. Пат. 2460679 Российская Федерация, МПК В65G69/20, В65В27/10. Плоская плоточная единица / Васильев В.В., Афоничев Д.Н.; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная лесотехническая академия (RU). – № 2011109353/13; заявл. 11.03.2011, опубл. 10.09.2012. – Бюл. № 25. – 7 с.
14. Пат. 2456200 РФ, МПК В 63 В 35/62. Сплоточная единица / В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная лесотехническая академия (RU). – № 2011108194/11; заявл. 02.03.2011; опубл. 20.07.2012. – Бюл. № 20. – 6 с.
15. Пат. № 2525498 РФ, МПК В 63 В 35/62. Плоская плоточная единица / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев, В.А. Морковин, Н.Н. Папонов; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная лесотехническая академия (RU). – № 2013122624/11; заявл. 16.05.2013, опубл. 20.08.2014. – Бюл. № 23. – 11 с.

#### References

1. Water transport of the forest / Under total. Ed. IN AND. Patyakin. – М.: MGUL, 2000. – 432 p.
2. Ovchinnikov M.M. Forest transport: In 2 volumes. Vol. 2. Timber rafting and ship transportation / M.M. Ovchinnikov, V.P. Polishchuk, G.V. Grigoriev. – М.: Publishing Center “Academy”, 2009. – 208 p.
3. Lebedev N.I. Water transport of the forest / N.I. Lebedev, G.I. Pominova. – М.: Lesn. Prom-st, 1974. – 304 p.
4. Lipman D.N. Rational ways of ensuring the drivability of wood: overview information / D.N. Lipman, V.O. Sokolovsky. – М., 1988. – 44 p. – (Forest exploitation and timber rafting / VNIPIElesprom; issue 1).

5. Vasiliev V.V. Improved systems of raft rafting timber / V.V. Vasiliev, D.N. Afonichev. – Saarbrücken (Germany): LAPLAMBERT Academic Publishing, 2014. – 284 p.
6. Pat. No. 2381949 RF, IPC B 63 B 35/62, 35/58. Rafting unit / D.N. Afonichev, N.N. Paponov, V.V. Vasiliev; applicant and patentee VGLTA. No. 2008146180/11; declared 11/21/2008, publ. 20.02.2010. – Bul. No. 5. – 6 p.
7. Afonichev D.N. Rafting unit of stabilized buoyancy / D.N. Afonichev, N.N. Paponov, V.V. Vasiliev // News of higher educational institutions. Forest Journal. – 2010. – No. 6. – P. 114–120.
8. Afonichev D.N. The choice of a flexible waterproof material for stabilizing the buoyancy of rafting units / D.N. Afonichev, N.N. Paponov, V.V. Vasiliev // Forestry journal. – 2011. – No. 1 (1). – S. 95–99.
9. Vasiliev V.V. Performance indicators of a rafting unit of stabilized buoyancy / V.V. Vasiliev // Scientific notes of Petrozavodsk State University. – 2011. – No. 8. – P. 100–102.
10. Economic Analysis of Stand Establishment for Scots Pine / Hyytiäinen K., Ilomäki S., Mäkelä A., Kinnunen K. // Canadian Journal of Forest Research. – 2006. – Vol. 36, no. 5. – P. 1179–1189.
11. Skurydin Yu.G. Physical and Mechanical Characteristics of the Thermal-Wood Composition from Hydrolyzed Birch Wood / Yu.G. Skurydin, E.M. Skuridina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 316. – Art. 012066.
12. The Isothermal Degradation of Wood / Maryandyshev P.A., Chernov A.A., Popova E.I., Eseev M.K., Lyubov V.K. // Solid Fuel Chemistry. – 2016. – Vol. 50. – Iss. 6. – P. 381–389.
13. Pat. 2460679 Russian Federation, IPC B65G69 / 20, B65B27 / 10. Flat rafting unit / Vasiliev V.V., Afonichev D.N.; applicant and patentee Voronezh State Forestry Academy (RU). – No. 2011109353/13; declared 11.03.2011, publ. 10.09.2012. – Bul. No. 25. – 7 p.
14. Pat. 2456200 RF, IPC B 63 B 35/62. Rafting unit / V.V. Vasiliev; applicant and patentee Voronezh State Forestry Academy (RU). – No. 2011108194/11; declared 03/02/2011; publ. 20.07.2012. – Bul. No. 20. – 6 p.
15. Pat. No. 2525498 RF, IPC B 63 B 35/62. Flat rafting unit / V.V. Vasiliev, D.N. Afonichev, V.A. Morkovin, N.N. Paponov; applicant and patentee Voronezh State Forestry Academy (RU). – No. 2013122624/11; declared 05/16/2013, publ. 08/20/2014. – Bul. No. 23. – 11 p.