

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗОЧНОГО РЕЙДА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НА СПЛАВЕ ПЛОСКИХ СПЛОТОЧНЫХ ЕДИНИЦ
FEATURES OF CALCULATION OF LOADING RAID PARAMETERS
WHEN USING FLAT SPLICE UNITS ON AN ALLOY**

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.

Афоничев Д.Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, Воронеж.

Afonichev D.N., doctor of technical sciences, professor, head of the department of electrical engineering and automation of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia.

Аннотация. Предложена методика расчета площади погрузочного рейда, являющегося частью перспективной транспортно-технологической схемы поставки древесины потребителям. Площадь погрузочного рейда складывается из площади хранилища плоских сплочных единиц и площади принимаемых производственных объектов. Подробно рассмотрен расчет площади принимаемых производственных объектов в зависимости от параметров плоских сплочных единиц, грузоподъемности судов и их габаритных размеров, а также особенностей установки кранов на плавучем основании. Использование данной методики дает возможность выполнить достоверный расчет требуемой площади акватории водного пути.

Summary. A method for calculating the area of the loading roadstead, which is part of a promising transport and technological scheme for the supply of wood to consumers, is proposed. The area of the loading roadstead consists of the storage area of flat flat units and the area of the received production facilities. The calculation of the area of the accepted production facilities is considered in detail, depending on the parameters of flat flat units, the carrying capacity of ships and their overall dimensions, as well as the features of the installation of cranes on a floating base. The use of this technique makes it possible to perform a reliable calculation of the required area of the water area of the waterway.

Ключевые слова: поставки древесины, транспортно-технологическая схема, погрузочный рейд, плоская сплочная единица, судно, кран.

Keywords: wood supplies, transport and technological scheme, loading raid, flat flat unit, ship, crane.

Современное развитие экономики предусматривает использование древесины различного качества [1, 2, 3, 4]. Как правило, древесина низкого качества заготавливается в местах с хорошо развитой сетью дорог. В свою очередь древесина, которая имеет более высокое качество, преобладает в лесных насаждениях, произрастающих в местах с отсутствием хорошо развитой сетью дорог [5]. В данном случае единственным способом поставки древесины потребителю является водный транспорт. Для увеличения объемов поставки древесины высокого качества из труднодоступных мест с использованием водного транспорта разработана перспективная транспортно-технологическая схема на базе усовершенствованных плоских сплочных единиц [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Разработанная транспортно-технологическая схема включает в себя три основных участка [6]: береговой склад, погрузочный рейд, рейд приплава. В практических условиях при проектировании данной транспортно-технологической схемы для определенного участка водного пути, требуется правильно рассчитать каждый участок, а также их составляющие. Рассмотрим методику расчета площади участка, занимающегося погрузкой плоских сплочных единиц в баржи, то есть погрузочного рейда.

Площадь акватории реки, которая необходима для установки погрузочного рейда, складывается из площади хранилища $S_{ЛХ}$, установленного перед двориками для сортировки и хранения плоских сплочных единиц или перед подводными коридорами, и площади принимаемых производственных объектов (производственная площадь) $S_{ППО}$, задействованных на погрузке плоских сплочных единиц в суда. На основании выше сказанного, площадь акватории реки, требуемая для погрузочного рейда, равна

$$S_{ПГР} = S_{ЛХ} + S_{ППО}. \quad (1)$$

В равенстве (1) площадь хранилища $S_{ЛХ}$ следует определять из расчета обеспечения непрерывной загрузки барж или судов.

Производственная площадь для погрузки плоских сплочных единиц в суда рассчитывается по формуле

$$S_{ППО} = S_{НД} + S_{ПК} + S_{КН} + S_{ПР} + S_{БС}, \quad (2)$$

где $S_{НД}$ – площадь накопительных двориков, m^2 ;

$S_{ПК}$ – площадь проводящих коридоров, m^2 ;

$S_{КН}$ – площадь необходимая для установки кранов на плавучем основании, m^2 ;

$S_{ПР}$ – площадь причалов, m^2 ;

$S_{БС}$ – площадь необходимая для установки непосредственно возле причала судов, m^2 .

Общая площадь накопительных двориков $S_{НД}$ должна позволять расположить на своей территории объем древесины в плоских сплочных единицах равный грузоподъемности загружаемого судна. В случае если планируется одновременная загрузка нескольких барж, то объем древесины в плоских сплочных единицах увеличивается согласно грузоподъемности загружаемых судов. На основании сказанного площадь накопительных двориков (рисунок 1) определяется выражением

$$S_{нд} = l_{нд} b_{нд} k_{унд} n_{нд} + (n_{нд} + 1) l_{бнд} b_{бнд}, \quad (3)$$

где $l_{нд}$ – длина накопительных двориков, м;

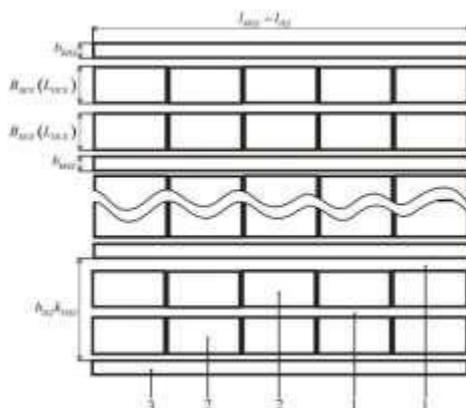
$b_{нд}$ – ширина накопительных двориков, м;

$k_{унд}$ – коэффициент уширения накопительных двориков;

$n_{нд}$ – количество накопительных двориков, шт.;

$l_{бнд}$ – длина бонов в накопительных двориках, м;

$b_{бнд}$ – ширина бонов в накопительных двориках, м.



1 – накопительный дворик; 2 – ряды плоских сплочных единиц; 3 – бон

Рисунок 1. Схемы расчета площади акватории реки для устройства накопительных двориков

В приведенном выражении (3) ширина накопительных двориков принимается равной длине $L_{псе}$ или ширине $B_{псе}$ плоских сплочных единиц, поступающих на рейд, или кратной ширине и длине сплочных единиц. Коэффициент уширения накопительных двориков принимается от 1,1 до 1,3. Количество накопительных двориков необходимо рассчитывать следующим образом

$$n_{нд} = \frac{n_{бс} n_{ндпсе} B_{псе} (L_{псе}) k_{знд}}{l_{нд} n_{ндсе}}, \quad (4)$$

где $n_{бс}$ – количество судов, одновременно загружающихся на рейде, шт.;

$n_{ндпсе}$ – количество плоских сплочных единиц, необходимых для размещения в накопительных двориках для загрузки одной баржи, шт.;

$k_{знд}$ – коэффициент, учитывающий заполнение накопительных двориков плоскими сплочными единицами;

$n_{ндсе}$ – количество рядов плоских сплочных единиц в накопительных двориках, шт.

Количество судов, одновременно загружающихся на рейде $n_{бс}$, рассчитывается исходя из их грузоподъемности, объема древесины, поступающей на рейд, и продолжительности одного рейса, а коэффициент, учитывающий заполнение накопительных двориков плоскими сплочными единицами принимается от 0,8 до 0,95. Расчетное

количество плоских сплочных единиц, необходимых для размещения в накопительных двориках для загрузки одного судна определяется как

$$n_{\text{НДПСЕ}} = \frac{Q_{\text{БС}}}{L_{\text{ПСЕ}} V_{\text{ПСЕ}} H_{\text{ПСЕ}} K_{\text{ПСПЕ}} \rho_{\text{СДС}}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{БС}}$ – паспортная грузоподъемность судна, кг;

$H_{\text{ПСЕ}}$ – высота плоской сплочной единицы, м;

$K_{\text{ПСПЕ}}$ – коэффициент полнодревесности плоской сплочной единицы;

$\rho_{\text{СДС}}$ – средняя плотность древесины, кг/м³.

Площадь проводящих коридоров, необходимая для подвода плоских сплочных единиц в зону действия наплавного крана, в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2, составит

$$S_{\text{ПК}} = b_{\text{ПК}} l_{\text{ПК}} k_{\text{ПК}} n_{\text{ПК}} + (n_{\text{ПК}} + 1) l_{\text{БПК}} b_{\text{БПК}} = b_{\text{ПК}} k_{\text{ПК}} n_{\text{ПК}} (L_{\text{БС}} + a_{\text{БС}}) + (n_{\text{ПК}} + 1) l_{\text{БПК}} b_{\text{БПК}}, \quad (6)$$

где $b_{\text{ПК}}$ – ширина проводящих коридоров, м;

$l_{\text{ПК}}$ – длина проводящих коридоров, м;

$k_{\text{ПК}}$ – коэффициент уширения проводящих коридоров, учитывающий свободный проход плоских сплочных единиц между бонами, принимается равным от 1,2 до 1,4;

$n_{\text{ПК}}$ – количество планируемых проводящих коридоров, устанавливается в зависимости от расстановки судов относительно друг друга, шт.;

$l_{\text{БПК}}$ – длина бонов в проводящих коридорах, м;

$b_{\text{БПК}}$ – ширина бонов в проводящих коридорах, м;

$L_{\text{БС}}$ – наибольшая длина используемых судов, м;

$a_{\text{БС}}$ – расстояние между судами, его принимают равным 20 % длины наибольшего судна [12], м.

Ширина проводящих коридоров $b_{\text{ПК}}$ принимается равной длине или ширине плоских сплочных единиц, поступающих из накопительных двориков в проводящие коридоры, то есть, каким образом расположены сплочные единицы в накопительных двориках, таким образом, они располагаются и в проводящих коридорах, при этом длина бонов равна длине проводящих коридоров.

Выражение (6) справедливо при условии, если судно загружается одно или загрузка идет одновременно двух судов, установленных параллельно друг другу вдоль причалов. В случае одновременной загрузки двух судов, установленных друг за другом вдоль причала, или одновременной загрузки трех, четырех судов (рисунок 2), потребная площадь акватории водного объекта будет равна

$$S_{\text{ПК}} = b_{\text{ПК}} l_{\text{ПК}} k_{\text{ПК}} n_{\text{ПК}} + (n_{\text{ПК}} + 1) l_{\text{БПК}} b_{\text{БПК}} = b_{\text{ПК}} k_{\text{ПК}} n_{\text{ПК}} [2(L_{\text{БС}} + a_{\text{БС}})] + (n_{\text{ПК}} + 1) l_{\text{БПК}} b_{\text{БПК}}. \quad (7)$$

техническое обеспечение: межвуз. Сб. научн. Тр. / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2007. – Вып. 3. – С. 36–42.

6. Васильев В.В. Транспортно-технологическая схема поставки лесоматериалов потребителям в плоских сплотовых единицах по принципу плоская сплотовая единица – баржа / В.В. Васильев, И.И. Аксенов // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции; г. Воронеж 24-25 ноября 2020 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – С. 30–33.
7. Васильев В.В. Усовершенствованные системы плотового сплава лесоматериалов: монография / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев. – Saarbrücken (Германия): Изд-во LAPLAMBERT Academic Publishing, 2014. – 284 с.
8. Митрофанов А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение: монография / А.А. Митрофанов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. – 492 с.
9. Афоничев Д.Н. Сплотовая единица стабилизированной плавучести / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – № 6. – С. 114–120.
10. Афоничев Д.Н. Выбор гибкого водонепроницаемого материала для стабилизации плавучести сплотовых единиц / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 1 (1). – С. 95–99.
11. Пат. № 2381949 РФ, МПК В 63 В 35/62, 35/58. Сплотовая единица / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная лесотехническая академия (RU). – № 2008146180/11; заявл. 21.11.2008, опубл. 20.02.2010. – Бюл. № 5. – 6 с.
12. Справочник по водному транспорту леса / под общ. ред. В.А. Щербакова. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 384 с.

References

1. Porfiriev B.N. Energy on Renewable Sources: Prospects for the World and for Russia / B.N. Porfiriev, S.A. Roginko // Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – Vol. 86, iss. 6. – P. 433–440.
2. 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.
3. Fernando D. Behavior of Basalt Fiber Reinforced Polymer Strengthened Timber Laminates under Tensile Load / D. Fernando, A. Frangi, P. Kobel // Engineering Structures. – 2016. – Vol. 117. – P. 437–456.
4. Khorsandnia N. Nonlinear Finite Element Analysis of Timber Beams and Joints Using the Layered Approach and Hypoelastic Constitutive Law / N. Khorsandnia, H.R. Valipour, K. Crews // Engineering Structures. – 2013. – Vol. 46. – P. 606–614.
5. Afonichev D.N. Optimization of the placement of intra-site roads in the raw materials bases of logging enterprises / D.N. Afonichev // Nature management: resources, technical support: interuniversity. Sat. scientific. Tr. / Voronezh State Forestry Academy. – Voronezh, 2007. – Issue. 3. – P. 36–42.

6. Vasiliev VV Transport and technological scheme for the supply of timber to consumers in flat rafting units on the principle of flat rafting unit – barge / VV. Vasiliev, I.I. Aksenov // Science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them: materials of the international scientific and practical conference; Voronezh November 24-25, 2020 – Voronezh: Voronezh GAU, 2020. – pp. 30–33.
7. Vasiliev V.V. Improved systems of rafting timber rafting: monograph / V.V. Vasiliev, D.N. Afonichev. – Saarbrucken (Germany): LAPLAMBERT Academic Publishing, 2014. –284 p.
8. Mitrofanov A.A. Timber rafting. New technologies, scientific and technical support: monograph / A.A. Mitrofanov. – Arkhangelsk: Publishing house of ASTU, 2007. –492 p.
9. 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.
10. 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.
11. 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 Voronezh State Forestry Academy (RU). – No. 2008146180/11; declared 11/21/2008, publ. 20.02.2010. – Bul. No. 5. – 6 p.
12. Handbook on water transport of the forest / Under total. Ed. V.A. Shcherbakov. – M.: Lesn. prom-st, 1986. –384 p.