

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 630\*378.33

### Судно для осуществления плотового сплава леса

А.Ю. Мануковский<sup>1\*</sup>, Д.А. Макаров<sup>1</sup>, К.С. Подойницын<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. Кирова, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила 13.11.2011, принята 20.02.2012

*Проблема повышения эффективности плотового сплава леса назрела давно. Модернизация и введение в эксплуатацию новых типов техники позволит решить ряд существенных проблем возникающих при сплаве леса в плотах. Статья представляет возможность повышения эффективности плотового лесосплава путем внедрения специального типа буксирного судна для осуществления плотового сплава леса, позволяющего снизить гидродинамическое сопротивление движению плота. Реализация данного решения и является нашей главной целью. Нами было разработано буксирное судно-тримаран с мобильными боковыми корпусами, между которыми закрепляется гидродинамический обтекатель, состоящий из нескольких надувных секций. Так же предложены типы материалов, из которых выполняется надувной гидродинамический обтекатель. Предложенный нами тип буксирного судна для осуществления сплава леса в плотах позволит повысить эффективность плотового сплава леса, и даст возможность отказаться от типовых буксирных средств, а так же применения длинных буксировочных тросов. Расположение предлагаемого типа судна в головной части плота позволит улучшить его маневровые характеристики, что отразится на предельно допустимых углах поворота и ширине транспортного пути на сложных участках лесосплавного пути.*

**Ключевые слова:** сплав леса, сортиментный плот, гидродинамическое сопротивление, формирование плотов, речной буксир, водометный движитель.

### A vessel for log rafting

A.Yu. Manukovsky<sup>1\*</sup>, D.A. Makarov<sup>1</sup>, K.S. Podoinitsyn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State Forest Technical Academy, 5, Institutsky per., St. Petersburg, Russia

Received 13.11.2011; Accepted 20.02.2012

*The problem of improving log rafting effectiveness cannot be put off. Modernization and putting into operation new types of equipment will allow solving of a number of important problems in the process of log rafting. The article proposes resources to increase the log rafting effectiveness by means of a special kind of tugboat adoption to realize log rafting that can reduce tractive hydrodynamic resistance. To put this into practice is our major task. We have developed a tug-trimaran having mobile side hulls, with a hydrodynamic fairing consisting of several inflatable sections fixed between them. To produce the inflatable hydrodynamic fairing certain types of materials have been suggested as well. The proposed type of a tugboat will enable to improve the effectiveness of log rafting and stop using both standard tugboats and long towing cables. Placing this type of a vessel at the head of a float will make it possible to improve its manoeuvre characteristics that will have an effect on the maximum permissible rotation angle and the width of a transportation route on the difficult sections.*

**Keywords:** float, assortment raft, hydraulic resistance, river tugboat.

Проблема повышения эффективности плотового сплава леса стоит довольно-таки давно, и существует множество способов частичного ее решения. Как правило, подобные решения касаются непосредственно конструкции плота, пучков его составляющих, их формы, объема и других характеристик. Вопросы, связанные с управлением плотом при его буксировке и средствами буксировки, практически не поднимаются и, как правило, остаются без внимания, хотя именно скорая доставка больших объемов древесины и представляет основную проблему.

Классическая операция сплава леса в плотах представляет собой процесс буксировки плота двумя и более буксирными катерами, количество и тип которых определяются из потребной мощности буксировки [1]. При больших объемах плотов общее количество буксирных катеров на разных операциях сплава леса может достигать 14 единиц и более на один плот. Подобная картина довольно плачевно сказывается как на экологической обстановке в акватории, так и на экономических затратах, вызванных потребностью в техническом обслуживании буксиров, топливно-смазочных материалах и др.

Как известно, буксирный катер буксирует плот посредством буксировочного каната. Длина буксировоч-

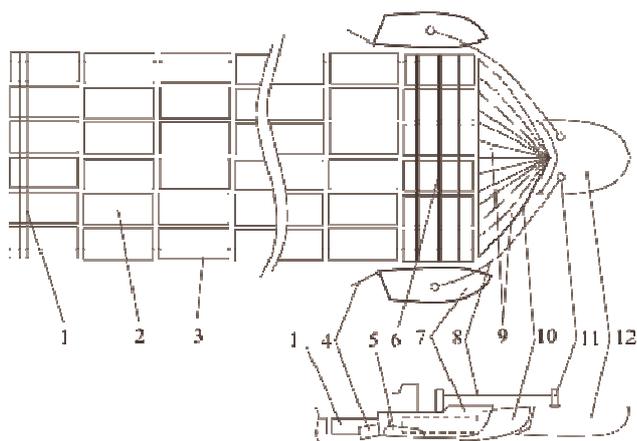
\* E-mail address: shtopordm@mail.ru

ного каната, обеспечивающая управляемость при возможном малом воздействии на нее струи, отбрасываемой движителем, определяется, исходя из мощности буксировщика [1] и может достигать 300...400 м. Подобное технологическое решение, хоть и применяется на практике десятилетиями, не оправдывает своей эффективности в плане управляемости плота. Известно, что чем ближе к носовой части плота будет находиться движитель, тем маневренней будет плот. Но, как сказано ранее, воздействие водяной струи движителя будет негативно сказываться на всем процессе сплотки. Неожиданное решение данного вопроса кроется в новом взгляде на систему «плот – буксирный катер».

Нами были проанализированы все недостатки существующей системы и предложено судно для осуществления сплава леса в плотах.

Судно (рис. 1) является тримараном, состоит из трех корпусов и относится к категории многокорпусных судов. Корпуса 7 и 12 судна соединены между собой телескопическими балками 8 посредством шарнирных опор 11. На корпусах 7 устанавливаются мощные силовые установки с двигателями 5, от которых осуществляется управление потоком воды при помощи рулей 4. Подача водяной струи осуществляется под углом 15...90° к плоту.

Стандартный плот, состоящий из пучков 2, лежней 3 и брусцов 1, в носовой части стягивается жесткими металлическими или деревянными балками 6 для уменьшения прогиба плота по длине внутрь. Для уменьшения гидродинамического сопротивления в головной части плота разворачивается надувной гидродинамический обтекатель 10, состоящий из надувных секций 9, надувая и сдувая которые возможно регулировать ширину обтекателя. Данная операция осуществляется при помощи компрессорной установки установленной на корпусе 12. Перевозка обтекателя в спущенном состоянии производится в грузовом отсеке корпуса 12.



**Рис. 1.** Судно для осуществления сплава леса в плотах в процессе эксплуатации: 1 – брусцов, 2 – пучок, 3 – лежень, 4 – рулевое устройство, 5 – движитель, 6 – балка, 7 – боковой корпус, 8 – телескопическая балка, 9 – надувные секции, 10 – гидродинамический обтекатель, 11 – шарнирная опора, 12 – центральный корпус.

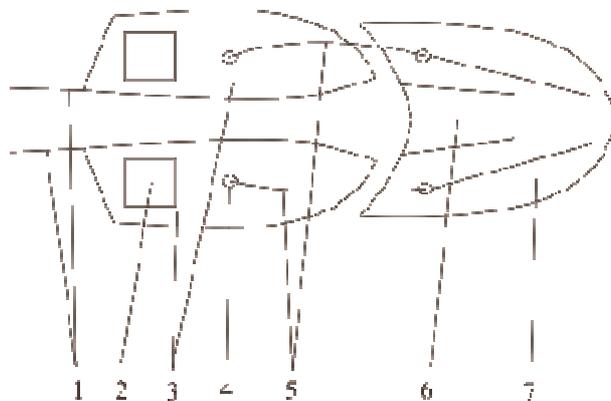
Нужно иметь в виду, что силовая установка должна обладать значительной мощностью для того, чтобы

судно могло взаимодействовать с плотами различных габаритов. Подобное решение делает судно универсальным, применяемым не только при сплаве леса в плотах, но и для буксировки барж.

Судно в порожнем состоянии представлено на рис. 2. В таком положении рули для прямолинейного движения выставляются прямо, а осуществление поворота производится поворотом одного из рулей (правый – направо, левый – налево). При этом корпуса 3 при помощи телескопических балок 5 заводятся за корпус 7, в отсек 6 которого укладывается в сложенном виде гидродинамический обтекатель. Управление судном осуществляется из рубок 2, установленных на корпусах 3. Управление может осуществляться из любой рубки, при этом команды на оборудование другой рубки поступают дистанционно.

В процессе подготовки к буксировке плота или баржи ослабляются фиксаторы телескопических балок 5, в связи с чем боковые корпуса 3 отходят на определенное расстояние от центрального корпуса 7, образуя при этом между собой расстояние, равное ширине плота или баржи. Телескопические балки 5 при этом жестко фиксируются, после чего судно подходит к плоту и корпусами 3 при помощи сцепов крепится к нему.

Когда судно сцеплено с плотом, производится разворачивание гидродинамического обтекателя. Отсек 6 для хранения и транспортировки обтекателя раскрывают, вытаскивая обтекатель на воду и подавая при этом воздух в надувные отсеки. После того, как обтекатель надут, его крепят к плоту. По завершении операции плот готов к сплотке.



**Рис. 2.** Судно в порожнем состоянии: 1 – рули управления, 2 – рубка, 3 – боковой корпус, 4 – шарнирная опора, 5 – телескопическая балка, 6 – отсек для хранения и перевозки гидродинамического обтекателя, 7 – центральный корпус.

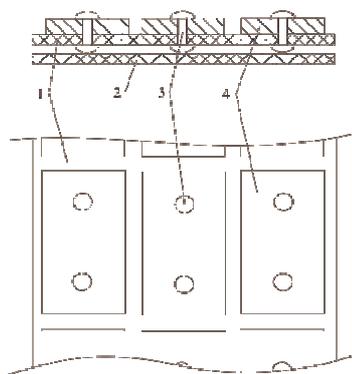
Обтекатель представлен несколькими надувными секциями, образующими заданную форму и выполненными из высокопрочного материала (прорезиненный кевлар, несколько слоев брезента или прорезиненное стекловолокно) [4, 5]. В качестве примера можно предложить следующий тип обшивки обтекателя (рис. 3).

Обшивка состоит из двух слоев брезента 1 и 2, а также пластиковых или деревянных защитных щитков 4. Щитки 4 необходимы для уменьшения вероятности повреждения брезентового слоя обшивки в случае столкновения с плавающим предметом. Они крепятся к брезентовому полотну 1 при помощи заклепок 3, при

этом в месте соприкосновения с брезентом наносится клей для более прочного сцепления. Для предотвращения пропускания воды места вокруг заклепок с внутренней стороны проклеиваются еще одним слоем брезентового полотна.

Необходимость применения пластика или древесины для изготовления защитных щитков 4 обусловлена тем, что острые края металла, образовавшиеся из-за коррозии или некачественного изготовления, также способны повредить брезентовое полотно. Подобный тип обшивки обладает достаточной прочностью.

Как отмечалось ранее, подобный тип обтекателя позволяет довольно просто регулировать свою ширину, надувая и сдувая секции. Такое техническое решение позволяет в сжатые сроки подстроиться буксировочному судну под тот или иной тип плота (баржи).

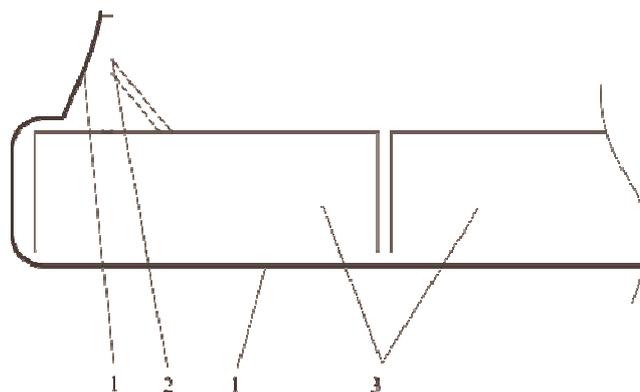


**Рис. 3.** Альтернативный тип обшивки корпуса гидродинамического обтекателя: 1 – первый слой брезента, 2 – второй слой брезента, 3 – заклепка, 4 – защитный щиток.

### Литература

1. Митрофанов А.А. Научное обоснование и разработка экологически безопасного плотового лесосплава. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 1999. 268 с.
2. Басин А.М., Анфимов В.Н. Гидродинамика судна. Сопротивление воды, движители, управляемость и качка. Л., 1961. 684 с.
3. Фомилъцев М.Н., Львов И.П., Соколов К.Б. Плоты (конструкция, эксплуатация, технология). М.: Лесн. пром-ть, 1978. 216 с.
4. Полимерные композиционные материалы. Свойства. Структура. Технологии / под ред. А.А. Берлина. СПб.: Профессия, 2009. 560 с.
5. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технологии /С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. М.: Изд-во Интеллект, 2009. 352 с.
6. Мануковский А.Ю., Макаров Д.А. Альтернативные самотормозящиеся плоты с кормовыми гидродинамическими тормозами. Воронеж, 2010. 11 с. Деп. В ВИНТИ. 29.12.10, № 731-В2010.
7. Мануковский А.Ю., Макаров Д.А. Самотормозящийся плот с мобильными тормозными щитами стойкими гидродинамическим перегрузкам. Воронеж, 2010. 17 с. Деп. В ВИНТИ. 29.12.10, № 732-В2010.

Для сохранности древесины и уменьшения гидродинамических сопротивлений совместно со плоточным судном возможно применять покрытие плота водонепроницаемым материалом. Покрытие водонепроницаемым материалом только подводной части плота еще при его формировании (рис. 4) позволит избежать намокания и закисания древесины и обеспечит ее предварительную сушку в процессе буксировки. Во избежание попадания влаги во время дождя допустимо создание брезентовых навесов и перевозка сопутствующих грузов.



**Рис. 4.** Покрытие водонепроницаемым материалом подводной части плота: 1 – водонепроницаемый материал, 2 – стойка-борт, 3 – секция.

Применение описанных технических решений дает возможность наиболее эффективно осуществлять процесс сплава леса в плотках, как с технологической, так и качественной точек зрения.

### References

1. Mitrophanov A.A. Scientific rationale and designing of environmentally friendly rafting. Arkhangelsk: Izd-vo Arkhang. gos. tekhn. un-ta, 1999. 268 s.
2. Basin A.M., Anfimov V.N. Ship hydrodynamics. Water resistance, drivers, steerability and rolling. L., 1961. 684 s.
3. Fomil'tsev M.N., L'vov I.P., Sokolov K.B. Rafts (design, operation, technology). M.: Lesn. prom-t', 1978. 218 s.
4. Polymeric composite materials. Properties. Structure. Techniques / pod red. A.A. Berlina. Spb.: Professiya, 2009. 560 s.
5. Bazhenov S.L., Berlin A.A., Kul'kov A.A., Oshmyan V.G. Polymeric composite materials. Strength and techniques. M.: Izd-vo Intellect, 2009. 352 s.
6. Manukovsky A.Yu., Makarov D.A. Alternative self-braking rafts equipped with stern hydromatic brakes. Voronezh, 2010. 11 s. Dep. v VINITI. 29.12.10, №731-V2010.
7. Manukovsky A.Yu., Makarov D.A. A self-braking raft equipped with a mobile brake backplate resistant to hydrodynamic overload. Voronezh, 2010. 17 s. Dep. v VINITI. 29.12.10, №732-V2010. 29.12.10, №732-V2010.