

Рис. 3. Поля скорости рабочего агента в сушильной камере ЦНИИМОД-49 с заложеным штабелем.

Литература

References

1. Пейч Н.Н., Царев Б.С. Сушка древесины. М., Выс. школа, 1971.
2. Федяев А.А. Энергосбережение при сушке пиломатериалов за счет кинетической оптимизации // Вестн. КрасГАУ, 2008.
3. Богданов Е.С., Козлов В.А., Кунтыш В.Б., Мелехов В.И. Справочник по сушке древесины. М., Лесн. пром-сть, 1990.
4. Шабаров В.В. Применение системы ANSYS к решению гидродинамических задач. Н. Новгород, 2006.

1. Peych N.N., Tsarev B.S. Timber drying. M.:Vyssh. shkola, 1971.
2. Fedyaev A.A. Energy saving in the process of timber drying due to kinetic optimization // Vestn. KrasGAU, 2008.
3. Bogdanov E.S., Kozlov V.A., Kuntyshev V.B., Melekhov V.I. Reference-book on timber drying. M.: Lesnaya promyshlennost', 1990.
4. Shabarov V.V. ANSYS system application to solve hydrogasodynamic problems. N. Novgorod, 2006.

УДК 630*378.33

Методы снижения гидродинамического сопротивления движению сортиментных плотов при их буксировке

А.Ю. Мануковский¹, Д.А. Макаров¹, К.С. Подойницын¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: shtopordm@mail.ru
Статья поступила 13.01.2012, принята 28.08.2012

Проблема возникновения значительных гидродинамических сопротивлений при буксировке сортиментных плотов стоит давно. В статье нами представлены наиболее перспективные методы снижения гидродинамического сопротивления движению сортиментных плотов. Целью работы является повышения эффективности плотового лесослава путем снижения гидродинамического сопротивления движению плота при его буксировке речными буксирами. Ограниченность осуществления сплава леса в плотях периодом высокой воды (половодье и паводки) задают жесткие рамки времени. Повышение скоростных характеристик плотов даст возможность уменьшить время транспортировки плота. Уменьшение сопротивлений движению плота позволит увеличить предельно допустимую скорость его буксировки, что положительно отразится на эффективности сплава леса. Анализируя конструкции современных плотов, а также методы снижения гидродинамических сопро-

тивлений в области судостроения, нами предлагается ряд методов снижения гидродинамического сопротивления движению плота. Нами рассмотрены методы снижения сопротивления движению плота путем изменения особенностей его формирования, помещением отдельных секций или пучков в обтекаемый материал, а так же введение гидродинамических обтекателей. Представленные нами в статье методы снижения гидродинамических сопротивлений позволят существенно повысить эффективность сплава леса в плотах.

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

Methods for reducing hydrodynamical resistance to assortment rafts movement while tugging

A.Yu. Manukovsky¹, D.A. Makarov¹, K.S. Podoynitsyn¹

¹St. Petersburg State Forestry Engineering University, 5 Institutsky lane, St. Petersburg, Russia. E-mail: shtopordm@mail.ru
The article received 13.01.2012, accepted 28.08.2012

The problem of considerable hydrodynamic resistance generation while tugging assortment rafts has been known for a long time. The most prospective methods to reduce hydrodynamic resistance to the assortment floats movement have been proposed in the article. Our aim is to increase the timber rafting effectiveness with the help of hydrodynamic resistance reduction to floats movement while their tugging. The rafting limited operation in the high water period (flood or flowage) sets tough timeframe. The rise in floats velocity properties will provide the opportunity to decrease the float transportation time. The decrease in resistance to float movement will allow increasing the maximum permissible towing speed and it can contribute to the rafting effectiveness. Analyzing the modern rafts designs as well as the methods of hydrodynamic resistance reduction in shipbuilding, we propose a number of methods to decrease hydrodynamic resistance to float movement. We have examined the methods for the movement resistance reduction with the help of changing the raft forming, placement of separate sections or bundles into the streamlined constructions, and the employment of hydrodynamic fairings. The proposed methods of hydrodynamic resistance reduction will make it possible to considerably increase the rafting effectiveness.

Keywords: rafting, assortment raft, hydraulic resistance, raft forming, tugboat.

Водный транспорт леса, являясь подотраслью лесной индустрии, по своим транспортно-технологическим и природно-социальным критериям значительно превосходит другие виды лесного транспорта (объем, экономичность, энергоресурсность, географичность и др.) и, кроме того, отличается уникальным разнообразием (молевой, кошельной, плотовой, судовые перевозки), характеризующимся специфической совокупностью положительных и отрицательных транспортно-технологических признаков, определяющих рациональность их использования и зависящих от естественных и искусственных факторов физико-географического комплекса.

Среди известных видов водного транспорта леса наиболее перспективным по социально-экономическим критериям считают плотовой лесосплав, которому присущи как положительные, так и отрицательные характеристики. К последним относят: сезонность работ, потери лесоматериалов, труднорегулируемая (при традиционном подходе) полнодревесность, большие габариты, сложность управления, необходимость расформирования при проводке через лимитирующие створы и последующее формирование плота, особые требования к габаритам водного пути, ограничение скорости движения и другие.

Одна из основных проблем – ограничение скорости движения плота по акватории – вызвана в первую очередь огромными гидродинамическими сопротивлениями движению, возрастающими со скоростью буксировки. Именно по этой причине максимальная скорость движения плота составляет не более 1...1,2 м/с в штиль, при этом задействуются два и более мощных буксира.

Решение проблемы огромных сопротивлений движению весьма сложно, но не невозможно. Рассмотрим ряд технических решений, позволяющих снизить гидродинамическое сопротивление движению сортиментного плота при его буксировке. Дифференцируем методы уменьшения гидродинамического сопротивления движению на метод с изменением конструкции плота и метод применения специальных средств (материалы и устройства, снижающие сопротивление движению).

Первый метод относительно прост в своем исполнении и подразумевает изменение формы плота при его формировании на более обтекаемую. В качестве примера рассмотрим предложенный нами плот с обтекаемой головной частью (рис. 1).

Плот, состоящий из пучков 1, лежней 2, оплотника 3, брустверов 4, имеет клиновидную носовую часть и буксируется при помощи буксировочных тросов 5.

Клиновидная носовая часть такого плота позволяет снизить лобовое сопротивление движению плота при буксировке за счет отвода воды вдоль бортов.

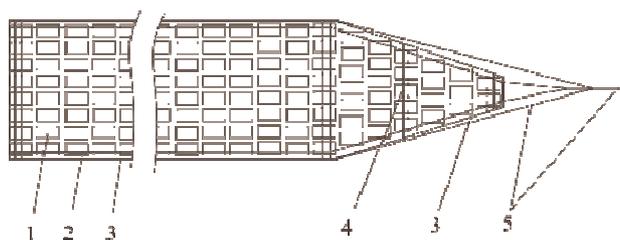


Рис. 1. Плот с обтекаемой головной частью: 1 – пучок, 2 – лежень, 3 – оплотник, 4 – бруствер, 5 – буксировочный трос.

Но подобное решение допустимо для широких плотов большого объема и не исключает перемещения вместе с плотом больших масс воды, находящейся между бревен в секциях, что, несомненно, оказывает значительное влияние на возникающие сопротивления движению плота при буксировке. Решением может служить помещение древесины в водонепроницаемую оболочку, такую, как брезент [1]. Но и у этой технологии есть свой существенный недостаток: упаривание и закисание древесины из-за воздействия температуры окружающей среды и собственной влаги, что влечет к порче. Применение веществ, поглощающих влагу, делает этот способ дорогостоящим.

Неожиданным решением данного вопроса может служить покрытие водонепроницаемым материалом только подводной части плота еще при его формировании (рис. 2). Подобное решение позволит избежать намокания и закисания древесины и обеспечит ее предварительную сушку в процессе буксировки. Для избежания попадания влаги во время дождя допустимы создание брезентовых навесов и перевозка сопутствующих грузов.

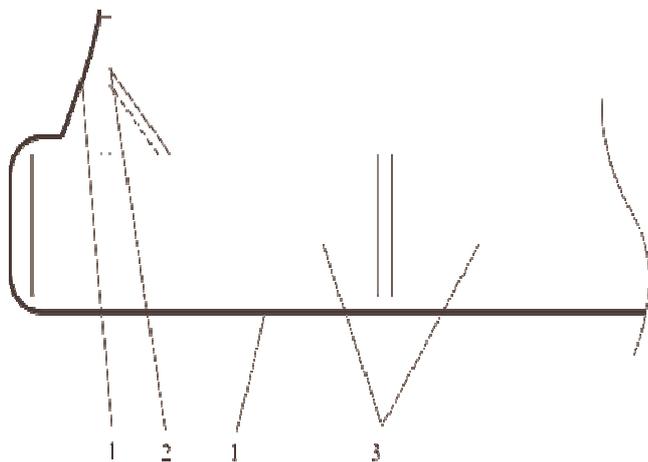


Рис. 2. Покрытие водонепроницаемым материалом подводной части плота: 1 – водонепроницаемый материал, 2 – стойка-борт, 3 – секция.

Применение подобного решения на плоту, представленном на рис. 1, позволит в разы уменьшить сопротивление движению, а, следовательно, увеличить скорость буксировки.

Не менее значимым способом уменьшения гидродинамических сопротивлений движению плота является применение гидродинамических обтекателей в головной части плота. Выделим два типа таких обтекателей: крылообразный, имеющий профиль крыла, и обтекатель типа «нос корабля», имеющий форму носовой части судна. Первый тип обтекателя (рис. 3), установленный в головной части плота, уводит массы воды под дно плота, тем самым снижая лобовое сопротивление движению. В совокупности с методами, представленными на рис. 2 и 1, подобный тип обтекателя весьма эффективен. Но использование обтекателя на стандартных плотках не будет иметь должного положительного эффекта из-за отсутствия отвода жидкости вдоль бортов, что создает завихрения.

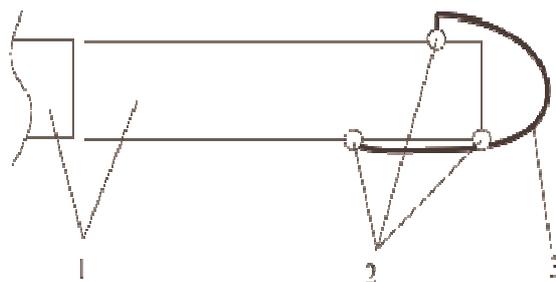


Рис. 3. Крылообразный гидродинамический обтекатель: 1 – пучки, 2 – крепления-сцепы, 3 – гидродинамический обтекатель.

Гидродинамический обтекатель типа «нос корабля» (рис. 4), имеющий форму носовой части судна, такого недостатка не имеет и позволяет основной массе воды проходить вдоль бортов плота, не создавая завихрений.

Плот, состоящий из секций 1, оплотника 2 и лежней 3, при помощи креплений-сцепов 4 жестко сцепляется носовой частью с гидродинамическим обтекателем 5. Гидродинамический обтекатель состоит из двух частей: водозаполняемой, где расположены крепления-сцепы 4, и водонепроницаемой части 7. Водонепроницаемость обеспечивается гибкой перегородкой 6 и необходима для поддержания гидродинамического обтекателя на плаву.

Буксировочные канаты 8 жестко крепятся непосредственно к плоту. Это необходимо для избежания деформации обтекателя при маневрах.

Применение подобного гидродинамического обтекателя совместно с технологией, представленной на рис. 2, позволит добиться превосходных результатов.

Гидродинамический обтекатель позволяет в разы снизить лобовое гидродинамическое сопротивление движению сортиментного плота при его буксировке.

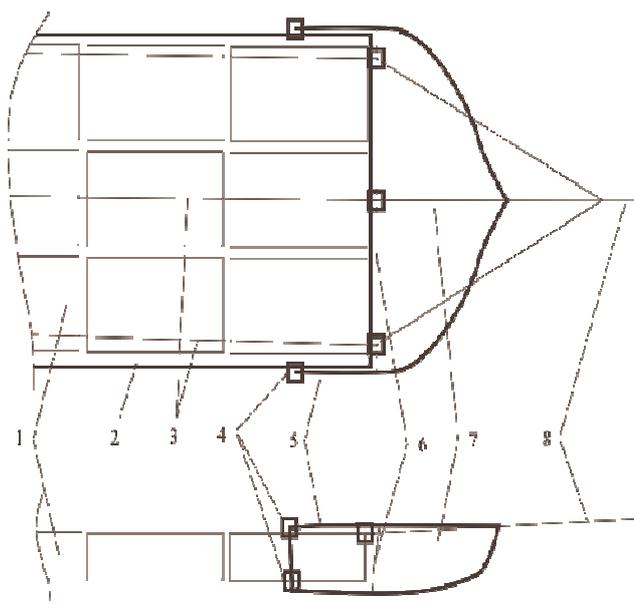


Рис. 4. Схема крепления гидродинамического обтекателя в носовой части плота: 1 – секция, 2 – оплотник, 3 – лежень, 4 – крепления-сцепы, 5 – гидродинамический обтекатель, 6 – гибкая перегородка, 7 – водонепроницаемая часть, 8 – буксировочные канаты.

Обтекатель представлен сборно-разборным каркасом, образующим заданную форму, обтянутым высокопрочным материалом (прорезиненный кевлар, несколько слоев брезента или прорезиненное стекловолокно) [4, 5]. В качестве примера возможно предложить следующий тип обшивки корпуса обтекателя (рис. 5).

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 же некачественного изготовления, способны также повредить брезентовое полотно. Подобный тип обшивки обладает достаточной прочностью.

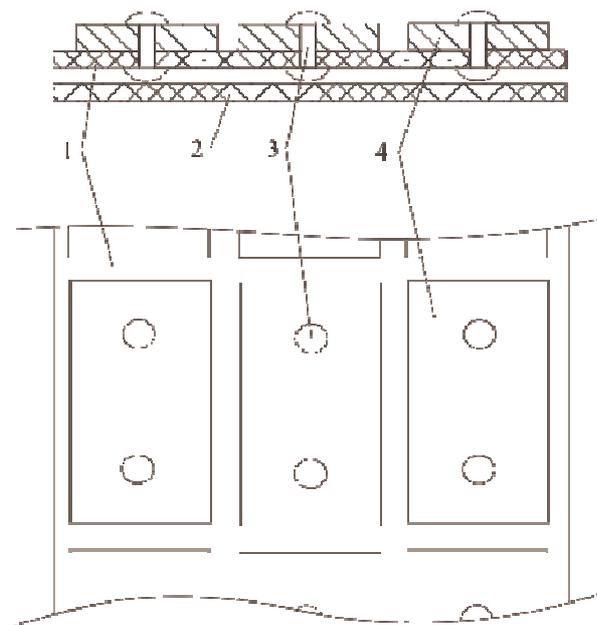


Рис. 5. Альтернативный тип обшивки корпуса гидродинамического обтекателя: 1 – первый слой брезента, 2 – второй слой брезента, 3 – заклепка, 4 – защитный щиток.

Каркас обтекателя выполняется из металлических труб, соединяемых между собой болтовыми соедине-

ниями. Возможность разбора гидродинамического обтекателя позволяет хранить его составные части в складском помещении, где они менее подвержены коррозии и занимают не так много места, нежели хранение в собранном виде под открытым небом, что благоприятно сказывается на долговечности материалов.

Создание гидродинамического обтекателя на базе плавучего основания позволит в разы увеличить эффективность эксплуатации, позволяя в короткие сроки собирать и разбирать его

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

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.: Ленингр. отд-ние, 1961. 684 с.
3. Фомильцев 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. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технологии. М.: Интеллект, 2009. 352 с.
6. Мануковский А.Ю., Макаров Д.А. Альтернативные самотормозящиеся плоты с кормовыми гидродинамическими тормозами. Воронеж: ВГЛТА, 2010. 11 с. Деп. В ВИНТИ 29.12.10 №731-B2010
7. Мануковский А.Ю., Макаров Д.А. Самотормозящийся плот с мобильными тормозными щитами стойкими гидродинамическим перегрузкам. Воронеж: ВГЛТА, 2010. 17 с. Деп. В ВИНТИ 29.12.10 №732-B2010.

References

1. Mitrofanov A.A. Scientific basis and production for environmentally friendly rafting. –Arkhangelsk: Izd-vo Arkhang. gos. un-ta, 1999. 268 s.
2. Basin A.M., Anfimov V.N. Float hydrodynamics. Water resistance, propulsion devices, steerability and rolling. L.: Leningr. otd-niye, 1961. 684 s.
3. Fomil'tsev M.N., L'vov I.P., Sokolov K.B. Floats (construction, exploitation, technology). M.: 1978. 216 s.
4. Polymer composite materials. Characteristics. Structure. Technologies. / pod red. A.A. Berlina. Spb.: Professiya, 2009. 560 s.
5. Bazhenov S.L., Berlin A.A., Kul'kov A.A., Oshmyan V.G. Polymer composite materials. Strength and technologies. M.: Intellekt, 2009. 352 s.
6. Manukovsky A. Yu., Makarov D.A. Alternative self-stopping floats with stern hydrodynamic brakes. Voronezh: VGLTA, 2010. 17 s. Dep. in VINITI 29.12.10 №731-V2010.
7. Manukovsky A. Yu., Makarov D.A. Self-stopping float with mobile brake shields resistant to hydrodynamic overloads. Voronezh: VGLTA, 2010. 17 s. Dep. in VINITI 29.12.10 №732-V2010.