

УДК 630*378.33

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОТОВОГО
СПЛАВА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С СОХРАНЕНИЕМ КАЧЕСТВА
СПЛАВЛЯЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. В. Васильев (ОКУ)

Водный транспорт леса, в частности классический способ сплава лесоматериалов, включает в себя транспортировку их в лесотранспортных единицах (сплоточных единицах и плотах), имеющих большую осадку, по водным объектам при непосредственном контакте транспортируемых лесоматериалов с жидкостью. При этом контакт лесоматериалов с жидкостью происходит на протяжении всего времени сплава, а также на сортировочно-сплоточно-формировочных рейдах и на рейдах приплава, и может продолжаться от одного месяца до срока, равного периоду навигации. Данный фактор, то есть контакт лесоматериалов с жидкостью, а также изначально большая осадка используемых конструкций сплоточных единиц и плотов негативно влияет как на экосистему эксплуатируемых водных объектов (проведение дноуглубительных работ, захламление русла реки топляком, загрязнения воды смолами, дубильными веществами и т. д.) [1, 2], так и на качество поставляемых лесоматериалов [3, 4, 5], сужая их сферу применения. Рассмотрим более подробно существующую проблему и пути ее устранения.

Заготовка древесины (круглых лесоматериалов), для сплава по водным объектам страны в ранневесенний период года во время высокого стояния горизонта воды осуществляется, как правило, зимой, или ранней весной, когда плотность древесины находится на максимальной отметке. Изготовленные из данных круглых лесоматериалов, предварительно прошедшие подготовку к сплаву, классические сплоточные единицы и сформированные из них плоты имеют большую осадку, которая при этом с течением времени увеличивается. Рост осадки лесотранспортных единиц происходит по причине водонасыщения лесоматериалов, контактирующих с жидкостью. Это является отрицательным свойством древесины, частичное устранение которого выполняется посредством нанесения на торцы гидроизоляционного слоя, но по периферии круглых лесоматериалов водонасыщение продолжается, особенно в окоренных лесоматериалах [6].

При магистральном плотовом сплаве лесоматериалов, когда габариты ле-

сосплавного хода достаточны, для проплава лесотранспортных единиц с большой, постоянно увеличивающейся, осадкой, выполнения дноуглубительных работ не требуется. В свою очередь, транспортировка лесотранспортных единиц с большой осадкой по рекам с малыми глубинами, практически невозможна и требует проведения дноуглубительных работ с привлечением специальных технических средств.

Круглые лесоматериалы, заготовленные в летний и осенний периоды года, имеют более низкий объемный вес по сравнению с объемным весом лесоматериалов, заготовленных зимой и весной, и сразу или после предварительной подготовки, в зависимости от породы древесины, транспортируются в сплотовых единицах и плотах по водным путям. Лесотранспортные единицы, изготовленные из данных круглых лесоматериалов, будут характеризоваться сниженной осадкой, которая в процессе сплава постепенно увеличивается. Использование таких лесотранспортных единиц на магистральном плотовом сплаве не проблематично, но для сплава по рекам с малыми глубинами требуется выполнять дноуглубительные работы [1]. Это обуславливается тем, что осадка у плотов и сплотовых единиц большая и непостоянная, а проведение лесосплавных работ осуществляется при низком стоянии горизонта воды.

Выполнение комплекса дноуглубительных работ, включает в себя, прокопку дна реки в местах, где наблюдается наименьшая глубина лесосплавного хода. Как правило, углубления дна реки осуществляется на перекатах и на порогах, и в исключительных случаях на всей длине плесового участка реки. Рассматриваемые работы сопровождаются изменением очертания дна реки, а при определенных обстоятельствах нарушением береговой линии. Указанные факторы являются негативным влиянием на экосистему эксплуатируемых водных объектах и для обеспечения экологической безопасности сплава лесоматериалов дноуглубительные работы должны сводится к минимуму [1].

Во время сплава круглых лесоматериалов по водным объектам, в результате контакта древесины с жидкостью, как уже отмечалось выше, происходит водонасыщение древесины. Свободное пространство в древесине (каналы сосудов, полости клеток, межклетные пространства) заполняются водой, следствием чего является увеличение плотности древесины, а значит и ее веса [3]. Увеличение плотности древесины приводит автоматически к росту осадки лесотранспортных единиц и уменьшению их коэффициента запаса плавучести до потери плавучести.

В практике водного транспорта леса могут сплаваться в сплоточных единицах и плотах окоренные круглые лесоматериалы и лесоматериалы в коре. Где интенсивность поглощения жидкости окоренных круглых лесоматериалов больше по сравнению с интенсивностью поглощения жидкости лесоматериалами в коре [6]. Несмотря на это, вопрос сплава круглых лесоматериалов без коры в настоящее время актуальный, так как согласно правилам санитарной безопасности в лесах: «В весенне-летний период не допускается хранение (оставление) в лесах заготовленной древесины более 30 дней без удаления коры (без окорки) или обработки пестицидами» [7]. Древесина, предназначенная для сплава – пестицидами не обрабатывается. При условии, если заготовка древесины происходила в лесных насаждениях поражённых вредителями то, как правило, хранение древесины на лесосеке осуществляется только в окоренном состоянии. Следовательно, сплав круглых лесоматериалов, заготовленных в весенне-летний период, будет присутствовать, и осуществляться на малых и средних реках при высоком стоянии горизонта воды, а на крупных и магистральных на протяжении всей навигации.

Проведенные экспериментальные исследования [1, 2, 6] по изучению закономерности изменения осадки моделей сплоточных единиц с течением времени, которые выполнены из окоренных и неокоренных круглых лесоматериалов породы сосны обыкновенной, заготовленных в ранневесенний период года, позволили установить следующие факты. Модели сплоточных единиц выполненных из окоренных круглых лесоматериалов и лесоматериалов в коре не прошедшие предварительную атмосферную сушку после спуска на воду затонули в течение суток, причем сплоточная единица, выполненная из окоренных лесоматериалов затонула первая. Отсюда следует, что сплоточные единицы натуральных размеров, изготовленные из окоренных и неокоренных круглых лесоматериалов не прошедшие подготовку к сплаву, сплаваться самосплавом или в составе плота не могут, по причине изначально большой плотности древесины и ее интенсивного водонасыщения с течением времени. Это влечет утоп данных лесотранспортных единиц на первоначальных этапах лесосплавных работ. В случае если сплоточные единицы натуральных размеров будут изготавливаться из круглых лесоматериалов других сплавляемых пород (ель, береза и т.д.), которые заготовлены в ранневесенний период без предварительной атмосферной сушки, то они также будут подвержены быстрому утопу из-за большой первоначальной плотности древесины и ее водонасыщения.

Модели сплочных единиц, выполненных из окоренных круглых лесоматериалов и лесоматериалов в коре, прошедшие предварительную атмосферную сушку в течение 45 суток при средней температуре 20 °С после спуска на воду продержались в течение 60 суток и не затонули [1, 2, 6]. Наибольшая интенсивность изменения осадки наблюдалась у сплочной единицы, изготовленной из окоренных лесоматериалов. Таким образом, сплочные единицы натуральных размеров, выполненные из круглых лесоматериалов породы сосны обыкновенной, ели, березы и т.д. прошедшие предварительную подготовку, сплавляться самосплавом или в составе плота могут, но в определенный промежуток времени. Причиной ограничения времени сплава является постоянное уменьшение запаса плавучести лесотранспортных единиц из-за водонасыщения древесины, где после потери запаса плавучести лесотранспортные единицы затонут. Особенно это важно учитывать, когда сплав лесотранспортных единиц происходит от берегового склада на малых реках до рейда приплава на протяжении всей навигации. Максимальное время сплава сплочных единиц и плотов, изготовленных из любой породы древесины можно определить расчетным путем.

Утоп сплочных единиц при сплаве их вольницей и отдельных сплочных единиц при сплаве в плотях приводит к захламлению русла рек топляком, что негативно влияет на экосистемы эксплуатируемых водных объектах. В случае, когда сплочная единица затонула при сплаве вольницей, то она, как правило, не разрушается, а только может создавать затор на малых реках, причина которого устраняется путем изъятия ее из воды. Но если после потери запаса плавучести сплочная единица разрушилась, то круглые лесоматериалы затонут, а, следовательно, захламление русла реки топляком неизбежно, так как очистка русел рек от топляка происходит редко и некачественно. Потеря запаса плавучести отдельных сплочных единиц в составе плота приводит к авариям, с последующим частичным разрушением конструкций плотов и размалевкой сплочных единиц. Причиной этого является цепляние сплочных единиц, потерявших запас плавучести за дно реки, в результате этого, из-за усилия в лежнях создаваемого буксирным судном, будет происходить разрыв сплочного такелажа и отдельных элементов формировочного такелажа. Свободные круглые лесоматериалы затонут. Отсюда следует, что для предотвращения захламления русла рек топляком и обеспечения экологической безопасности необходимо идти по пути стабилизации плавучести сплочных единиц.

По химическому составу древесина состоит из органических веществ (уг-

лерод, кислород, водород, азот) и минеральных веществ, которые при сгорании дают золу [3]. В общем, в состав древесины любой породы входят основные представленные элементы, которые затем образуют сложные органические соединения, где одна часть составляет клеточную оболочку, а другая – непосредственно содержится в полостях клеток. Оболочки клеток образованы из лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы, а в полостях клеток содержатся смолы, камеди, алкалоиды, эфирные масла, дубильные и красящиеся вещества. Вещества, содержащиеся в полостях клеток, при определенных условиях, растворяются в воде, изменяя ее химический состав, повышая кислотность воды.

При транспортировке древесины в сплоченных единицах и плотях по причине контакта круглых лесоматериалов с жидкостью будет происходить вымывание дубильных и красящихся веществ из древесины и коры. В результате этого происходит окрашивание окружающей жидкости определенным цветом, зависящее от количества дубильных и красящих веществ, а дубильные вещества могут выпадать в осадок, что в совокупности негативно влияет на экосистемы водных объектов.

Особую опасность для экосистем водных объектов представляют смолы, которые содержатся как в древесине, так и в коре. С химической точки зрения смолы представляют собой вещества, имеющие широкий спектр разнообразия по составу. Их можно разделить на три группы [3]:

- бальзамы (или жидкие смолы), содержащие много эфирных масел;
- собственно смолы (твердые);
- гуммисмолы или камеди-смолы, содержащие растворимые в воде гуммиобразные вещества.

В результате контакта лесоматериалов с жидкостью, содержащиеся в смолах растворимые вещества будут создавать коллоидные растворы клеящего типа [3], которые в последующем образуют вязкие тягучие вещества, оседающие на дно водоемов. По данной причине поверхность всех строительных элементов, находящихся в руслах рек и поверхность водных растений покрывается клейко-образной массой, крайне отрицательно влияющей на флору эксплуатируемых водных объектов, и как следствие на фауну (из-за повышенной кислотности воды гибнет малек). Устранение коллоидных растворов клеящего типа требует больших затрат, и как правило, очищение происходит естественным образом при условии полного прекращения лесосплавных работ. Следует также отметить [1], что в результате лесозаготовительных работ на лесосеке на по-

верхности лесоматериалов могут быть горюче-смазочные материалы, которые после попадания в водоемы будут образовывать на их поверхности масляную пленку, неблагоприятно влияющую на живые организмы рек, водохранилищ и т.д. Таким образом, для повышения экологической безопасности водного транспорта леса, нужно максимально исключить контакт древесины с жидкостью при сплаве круглых лесоматериалов в сплотовых единицах и плотках.

Кратковременное и длительное пребывание круглых лесоматериалов в жидкости, как установлено выше, приводит не только к отрицательному влиянию на экосистемы эксплуатируемых водных объектов, но и снижает качество поставляемых лесоматериалов, то есть сортность круглых лесоматериалов падает. Основной причиной снижения качества лесоматериалов в результате контакта с жидкостью являются наружные окраски и гниль [3, 4, 5]. Они появляются при не соблюдении режимов технологических процессах на сортировочно-сплотовочно-формировочных рейдах, но особенно во время сплава древесины и ее хранения в сплотовых единицах и плотках на плотостоянках.

К наружным окраскам лесоматериалов относятся химические окраски и грибные [3]. Химические окраски, проявляющиеся при сплаве древесины следующие: продубина, сплавная желтизна, дубильные потеки, глубокая оранжевая окраска. Продубина появляется на поверхности лесоматериалов хвойных и лиственных пород в виде красновато-коричневой или синевато-бурой окраски глубиной до 5 мм, которая образовывается по причине окисления дубильных веществ. Сплавная желтизна наблюдается у хвойных пород по типу сплошной поверхностной окраски лимонно-желтого цвета после просушивания, образовываемая вследствие определенных химических изменений в содержимом живых клеток заболони при недостатке кислорода. Дубильные потеки появляются, как правило, на ядровой древесине лиственных круглых лесоматериалов как поверхностные пятна неправильной формы ржаво-бурового цвета, которые образуются из-за вымывания из ядра дубильных веществ с последующим их окислением. Глубокая оранжевая окраска наблюдается на пиломатериалах и шпоне из сплавных круглых лесоматериалов березы в виде оранжевых языков и языков более светлого вида, начинающихся у торца и суживающихся по направлению вдоль волокон. Оранжевая окраска образовывается из-за химических изменений, происходящих в живых клетках древесины, а своего рода выцветы по причине вымывания красящих веществ. В совокупности [3, 4] химические окраски практически не влияют на физико-механические свойства дре-

весины, а лишь ухудшают ее внешний вид, где при определенных условиях сортность лесоматериалов, имеющих химические окраски, может снизиться, так как в облицовочном материале под открытые лаки наличие данного порока учитывается.

Грибные окраски [3, 4], как правило, появляются на заболони всех пород сплавной древесины, по причине повышенной влажности при сплаве и плохой ее просушки, в результате деятельности определенного вида грибов, которые не вызывают гниль. Наиболее часто встречаются заболонные грибные окраски у сплавных лесоматериалов: синева, кофейная темнина и плесневые окраски. Синева поражает сплавную древесину всех пород, но наиболее часто встречается у хвойных пород и имеет вид ненормальной синевато-серой окраски заболонной древесины. В первоначальный момент времени заражения сортиментов грибами синевы происходит с поверхности, а затем синева быстро проникает вглубь древесины по сердцевидным лучам, тем самым поражая и окрашивая круглые лесоматериалы полностью, при этом развитие синевы происходит при влажности древесины от 22 до 163 % [3]. Кофейная темнина появляется у сплавляемой древесины хвойных пород, чаще всего у сосны, и представляет собой кофейно-коричневую окраску заболони, но после высыхания древесины практически полностью исчезает. Плесневые окраски наблюдаются на поверхности влажной сплавной древесины в результате развития плесневых грибов, а отдельные плесневые грибы могут вызывать глубокую окраску заболони хвойных пород, которая имеет лиловый, желто-оранжевый, пурпурный цвет. Как показали исследования [4, 3], кофейная темнина и плесневые окраски не влияют на физико-механические свойства древесины, а синева снижает физико-механические свойства древесины в среднем от 3 до 5 %. При этом заболонные грибные окраски в совокупности ухудшают внешний вид древесины и сортность лесоматериалов, имеющих окраски от грибов, падает, что сужает спектр применения пораженных лесоматериалов.

В результате транспортировки круглых лесоматериалов по водным объектам, они не только могут поражаться грибными окрасками, но и грибами, которые разрушают древесину. Например, заболонная краснина является начальной стадией развития заболонной гнили, которая вызвана биржевыми дереворазрушающими грибами [3], и наблюдается у хвойных и ядровых лиственных породах в виде глубокой окраски заболони, а у ели и пихты окраска может проникать даже в спелую древесину, при этом водопоглощение древесины увели-

чивается. Заболонная гниль является конечной стадией гниения от грибов, вызывающих заболонную краснину, и проявляется в виде наружного кольца загнившей древесины на торцах круглых лесоматериалов. При выполнении лесосплавных работ необходимо также не допускать задыхания древесины и последующего развития мраморной гнили. Согласно [3, 4, 5] заболонная краснина достаточно сильно снижает физико-механические свойства, а заболонная гниль и мраморная гниль разрушают древесину.

Химическая и грибная окраска, заболонная краснина, заболонная и мраморная гниль, которые образуются на круглых лесоматериалах, сплавляемых в сплотовых единицах и плотах, ухудшают качество поставляемых лесоматериалов, то есть снижают их сортность. Отсюда следует, что при организации сплава древесины необходимо максимально уменьшить контакт круглых лесоматериалов с водой.

Для обеспечения экологической безопасности сплава круглых лесоматериалов в сплотовых единицах и плотах и сохранения качества поставляемых потребителям лесоматериалов, было предложено [1, 2, 8] обертывать сплотовые единицы гибким водонепроницаемым материалом. В ходе проведения научно-исследовательских работ в данном направлении разработана сплотовая единица стабилизированной плавучести [1, 2, 9, 10, 11], усовершенствованы плоские сплотовые единицы [1, 2, 12, 13], предназначенные для обертывания в гибкий водонепроницаемый материал и разработана конструкция плота [1, 2, 14, 15, 16, 17], включающая сплотовые единицы стабилизированной плавучести.

При обертывании сплотовых единиц гибким водонепроницаемым материалом, пространство между лесоматериалами не заполняется жидкостью, то есть создается дополнительная выталкивающая сила, а, следовательно, осадка сплотовой единицы должна быть меньше. Для доказательства этого факта, на основе экспериментальных данных по изучению закономерности изменения осадки сплотовых единиц от времени нахождения их в сплаве, было выполнено на разработанной компьютерной программе [18] моделирование процесса плавания сплотовых единиц. Установлено, что осадка сплотовой единицы, выполненной по патенту РФ № 2456200 без обертывания в гибкий водонепроницаемый материал, больше осадки этой же сплотовой единицы, обернутой в гибкий водонепроницаемый материал, в 1,43 раза (при условии, что сплотовые единицы были собраны из одинаковых лесоматериалов по размерам и физико-механическим свойствам). В свою очередь с помощью компьютерной програм-

мы [19] и экспериментальных данных [2, 6] было осуществлено моделирование процесса плавания плотов, в результате этого получено [1], что осадка плота, выполненного по патенту РФ № 2475408, меньше в 1,22 осадки плота альтернативной конструкции, при условии, что в плоту, изготовленном по патенту РФ № 2475408, сплотовые единицы обычной конструкции собраны по патенту РФ № 2456200, а сплотовые единицы стабилизированной плавучести – дополнительно обернуты в гибкий водонепроницаемый материал. Плот альтернативной конструкции выполнен согласно патенту РФ № 2475408, где все сплотовые единицы изготовлены по патенту РФ № 2456200. Также следует отметить, что при моделировании процесса плавания плотов, принимались сплотовые единицы, которые собраны из одинаковых лесоматериалов по размерам и физико-механическим свойствам. Таким образом, использование на практике сплотовых единиц стабилизированной плавучести по отдельности или в составе лесотранспортных единиц приведёт к уменьшению объёма дноуглубительных работ, а в некоторых случаях к полному их прекращению, это будет непосредственно способствовать сохранению, как естественного очертания берегов и дна реки, так и флоры и фауны эксплуатируемых водных объектов.

Теоретические исследования сплотовых единиц стабилизированной плавучести и плота на их основе, а также моделирование на ЭВМ плавания и движения данных лесотранспортных единиц показали [1], что сплотовые единицы, выполненные по патенту РФ № 2456200, и обернутые гибким водонепроницаемым материалом, имеют малую осадку и высокий показатель коэффициента запаса плавучести, которые с течением времени остаются постоянными. Плот, на основе сплотовых единиц стабилизированной плавучести, изготовленных согласно патенту РФ № 2456200, с последующей оберткой в гибкий водонепроницаемый материал, обладает пониженной осадкой и большим коэффициентом запаса плавучести, причём интенсивность роста осадки и уменьшения коэффициента запаса плавучести в процессе плавания будет минимальная по причине наличия в рядах плота сплотовых единиц стабилизированной плавучести. Такие сплотовые единицы и плоты при правильной эксплуатации могут находиться длительное время на плаву, в течение всего периода навигации, это гарантирует успешный сплав древесины от мест сплотки и формирования соответственно сплотовых единиц и плотов до пункта назначения. Отсюда следует, что утоп отдельных сплотовых единиц и рядов плота с последующим разрушением практически исключается, а значит, загрязнение водоё-

мов топляком отсутствует.

Обертывание гибким водонепроницаемым материалом сплочных единиц, будет предотвращать контакт жидкости с круглыми лесоматериалами, следовательно, содержащиеся в древесине дубильные и красящиеся вещества, смолы и горюче-смазочные материалы, которые остаются на поверхности лесоматериалов в результате пиления цепными пилами, и обработки другим инструментом, не будут попадать и загрязнять эксплуатируемые водоемы. У разработанного плота (патент РФ № 2475408) на основе сплочных единиц стабилизированной плавучести сокращается контактирующий объём лесоматериалов с жидкостью пропорционально процентному содержанию в его конструкции сплочных единиц стабилизированной плавучести, а значит загрязнения воды минимальные. Если формирование плота полностью происходит из сплочных единиц стабилизированной плавучести, то загрязнение воды полностью отсутствует. Таким образом, применение, при сплаве лесоматериалов, плотов, включающих сплочные единицы стабилизированной плавучести, существенно уменьшит загрязнение эксплуатируемых водных объектов смолами, дубильными и красящимися веществами и горюче-смазочными материалами.

Отсутствие контакта круглых лесоматериалов с жидкостью у сплочных единиц стабилизированной плавучести и частичное или полное отсутствие контакта лесоматериалов с жидкостью у разработанного плота, будет исключать химическую и грибную окраску у сплавляемых лесоматериалах, а также развитие заболонной краснины и мраморной гнили, разрушающих древесину. Следовательно, подход к изготовлению сплочных единиц путем дополнительного обертывания их гибким водонепроницаемым материалом и формирование плотов на их основе, дают возможность поставлять потребителям качественные круглые лесоматериалы высокого сорта.

Необходимо также отметить тот факт [1], что внедрение в практику плотового сплава лесоматериалов плотов на основе сплочных единиц стабилизированной плавучести даст возможность увеличить объём первоначального сплава лесоматериалов и ввести в эксплуатацию реки с малыми глубинами, без капитального вложения с получением положительного годового экономического эффекта. Это сократит объёмы транспортировки древесины автомобильным транспортом, то есть снижается общая протяжённость строительства лесовозных дорог, при этом сократятся площади изменения естественного ландшафта земель лесного фонда и загрязнение окружающей среды выбросами автомо-

бильного транспорта

Выводы

1 Используемые в практике сплава круглых лесоматериалов конструкции лесотранспортных единиц отрицательно влияют на экосистемы эксплуатируемых водных объектов и на качество поставляемых лесоматериалов, снижая их сортность.

2 Для устранения выявленных недостатков предлагается внедрять в практику лесосплава сплочные единицы, обернутые в гибкий водонепроницаемый материал, которые обладают стабилизированным запасом плавучести, а также лесотранспортные единицы на их основе.

3 Применение усовершенствованных сплочных единиц и разработанной конструкции плота в практике сплава круглых лесоматериалом, будет способствовать уменьшению отрицательного воздействия на экосистемы эксплуатируемых водных объектов, и обеспечивать поставку качественных лесоматериалов потребителям.

Библиографический список

1 Васильев, В. В. Повышение эффективности и экологической безопасности плотового сплава лесоматериалов : дис. ... к-та. тех. наук: 05.21.01 : защищена 25.10.13. / В. В. Васильев. – Воронеж, 2013. – 259 с.

2 Васильев, В. В. Повышение эффективности и экологической безопасности плотового сплава лесоматериалов : автореф. дис. ... к-та тех. наук : 05.21.01 / В. В. Васильев. – Воронеж, 2013. – 16 с.

3 Перельгин, Л. М. Древесиноведение / Л. М. Перельгин. – М. : Гослесбумиздат, 1949. – 376 с.

4 Уголев, Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение : учебник для сред. проф. образования, 2-е изд. / Б. Н. Уголев. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

5 Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник для лесотехнических вузов, 2-е изд. перераб. и доп. / Б. Н. Уголев. – М. : МГУЛ, 2001. – 340 с.

6 Васильев, В. В. Изменение осадки плоской сплочной единицы / В. В. Васильев // Лесотехнический журнал / ФГОУ ВПО ВГЛТА. – Воронеж, 2013. –

№ 1 (9). – С. 78-86.

7 Постановление № 414 от 29 июня 2007 г. «Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/enactions/3> – Загл. с экрана.

8 Афоничев, Д. Н. Выбор гибкого водонепроницаемого материала для стабилизации плавучести сплотовых единиц / Д. Н. Афоничев, Н. Н. Папонов, В. В. Васильев // Лесотехнический журнал / ФГОУ ВПО ВГЛТА. – Воронеж, 2011. – № 1 (1). – С. 95-99.

9 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 ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». – № 2008146180/11 ; заявл. 21.11.2008 ; опубл. 20.02.2010, бюл. № 5. – 6 с.

10 Васильев, В. В. Эксплуатационные показатели сплотовой единицы стабилизированной плавучести / В. В. Васильев // Учёные записки Петрозаводского государственного университета / ПетрГУ. – Петрозаводск, 2011. – № 8. – С. 100-102.

11 Афоничев, Д. Н. Сплоточная единица стабилизированной плавучести / Д. Н. Афоничев, Н. Н. Папонов, В. В. Васильев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал / С(А)ФУ. – Архангельск, 2010. – № 6. – С. 114-120.

12 Пат. 2456200 РФ, МПК В 63 В 35/62. Сплоточная единица / В. В. Васильев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». – № 2011108194/11 ; заявл. 02.03.2011 ; опубл. 20.07.2012, бюл. № 20. – 6 с.

13 Пат. 2460679 РФ, МПК В 65 G 69/20, В 65 В 27/10. Плоская сплотовая единица / В. В. Васильев, Д. Н. Афоничев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». – № 2011109353/13 ; заявл. 11.03.2011 ; опубл. 10.09.2012, бюл. № 25. – 7 с.

14 Пат. 2475408 РФ, МПК В 63 В 35/62. Плот / Д. Н. Афоничев, В. В. Васильев, Н. Н. Папонов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». – № 2011140910/11 ; заявл. 07.10.2011 ; опубл. 20.02.2013, Бюл. № 5. – 6 с.

15 Васильев, В. В. Повышение эффективности плотового сплава лесоматериалов на реках с малыми глубинами / В. В. Васильев, Н. Н. Папонов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : матер. десятой междунар. научно-технической конф. / ВоГТУ. – Вологда, 2013. – С. 44-47.

16 Васильев, В. В. Определение осадки плота, содержащего сплотивные единицы стабилизированной плавучести / В. В. Васильев // Лесотехнический журнал / ФГОУ ВПО ВГЛТА. – Воронеж, 2012. – № 2 (6). – С. 84-93.

17 Афоничев, Д. Н. Совершенствование конструкции плота для сплава древесины по рекам с малыми глубинами / Д. Н. Афоничев, В. В. Васильев, Н. Н. Папонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – № 02 (76). С. 274-283. – Шифр Информрегистра: 0421200012/0129. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/22.pdf>.

18 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2012617944 РФ. Программа построения графиков зависимости осадки плоских сплотивных единиц от основных факторов, определяющих их сплавоспособность [Текст] / В. В. Васильев, Д. Н. Афоничев, Н. Н. Папонов ; правообладатель ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». – № 2012615734 ; заявл. 10.07.2012 ; зарег. 03.09.2012.