

**Секция
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

Студ. А.А. Духовник, В.О. Бискуп
Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Е.А. Леонов
(кафедра лесных машин, дорог
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ТРУДНОДОСТУПНОГО ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА ПРИ МИНИМАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РУЧНОГО ТРУДА

Освоение труднодоступного лесосечного фонда Республики Беларусь традиционно связано с высокой себестоимостью и трудоемкостью выполняемых работ, а применяемые технологии разработки лесосек характеризуются ограниченным использованием в данных условиях машинных комплексов «харвестер – форвардер», низкой производительностью труда, значительной долей ручного труда и др.

Задачей предлагаемого способа разработки лесосек является увеличение производительности работ, уменьшение производственного травматизма, повышение культуры производства, снижение негативного влияния колесного движителя на почвогрунты.

Предлагаемый способ поясняется рис. 1 и 2. На отведенной в рубку лесосеке 1 производятся подготовительные работы с учетом наличия лесозаготовительной техники. Подготовительные работы включают обустройство верхнего склада 2, зоны безопасности 3, подъездного лесовозного пути 4, наметку технологических коридоров 5, трелевочных волоков 6 и границ пасек 7.

На первом этапе разработки лесосеки 1 (рис. 1) на доступной к освоению ее части в процессе движения по технологическому коридору 5 харвестер 8 производит разработку полосы леса шириной равной двойному максимальному вылету стрелы гидроманипулятора, осуществляя валку деревьев 9 с последующей очисткой их от сучьев, раскряжевкой на сортименты 10 и укладкой их по обеим сторонам от технологического коридора 5. Лесосечные отходы 11, образующиеся после очистки деревьев 9 от сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты 10, распределяются харвестером 8 по технологическому коридору 5 и прилегающих к нему участках для укрепления пути, то есть повышения его несущей способности, по которому движется харвестер 8 при срезании очередных деревьев, а форвардер 12 – при сборе сортиментов 10. За харвестером 8 на безопасном расстоянии не менее 50 м движется форвардер 12, который производит сбор и подвозку сортиментов 10 на верхний склад 2. На верхнем складе 2 сортименты 10 укладываются в штабели 13, а затем загружаются на лесовозный

автопоезд 14 с гидроманипулятором, установленным на его раме, с последующей вывозкой потребителю [1].

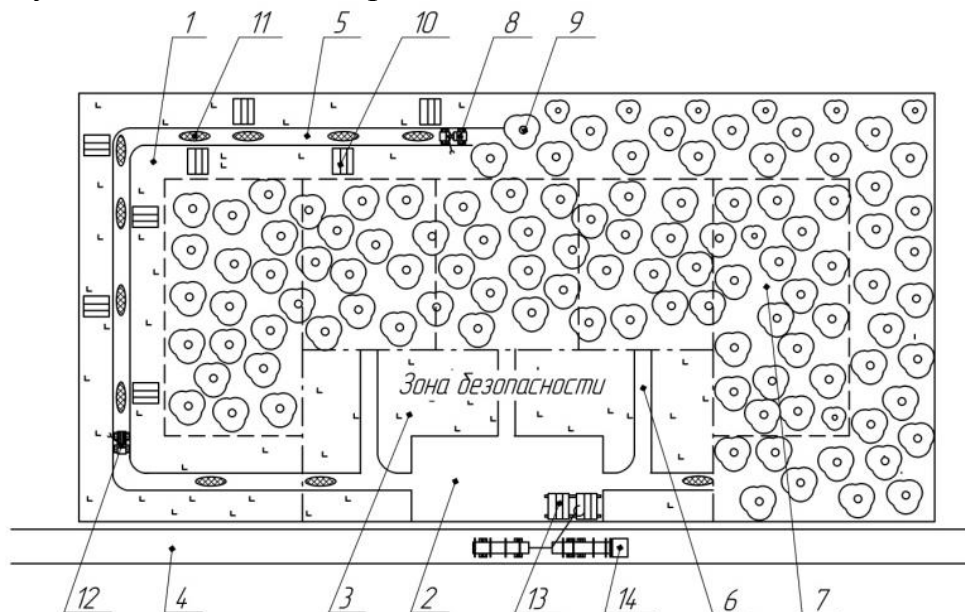


Рисунок 1 – Первый этап разработки лесосеки с использованием системы машин харвестер и форвардер

Второй этап разработки лесосеки 1 (рис. 2) производится на труднодоступных ее участках по узкопосечной технологии, при которой разбивка неосвоенной части лесосеки 1 производится на пасеки 7 шириной 25–30 м по центру которых прокладываются трелевочные волокна 6 перпендикулярно к подъездному лесовозному пути 4. Разработка пазек 7 начинается с ближней по отношению к верхнему складу 2 стороны. Вальщик производит валку деревьев 9 бензопилой 15 вершиной на трелевочный волок 6. Колесный трелевочный трактор 16 с канатно-чокерной оснасткой движется по технологическому коридору 5 до границы пасеки 7, примыкающей к нему с установкой на трелевочный волок 6 на безопасном расстоянии от работы вальщика с бензопилой 15, где производит разворот с установкой щита до упора в землю по направлению к поваленным деревьям 17 на трелевочный волок 6. Канатомкость барабана колесного трелевочного трактора 16 ТТР-411 составляет 90 м для одной из его модификаций. Такая длина каната позволяет обеспечивать сбор поваленных деревьев 17 по всей длине разрабатываемой пасеки 7. Чокеровщиком канат лебедки разматывается к поваленным на трелевочный волок 6 деревьям 17. Поваленные деревья 17 чокеруются чокеровщиком и в последующем оператором колесного трелевочного трактора 16 производится их подтаскивание к щиту, после чего щит приподнимается гидросистемой и

осуществляется трелевка поваленных деревьев 17 за вершины на верхний склад 2 с укладкой их в штабель 18. На верхнем складе 2 харвестером 8 производится очистка деревьев из штабеля 18 от сучьев с последующей раскряжевкой стволовой части на сортименты 10 с укладкой их в штабели 13, древесина из которых вывозится потребителю по подъездному лесовозному пути 4 лесовозным автопоездом 14 с гидроманипулятором [1].

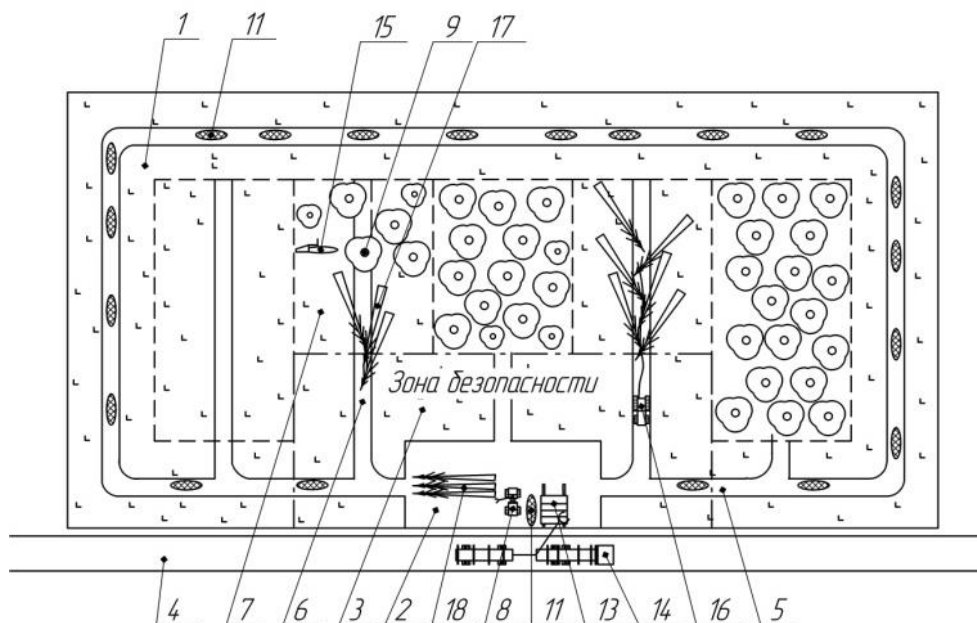


Рисунок 2 – Второй этап разработки лесосеки с использованием системы машин бензопила, колесный трелевочный трактор с канатно-чокерной оснасткой и харвестер

После выполнения основных лесосечных работ и вывозки древесины потребителю валы лесосечных отходов 11 перерабатываются передвижной рубильной машиной на щепу с последующей ее доставкой на энергообъекты автощеповозом или оставляются на верхнем складе 2 для перегнивания.

На рассматриваемый способ разработки лесосеки авторов В. А. Симановича, Е. А. Леонова, Д. А. Кононовича, С. Е. Арико, С. П. Мохова, С. А. Голякевича и А. А. Духовник подана заявка на патент и получено положительное решение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ разработки лесосеки : заявка ВУ а 20180500 / В.А. Симанович, Е.А. Леонов, Д.А. Кононович, С.Е. Арико, С.П. Мохов, С.А. Голякевич и А.А. Духовни. – Подана 04.12.2018.

Студ. Р. А. Карсюк, студ. А. Е. Лисовский,
студ. П.В. Кругленя, студ. Н.В. Кругленя

Науч. рук. канд. тех. наук., доц., канд. техн. наук С.А. Голякевич
(кафедра лесных машин, дорог

и технологий лесопромышленного производства, БГТУ),

РЕКУПЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН

Одним из способов повышения энергетической эффективности мобильных машин является создание систем и механизмов способных восстанавливать энергию, затраченную на совершение работы. Данный процесс принято именовать рекуперацией. Исследованию возможностей рекуперации энергии движения машин различного назначения уделяется пристальное внимание ученых во многих отраслях промышленности. На сегодняшний день механизмы рекуперации внедрены в легковых и грузовых электромобилях, автомобилях с гибридными силовыми установками и электропоездах. Принципы рекуперации, используемые в данных машинах, разнообразны, однако эффективность многих из них часто подвергается критике. Особенно скептически ученые относятся к эффективности рекуперации в легких электромобилях. Считается [1, 2], что малость тормозного пути в общем времени цикла движения машины не позволяет эффективно заряжать аккумуляторы, а величина рекуперированной энергии не превышает 1% от общего объема ее потребления, что не оправдывает затрат на оборудование машин такими системами.

Не смотря на широкое применение идеи рекуперации энергии в других отраслях, в специализированных лесных машинах она не получила достаточного распространения на современном этапе. Преимущественно это связано с недостаточным объемам исследований в области рекуперативных возможностей на лесопромышленных операциях. В настоящее время в странах европейского союза в рамках программы Horizon 2020 реализуется 2 обширных проекта (Tech4effect и Forwarder 2020) с общим объемом финансирования свыше 1 млн евро, которые направлены на создание новых образцов мобильных лесных машин и повышение эффективности их работы. Зарубежные ученые считают, что наибольшим потенциалом повышения энергоэффективности обладают системы рекуперативного торможения. К примеру, одной из целей программы Forwarder 2020 является снижение на 30% потребления топлива форвардером на погрузочно-разгрузочных операциях за счет рекуперативного торможения при использовании манипулятора.

Ранее проведенные авторами исследования проблем технологической организации лесозаготовительного производства и эффективной эксплуатации лесных машин позволили сделать вывод о том, что помимо энергии непосредственного движения лесной машины эффективно рекуперироваться может и энергия других операций, присутствующих только в лесозаготовительном производстве. Потенциально-возможными источниками энергии, в этом случае являются: падение дерева при валке, торможение ствола дерева при обрезке сучьев, торможение рабочих органов, в частности манипуляторов на погрузочно-разгрузочных операциях и др.

Нами были проведены теоретические исследования, в рамках которых моделировалось падение дерева с последующей рекуперацией кинетической энергии его движения.

Сравнительная характеристика процессов падения дерева с различными моментами рекуперации (3,5 – 7,5 кН·м) показала, что при начале процесса рекуперации, соответствующем углу поворота харвестерной головки $\varphi_{н.рек} = \pi/32$ максимально возможная величина рекуперированной энергии составляет не более $E_{рек} = 9,1$ кДж.

В этом случае момент рекуперации достигает величины 7,5 кН·м, а продолжительность падения дерева увеличивается с 4,5 до 9,7 с. Такое увеличение времени выполнения операции валки не приемлемо для интенсивной и производительной работы харвестера. При $M_{рек} = 7,5$ кН·м величина рекуперированной энергии составляет около 15% кинетической энергии дерева, а большее увеличение $M_{рек}$ приводит к прекращению процесса падения дерева.

В процессе моделирования установлено, что прирост продолжительности падения дерева не пропорционален приросту рекуперированной энергии. Так, при $M_{рек} = 6,5$ кН·м рекуперированной энергии до $E_{рек} = 7,88$ кДж энергии при продолжительности валки $t_b = 6,9$ с, а при $M_{рек} = 5500$ Н·м – $E_{рек} = 6,67$ кДж и $t_b = 6,1$ с.

Поскольку в начальный момент времени дерево не обладает достаточной кинетической энергией, даже относительно небольшой момент рекуперации действует как стабилизирующий и препятствует падению дерева. Поэтому была сформулирована гипотеза, что более позднее начало процесса рекуперации может позволить рекуперировать больше энергии и при этом не значительно увеличивая время падения дерева. Действительно при $\varphi_{н.рек} = \pi/16$ возможно существенно увеличить реализуемый момент $M_{рек}$ до 27 кН·м без остановки падения дерева и соответственно увеличить энергию $E_{рек}$ до 30,77 кДж. При $M_{рек}=20,5$ кН·м энергия $E_{рек}$ составляет 23,38 кДж, а $t_b = 6,1$ с. Т.е. смещение начала рекуперации всего с $17,7^\circ$ до $35,4^\circ$ позволяет

увеличить величину рекуперлируемой энергии более чем в 3 раза при сопоставимой продолжительности процесса валки.

Смещение начала процесса рекуперации в $\varphi_{н.рек} = \pi/8$ позволяет реализовывать рекуперативные моменты вплоть до $M_{рек} = 53,5$ кН·м и рекуперировать до 82,5% энергии падения дерева.

Характерным является процесс с $\varphi_{н.рек} = \pi/4$. К моменту начала рекуперации дерево обладает начальной кинетической энергией в 21 кДж. Позднее начало рекуперации позволяет восстановить до 98% потенциальной энергии дерева (около 64 кДж) при продолжительности валки не более 6,2 с. Особенностью данного процесса является постепенное уменьшение энергии падения дерева от момента начала рекуперации. К моменту касания дерева горизонтальной поверхности земли его кинетическая энергия составляет всего 413 Дж. Поэтому косвенным положительным эффектом процесса рекуперации следует считать возможность плавного демпфирования падения дерева, что позволяет снизить нагрузки, действующие на рабочие органы харвестера.

Замедленное движение дерева на участке от начала рекуперации до контакта с поверхностью также приводит к более низкой силе сопротивления воздушной среды, т.к. она пропорциональна скорости движения. Это позволяет дополнительно рекуперировать до 10 кДж энергии за счет уменьшения ее рассеивания силами сопротивления воздушной среды.

Стоит отметить, что для достижения такой эффективности торможения требуется реализация весьма значительных рекуперативных моментов. Вопросы создания механизмов, способных их обеспечить должны быть изучены дополнительно как это сделано для устройств рекуперации в иных областях. При этом достигаемый эффект должен быть проанализирован в полном цикле работы машины, с учетом работы иных систем повышающих эффективность харвестера. Сама же рекуперлируемая энергия может быть накоплена в пневмогидравлическом аккумуляторе мембранного типа. Их производство налажено ведущими мировыми производителями в данной области (Bosch, Parker, EST, Eaton, Hydac). Данные гидравлические аккумуляторы имеют рабочее давление до 40 МПа, обеспечивают высокую «плотность» накопленной энергии (до 195 кДж/л) и производятся с объемом до 50 л, что способно полностью обеспечить потребности в накоплении рекуперлируемой энергии. Масса таких гидравлических аккумуляторов варьируется в широком диапазоне от 45 кг для 9 литрового баллона до 167 кг для 48 литрового.

Область использования полученной при рекуперации энергии в приводах харвестеров достаточно широка. Среди наиболее перспективных – компенсация запаздывания процесса регулирования гидронасосов во время начала работы нескольких объемных гидравлических потребителей; привод малообъемных потребителей (пыльные механизмы, ротаторы, поворотные устройства манипуляторов и т.д.), питание дополнительного оборудования (освещение, кондиционирование и т.п.) после преобразования в электрическую энергию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yan Shuai, Sun Weichao. Energy Regeneration Scheme and Self-powered Criterion of Motor-driven Active Suspension. 35th Chinese Control Conference, Chengdu China, 27–29 July, 2016. Chengdu China 2016. pp. 8926–8931.

2. Быкадоров А.Л., Заруцкая Т.А., Карбинов А.В. К вопросу о качестве избыточной энергии рекуперации // Совершенствование организации и управления перевозками в условиях реформ.: Ростов. 2002. С. 212–215.

УДК 621.865.8:674

Студ. М.Д. Минаков

Науч. рук. канд. техн. наук В.Н. Гаранин

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

АНАЛИЗ РЕБРОСКЛЕИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ

В данной работе проанализируем основной ребросклеивающий станок модели РС-9, используемый на предприятиях Республики Беларусь.

Ребросклеивающий станок модели РС-9 предназначен для склеивания по кромкам полос строганого и лущеного шпона при подаче вдоль волокон с помощью клееной нити.

Кромки шпона должны быть предварительно обработаны путем точной прирезки на ножницах или фугованием на специальных станках. Область применения – предприятия по производству мебели и фанеры.

Устройство для склеивания полос шпона в непрерывную ленту включает раму 1, с конвейером 2, на котором смонтированы механизмы перемещения полос 3 и перемещения ленты 4 шпона, а также установленный вдоль механизма 3 перемещения полос поворотный механизм 5, нанесения клея на кромки 6, полос 7, шпона с ванной 8 и

роликом 9, направляющие 10, датчики 11 закрепленные на раме 1, и привод 12. При этом устройство снабжено размещенным на ванне 8 приспособлением 13 регулирования расхода клея и площади склеивания, которое выполнено в виде установленного перед роликом 9 кулачка 14 и смонтированных на механизме 3 перемещения полос съемных упоров 15. Механизм 4 для перемещения ленты шпона выполнен с установленной на его входе и связанной с приводом J2 С-образной кареткой 16, а механизм 5 нанесения клея смонтирован поворотным в горизонтальной плоскости 17. Сзади каретки 16 установлен многоленочный конвейер 18 для формирования непрерывной ленты 19.

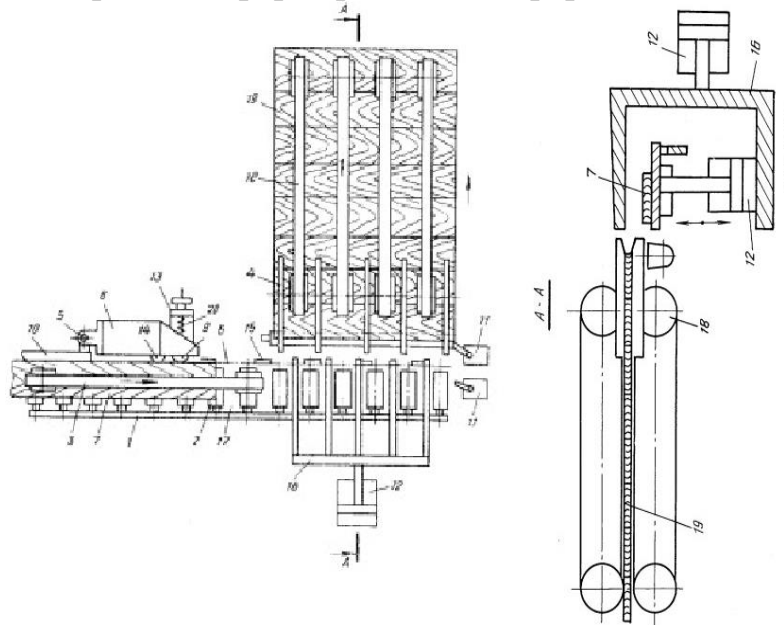


Рисунок 1 - Устройство для склеивания полос шпона в непрерывную ленту

Механизм 5 нанесения клея подпружинен относительно рамы 1 пружиной 20

Устройство работает следующим образом.

Полосы 7 шпона поочередно укладывают на механизм 3 перемещения полос. Последние, перемещаясь, взаимодействуют с роликом 9, который наносит на кромки 6 каждой полосы 7 клей.

При этом съемные упоры 15 взаимодействуют с кулачком 14, чем обеспечивают прерывистость нанесения клея.

После этого полоса 7 шпона своей поперечной кромкой нажимает на датчик 11. Последний включает каретку 16, которая перемещает полосу 7 шпона с нанесенным на одну ее кромку 6 клеем к многоленочному конвейеру 18, который постепенно формирует непрерывную ленту 19.

Устройство обеспечивает расширение технологических возможностей за счет регулирования расхода клея и формирования требуемой прерывистости его нанесения.

В ленточных ребросклеивающих станках куски шпона соединяются гуммированной лентой 3 шириной 20...25 мм, одна сторона которой покрыта мездровым клеем. Лента из рулона 4 проходит через ванночку с водой 5, а затем через электронагреваемый ролик 2 и конический ролик 8, под которой одновременно подаются рифлеными роликами 7 плотно прижатые кромки друг к другу два куска шпона 1. В результате нагрева бумага склеивается со шпоном и подсушивается.

Более совершенно безленточное соединение. В этом случае клей наносится на кромки шпона при их обработке на гильотинных ножницах или кромкофуговальных станках, а затем куски склеиваются, пропускаемые под обогреваемым прижимом. Различают станки с продольной и поперечной подачей.

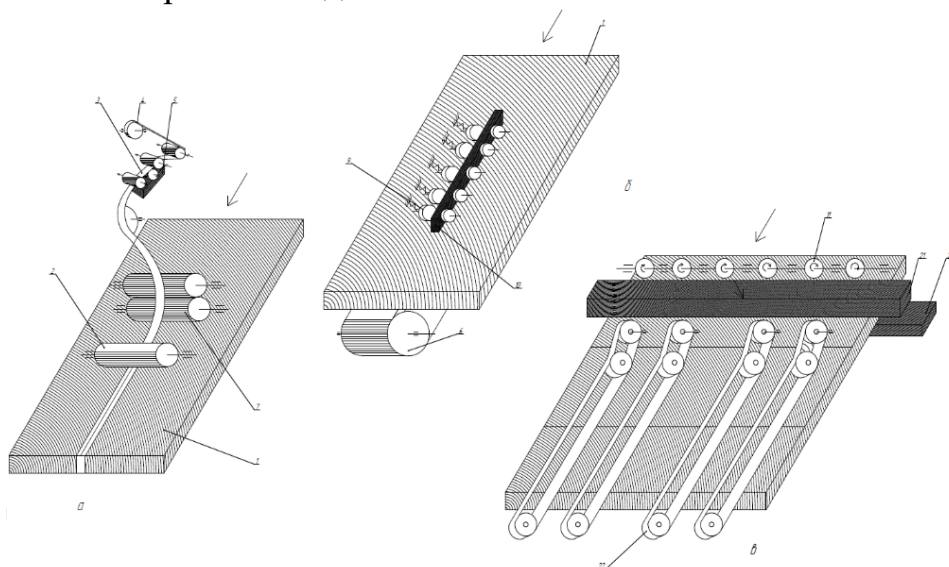


Рисунок 2 – Оборудование для склеивания кусков шпона в полноформатные куски: а – ленточные ребросклеивающие, б, в – безленточные ребросклеивающие

На столе безленточного ребросклеивающего станка с продольной подачей смонтирован пластичный конвейер 6 и два нижних подогревателя. Над столом располагается регулируемая по высоте траверса с верхними подогревателями 10 и стягивающие конусные ролики 9. Куски шпона 1 подаются в станок вручную и захватываются роликами. При их движении происходит смачивание кромок, прогревание клеевой прослойки и плотное прижатие кромок шпона.

В безленточном ребросклеивающем станке с поперечной подачей после склеивания кусков образуется непрерывная лента шпона,

которую можно разрезать на листы необходимых размеров. В отличие от станков с продольной подачей здесь сближение и поддержание контакта кромок шпона происходит за счет разности скоростей подающих роликов 11 и конвейера 22 в зоне нагрева плитами 20 и 21.

Наиболее прогрессивны и экономичны станки для склеивания нитью с термопластичным клеем. Нить из стекловолокна, покрытая термопластичным клеем, с катушки 15 подается в электронагреваемый укладчик 19, совершающий колебательное движение по дуге окружности. Расплавленная в укладчике нить укладывается волнообразно на оба соединяемых листа шпона и прижимается к ним роликом 18. Куски шпона подаются вращающимися дисками 16, а затем ускоренно выбрасываются роликами 17.

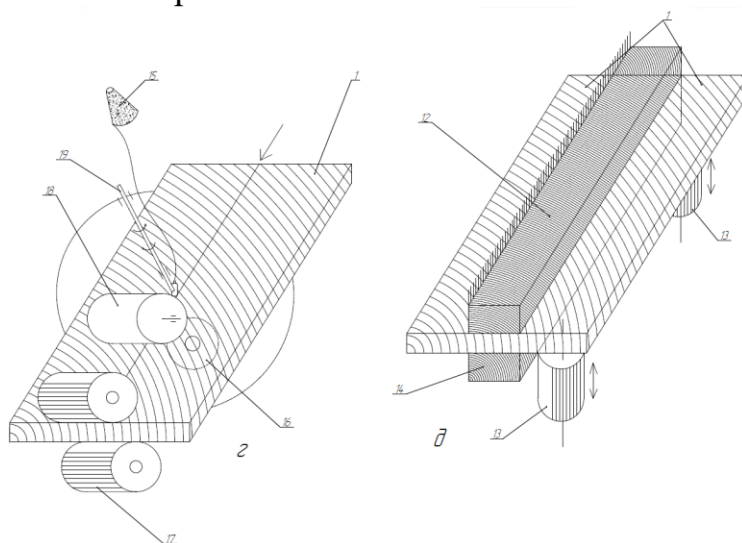


Рисунок 1.8 - Оборудование для склеивания кусков шпона в полноформатные куски: z – для склеивания термопластичной нитью, d – для склеивания ус

Для склеивания усованного шпона применяются узколенточные прессы. Склеиваемые куски 1 укладываются на подающую каретку и доставляются под нагреваемые плиты 12 и 14. Давление создается цилиндрами 13.

Таким образом, конструктивно, ребросклеивающий станок модели РС-9 не является сложным оборудованием в обслуживании, однако требует определенного уровня квалификации для работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амалицкий, В.В. Оборудование отрасли: учебник / В.В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.

ОКНА ДЕРЕВЯННЫЕ – «GREEN»-МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Окна в том виде, в каком мы видим их сейчас, прошли длинный путь от простого отверстия в стене до современных высокотехнологичных конструкций. На сегодняшний день оконные профили изготавливаются из следующих материалов: дерева, алюминия, поливинилхлорида (ПВХ), стеклопластика, стали, комбинаций материалов.

В Беларуси пластиковые окна стали популярны в 90-е годы прошлого столетия. Окна из ПВХ, или, как их обычно называют, пластиковые, на данный момент практически вытеснили привычные ранее деревянные переплеты с фасадов наших домов. Однако, многие потребители, принявшие решение установить именно пластиковые окна, основное внимание уделяют вопросу выбора конкретной модели, при этом об экологичности таких окон никто зачастую даже не задумывается. Проблема использования поливинилхлоридов включает в себя загрязнение от их производства, токсичное химическое воздействие во время использования, опасность при пожаре, а также вклад ПВХ в растущий мировой кризис твердых отходов.

Захоронение отходов производства ПВХ, содержащих большое количество диоксида и токсичных добавок, дополнительно отравляет окружающую среду, загрязняя подземные водные источники. Что касается вторичной переработки ПВХ (химического и химико-термического рециклинга), то она зачастую не осуществляется по экономическим и технической причинам. В странах Европейского союза на практике перерабатывается только три процента отходов ПВХ, так как переработанный материал имеет низкое качество и высокую стоимость. Но такие отходы крайне необходимо перерабатывать, так как их естественный процесс утилизации занимает даже не десятки, а сотни лет. Самый распространенный вид утилизации ТБО (твердых бытовых отходов) не эффективен в данном случае из-за того, что при нагревании ПВХ выделяет такие ядовитые вещества, как хлор и диоксины, а в старых оконных профилях еще и свинец, который раньше использовался в качестве стабилизатора.

Масштабное использование ПВХ – неоднозначное решение, которое может привести к серьезным экологическим проблемам. Ведь уже совсем скоро мы столкнемся с необходимостью утилизации всего этого огромного количества изделий из данного материала. И в первую очередь, окон, когда они начнут приходить в негодность. Так как срок их службы составляет около 30 лет [1].

Всемирно известная экологическая организация Greenpeace одной из первых подняла вопрос о вреде ПВХ еще в 1997 году, опубликовав в годовом отчете доклад под названием PVC: The Poison Plastic [2]. ЕРА – Агентство по охране окружающей среды США определило, что при производстве ПВХ выделяются опасные загрязнители воздуха, такие как винилхлорид, винилиденхлорид и винилацетат. ЕРА классифицирует винилхлорид как известный канцероген для человека, а винилиденхлорид – как возможный канцероген для человека. Согласно результатам исследований ЕРА, выбросы винилхлорида от производства поливинилхлорида (ПВХ), вызывают загрязнение воздуха, которое приводит к увеличению смертности и количества серьезных необратимых заболеваний. Винилхлорид, например, вызывает редкий рак печени [3]. Таким образом, существуют убедительные доказательства того, что сейчас важно и просто необходимо осуществить быстрый переход на более безопасные материалы.

Традиционным материалом, из которого изготавливаются оконные рамы, является дерево. Деревянные окна считаются самыми экологичными и безопасными. Они уже с точки зрения характеристик материала могут быть классифицированы как «зеленые». Если древесина поступает из хорошо управляемых лесов и сертифицирована в соответствии с действующими стандартами, ее можно рассматривать в качестве возобновляемого и устойчивого сырьевого ресурса.

Тем не менее, от действий производителя во многом зависит, будет ли продукт в конечном счете экологически оптимальным. Производство деревянного профиля – простой, но при этом достаточно энергоемкий процесс. В настоящее время при производстве деревянных окон используются древесные лаки, которые изготавливаются на основе воды, соответственно их можно отнести к экологичным продуктам. Кроме того, их соответствующее нанесение в заводских условиях и использование щадящих красок уменьшает воздействие на окружающую среду. С помощью современного оборудования пропитка и покраска деревянного профиля может производиться максимально тщательно и с оптимальным потреб-

лением химических веществ. Это возможно при условии, что на предприятии такое прогрессивное оборудование есть [4]. Что касается отходов такого производства, то согласно докладу Минприроды, отходы обработки и переработки древесины передаются гидролизному заводу, сельскохозяйственным предприятиям, сжигаются для получения энергии и т. д. [5].

Ухудшение качества окружающей среды и обусловленные этим заболевания, снижение трудовой активности, социальная напряженность становятся факторами, ослабляющими национальную безопасность и тормозящими развитие любой страны. В ежегодных отчетах ООН о человеческом развитии экологическая безопасность оценивается как основополагающая категория безопасного человеческого развития всех стран мира, опережая по значимости даже экономическую [6]. Многие страны уже сделали огромные шаги на пути к использованию безопасных и экологических материалов. В 1995 году парламент Швеции проголосовал за отказ от мягкого ПВХ и жесткого ПВХ с добавками, которые определены как вредные. 128 населенных пунктов в Швеции, включая Гетеборг, ввели ограничение на использование ПВХ в общественных зданиях. Шведские строительные компании официально заявили о прекращении использования ПВХ [7].

Из сообщения Министерства Здравоохранения Германии (BVA) и службы по вопросам окружающей Среды (UBA): «Так как ПВХ и пластики, содержащие «замедлители» возгорания, могут привести к выделению диоксида в случае пожара, во время переработки и утилизации, рекомендуется (если это возможно) полностью исключить использование пластиков, содержащих хлор, бром и кадмий в областях, где возможность пожаров особенно велика». В Германии более семидесяти процентов окон жилых помещений деревянные, в Швеции – около восьмидесяти процентов. При этом данные показатели имеют тенденции быстрого роста.

Принятый в 2017 году технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» ТР 041/2017 (вводится в действие 2 июня 2021 года) в разделе 6 требует:

– информировать потребителя (приобретателя) об опасных свойствах химической продукции в отношении жизни и здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, а также о мерах по ее безопасному обращению на таможенной территории Союза, в том числе в случае истечения срока годности или непригодности использования;

– информировать потребителя (приобретателя) о методах безопасной утилизации и нейтрализации химической продукции.

Согласно п. 3 решения Совета Евразийской экономической комиссии:

– просить правительства государств-Членов Союза обеспечить формирование до 1 марта 2021 года национальных частей реестра химических веществ и смесей Союза [8].

Таким образом, Беларусь, вопреки наличию «полимерного» лобби, должна ввести в реестр опасных химических веществ поливинилхлорид со всеми вытекающими последствиями (см. раздел 6 Технического регламента), что потребует внесения изменений в существующие ГОСТы и другие нормативные документы.

Государственная политика в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь направлена на улучшение качества жизни и условий труда граждан, рациональное использование и охрану природных ресурсов, разработку и внедрение в практику «зеленых» технологий [9]. «Зелеными» называют технологии, производственные процессы и цепочки поставок которых являются экологически безвредными либо менее вредными по сравнению с большинством других. Производство деревянных окон относится к таким технологиям.

Таким образом, необходимо поддерживать данное производство, способствовать пониманию и осознанию вреда, наносимого окнами ПВХ здоровью человека и окружающей среде, популяризировать установку деревянных окон. Постановление Совета Министров от 16 марта 2020 г № 147 «О применении деревянных оконных и деревянных дверных балконных блоков» является шагом вперед в данном направлении [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Популярность ПВХ делает из Беларуси кладбище старых технологий? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://interfax.b-y/news/nauka_i_tekhnologii/obzory_i_issledovanija/99351/ – Дата доступа: 05.04.2020.

2. Доклад Greenpeace «PVC: The Poison Plastic», – 1997 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/legacy/Global/usa/report/2009/4/pvc-the-poison-plastic.html> – Дата доступа: 20.03.2020.

3. Стандарты агентства по охране окружающей среды США – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Polyvinyl Chloride and Copolymers Production: National Emission Standards for Hazardous

Air Pollutants (NESHAP) for Area Sources - 40 CFR 63, Subpart DDDDDD.com – Дата доступа: 20.02.2020.

4. Все ли деревянные окна экологичны? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tybet.ru/content/articles/index.php?SECTION_ID=371&ELEMENT_ID=86418 – Дата доступа: 05.04.2020.

5. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь: Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск, 2019. – С. 101.

6. Аналитический отчет о реализации в 2016-2017 гг. Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Под ред. Пинигина В. В. Минск, 2018. – С. 312.

7. Anna Frane, Jurate Miliute-Plepiene, PVC WASTE TREATMENT IN THE NORDIC COUNTRIE – TemaNord, 2019. – С. 9-18.

8. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» (ТР 041/2017): Решение совета Евразийской экономической комиссии от 3 марта 2017 г. № 19.

9. Природные ресурсы и их рациональное использование в Республике Беларусь. Материал подготовлен Информационно-аналитическим центром при Администрации Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minoblpriro-da.gov.by/press-tsentr/novosti/prirodnye-resursy-i-ikh-ratsionalnoe-ispolzovanie-v-respublike-belarus/> – Дата доступа: 03.04.2020.

10. О применении деревянных оконных и деревянных дверных балконных блоков: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 марта 2020 г. № 147.

МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ АКРИЛАТНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Древесина – материал природного происхождения, обладающий высокими физико-механическими свойствами. Однако, имеет не равноценные прочностные характеристики в различных направлениях. Древесине присуща высокая гидрофобность и степень поражения биоорганизмами.

Изделия из древесины имеют широкое применение в различных отраслях (мебель, строительные изделия, приборостроение и т.д.). Из-за своих негативных особенностей необходимо защищать изделия из древесины. На данный момент известно множество типов защитной обработке. В работе рассмотрена технология модификации древесины березы акрилатными соединениями.

Технология модификации древесины березы акрилатными соединениями позволяет повысить физико-механические свойства, понизить гидрофобность и придать материалу однообразность во всех направлениях.

Данная технология заключается в начальном вакуумировании материала для удаления связанной влаги из клеточных стенок и межклеточного пространства, погружение изделия в полимерный раствор и последующие попеременное воздействие избыточным давлением. Конечным этапом является сушка древесины в сушильной камере для удаления лишней жидкости и отверждении защитного состава.

Созданы опытные образцы по данной технологии, которые подверглись испытаниям на водопоглощение, измерение предела прочности при изгибе и биостойкость.

Определение предела прочности производилось по следующей методике: изготавливались образцы из натуральной и модифицированной древесины размерами 10x10x150мм, после чего замерялась масса каждого из образцов с последующим определением плотности образцов.

Подготовленные образцы помещают в установку, которая постепенно увеличивает величину усилия ($V = 175+15\text{кгс/мин}$). Испытание проводится до максимального усилия, и после превышения предела прочности образца увеличение нагрузки останавливается и замедляется последнее значение.

После чего определяется предел прочности при изгибе по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P_{max} \cdot l}{b \cdot h^3}, \text{ кгс}$$

где P_{max} - максимальное давление на образец, l - расстояние между опорными частями, b, h – геометрические параметры образца

Полученные результаты обрабатываются и сводятся в сравнительную таблицу для проведения анализа результатов (таблица 1).

Таблица 1 – Плотность и предел прочности при изгибе натуральной и модифицированной древесины.

Свойство	Номер образца №			
	1	2	3(5)	4(8)
Плотность натуральной древесины, кг/м ³	616			
Плотность модифицированной древесины, кг/м ³	1158,8	1258,8	1132,2	1158,8
Предел прочности при статическом изгибе, Мпа (Натуральная древесина)	116			
Предел прочности при статическом изгибе, Мпа (Модифицированная древесина)	210	216	204	216

Проведены исследования на водопоглощение натуральной и модифицированной древесины.

Методика проведения опыта следующая: изготавливаются опытные образцы из натуральной и модифицированной древесины, размерами 10×10×10 мм, после чего производится камерная сушка при температуре 60-70 °С в течении 3-4 часов. Следующим этапом составляется таблица результатов, в которую заполняются величины масс, образцов помещенных в дистиллированную воду через 1-2 мин. Последним этапом является определение влажности образцов по формуле:

$$W = \frac{m - m_0}{m_0}$$

где m – масса древесины в увлажненном состоянии, m_0 – масса абсолютно сухой древесины.

Полученные результаты были обработаны с последующей визуализацией в виде зависимости массы образца от времени пребывания в жидкости (рисунок 1). На рисунке 1 цифрами обозначены образцы из натуральной древесины, а М1-М8 – образцы модифицированной древесины

На основе полученных данных можно сделать вывод, что после модификации можно получить высокопрочный материал, с высокой устойчивостью к влаге и биоорганизмам.

Однако, стоит отметить, что данная схема модификации древесины технологически не проста, токсична. Необходимо организовыв-

вать защиту персонала от вдыхания вредных паров и газов, проводить дополнительную проверку оборудования для модификации, в связи с высокими давлениями при пропитке.

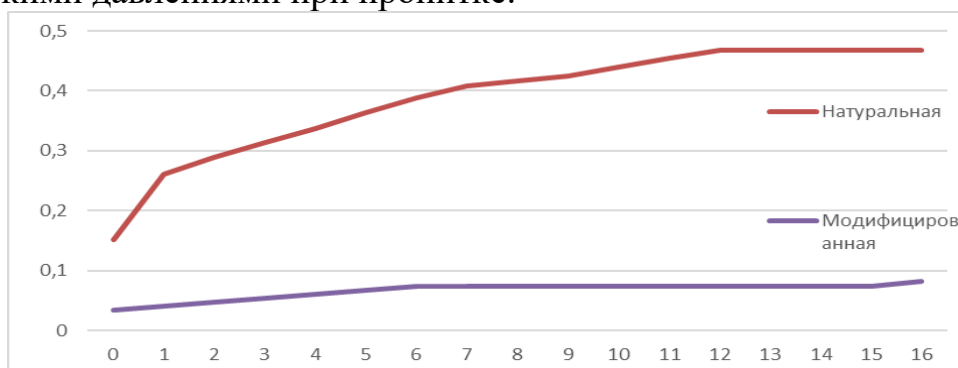


Рисунок 1 – Водопоглощение модифицированной древесины

После модификации древесины можно получить новый материал, который можно использовать при производстве строительных элементов, так и в качестве заготовок под декоративные, метизные изделия. Ввиду высоких физико-механических характеристик, высоких декоративных свойств.

На данный момент, данный материал используется для изготовления различных декоративных изделий, из него создаются готовые детали для корпусной мебели и изделий из массива.

В ходе дальнейших исследований, было выявлено, что при модификации данного материала, можно использовать красители, для приобретения материала цвета и оттенка.

Ниже представлены иллюстрации внешнего вида материала (рисунок 2) и проведения испытания на определение предела прочности (рисунок 3).



Рисунок 2 – Окрашенные модифицированные образцы



Рисунок 3 – Проведение испытаний для определения прочности модифицированной древесины на статический изгиб

ЛИТЕРАТУРА

1. US 9464196 «Controlled release, wood preserving composition with low-volatile organic content for treating in-service utility poles, posts, pilings, cross-ties and other wooden structures»
2. SU 577130 «Способ модификации древесины»
3. SU 1507568 «Состав для пропитки древесины»
4. RU 2474492 «Способ модифицирования древесины»
5. «Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины»: Москва, СТРОЙИЗДАТ, 1973.

УДК 674

Студ. Д.К. Набекало, студ. А.В. Главатский

Науч. рук. доц. Е.В. Дубоделова

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

Карбамидо-формальдегидные смолы (КФС) – основа клея для производства древесных плит и фанеры. Они представляют собой смеси низкомолекулярных продуктов (олигомеров). Наиболее часто в Беларуси применяют марки форконцентратов КФК-85 и КФК-80. Карбамидоформальдегидный концентрат – это безметанольный продукт высокой жизнеспособности, применяемый для синтеза КФС в целях снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Он включает не менее 60% формальдегида, не менее 25% карбамида и характеризуются наличием реакционно способных метанольных групп в количестве 20-25% [1].

При производстве клееных материалов и плит учитывают процессы перехода КФС в отвержденное состояние. При этом выделяют три основных стадии:

–начальная стадия, в которой смола находится после приготовления, доставляется на предприятие, хранится и вводится в производство продукции на основе древесины;

–промежуточная стадия, в которой смола переходит под действием отвердителей и температуры, а также при сроке хранения, превышающем допустимый срок, который обязательно указывается в технической документации;

–конечная стадия, в которой смола превращается в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние.

Среди основных достоинств клеев на основе карбамидоформальдегидных олигомеров можно выделить:

- высокую адгезионную способность;
- большую скорость перехода в отверждение состояние при нагреве;
- низкую вязкость (от 40 до 140 с по ВЗ-246) при высокой концентрации (массовая доля сухого остатка варьирует от 65% до 70%);
- светлую окраску (от белого до светло-коричневого);
- хорошую смешиваемость с водой;
- стабильность свойств при хранении смолы, обеспечивающей класс эмиссии формальдегида в готовой продукции не ниже E1;
- запасы сырья для их производства практически не ограничены [2];

Основными недостатками клеев на основе карбамидоформальдегидных олигомеров являются:

- они входят в группу смол средней водостойкости, что ограничивает область применения продукции комнатными и защищенными от атмосферных воздействий условиями;
- им присуща значительная усадка клея, низкое зазорозаполнение и повышенная коррозионная опасность;
- для них характерно наличие свободного формальдегида в количестве от 0,05 до 1,00%;
- образование жесткого клеевого соединения [1].

На территории ЕАЕС выпускают смолы в соответствии с ГОСТ 14231 и ТУ марок КФ-НФП, КФ-Н-54, СКФ-НМ, КФ-МТ-15 (05), КФ-НВ, КФ-А, КФ-60-П, КФ-Ж, КФ-О, КФ-ЕС, СБКФ и др. Импорт смол из стран дальнего зарубежья экономически нецелесообразен.

Целью работы являлось повышение водостойкости клеевых соединений при сохранении прочности их склеивания. Известны следующие способы достижения указанной цели [1]:

- использование в составе клеевых соединений расплавов или эмульсий гидрофобных компонентов, таких как парафин, гач, бурогольная смола, торфосмола;
- модифицирование КФС в процессе синтеза или ее совмещение с меламинам ($C_3H_6N_6$); синтетическими латексами, например БСМЛ (бутадиенстирольный метакрилатный латекс); резорцинмеламиноформальдегидными смолами; аэросилом.

Указанные способы связаны со значительными экономическими затратами ввиду либо значительных расходов гидрофобизаторов, либо необходимости их предварительной подготовки, как при получении стабильных эмульсий, так и модифицировании в процессе синтеза в целях введения в технологический процесс производства клеевых матери-

алов и плит. В связи с вышесказанным нами были выбраны гидрофобизаторы, имеющие средство к КФС заключающееся в их щелочном характере, что позволяет вводить их в состав клея с низкими расходами.

При этом проводили испытания клеевых соединений древесный шпон–КФС–древесный шпон размером 1,5×1,5 см на предел прочности при разрыве до вымачивания в холодной воде и после выдержки в ней в течение 40 минут. Для оценки клеящей и технологических свойств карбамидоформальдегидной смолы, отобранной в цехе по производству МДФ ОАО «Витебскдрев» определяли ее время отверждения (продолжительность желатинизации) при 100°C. Для этого в стакане взвешивали 50 г смолы температурой (20 ± 1) °С с точностью до 0,1 г. Затем в стакан пипеткой добавляли 2,5 мл 20%-ного раствора хлорида аммония (1% от массы смолы в пересчете на сухой хлорид аммония) и после тщательного перемешивания палочкой в течение 5 мин получали клеевой раствор. Затем в пробирку помещали около 2 г клеевого раствора и опускали в кипящую водяную баню так, чтобы уровень клеевого раствора в пробирке был на 10–20 мм ниже уровня воды в водяной бане. Затем включали секундомер и непрерывно перемешивали клей металлической палочкой до начала желатинизации. Продолжительность желатинизации оценивали временем в секундах, в течение которого композиция с введенным в нее отвердителем переходила из жидкого состояния в гелеобразное. За результат испытания принимали среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не превышало 2 с.

В качестве отвердителя использовали хлористый аммоний (NH₄Cl) 18% концентрации с расходом 1% к абс. сух смоле. Для повышения водостойкости применяли гидрофобизатор щелочного характера, применяемый при получении бетона, цемента. При введении гидрофобизатора стремились к тому, чтобы сохранить технологические свойства клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров, определяемые его жизнеспособностью. Установлено, что введение щелочного гидрофобизатора возможно при сохранении времени желатинизации на уровне от 85 до 90 с. Наилучшие значения времени желатинизации были достигнуты при введении в КФС в количестве 10 г 0,33 г отвердителя и 0,15 г гидрофобизатора.

В таблице 1 показаны пропорциональные соотношения, используемые при получении трех образцов клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров.

Таблица 1 – Пропорциональные соотношения, используемые при получении клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров

Добавляемые вещества	Образец номер №1	Образец номер №2	Образец номер №3	Контроль
Смола, г	10	10	10	10
Отвердитель, г	0,33	0,33	0,33	0,33
Гидрофобизатор, г	1,5	0,105	0,75	-

Из таблицы видно, что расходы гидрофобизатора варьируют в диапазоне от 0,75 до 1,5 г. Такой выбор расходов гидрофобизатора был связан с ожидаемым падением прочности клеевого соединения. Образец №1 и №3 отличаются расходом гидрофобизатора – 1,5 и 0,75 г, для которого значение Ph составляло 14 ед. В образце № 2 гидрофобизатор имел значение Ph 7 ед. и поэтому был выбран расход 0,105 г (таблица 2).

Таблица 2 – Расход гидрофобизатора в процентах по отношению к товарной массе КФС

Номер образца	%
Образец №1	1,5
Образец №2	0,75
Образец №3	1,05

Испытания клеевых соединений проводили следующим образом. На площадь шпона размером 1,5×1,5 см наносили в равных количествах получившиеся образцы составов, затем соединяли один образец шпона с другим (на который не был нанесен состав). Для точности измерений изготавливали 8 образцов для испытаний на предел прочности до вымачивания в холодной воде и 8 образцов для испытания после вымачивания в ней. Всего на каждый образец приходилось 16 образцов. После подготовки образцов для инициирования реакции отверждения использовали горячий пресс, предварительно нагретый до 100–110 °С. Предел прочности при разрыве определяли на испытательной машине ИР 5057-50 при скорости нагружения 100 мм/мин, закрепляя полоски шпона в зажимное устройство. Результаты испытаний образцов по вышеназванным показателям приведены на рисунке.

Из рисунка 1 видно, что самыми высокими показателями водостойкости и прочности после вымачивания в холодной воде обладал образец под номером 2. При этом по сравнению с контролем первоначально клеевое соединение обладало более низкими значениями прочности на разрыв.

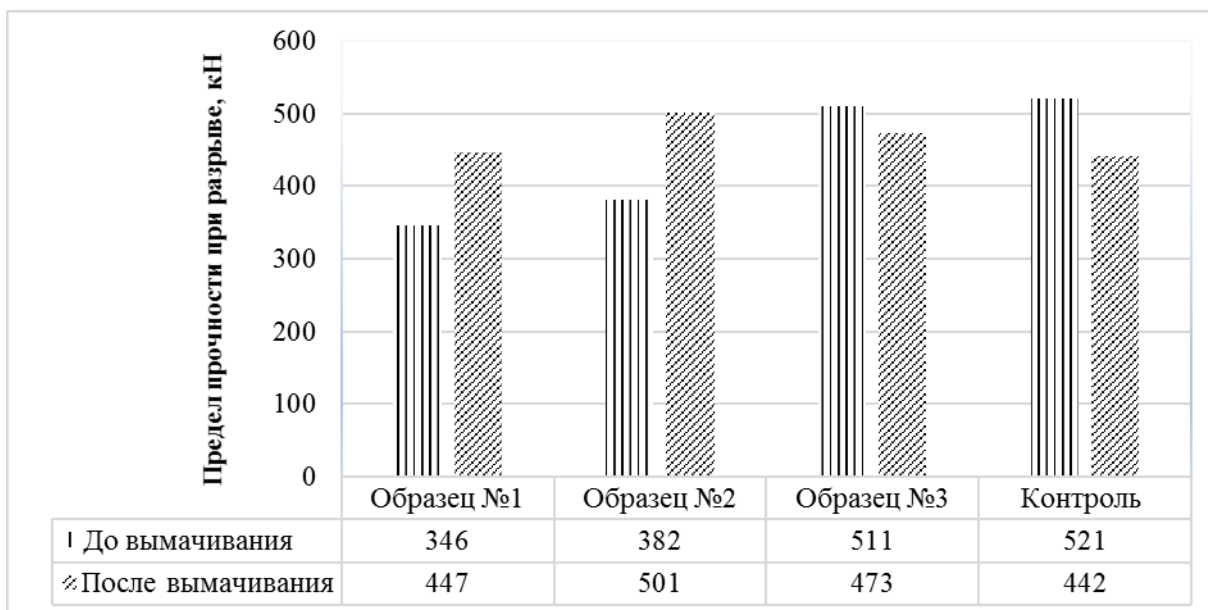


Рисунок – Результаты испытаний образцов по показателю прочности на разрыв

Таким образом, при проведении исследований было установлено, что для повышения водостойкости клеевых соединений при сохранении их прочности склеивания необходимо применять гидрофобизаторы, щелочность которых сопоставима со значением Ph карбамидоформальдегидных смол.

ЛИТЕРАТУРА

1. Божелко, И. К. Технология деревообработки: учеб.-метод. пособие / И. К. Божелко, А. А. Янушкевич, Е. В. Дубоделова. – Минск: БГТУ, 2019. – 210 с.
2. Волынский, В.Н. Технология клееных материалов: учебное пособие для вузов. (2-е изд., исправленное и дополненное) / В. Н. Волынский. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 280 с.
3. Соловьева, Т. В. Технология древесноволокнистых плит, технология древесностружечных плит, технология композиционных материалов и пластиков. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / Т. В. Соловьева, А. А. Пенкин. – Минск : БГТУ, 2009. – 144 с.