

Научная статья
УДК 624.011.1

НАПОЛНИТЕЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА КЛЕЕВЫХ СИСТЕМ

Олег Николаевич Чернышев¹, Елена Семеновна Синегубова², Самал Муратбековна Иржигитова³, Александра Андреевна Артюшина⁴

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ chernyshevon@m.usfeu.ru

² sinegubovaes@m.usfeu.ru

³ irzhigitova99@inbox.ru

⁴ artyushina.alex@mail.ru

Аннотация. В статье описано влияние различных наполнителей на свойства адгезивных систем, в том числе фенолрезорциноловых смол. Установлена эффективность использования специального порошка в составе резорцино-формальдегидных клеевых систем при изготовлении клеевых деревянных конструкций. Для получения порошка использовались измельченные кусковые обрезки фанеры.

Ключевые слова: клеевая система с наполнителями, клеи, прочность склеивания, усадка, внутренние напряжения при отверждении, резорцино-формальдегидная клеевая система, отходы при резке фанеры

Для цитирования: Наполнители и их влияние на свойства клеевых систем / О. Н. Чернышев, Е. С. Синегубова, С. М. Иржигитова, А. А. Артюшина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2023. С. 80–84.

Scientific article

FILLERS AND THEIR INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF ADHESIVE SYSTEMS

Oleg N. Chernyshev¹, Elena S. Sinegubova², Samal M. Irzhigitova³, Alexandra A. Artyushina⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ chernyshevon@m.usfeu.ru

² sinegubovaes@m.usfeu.ru

³ irzhigitova99@inbox.ru

⁴ artyushina.alex@mail.ru

Abstract. The article describes the effect of various fillers on the adhesive systems properties, including phenol-resorcinol resins. The potency and power of using a special powder in the composition of resorcin-formaldehyde adhesive systems in the manufacture of glued wooden structures has been established. Crushed lumpy plywood scraps were used to obtain the powder.

Keywords: fillers adhesive system, adhesives, bonding strength, shrinkage, internal stresses during curing, resorcin-formaldehyde adhesive system, the waste when cutting plywood

For citation: Fillers and their influence on the properties of adhesive systems / O. N. Chernyshev, E. S. Sinegubova, S. M. Irzhigitova, A. A. Artyushina // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2023. P. 80–84.

Наполнителями для полимерных композиционных материалов могут служить практически все существующие в природе и созданные человеком материалы, в том числе и сами полимеры, после придания им определенной формы или размеров: в виде сфер, порошков с нерегулярной формой частиц, чешуек, волокон и т. п., распределенных различным образом и в различных соотношениях с полимерной матрицей.

Наполнители вводят в состав клея для придания ему новых физико-механических и технологических свойств. Для наполнения резорциновых клеев используются твердые дисперсные материалы, различные по форме, структуре, природе, свойствам поверхности и способу получения [1].

Много исследований посвящено вопросам выбора наполнителей и влияния их на свойства клеев и клеевых соединений. Для наполнения клеев используется широкий ряд твердых дисперсных материалов органического и минерального происхождения: древесная мука, целлюлоза, крахмал, мука из скорлупы орехов и фруктовых косточек, каолин, тальк, мел, асбест, графит и др. При этом регулируется вязкость клея, изменяется величина модуля упругости, усадки клея, глубина его проникновения в древесину, достигается равномерное распределение напряжений в клеевом слое и уменьшается влияние изменения толщины клеевого слоя на прочность клеевого соединения.

Наилучшими условиями для получения наполненного полимера с оптимальными физико-механическими свойствами является взаимодействие поверхности наполнителя с полимерными молекулами с образованием химических связей. Гидроксильные группы, содержащиеся на поверхностях минеральных наполнителей, могут вступать в реакции с компонентами резорциновых смол.

Большая роль в формировании свойств наполненных полимеров отводится водородным связям, возникающим между поверхностью наполнителя и полимером, что приводит к ограничению подвижности отдельных участков полимерной цепи, которые препятствуют деформируемости клеевого шва.

При введении в адгезив наполнителя на прочность склеивания могут оказывать влияние следующие факторы: адсорбция на поверхности наполнителя низкомолекулярных фракций адгезива; вытеснение на границу раздела адгезив – субстрат низкомолекулярных или ограниченно совместимых с полимером фракций; уменьшение эффективной толщины клеевого слоя; структурирование полимера; снижение внутренних напряжений или более равномерное распределение их в клеевых слоях; увеличение скорости термоокислительных процессов в полимере в зоне адгезионного контакта; способность адгезива смачивать частицы наполнителя, которая зависит от характера взаимодействия полимерной среды с активными центрами поверхности твердой фазы.

Снижение внутренних напряжений при введении в клей наполнителя достигается за счет возникновения вокруг отдельных частиц наполнителя местных внутренних напряжений, направленных в разные стороны. Это приводит к тому, что суммарные напряжения будут ослаблены. Кроме того, обладая большой свободной поверхностью, наполнители вступают в контакт с функциональными группами полимеров. При этом появляются силы адгезии, обеспечивающие прочное соединение зерен наполнителя с полимером.

Анализ данных о характере структурообразования в полимерах в присутствии наполнителей различной химической природы и состава поверхности свидетельствует о том, что наполнитель может проявлять активность или быть инертным. Понятие «активный наполнитель» относительно, так как, улучшая какое-либо одно свойство клея, он может ухудшать другие его свойства.

Упрочнение полимеров вызывается развитием коагуляционных сетчато-цепочечных структур, образованных сцеплением частиц наполнителя через тонкие прослойки смолы между ними [2]. Решающее значение при этом имеет дисперсность наполнителя, которая определяет число возможных контактов вторичной структуры, количество полимера, переведенного в адсорбционное ориентированное состояние, а также толщину упрочненных стенок полимера на поверхности наполнителя.

Необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на свойства клеевых систем – химическую природу полимера и наполнителя, фазовое состояние полимера, его адгезию к поверхности, условия формирования системы, характер обработки поверхности наполнителя и его распределение в массе, когезионную прочность системы, способность надмолекулярного структурообразования, вероятность образования межчастичных контактов и т. д. [3].

В нашей стране в качестве эффективного наполнителя, снижающего усадку и повышающего прочность клеевых слоев, можно выделить гидролизный лигнин. Добавка лигнина в алкилрезорциновый клей повышает прочность клеевых соединений на 10–12 % и снижает усадку примерно в 1,6 раза. Большим достоинством клея, наполненного лигнином, является то,

что он хорошо заполняет неровности, вызванные погрешностями при фрезеровании пиломатериалов из-за изношенности некоторых станков и дефектов режущего инструмента. К недостаткам применения можно отнести уменьшение жизнеспособности клея примерно в 2–2,5 раза.

Большой интерес представляет введение в качестве наполнителя для фенолорезорциновых клеев жидкого тиокола НВБ-2, положительно влияющего на адгезионные и когезионные свойства клеев. Применение данного наполнителя значительно увеличивает вязкость и стоимость клея. Следует также отметить высокую дефицитность тиокола.

Особый интерес представляют исследования, направленные на изучение влияния древесной муки на свойства фенолоформальдегидных и фенолорезорциновых смол, а также клеевых соединений на их основе. Установлено, что при введении наполнителя рост внутренних напряжений в клеевом слое замедляется в 3–7 раз и появляется возможность использовать наполненные клеи в условиях утолщенных клеевых слоев [4].

Древесная мука распределяется в клее менее равномерно, чем минеральные наполнители. Введение древесной муки свыше 5 % ведет к значительному повышению вязкости и снижению жизнеспособности наполненного клея.

В зарубежной практике для наполнения резорциновых и фенолорезорциновых клеев используют асбест и муку из скорлупы грецких орехов. Данные клеевые системы могут быть применены для изготовления конструкций из нефрезерованных досок, при склеивании которых образуются участки с утолщенными клеевыми слоями (0,5–1,6 мм). Однако мука из скорлупы орехов дефицитна, ее получение связано с большими трудозатратами, что ведет к удорожанию клея, а применение асбеста ведет к резкому повышению вязкости клея и снижению износостойкости режущего инструмента.

Процесс наполнения резорциновых смол изучен недостаточно и требует проведения дополнительных исследований.

Учитывая это обстоятельство, в УГЛТУ на кафедре МОД проведен поиск эффективных наполнителей для уменьшения усадки и внутренних напряжений при отверждении резорцино-формальдегидных клеевых систем. При изготовлении фанеры выгруженную из клеильного пресса продукцию охлаждают и затем обрезают. Обрезка кромок фанеры необходима для выравнивания кромок, которые должны быть прямолинейными, без бахромы. Должны быть также обеспечены прямоугльность углов и правильные размеры сторон листов с отклонением не более $\pm 4-5$ мм. Данную операцию выполняют на круглопильных станках, имеющих от одной до четырех пил. Количество отходов, образующихся при обрезке фанеры, составляет 4–6 % от сырья, или 10–12 % объема чистообрезной продукции. Количество отходов при переобрезе листов – 1–4 % объема фанеры [5].

В результате предложено вводить в клей порошок, получаемый путем измельчения кусковых отходов, образующихся при обрезке фанеры.

Предварительными экспериментами установлена возможность применения данного наполнителя в составе резорцино-формальдегидных клеевых систем для склеивания ламелей при изготовлении клеевых деревянных конструкций.

Список источников

1. Иржигитова С. М., Яцун И. В., Чернышев О. Н. Влияние наполнителей на свойства клеев при изготовлении клеевых деревянных конструкций // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XIX Всерос. (нац.) науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2023. С. 412–416.
2. Ковальчук Л. М. Производство деревянных клеевых конструкций. М. : Лесная промышленность, 1979. 216 с.
3. Лукаш А. А. Технология клеевых материалов. СПб. : Лань, 2014. 144 с.
4. Фрейдин А. С., Гриб А. Е. Синтетические клеи для панельного домостроения и клеевых деревянных конструкций : обзор. информ. М. : ВНИПИ-ЭИлеспром, 1980. 40 с.
5. Справочник по фанерному производству / под ред. Н. В. Качалина ; А. А. Веселов, Л. Г. Галюк, Ю. Г. Доронин [и др.]. М. : Лесная промышленность, 1984. 432 с.

References

1. Irzhigitova S. M., Yatsun I. V., Chernyshev O. N. Influence of fillers on the properties of adhesives in the manufacture of glued wooden structures // Scientific work of the youth-forest complex of Russia: materials of the XIX All-Russian (national) scientific and technical conference of students and graduate students. Yekaterinburg, 2023. P. 412–416. (in Russ.)
2. Kovalchuk L. M. Production of wooden glued structures. Moscow : Lesnaya promyshlennost', 1979. 216 p.
3. Lukash A. A. Technology of glued materials. St. Petersburg : Lan publishing house, 2014. 144 p.
4. Freidin A. S., Grib A. E. Synthetic adhesives for panel housing construction and glued wooden structures: review information. Moscow : VNIPIEIllesprom, 1980. 40 p.
5. Handbook of plywood production / ed. N. V. Kachalina; A. A. Veselov, L. G. Galyuk, Yu. G. Doronin [et al.]. Moscow : Forest industry, 1984. 432 p.