

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ И СВЯЗУЮЩЕГО НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА

Ключевые слова: древесные отходы, опилки, композитные материалы, декинг-продукты.

Исследованы свойства ДПКТ в зависимости от различного процентного состава наполнителя и применения различных связующих. Обнаружено, что значительное улучшение характеристик всех исследуемых параметров, наблюдается при применении связующего ПЭ, которое значительно улучшает физико – механические свойства исследуемых материалов. Количественный состав наполнителя, также влияет на свойства ДПКТ, но не так значительно, как в случае использования определенного вида связующих, тем не менее, роль количественного состава наполнителя, также важна, изменением процентного соотношения наполнителя, можно увеличить физико-механические показатели почти, в два раза.

Keywords: wood waste, sawdust, composite materials, decking products.

The properties of WPCs in varying percentages depending on the composition of the filler and the use of different binders. Found that a significant improvement in performance of all investigated parameters, seen with PE binder, which significantly improves the physical - mechanical properties of the materials studied. The quantitative composition of the filler also affects the properties of WPC, but not as significantly as in the case of certain types of binders, however, the role of quantitative composition of the filler, is also important, the percentage change of the filler, it is possible to increase the physico-mechanical parameters of almost two times.

В последние годы в за рубежом широко ведутся исследования древесно-полимерных композитов на термопластичном связующем (назовем их сокращенно ДПКТ), пригодные для промышленной переработки. Результаты этих работ означают возможность создавать методом выдавливания из смеси измельченной древесины и пластика любые формы - с производительностью, характерной для пластмассовой индустрии. Свойства материала находятся посередине между пластмассой и деревом. Большой процент древесины - больше похоже на дерево, меньший - больше похоже на пластмассу. В США и Канаде уже организовано крупномасштабное производство ДПКТ. Европейские компании довольно долго игнорировали это направление, однако сейчас промышленное производство древесных композитов там уже начато, и ожидается его быстрый рост.

По разным источникам, объем мирового производства древесно-полимерных композитов на основе термопластичных смол, изготавливаемых методом экструзии, составил в 2002 году около 500-600 тысяч тонн на сумму около 750 миллионов долларов США (для сравнения: эта сумма приблизительно соответствует годовому выпуску отечественной мебели). Ожидается, что объем продаж ДПКТ в мире в 2006 году превысит 1,5 млрд долларов США, т.е. темпы роста составят около 20% в год.

В настоящее время более 50 % в общем производстве ДПКТ занимают декинг-продукты. Нужно пояснить, что такое «декинг», - для российского рынка пока неизвестная группа товаров. «Декинг» - это перебравшаяся на сушу высококачественная палубная доска, ставшая в США и Канаде важным элементом прибрежной и приусадебной архитектуры. Обычная доска какой бы ни была, без специальной защиты в подобных условиях долго не простоит. Но сильные антисептики и фунгициды токсичны, а обычный пластик слишком дорог. Поэтому декинги, изготавливаемые экструзией из дре-

весно-полимерных композитов, и стали на американском рынке своеобразным локомотивом развития этой технологии.

По имеющимся сведениям, сфера применения ДПКТ постоянно расширяется. Методом экструзии изготавливают цветочные горшки, косметические карандаши, мерительные инструменты, ручки инструментов, панели для ванн, офисные аксессуары, футляры для музыкальных инструментов, декоративные коробки и т.д. Надо полагать, что, по мере создания производственных мощностей и совершенствования технологии, экструдированные и формуемые ДПКТ на термопластичных связующих будут вскоре применены и в других областях техники - сельскохозяйственном и общем машиностроении, судостроении и т.п. Важно заметить, что производство, начатое с изделий для уличного применения, в последнее время уверенно идет к освоению и интерьерного пространства (полы, панели, двери, мебель и т.п.). Не за горами композитный дом - со всеми его конструкциями, наружным и внутренним убранством.

Древесно-полимерные композиционные материалы, предназначенные для переработки методом экструзии, состоят из трех основных компонентов:

1. частиц измельченной древесины,
2. синтетических или органических термопластичных полимеров или их смеси,
3. комплекса специальных химических добавок (аддитивов).

Свойства получаемого композита определяются свойствами полимерной матрицы, частиц древесины и характером связей и взаимодействий между ними. Количество древесины в композите (по весу) находится в диапазоне от 50 до 80 процентов. Иногда такие материалы называют супернаполненными полимерами. Последние исследования свидетельствуют о принципиальной возможности изго-

товления композита с долей древесины до 90-95 процентов. Увеличение доли древесины, как правило, приводит к уменьшению стоимости готовой продукции, но для композитных материалов это не должно быть самоцелью. По крайней мере, не во всех случаях.

В состав композиции могут входить опилки, другие растительные волокна - например, пенька, лен, сизаль, кенаф, рисовая шелуха, ореховая скорлупа и даже солома. В производстве ДПКТ могут использоваться любые термопластичные полимеры и их смеси, однако на практике применяются три группы термопластичных смол: полиэтилен (PE), полипропилен (PP) и поливинилхлорид (PVC). Больше всего используется полиэтилен - до 70 %. В нашей стране производство этих пластмасс налажено неплохо, в том числе на экспорт. В настоящее время многие американские компании уже приступили к использованию в производстве ДПКТ, наряду со смолами заводского изготовления, пластиковых промышленных и бытовых отходов (упаковочной пленки, бутылок и т.п.). Для управления технологическим процессом и свойствами ДПКТ в их состав вводят различные добавки-модификаторы: антиокислители, антимикробные средства, поверхностно-активные вещества, связующие, противоударные модификаторы, смазочные материалы, температурные стабилизаторы, пигменты, огнезащитные средства, светостабилизаторы и вспенивающие агенты. Еще одним направлением в производстве ДПКТ является применение в качестве связующих биологических полимеров - например, зерновых крахмалов, отходов кожевенного и бумажного производств и т.п. Биополимеры дешевы, к тому же из них можно изготавливать легко утилизируемые биоразлагаемые композиты. Отметим, что все ДПКТ пригодны к повторному использованию в тех же процессах. То есть в них, с начала и до конца, реализуется формула «Отходы - в доходы». По внешнему виду ДПКТ с высоким содержанием древесины более всего напоминает МДФ или твердую ДВП, а с малым содержанием - пластмассу. Они могут окрашиваться в массу или подвергаться лакокрасочной отделке обычными красками и эмалями, облицовываться синтетическими пленками или натуральным шпоном.

Целью являлось исследование свойств ДПКТ в зависимости от различного процентного состава наполнителя и применения различных связующих. Эксперименты проводились следующим образом. Сначала подготавливались ингредиенты. На первом этапе проводилась сушка древесной муки до влажности менее 1%, это делалось для того чтоб избежать выделения влаги во время смешения со связующим и для лучшей адгезии, поскольку связующее не может в достаточной мере пропитать древесные частицы.

После проводилось взвешивание. Для избежания отклонения показателей по испытаниям, и точности рецептуры использовались весы с незначительными погрешностями, поскольку некоторые ингредиенты добавлялись в небольшом процентном соотношении. Далее проводилось смешивание. Для

смешения был использован микросмеситель Vrabender. заполнение ингредиентов в смеситель шло поочередно, полиэтилен далее древесная мука с добавками (процесс смешивания занимал около 4 мин.) Далее готовую смесь вынимали из смесителя. Следующим этапом было вальцевание. Полученную смесь вальцевали, для удобства ее дальнейшего использования. В результате получалась лента, полуфабрикат ДПКТ. Затем следовала экструзия. Полученные полуфабрикаты резались на куски для удобного питания экструдера. Для каждого полимера выбирался свой температурный режим, он подбирался в соответствии со справочными данными. Для данного эксперимента был использован экструдер с четырьмя зонами обогрева. После следовал этап получения образцов. Пока лента проходила через экструдер, она снова принимала пластичную форму, и формировалась в готовые образцы.

Полученные образцы были испытаны, и на основе этих данных были построены графики, где мы можем видеть полученные результаты.

На графике рис.1 видно, что величина модуля упругости уменьшается с увеличением процентной доли наполнителя и показывает максимальные результаты на 30-50 % процентах. Также, на графике видно, что наибольшее значение модуля упругости проявляется со связующим ПЭ, остальные связующие показывают стабильные, но не высокие результаты.

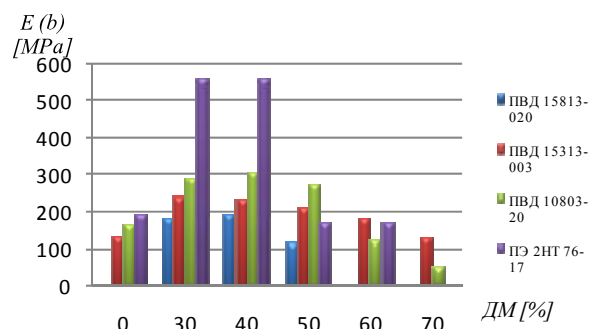


Рис. 1 - Зависимость модуля упругости от содержания наполнителя

Свойство пластичности образцов рассматривали на примере зависимости удлинения при обрыве материала рис. 2. Как видно из графика данный показатель имеет наибольшие значения в пределах от 10 до 50 % содержания наполнителя, также важную роль играет вяжущее. Наибольшие результаты показали ПЭ на втором месте ПВД, остальные вяжущие показали стабильно низкие результаты во всем диапазоне процентного соотношения.

На графике рис. 3 мы рассмотрели зависимость прочности материала от процентного содержания наполнителя. Как видно, из диаграммы почти все связующие в диапазоне от 20-до 70 процентов показали стабильно низкие результаты и только образцы со связующем ПЭ показали двойной рост показателей с уменьшением динамики прочности при увеличении процентного соотношения наполнителя.



Рис. 2 - Зависимость удлинения при обрыве от содержания наполнителя

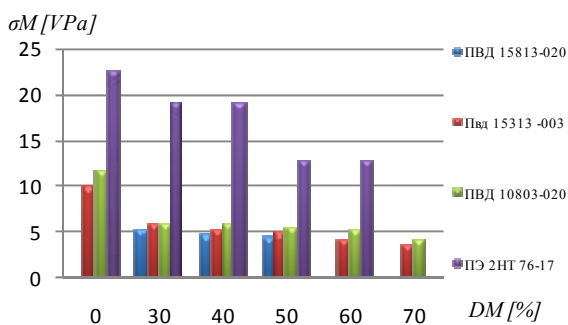


Рис. 3 - Зависимость прочности материала от процентного содержания наполнителя

Таким образом, на основе проведенных исследований, можно выявить ряд четких зависимостей, которые очень явно проявили себя в ходе проведения эксперимента. Как, мы можем увидеть значительное улучшение характеристик всех исследуемых параметров, наблюдается при применении связующего ПЭ, которое значительно улучшает физико-механические свойства исследуемых материалов. Количественный состав наполнителя, также влияет на свойства ДПКТ, но не так значительно, как в случае использования определенного вида связующих, тем не менее, роль количественного состава наполнителя, также важно, что видно на графиках 1, 2, 3., изменением процентного соотношения наполнителя, можно увеличить физико-механические показатели почти, в два раза.

Литература

1. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов.-СПб.:Профессия,2005. 480с.
2. Технология пластических масс. 3-е изд. Под ред. В.В. Коршака. — М.:Химия, 1995.-560с.
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие/ М.И. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А.Берлина. СПб.; Профессия, 2008. - 560с.
4. Экспериментальные исследования динамики избыточного давления внутри древесины при ее термическом модифицировании / Р.Р. Хасаншин // Вестник Казанского государственного технологического университета. Казань. - 2013. - № 14. - С. 116-117.

5. Предварительная термическая обработка древесного наполнителя в производстве ДПКМ / Р.Р. Хасаншин, Р.В. Данилова // Вестник Казанского государственного технологического университета. Казань. - 2012. - № 7. - С. 62-63.
6. Повышение эксплуатационных характеристик композиционных материалов, созданных на основе термически модифицированной древесины / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Р.В. Данилова // Вестник Казанского государственного технологического университета. Казань. - 2012. - № 7. - С. 64-66.
7. Клёсов А. Древесно-полимерные композиты.-СПб.:Научные основы и технологии,2010. 736 с.
8. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С. Принципы создания полимерных композиционных материалов. М.: Химия, 1990. — 240с.
9. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. М.: Химия. 1977.512с.
10. Композиционные материалы. Разрушение и усталость./Под ред. Л. Бра-утмана. -М.:Мир, 1978 483с.
11. Усовершенствование технологии изготовления древесно-наполненных композиционных материалов на основе цементных вяжущих. Галяветдинов Н.Р., Лашков В.А., Николаев А.Н. Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 20. С. 112-115.
12. Наполнители для пособия; Пер. с англ./ Под ред. П. Г. Бабаевского. М.: Химия, 1981. — 736 с.
13. Композиционные материалы. Справочник / Под ред. В.В.Васильева, Ю.М. Тарнопольского. -М.: Машиностроение, 1990. 510с.
14. Оценка влияния термической обработки древесного наполнителя на эксплуатационные свойства цементно-стружечной плиты. Галяветдинов Н.Р., Валиев Ф.Г., Хасаншин Р.Р. Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 10. С. 85-87.
15. Усовершенствование технологии изготовления древесно-наполненных композиционных материалов. Галяветдинов Н.Р. Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 1. С. 025-027. полимерных композиционных материалов: Справочное
16. «Влияние наполнителей и технологических добавок на реологические свойства древесно – полимерных композитов» / И.З. Файзуллин, И.В. Имамутдинов, В.Я. Хамидов, И.Н. Мусин, С.И. Вольфсон// Вестник Казанского технологического университета, Казань, КНИТУ - 2013г. Т.16 №10, с. 148-150
17. Влияние размера частиц наполнителя на свойства древесно-полимерных композитов// И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон// Вестник Казанского технологического университета, Казань, КНИТУ - 2013г. Т.16 №5, с. 106-109
18. Модифицированные древесно-полимерные композиты» / Вольфсон С.И, Мусин И.Н., И.З. Файзуллин, Лыгина Т.З., Трофимова Ф.А.// Журнал «Пластические массы», г. Москва, 2014 г., № 1-2. с. 41-44.
19. Модификация древеснополимерных композитов на основе полиолефинов монтмориллонитом» / И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон // Вестник Казанского технологического университета, Казань, КНИТУ - 2012 - № 14, с. 135-138.
20. «Влияние добавок на свойства древесно - полимерных композитов» / И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон // Вестник Казанского технологического университета, Казань, КНИТУ - 2012 г, Т. 15 № 24, с. 97-99.