

УДК 674.81

А.В. Артемов, В.Г. Буриндин, В.В. Глухих, В.Г. Дедюхин

Уральский государственный лесотехнический университет

Артемов Артем Вячеславович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Уральский государственный лесотехнический университет, старший преподаватель кафедры технологии переработки пластических масс УГЛТУ. Имеет более 20 печатных работ в области утилизации отходов производства древесно-композиционных материалов.
E-mail: tom-art@ya.ru



Буриндин Виктор Гаврилович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Уральский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки пластических масс Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 130 научных трудов в области исследования влияния функционального состава карбамидоформальдегидных смол на токсичность и свойства древесно-композиционных материалов.
E-mail: vgb@usfeu.ru



Глухих Виктор Владимирович родился в 1949 г., окончил в 1972 г. Уральский политехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры технологии переработки пластических масс Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 130 печатных работ в области полимерных композиционных материалов.
E-mail: vvg@usfeu.ru



Дедюхин Виктор Георгиевич родился в 1928 г., окончил в 1954 г. Уральский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии переработки пластмасс Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 110 научных работ в области переработки пластмасс и отходов деревообработки.
E-mail: vgd@usfeu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

Предложен непрерывный метод рациональной и эффективной переработки древесных отходов в погонажные изделия; проанализировано влияние условий экструзии на показатели физико-механических свойств древесных пластиков.

Ключевые слова: древесные пластики без связующих, экструзионное прессование, физико-механические свойства.

Значительные ресурсы отходов лесопиления, фанерного производства и деревообработки остаются невостребованными, часто вывозятся в отвалы и подвергаются сжиганию. Поэтому поиск путей рационального использования различных древесных отходов, в том числе частиц с признаками гниения, остается актуальным.

Основным направлением рационального использования отходов древесины является получение древесно-композиционных материалов –

древесных пластиков (ДП) [12]. В настоящее время ДП с использованием измельченного древесного наполнителя изготавливают с обязательным добавлением связующего на основе карбамидо-, меламино- или фенолформальдегидных олигомеров. Это повышает стоимость изделий и ухудшает санитарно-гигиенические показатели готовой продукции. Кроме того, производство ДП с добавлением синтетических связующих экологически небезопасно.

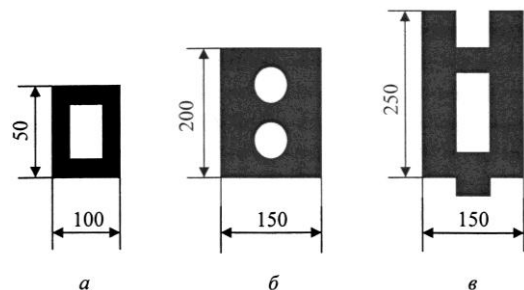
Изготовление изделий на основе древесных отходов без добавления связующего [8, 9] имеет преимущества с точки зрения санитарно-гигиенических и экологических требований. Однако разработанные в настоящее время способы получения древесных пластиков без добавления связующего (ДП-БС) методом плоского прессования в открытых и полузакрытых пресс-формах имеют ряд недостатков: низкая производительность, высокая себестоимость и др.

Одно из решений этой проблемы – использование экструзионных методов. Простота технологии, невысокие требования к применяемому сырью в сочетании с небольшими капитальными затратами обеспечили широкое распространение этим методам. Экструзионная технология позволяет получать как сплошные, так и пустотные плиты [6]. Кроме плит, можно изготавливать брусья, трубы и другие профильные погонажные изделия. Технология экструзии исключает такую сложную операцию, как формирование стружечного ковра. Изготовление изделий экструзионным методом обеспечивает реальное снижение их материалоемкости.

Для разработки технологии получения погонажных изделий на основе древесных отходов необходимо подобрать оптимальные рецептуры композиций и режимы экструзии, которые бы придавали изделиям высокие эксплуатационные (физико-механические) свойства.

Цель данной работы – получить ДП-БС из древесных отходов (отходы ленточной пилорамы ДОЗа пос. Верхняя Синячиха Свердловской области) в форме бруса малого сечения – сплошного и пустотелого с одной (*a*) или несколькими пустотами (*б*, *в*) различных конфигураций (см. рисунок).

Для повышения текучести пресс-материала при экструзии ДП-БС использовали модифицирующие добавки (карбамид, медный купорос). В качестве объектов сравнения методом экструзионного прессования были изготовлены плиты ДП-К и ДП-Ф на основе древесных отходов и карбамидо- (марка КФ-МТ-15) и фенолформальдегидного (марка СФЖ-3014, ОАО «Уралхимпласт», г. Нижний Тагил Свердловской области) связующего.



Варианты сечения бруса

Для проведения исследований была создана экспериментальная экструзионная установка поршневого типа с регулируемым ходом поршня. В качестве силовой установки принят привод насоса-дозатора марки ДП 100/250 К14А с асинхронным электродвигателем (мощность – 3,0 кВт, число оборотов в минуту – 1500). Формирующий канал экструзионной головки размером 30 × 40 × 300 мм выполнен из стали по индивидуальному проекту. В качестве тепло- и электроизоляционного материала головки использованы стеклоткань, асбестовое полотно и стекломат, в качестве нагревательного элемента – электронагревательная спираль (мощность – 1,5 кВт). Ниже приведены технические характеристики экспериментальной установки.

Площадь профиля	12 см ²
Толщина стенки	30 мм
Скорость экструзии (производительность).....	33,75 м/ч
Объемная производительность по материалу.....	0,0405 м ³ /ч
Массовая производительность.....	48,5 кг/ч
Время нахождения материала в головке (при $L = 320$ мм).....	32 с

Согласно составленным регрессионным планам эксперимента для выполнения исследований были изготовлены бруски ДП, которые распиливали на образцы. Режимы экструзии образцов ДП, характеристики пресс-композиций, связующих и модифицирующих веществ представлены в табл. 1.

У полученных брусков измерялись размеры, массу и плотность, распиливали на образцы размер 30×40×30 мм и делили на две группы.

Таблица 1

Характеристики композиций и режимы экструзии образцов

Параметр	ДП-К	ДП-Ф	ДП-БС
Время экструзии, мин	0,5...1,1	0,5...1,1	0,5...1,1
Температура экструзии, °С	150...180	140...170	170...190
Влажность пресс-композиции, %	10,5...14,5	10,5...14,5	8,0...16,0
Связующее	Карбамидоформальдегидное	Фенолформальдегидное	—
Марка смолы	КФ-МТ-15	СФЖ-3014	—
Расход связующего (по абс. сухим веществам), %	8...14	8...12	—
Модифицирующие агенты	—	—	Медный купорос, карбамид
Расход медного купороса (по а.с.в.), %	—	—	3...7
Расход карбамида (по а.с.в.), %	—	—	3...9
Время кондиционирования, ч	24	24	24

Таблица 2

Оптимальные режимы экструзии для получения ДП

Параметр	ДП-К	ДП-Ф	ДП-БС
Время экструзии, мин	0,5	0,5	0,5
Температура экструзии, °С	150	170	190
Расход связующего (по а.с.в.), %	14	12	–
Влажность пресс-композиции, %	–	–	14,0
Расход медного купороса (по а.с.в.), %	–	–	3
Расход карбамида (по а.с.в.), %	–	–	9

Таблица 3

Показатели физико-механических свойств ДП при оптимальных режимах экструзии

Показатель	ДП-К	ДП-Ф	ДП-БС
Плотность, кг/м ³	–/511	–/950	1228/1179
Прочность при сжатии, МПа	4,7/3,2	–/22,0	30,2/29,0
Твердость, МПа	77/56	203/195	134/129
Число упругости, %	–	–	57/59
Модуль упругости при сжатии, МПа	–/406	2569/2003	1927/1438
Водопоглощение за 24 ч, %	91/102	29/30	19/15
Разбухание за 24 ч, %:			
параллельно направлению экструзии	7,9/5,2	0,5/4,3	26,2/15,5
по объему	12,9/9,4	8,6/7,8	11,9/12,1
Токсичность (выделение формальдегида), мг/100 г абс. сухой плиты	–/8,8...13,7	–/0,9...2,3	–/1,4

Примечание. В числителе приведены расчетные данные, в знаменателе – экспериментальные.

Первую группу испытывали на твердость [1, 11] и по полученным данным определяли [11] число упругости и модуль упругости при сжатии. После определения твердости поверхность у образцов, полученных при распиливании, покрывали слоем парафина и испытывали на водопоглощение [2, 10] и разбухание за 24 ч [2]. У второй группы образцов определяли прочность при сжатии [3, 5] и содержание формальдегида [13].

Экспериментальные данные были статистически обработаны и по ним получены уравнения регрессии [7]. На основании адекватных уравнений регрессии были найдены оптимальные режимы экструзии для изготовления ДП, исходя из условий наименьшего (минимального) водопоглощения, разбухания параллельно направлению экструзии и по объему и наибольшей (максимальной) плотности, прочности при сжатии, твердости и модуля упругости при сжатии.

Для подтверждения теоретических условий получения ДП с оптимальными физико-механическими свойствами (табл. 2) были проведены эксперименты при этих режимах, результаты которых показали удовлетворительную сходимость рассчитанных и экспериментальных данных (табл. 3).

Как видно из табл. 3, пластик ДП-БС имеет наибольшие плотность, прочность при сжатии и водопоглощение по сравнению с ДП-К и ДП-Ф, но при этом наименьшее разбухание параллельно направлению экструзии и по объему.

Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность получения ДП-БС методом экструзионного прессования; установлено, что показатели физико-механических свойств ДП-БС, полученного методом экструзии, не уступают, а некоторые даже и превосходят ДП на основе органических связующих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 4670–77. Пластмасса и эбонит. Метод определения твердости вдавливанием шарика [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.
2. ГОСТ 4650–80. Пластмассы. Метод определения водопоглощения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.
3. ГОСТ 4651–82. Пластмассы. Методы испытания на сжатие [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
4. ГОСТ 10632–89. Плиты древесностружечные. Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
5. Дедюхин, В.Г. Определение прочности полимерных композиционных материалов при сжатии [Текст]: метод. указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 2506.01 и 2603.05 / В.Г. Дедюхин, В.Г. Бурындин. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. – 8 с.
6. Корчаго, И.Г. Экструзионные древесностружечные плиты [Текст] / И.Г. Корчаго. – М.: Лесн. пром-сть, 1972. – 136 с.
7. Курицкий, Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 [Текст] / Б.Я. Курицкий. – СПб.: ВHV – С.-Петербург, 1997. – 384 с.
8. Минин, А.Н. Технология пьезотермопластиков [Текст] / А.Н. Минин. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 296 с.
9. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневевших остатков без добавления связующих [Текст] / В.Н. Петри [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 360 с.
10. Получение и исследование свойств древесностружечных плит [Текст]: метод. указания для выполнения экспериментальной работы студентов специализации 26.03.02 «Технология древесных плит и пластиков» / В.М. Балакин [и др.]. – Свердловск, 1990. – 32 с.
11. Технические свойства полимерных материалов [Текст]: учеб.-справ. пособие / В.К. Крыжановский [и др.]. – СПб.: Изд-тво «Профессия», 2003. – 240 с.
12. Щербаков, А.С. Технология композиционных древесных материалов [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.С. Щербаков, И.А. Гамова, А.В. Мельникова. – М.: Экология, 1992. – 192 с.
13. Roffael, E. Über die Bestimmung der Formaldehydabgabe var Spanplatten nach dem Peroratorverfahren und der WKI-Methode [Text] / E. Roffael, D. Yreubel, Z. Melhorn // Holz-Zentralblatt. – 1974. – N24. – S. 396–397.

A.V. Artemov, V.G. Buryndin, V.V. Glukhikh, V.G. Dedyukhin
Ural State Forest Engineering University

Study of Physical-mechanical Properties of Wood Plastics Got by Extrusion

Continuous method of rational and efficient processing of wood wastes into moulded items is offered. The influence of extrusion conditions on characteristics of physical-mechanical properties of wood plastics is analyzed.

Keywords: wood plastics without binders, extrusion pressing, physical-mechanical properties.
