

раничений из управлений U_i , найденных во время переходного процесса для малых интервалов времени.

Испытания алгоритма показали его высокую эффективность при изменениях во время переходного процесса задания X_{z1} , ограничений U_m и X_{2m} , параметров системы K_1 и T_1 , K_2 и T_2 . Во всех случаях синтезировался закон управления инерционной системой при строгом выполнении принятых ограничений. Нарушение ограничений по предложенному алгоритму возможно только в случае, если для выполнения нового задания во

время переходного процесса не хватает динамических возможностей системы.

Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать управление переходными процессами при наличии математического описания системы в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Возможен синтез микропроцессорными средствами в реальном масштабе времени оптимальных управлений и нелинейными системами с ограничениями координат.

Работа представлена на Международную научную конференцию «Современные наукоемкие технологии», Египет, 22-29 февраля 2010 г.

Экологические технологии

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА – «ПОРИСТОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ» («ВИНИЗОЛ») В ИРКУТСКОМ РЕГИОНЕ

**Е.О. Костюкова¹, Е.В. Зелинская¹,
В.В. Барактенко¹, Ф.А. Шутов²**

¹ГОУ ВПО Иркутский
государственный технический
университет, Иркутск, Россия
²F&D Innovative Composites Inc.,
Los Angeles, USA

Введение

Одно из важнейших направлений, определяющих развитие всех отраслей промышленности, в том числе и строительной индустрии – это новые высокоэффективные, экологически чистые и относительно дешевые материалы.

Необходимо признать, что на начало 2010 г. экологическая ситуация во всех промышлен-

ных регионах России остается напряженной. Основная нерешенная проблема – хранение огромного количества отходов на территории предприятий России. Так, широкое применение полимерного сырья в различных отраслях хозяйства – причина накопления большого количества отходов полимерных материалов, представляющих угрозу экологии [1].

Наибольший объем крупнотоннажных отходов накоплен в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК). В Иркутской области за годы работы энергосистемы на золоотвалах накоплено около 80 млн. тонн золошлаков, занимая площадь около 2000 га [2].

Поэтому нами впервые разработана технология производства инновационного строительного материала – «Пористая Искусственная Древесина» (ПИД) – «Винизол», базирующаяся на совместной утилизации двух

типов твердых отходов органических (полимерных) и минеральных (зола уноса ТЭЦ).

Сырье для производства ПИД

В нашей работе при получении ПИД в качестве связующего использованы производственные отходы поливинилхлорида (ПВХ) предприятий Иркутского региона, в связи с их значительными объемами в Иркутском регионе: за 2008 г. – 2,063 тонн. Промышленные отходы, в отличие от бытовых, обладают наиболее стабильным составом, менее загрязнены [3].

Наряду со связующим важнейшим элементом структуры полимерных композиционных материалов являются наполнители. С целью утилизации отходов ТЭК, в качестве опытных образцов для получения ПИД были использованы минеральные дисперсные наполнители – зола уноса двух разных ТЭЦ Иркутского региона.

Технология производства ПИД

Разработанная ПИД изготавливалась непрерывным методом экструзии с использованием – двухшнекового экструдера модели SJSZ – 60 ROHONGROUP 60/125. Технологический процесс получения ПИД состоит из нескольких стадий. Исходные порошкообразные компоненты, поступают на дозирование и засыпаются в бункер. Далее все содержимое бункера ссыпается в двухстадийный высокоскоростной смеситель, где компоненты смешиваются с получением драйбленда (от англ.: dry – сухой, blend – смешивать). Затем навески драйбленда, наполнителя и пластификатора загружаются в бетоносмеситель, где происходит окончательное приготовление композиции. Готовая композиция подается в бункер экструдера, где на-

гревается, пластицируется и в виде расплава под давлением подается в прямоточную головку, из которой профиль ПИД поступает в калибратор и далее в охлаждающую ванну. Для отвода профиля служит тянущее устройство. Затем профили нарезаются на отрезки заданной длины дисковой пилой и укладываются манипулятором в штабеля.

В 2009 г. разработанный непрерывный экструзионный процесс получения ПИД прошел испытания на экструзионной линии Иркутского завода ООО «Винипласт». В результате получены несколько типов ПИД с различным соотношением золы уноса и ПВХ.

Изучение свойств ПИД

В аккредитованной лаборатории были проведены испытания ПИД по основным физико-механическим показателям. Методом электронной микроскопии была изучена морфология ПИД с использованием растрового электронного микроскопа модели JSM-6469 LV фирмы Jeol (Япония).

В итоге анализа морфологии образцов материала и их физико-механических свойств был выбран оптимальный вариант рецептуры – ПИД-IV. Данный материал имеет более пористую структуру, самое низкое значение плотности и, как следствие, самую большую толщину (4,1 мм) из всех вспененных вариантов. ПИД-IV содержит крупные ячейки (50-70 мкм) в форме сферы и эллипса. В результате ПИД-IV должна обладать более высокими теплоизоляционными свойствами и звукопоглощением, являться мощным фильтром воздушных масс.

В таблице 1 приведены основные физико-механические показатели ПИД-IV.

Таблица 1.

Физико-механические свойства ПИД-IV

Измеряемые характеристики, единицы измерения	Тип структуры	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, МПа	Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м ²	Водопоглощение, %	Коэффициент линейного теплового расширения, при T=1000С и t=60 мин, %
ПИД-IV	пористая	1182	35,93	17,24	0,20	-2,1

Из данных таблицы 1 можно заключить, что по многим физико-механическим свойствам и пористой структуре ПИД сходна с рядом сортов Натуральной Дровесины (НД). Однако ПИД превосходит НД по огне- и теплостойкости, морозоустойчивости, химической, биологической стойкости и долговечности. ПИД относится к гидрофобным материалам, её водопоглощение не превышает 0,2%, что в 500 раз ниже водопоглощения НД. Технология производства материала позволяет выпускать изделия из ПИД любой формы, длины, цвета, запаха, текстуры и любого сечения, полые доски и «вагонку».

Практическое применение ПИД – «Вини-зола»

Основное назначение ПИД – замена ПВХ-композиций и ряда изделий из НД. Полученный материал может применяться как для наружной отделки помещений (стены, обшивка, садовая мебель, дорожки, оконные рамы, заборы, шифер и т.п.), так и для внутренней (пол, потолок, двери, мебель, шпон и т.д.) [2]. Материал легко пилится, строгается, сверлится. Превосходно удерживает гвозди, скобы, шурупы. Поверхность изделий из ПИД хорошо поддается окрашиванию обычными красками (акриловые, масляные, эмульсионные и др.).

Выводы

Представленная перспективная технология позволяет получить инновационный материал –

«Пористая Искусственная Дровесина» из отходов ПВХ и золы уноса ТЭЦ, обладающая уникальным сочетанием высоких физико-механических, эстетических свойств.

Технология производства ПИД включает переработку сырья методом экструзии на стандартном оборудовании, легко вписывается в действующие предприятия по производству термопластичных пластмассовых изделий.

ПИД является весьма перспективным конкурентоспособным материалом для строительной промышленности по техническим и экономическим показателям превышающей другие типы Искусственной и некоторых видов Натуральной Дровесины на мировом рынке.

Статья подготовлена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (государственный контракт № 02.740.11.5080 «Разработка новых материалов на основе использования крупнотоннажных отходов»)

Список литературы

1. Торонян Р.А. Композиционные материалы тепло- и звукоизоляционного назначения на основе некоторых вторичных полимеров: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 02.00.06 / Торонян Рубен Альбертович, Нальчик, 2008.
2. Костюкова Е.О., Барахтенко В.В., Зелинская Е.В., Шутов Ф.А. Промышленные отходы – сырье для строительных материалов будущего:

Иркутский регион // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 4. С. 73-78

3. Барахтенко В.В., Зелинская Е.В., Костюкова Е.О., Меркульева Т.А., Самусева М.Н., Шутов Ф.А.. Утилизация золы уноса для производства пористых строительных материалов нового поколения // Материалы III Международного научно-практического семинара «Зо-

лошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование». Москва, 22-23 апреля 2010 г. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – С. 60-63.

Работа представлена на Общероссийскую научную конференцию «Новые технологии, инновации, изобретения», Иркутск, 5-7 июля 2010 г. Поступила в редакцию 02.07.2010.