

Полиуретановая пена (ППУ) широко используется в строительстве, автомобильной, легкой, мебельной и других отраслях промышленности. Это легкий, но достаточно прочный материал. Он обладает очень низкой теплопроводностью, малой паропроницаемостью, высокой адгезией к бумаге, металлу, древесине, штукатурке и рубероиду. Полиуретаны получают взаимодействием соединений, содержащих изоцианатные группы с би- и полифункциональными гидроксилсодержащими производными. В качестве изоцианатов обычно используются толуилендиизоцианаты. Строение исходного изоцианата определяет скорость уретанообразования, прочностные показатели, световую и радиационную стойкость, а также жёсткость полиуретанов. Гидроксилсодержащими компонентами являются: олигогликоли, сложные полиэферы с концевыми группами ОН, разветвленные продукты поликонденсации кислот и гликолей с добавкой триолов (глицерина, триметилпропана), продукты полимеризации ϵ -капролактона. Гидроксилсодержащий компонент определяет, в основном, комплекс физико-механических свойств полиуретанов [1, 2]. Стоимость компонентов для получения ППУ довольно высокая (от 3\$ за кг), что сдерживает расширение области применения данного материала. В последнее время, ввиду уменьшения запасов углеводородов, все больше привлекает внимание концепция использования возобновляемых ресурсов для получения материалов топлив и химических продуктов [3, 4]. В данном контексте, в области производства полиуретанов представляет интерес использование в качестве гидроксилсодержащего компонента растительных масел и жидких продуктов термического разложения лигноцеллюлозной биомассы [5, 6, 7]. Водорастворимая фракция пиролизной жидкости обладает достаточно высоким гидроксильным числом [5, 7]. В связи с этим, с целью первичной оценки возможности использования продуктов термического разложения в ППУ, экспериментально была определена зависимость плотности, объема вспенивания и прочности от концентрации водорастворимой фракции пиролизной жидкости в составе полиольного компонента. Эксперимент осуществлялся с применением в качестве сырья полиольного компонента (компонент А) ЗАО «Химтраст», который содержит стабилизаторы, катализаторы, антипирены, воду в качестве вспенивателя и изоцианатного компонента (компонент Б) торговой марки Millionate MR-200, произведенной фирмой Nippon Polyurethane Industry (Япония). Соотношение смешиваемых компонентов составляло А:Б=100:140 (об.), при общем объеме смеси образца 20 мл. Пиролизная жидкость была получена в результате быстрого пиролиза стволовой березовой древесины при температуре 500°C [8, 9, 10]. Водорастворимая фракция была отделена методом жидкостной экстракции с последующим упариванием до влажности 4% на ротационном испарителе с водоструйным насосом при температуре 90°C. Влажность определялась

волюметрическим титрованием по методу Карла Фишера [11]. Были исследованы свойства пенополиуретановых композиций, полученных при добавлении 0, 20, 40, 60, 80, 100% пиролизной жидкости в объеме полиольного компонента. При этом, с увеличением концентрации цвет ППУ изменялся от светло-песочного до темно-коричневого, а хрупкость полимера увеличивалась. Также наблюдалось изменение пористости пенополиуретана: с увеличением концентрации пиролизной жидкости размер пор увеличивался. Для более ясного представления структуры полученных композиций, образцы были исследованы на сканирующем электронном микроскопе «EVEX Mini-SEM SX-3000». На рисунке 1 представлены микрофотографии при увеличении 15 kv-50x с различным содержанием, которые показывают, что с увеличением содержания пиролизной жидкости структура становится более фрагментированной. Рис. 1 - Микрофотографии ППУ (увеличение: 15 kv-50x) при различных содержаниях пиролизной жидкости: а) 0%, б) 40%, в) 100% Представленная на рисунке 2 зависимость плотности и пенообразующей способности от содержания пиролизной жидкости показывает, что увеличение содержания пиролизной жидкости приводит к снижению пенообразующей способности и повышает плотность материала. Рис. 2 - Зависимость плотности и объема пены ППУ от содержания пиролизной жидкости Тем не менее, следует отметить, что при концентрации пиролизной жидкости до 40 % в составе полиольного компонента, изменение плотности и объема пены незначительны и не превышают 5 % от номинальных значений. Исследования на прочность при сжатии и при изгибе производились на универсальной испытательной машине ИР 5082-50 в соответствии со стандартным методом [12]. Образцы для испытания были вырезаны из ППУ с различным содержанием пиролизной жидкости: на сжатие - размером 2x2 см, на изгиб - толщиной 1, шириной 2 и длиной 6 см. Для более точного результата испытание проводилось по три раза для каждого образца. При испытании на сжатие образец устанавливали в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимали верхней плитой пресса. Нагрузка на образец возрастала непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20-60 с после начала испытания. При испытании на изгиб образец устанавливали на двух опорах пресса. Нагрузку прикладывали в середине пролета и равномерно распределяли по ширине образца. Нагрузка на образец также возрастала непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20-60 с после начала испытаний. Полученные результаты использовали для определения пределов прочности на сжатие и на изгиб в соответствии с методикой [12]. На рисунках 3 и 4 представлены результаты исследования, которые показывают, что с увеличением содержания пиролизной жидкости прочность полимера уменьшается. Рис. 3 - Зависимость предела прочности на изгиб от содержания пиролизной жидкости Рис. 4 - Зависимость предела прочности сжатия от

содержания пиролизной жидкости При увеличении концентрации пиролизной жидкости в качестве гидроксилсодержащего компонента среднее значение предела прочности на изгиб вначале (до 20%) незначительно увеличивается, а затем линейно снижается. При сжатии поведение образцов несколько иное. Первоначально, при содержании пиролизной жидкости до 20%, значение предела прочности на сжатие снижается, затем сохраняется стабильное значение предела прочности, и после достижения концентрации пиролизной жидкости 60% и выше происходит резкое снижение предела прочности. В заключение следует отметить, что добавление водорастворимой фракции продуктов термического разложения древесины в качестве гидроксилсодержащего компонента полиуретановой композиции в целом ухудшает ее физико-механические характеристики, но, тем не менее, стоимость продуктов термолиза, особенно в случае переработки отходов производства, значительно ниже других компонентов. При добавлении пиролизной жидкости до 40% в качестве гидроксилсодержащего компонента, учитывая, что стоимость изоцианата равна 3,5\$ /кг, полиола - 3\$/ кг, а жидких продуктов термолиза - 0,15\$/кг, стоимость полиуретановой композиции снизится на 15%, что может обеспечить довольно существенную экономию при массовом производстве.