

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ВОСТРЕБОВАННОГО СОРБЕНТА, ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

Вопрос переработки отходов деревообработки в продукцию с высокой добавленной стоимостью сейчас стоит очень остро. Это связано и с увеличением ценности древесины как материала в нашем менталитете, и с задачей импортозамещения в РБ, а также осуществлением безсанкционного экспорта готовой продукции из древесины на запад. Санкционный запрет на импорт в ЕС лесоматериалов 44 товарной группы ТН ВЭД ЕАЭС оказал влияние на производство таких товаров деревообработки, как: древесина, изделия из дерева и древесный уголь.

Современная промышленность, а также медицина не может существовать без сорбентов, помогающих очищать газы и жидкости, поглощая вредные компоненты из них. В качестве сорбентов самым универсальным, химически-инертным и условно обратимым является активированный уголь. В отличие от кремниевых солей, соединений алюминия или глинистых минералов, это самый доступный вид сорбентов. Активированный уголь имеет большую внутреннюю поверхность (500–1500 м²/г) за счет увеличенного количества пор в структуре, что отличает его от обыкновенного угля, который не способен также эффективно очищать жидкости и газы. Если рассматривать различное сырье для его производства, то наиболее привлекательным в нашей стране будет именно древесина, т.к. каменный уголь, кокосовая и ореховая скорлупа, а также косточки плодовых деревьев менее доступны для использования. Кроме того, каменный уголь содержит побочные продукты, содержание которых не желательно в пищевой промышленности и медицине. Поэтому именно древесина должна стать основным сырьем для производства безопасного активированного угля. Активированный уголь является востребованным сорбентом в производстве медпрепаратов, продуктов питания (напитки), косметики, лаков и красок, топлива и др.

По данным анализа потребления активированного угля в соседней Российской Федерации на 2019 г., химическая промышленность использует 32,6% всего потребляемого объема, табачная промышленность – 12,5%, производство бытовых фильтров для очистки воды – 11,3%, нефтепереработка – 7,5%, золотодобыча – 7%, обработка сточ-

ных вод – 5,8 %, фармацевтическая промышленность – 5 %, пищевая промышленность – 3,1 %, производство промышленных фильтров – 0,2 %, алкогольная промышленность – 0,1 %, прочее – 14,9 %.

Учитывая значительные объемы кусковых отходов, образуемых при механической переработке древесины, гораздо целесообразней не измельчать их в щепу или более мелкие частицы, а производить кусковой уголь-сырец, который в дальнейшем активировать до сорбента. Стоимость тонны готового активированного угля находится в пределах 1 400–2 000 долларов США.

В процессе производства активированного угля количество древесного вещества в объеме сильно снижается, что связано с окислением химических компонентов древесины с превращением в газообразные продукты при горении. Чтобы получить плотный и устойчивый к механическим воздействиям уголь требуется достаточно плотная исходная макроструктура. Такой структурой могут похвастаться твердые и плотные породы древесины. Самой плотной из произрастающих в наших условиях породой является граб. При этом стоимость дров граба и березы сопоставима, а стоимость дров из дуба и ясеня несколько выше. Поэтому именно дровяную древесину граба и березы выгодно использовать для получения активированного угля.

Отечественной промышленностью из древесины производят активированный уголь марок: БАУ-А (для очистки спиртов), БАУ-Ац (для ацетиленовых баллонов), БАУ-МФ (для водных фильтров), а также ДАК (для очистки парового конденсата). Самые мягкие требования по адсорбционной способности к углю ДАК (адсорбционная активность по йоду не менее 30%). Самая большая пористость и прочность требуется для угля БАУ-Ац (суммарный объем пор не менее 1,7 см³/г, прочность не менее 60%).

Активированный уголь выпускают в следующих формах: порошок, гранулы, ткань, экструдированный, формованный.

По фракционному составу активированный уголь или изделия из него, такие как гранулы не превышает линейных размеров в 5 мм. Именно такая крупность способствует технологическому использованию активированного угля в фильтрах – равномерному слою фильтрующего барьера.

В процессе переработки древесины в активированный уголь важной стадией является карбонизация, т.е. процесс углежжения. В результате последнего происходит превращение древесины в уголь. Но получаемый при сжигании не выше 500 °С уголь не имеет достаточной пористости и не может адсорбировать малые и средние молекулы загрязнителей. После карбонизации уголь подвергается воздей-

ствию активаторов, в роли которых может выступать как перегретый пар с температурой 700–1000 °С, так и химические вещества с последующим нагревом среды. В результате в объеме исходного угля появляются дополнительные поры микро-, мезо- и макро-размеров. Появление разветвленной системы пустот (пор) в угле увеличивает площадь внутренней поверхности частиц, что способствует накоплению и удержанию внутри материала большого количества вредных примесей от которых требуется очистка. Реактивация угля также возможна при сжигании органических примесей, застрявших в пористой структуре активированного угля.

Традиционный способ производства активированного угля из древесного сырья сводится к дроблению древесины до размеров менее 5 мм, карбонизации частиц при температуре до 400 °С, где для уменьшения потерь массы сырья (до 85 %) следует создать анаэробные условия. После самого грязного процесса карбонизации, т. к. идет удаление основных органических веществ из древесины, приступают к активации угля при температуре 800–850 °С в парогазовой среде или среде оксида углерода. После этого следует охлаждение, дополнительная обработка, сортировка и упаковка активированного угля. Также возможно импрегнирование специальными составами для дальнейшей агломерации в экструдере или прессах различной конструкции. Химическая активация угля наиболее технологичный процесс, позволяющий моделировать свойства конечного продукта, однако до сих пор для этого применяют достаточно агрессивные составы: хлорид цинка, серная кислота, сульфиды щелочи.

Учитывая основной недостаток традиционной технологии, решено попробовать уменьшить температуру активации углей. Это позволит увеличить их выход из сырья и сэкономить на энергии, затрачиваемой на высокотемпературный нагрев реакторов и реторт. Стоит обратиться к химико-физическим способам активации, т.е. использовать катализаторы в виде кислот, но рассмотреть менее агрессивный их класс, например, пищевую добавку E330 – лимонную кислоту, которая позволит активировать карбонизированный уголь при меньших температурах, не нарушая экологии сорбента. На основании предварительных теоретических исследований, предполагается, что благодаря такой предварительной обработке, активация пройдет в условиях температур, не превышающих 600 °С. Планируется получить необходимые лабораторные образцы и проверить их на адсорбционную способность по йоду, оценить их пористость, насыпную плотность, массовую долю влаги и прочность.