

Научная статья
УДК 67.05: 66.040.287

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

Алексей Сергеевич Родионов

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия,
rodionov2014@bk.ru

Аннотация. Рассмотрена технологическая линия для производства активированного угля из биоразлагаемых отходов. Технологическая линия включает в себя зоны измельчения, сушки, кондуктивного пиролиза, активации угля перегретым водяным паром, охлаждения активированного угля. Готовый продукт проверяли на адсорбционную способность.

Ключевые слова: пиролиз, переработка отходов, биотопливо, уголь, жижка

Scientific article

INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON

Alexey S. Rodionov

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia,
rodionov2014@bk.ru

Abstract. The technological line for the production of activated carbon from biodegradable waste is considered. The processing line includes the following zones: grinding, drying, conductive pyrolysis, activation of coal with superheated water vapor, cooling of activated carbon. The finished product was tested for adsorption capacity.

Keywords: pyrolysis, waste recycling, biofuels, coal, slurry

Активированный уголь (АУ) признан одним из самых популярных и широко используемых адсорбентов для очистки воды и сточных вод во всем мире. Древесный уголь, предшественник современного активированного угля, является старейшим адсорбентом, известным для очистки воды. Специфические адсорбционные свойства древесного угля были впервые обнаружены Шееле в 1773 г. для обработки газов с последующим обесцвечиванием растворов (1786 г.), и он представил

первое систематическое описание адсорбционной способности древесного угля в жидкой фазе. В последующие годы Ловиц предложил использование древесного угля для удаления неприятного вкуса и запаха из воды (1789–1790 гг.). Заслуга в разработке коммерческого активированного угля принадлежит шведскому химику Рафаэль фон Острейко, который в 1900 и 1901 годах получил два патента, охватывающих основные концепции химической и термической (или физической) активации углерода хлоридами металлов, двуокисью углерода и водяным паром соответственно. Процесс химической активации опилок хлоридом цинка был впервые осуществлен в промышленном масштабе на австрийском заводе в Ауссинге в 1914 г., а также на заводе по производству красок Bayer в 1915 г. При этом типе активации пиролитический нагрев углеродсодержащего материала выполнялся в присутствии обезвоживающих химических веществ, таких, как хлорид цинка или фосфорная кислота [1].

Активированный уголь – это общий термин, используемый для описания материалов на основе углерода, которые содержат хорошо развитую внутреннюю структуру пор. Он производится из различных материалов, богатых углеродом, таких, как древесина, уголь, бурый уголь и скорлупа кокосового ореха. Большая площадь поверхности, большая пористость, хорошо развитая внутренняя структура пор, состоящая из микро-, мезо- и макропор, а также широкий спектр функциональных групп, присутствующих на поверхности АУ, делают его универсальным материалом, который имеет множество применений во многих областях, но в основном в области охраны окружающей среды [2].

На рис. 1 показана энергоэффективная установка для производства активированного угля из биоразлагаемых отходов (сырье). В дисковом измельчителе 1 сырье измельчают до средних размеров 20–30 мм. Измельченное сырье конвективно сушат топочными газами в трубопроводе 2 при пневмотранспортировке. Сушку до конечной влажности проводят в сушильной камере 3. Топочный газ нагнетают газодувкой 20(а) из рубашки 5 пиролизной камеры 4, при этом его температура поддерживается в температурном диапазоне 300–350 °С путем разбавления окружающим воздухом. Регулирование происходит системой автоматического управления (САУ). Затем топочные газы последовательно очищают в электрическом 14 и рукавном 15 фильтрах и нагнетают газодувкой 20(б) в абсорбер 17, где их абсорбируют водой и выбрасывают в атмосферу. Высушенное сырье из сушильной камеры 3 загружают в камеру пиролиза 4 шнековым транспортером 18(а), при этом шнековый транспортер герметизирует камеру пиролиза 4 в узле загрузки 22.

Источником тепла для пиролиза является тепло, полученное при сжигании сепарированных горючих газов со стадии пиролиза и активации. Процесс пиролиза проходит при температуре 500–600 °С. Сырье в

пиролизной камере 4 движется под действием гравитационных сил. Сжигание сепарированных горючих газов со стадий пиролиза и активации осуществляют подачей в газовый коллектор 8, расположенный в нижней секции I рубашки 5 под пиролизной камерой 4. Теплообменник для создания перегретого пара расположен в верхней секции II рубашки 5 и выполнен из спирального кожуха 7, опоясывающего пиролизную камеру 4, а также патрубком 6, расположенного внутри кожуха 7. Топочные газы от сгорания сепарированных горючих газов отводят по спиральному кожуху 7 теплообменника, а перегретый пар из патрубка 6 теплообменника направляют в камеру активации угля 9. Уголь из камеры пиролиза 4 направляют в камеру активации 9 через шлюзовый питатель 19(a).

Для активации угля используют водяные пары с первой стадии охлаждения угля 10, нагретые топочными газами в теплообменнике, расположенном в верхней секции II рубашки 5. Активацию угля проводят перегретым водяным паром при температуре 900–950 °С. Передачу активированного угля со стадии активации 9 на первую стадию охлаждения 10 осуществляют шнековым транспортером 18(б), обеспечивающим газовую непроницаемость камеры активации 9 в узле выгрузки горячего активированного угля 23 [3].

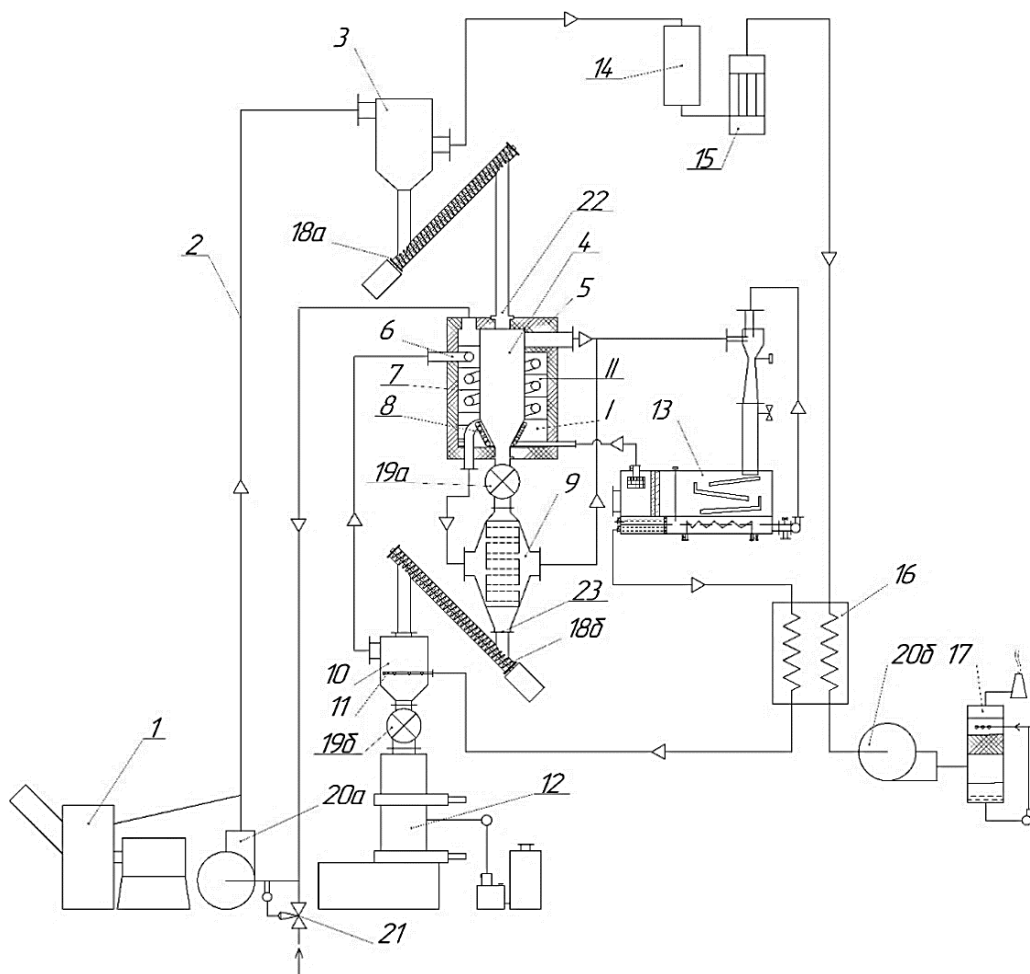


Рис. 1. Установка для производства активированного угля

Охлаждение активированного угля на первой стадии *10* ведут до температуры 90–100 °С путем орошения водой через коллектор *11*. Вода сепарируется из пиролизных газов и газов активации в сепараторе *13* и нагревается в теплообменнике *16* топочными газами со стадии конвективной сушки. Охлаждение угля на второй стадии ведут понижением давления в камере *12* до 3–6 кПа. Пиролизные газы из камеры пиролиза *4* и горючие газы активации из камеры активации *9* объединяют и эжектируют в сепараторе *13* охлажденной жижкой для разделения на жижку, воду и сепарированные горючие газы. При этом воду направляют на первую стадию охлаждения *10*, а сепарированные горючие газы – на сжигание путем подачи в газовый коллектор *8* [4].

На рис. 2 представлена схема конвективной сушильной камеры, работающей следующим образом: пневмотранспортированное сырье скапливается в сушильной камере и через него проходит топочный газ, высушивая его. Перфорированная стенка сепарирует сырье от топочного газа [5]. Расчет зоны сушки проводился на основании данных, приведенных в статье [6].

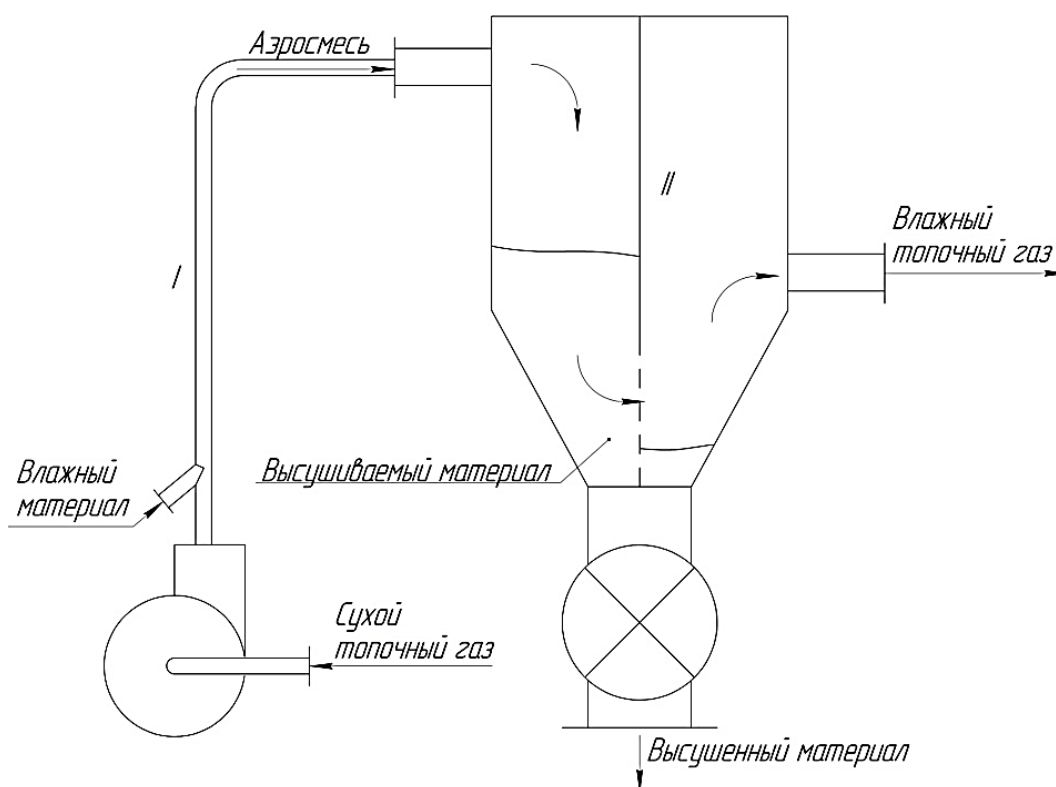


Рис. 2. Камера сушки биоразлагаемых отходов

Показатели активированного угля приведены в таблице. Суммарный объем пор активированного угля по воде определяли в соответствии с ГОСТ 17219. Адсорбционную активность активированного угля рассчитывали по методике, приведенной в статье [7].

Показатели активированного угля

Наименование показателя	Значение
Выход целевого продукта, %	16,8
Суммарный объем пор по воде, см ³ /г	1,95
Адсорбционная активность по йоду, %, не менее	59
Концентрация пиролизных газов в зоне сушки, %	<0,01

Список источников

1. Применение процесса быстрого абляционного пиролиза древесных отходов для выработки жидкого топлива / А. Н. Грачев, Ю. П. Семенов, А. Н. Николаев, Н. Ф. Кашапов, А. А. Макаров // Лесной вестник, 2009. № 3. С. 88–94.

2. Статистические характеристики уровня качества древесного угля Ашинского завода / Ю. Л. Юрьев, В. С. Таланкин, М. Ю. Попкова, В. В. Лукьянов // Гидролизная и лесохимическая промышленность, 1992. № 21. С. 26–27.

3. Родионов А. С. Установка пиролиза шахтного типа // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы, 2021. № 1. С. 7–9.

4. Богданович Н. И., Цаплина С. А., Кузнецова Л. Н. Пиролиз технических лигнинов с получением углеродных адсорбентов и регенерацией химикатов // Лесохимия и органический синтез. Тезисы докладов II Российского совещания. Сыктывкар, 1996. С. 115.

5. Пиялкин В. Н. Интенсификация процесса пиролиза измельченной древесины при повышенной температуре // Лесохимия и подсочка, 1975. №10. С. 13–14.

6. Моделирование процесса сушки древесных отходов в установке производства активированного угля / Р. Г. Сафин, Р. Р. Зиятдинов, В. Г. Сотников, Д. Г. Рябушкин, Д. А. Ахметова // Системы. Методы. Технологии, 2021. № 4. С. 79–86.

7. Гиндуллин И. К., Юрченко В. В., Лежнева А. П. Исследование термодинамических характеристик извлечения ионов меди из водных растворов с применением активного угля // Леса России и хозяйство в них, 2021. № 3. С. 68–73.