

ствующих, расширении производства в них, при проектировании новых, разработке перспективных технологических схем. Разработанные структурные схемы технологических потоков лесоперерабатывающих цехов можно рекомендовать для лесопромышленных предприятий как антикризисные.

Библиографический список

1. Чамеев В.В. Сложные системы в лесопромышленном производстве: учебное пособие / В.В. Чамеев, Ю.В. Ефимов, В.В. Иванов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 183 с.

2. Чамеев В.В. Решение задач анализа и синтеза в лесоперерабатывающих цехах на имитационных моделях / Г.Л. Васильев, В.В. Чамеев // Новые задачи технических наук и пути их решения: сборник статей Международной научно-практической конференции (20 февраля 2015 г., г. Уфа). Уфа: Аэтерна, 2015. С. 26–32.

3. Задачи проектирования и управления технологическими процессами лесоперерабатывающих цехов: учеб. пособие / В.В. Чамеев, А.В. Солдатов, В.В. Иванов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. 90 с.

УДК 630*867.5

Маг. Г. А. Недогреев
Рук. Н. Н. Теринов
УГЛТУ, Екатеринбург

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УГЛЕЖЖЕНИЯ

Существует множество способов термического разложения древесины. Некоторые из них пользовались популярностью в прошлом, например ямное и кучное углежжение, но теперь утратили свою актуальность. Другие функционируют и сейчас. Есть категория аппаратов, которые не были воплощены в жизнь и остались на бумаге, на уровне конструкторских разработок. Существует ряд требований, которые необходимо соблюдать при проектировании оборудования [1]:

- простота и технологичность конструкции;
- ориентация на определенные объемы сырья;
- экологичность;
- простота эксплуатации;
- соответствие нормам безопасности, в том числе пожарной.

Оптимальным решением при выборе оборудования для производства древесного угля (с учетом вышеупомянутых требований) является его ори-

ентация на сырьевую базу предприятия. Объемы заготовки и переработки древесины, ассортимент древесных пород, технические и экономические возможности для каждого предприятия индивидуальны, следовательно, и оборудование для углежжения должно подбираться с учетом этих условий. По производительности его можно разделить на 3 группы: высоко-, средне- и малопроизводительные аппараты и конструкции.

К первой группе относятся печи с выходом угля свыше 3000 т/год. Представителем этой группы являются системы В. Н. Козлова. Производительность установки по переработке березовой древесины около 12000 м³ с выходом угля 7000 т/год [2]. Печь двухканальная циркуляционного типа. В печи обеспечивается выжиг древесного угля, одинакового по составу, величине кусков и механической прочности, так как вагонетки с углем проходят зону прокаливания, имеющую постоянную температуру при крайне незначительной разнице температур между верхом и низом печи. Сырьем для нее является древесина влажностью 40–50 %. Для пиролиза применяются дрова, разделанные на чурки длиной 0,2 м и толщиной не более 0,13 м. В зимнее время выход переугливаемой древесины – 105 м³ в сутки на один канал. При работе в летнее время на полусухой древесине количества тепла, поступающего с отходящими продуктами горения из топки рекуператора в камеру сушки, вполне достаточно, чтобы обеспечить просушку древесины до влажности 10–12 %. В этом случае печь обеспечивает обугливание 126 м³ древесины в сутки на один канал.

К среднепроизводительным аппаратам следует отнести конструкции производительностью угля от 1000 до 3000 т/год. Данное оборудование представляет собой вертикальную непрерывно действующую реторту, имеющую вид стального цилиндра, составленного из царг на фланцевом соединении с внутренним диаметром 0,5–2,8 м. Технологический процесс получения угля в цехе вертикальных непрерывно действующих реторт включает пиролиз древесины, охлаждение и конденсацию жидких продуктов пиролиза, охлаждение неконденсирующихся газов и угля, стабилизацию угля и получение теплоносителя. В качестве сырья используют нетоварную древесину и крупные отходы лесопиления (рейку, горбыль) хвойных и лиственных пород. Производительность установки при относительной влажности древесины 45 % составляет 1000 т/год, а при влажности не более 25 % в 2 раза выше. В настоящее время фирма «Ламбиот» разрабатывает вертикальную непрерывно действующую реторту, где при производстве древесного угля с помощью специального устройства происходит сжигание парогазовой смеси в самой реторте. При этом выход древесного угля планируется увеличить до 6000 т/год [2].

Еще одним представителем второй группы оборудования для производства древесного угля является печь УВП-5А. При переработке древесины около 12000 м³/год выход древесного угля составляет 2000 т/год.

Установка состоит из трех камер, две боковые предназначены для углежжения, а третья – для сушки дров. Сырьем для производства угля является древесина березы. Вместимость каждой камеры $87,5 \text{ м}^3$ древесины, которая загружается в специальные металлические контейнеры вместимостью $8,8 \text{ м}^3$ каждый. Всего в камеру загружается 10 контейнеров размером (мм): ширина 1840, высота 2100 и длина 4700. Стены камер железобетонные, покаты́й пол выполнен из бетона толщиной 50 мм; вверху установка перекрывается съемными железобетонными плитами, которые, как и контейнеры с древесиной и древесным углем, поднимаются и транспортируются консольно-козловым краном. В среднюю часть камер углежжения из топки снизу подводится теплоноситель (горячие дымовые газы с температурой не выше $700 \text{ }^\circ\text{C}$), получаемый в результате сжигания топливной древесины или древесных отходов. Для удаления парогазовой смеси из камер углежжения установлены две трубы. Средний оборот каждой камеры углежжения 5 суток. Утилизация парогазовых продуктов отсутствует.

Третья группа оборудования для производства древесного угля с объемом переработки до 1000 т/год технологического сырья (450 т в летний и межсезонный и 400 т в зимний период) относится к категории малопроизводительного. Одним из его представителей является модульная пиролизная ретортная установка МПРУ-30С. Производительность напрямую зависит от количества реторт в установке и её габаритных размеров [3]. Эти аппараты способны производить древесного угля от 480 до 960 т/год, или 2,6 т/сутки при условии использования березового сырья в летний период. В зимний цикл работы эти показатели уменьшаются на 10 %. Кроме того, другие древесные породы дают меньший выход древесного угля. Данное оборудование относится к стационарным установкам замкнутого цикла с вертикально расположенными ретортами (выемного типа) и дожиганием пиролизных газов в топке. Процессы сушки и пиролиза в установке совмещены. Установка состоит из 4 камер: топочная камера, переходная камера, сушильная камера, камера предварительной сушки. При возрастании температуры прокалики соответственно будет повышаться и содержание углерода в конечном продукте (древесном угле). Оптимальный температурный режим пиролизной камеры (реторты) находится в пределах от 500 до $600 \text{ }^\circ\text{C}$. При снижении температуры до $400 \text{ }^\circ\text{C}$ содержание углерода в продукте составит менее 75–77 %, что существенно отражается на качестве древесного угля. Начиная с температуры прокаливания ниже $400 \text{ }^\circ\text{C}$ качество становится неприемлемым даже для нетребовательных бытовых потребителей.

Сравнение различных видов оборудования позволило сделать следующие выводы:

- 1) установки по производству древесного угля дифференцированы по их производительности и объему перерабатываемого сырья;

2) производительность оборудования по производству древесного угля зависит от конструкции установки, древесного сырья и сезона его переработки;

3) при выборе оборудования, кроме спроса на древесный уголь, необходимо учитывать ресурсную базу предприятия, сезон поступления основного сырья на переработку и древесную породу.

Библиографический список

1. Производство древесного угля: URL: <https://ecobowels.wordpress.com/полезно/> (дата обращения 20.10.18).

2. Печь системы В. Н. Козлова. URL: <https://msd.com.ua/tehnologiya-pirogeneticheskoj-pererabotki-drevesiny/pech-sistemy-v-n-kozlova/> (дата обращения 20.10.18).

3. Справочник лесохимика / М. И. Глухарева, Н. П. Дроздов, Л.А. Ермакова и др. М.: Лесная промышленность, 1974. 376 с.

УДК 676.011

Маг. Н.А. Павлецова
Рук. С.Б. Якимович
УГЛТУ, Екатеринбург

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕПЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КАРТОНА

Цель исследования – рассмотреть подходы к оценке стохастических характеристик технологической щепы в условиях конкретного предприятия и влияния этих характеристик на показатели прочности картона.

Формулировка цели определена тем, что от качества картона зависит качество картонных упаковок, потребность в которых в настоящее время весьма существенна. Немаловажный аргумент, заставляющий производителя отдавать предпочтение именно картонной упаковке, заключается в ее безвредности для человека, даже если она применяется для упаковки продуктов питания, лекарственных препаратов, одежды, игрушек, принадлежностей по уходу за детьми, посуды и гигиенических средств. Значимо также, что при воздействии высоких температур этот материал не становится токсичным и не меняет свои химические и физические свойства с течением времени.

Отметим также, что щепу и целлюлозу получают в результате переработки древесины и вторичного сырья, следовательно, этот ресурс является