

велись (патент №961946 и патент №2041798 и др.), однако из-за сложности и дороговизны конструкций от этих вариантов пришлось отказаться. В наше время изготовление пил со съёмными подчищающими ножами целесообразно, так как современные технологии позволяют изготовить их без существенных затрат.

Вывод: анализ конструкций дисковых пил, современные тенденции в этой области, а также пути их совершенствования в направлении улучшения качества обработанной поверхности позволили сделать вывод, что применение пил со съёмными ножами повышает производительность и качество обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санёв В. И. Обработка древесины круглыми пилами. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 231 с.
2. Стахийев, Ю. М. Работоспособность круглых пил. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 381 с.
3. База патентов СССР. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patents.su/> – Дата доступа: 19.04. 2020.

УДК 674.812:662.838(476)

Студ. Н. А. Рогов

Науч. рук. канд. техн. наук В. Т. Лукаш

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Не смотря на постоянное развитие оборудования и внедрение новых технологий на деревообрабатывающих производствах древесные отходы составляют значительную долю при переработке исходного сырья. Наиболее перспективным способом использования древесных отходов является получение из них пеллет – топливных гранул длиной от 10 до 30 мм и диаметром 6-10 мм, по теплотворной способности сравнимых с углем.

Процесс производства пеллет включает следующие этапы:

- 1) крупное дробление сырья с помощью дробилок;
- 2) высушивание полуфабрикатного материала в сушилках барабанного или ленточного типа до получения уровня влажности на уровне 8-12%;
- 3) мелкое измельчение полученной продукции (до 2 мм) с помощью молотковых мельниц;
- 4) незначительное увлажнение промежуточного продукта водой или паром с использованием шнековых смесителей для того, чтобы сырье лучше склеилось в процессе прессования;
- 5) прессовка с

дальнейшим охлаждением пеллет; б) просеивание и упаковка конечного продукта.

Основным агрегатом линии по производству пеллет является гранулятор. По конструкции грануляторы могут быть с плоской матрицей, с круглой матрицей и с двумя вертикально вращающимися матрицами.

В грануляторах с плоской горизонтальной вращающейся матрицей материал продавливается через отверстия в ней прессующими вальцами и формируется в гранулы. Такие грануляторы небольшие по размеру, имеют простую конструкцию, а потому подходят предприятиям с малым объемом переработки, а также частным хозяйствам.

К недостаткам этого оборудования можно отнести то, что при определенной окружной скорости возникает относительное смещение материала под действием центробежных сил к периферии матрицы и, как следствие, неравномерная нагрузка на ее рабочую поверхность. Кроме того, из-за разности угловых скоростей роликов происходит неравномерный износ поверхности матрицы и роликов. Ремонт гранулятора с плоской матрицей обойдется дороже, чем гранулятора с круглой матрицей, так как при выходе из строя одного подшипника в ролике, как правило, меняются все подшипники на роликовой головке;

В грануляторах с круглой вертикальной вращающейся матрицей материал продавливается через отверстия матрицы прессующими вальцами и формируется в гранулы. В данной конструкции пресса каждый ролик индивидуально подводится к матрице, обеспечивая необходимый зазор и тем самым наилучшее качество получаемого продукта, а также равномерный износ роликов и матрицы.

Прессы этой конструкции наиболее распространены, на их долю приходится около 90% всего рынка грануляторов. Их недостатком является большая окружная скорость и, как следствие, чувствительность к влажности и фракции гранулируемого материала, а также большее энергопотребление; большое энергопотребление.

Грануляторы с двумя вертикальными, вращающимися в противоположных направлениях матрицами роликов не имеют. Матрицы расположены так, что их внешние диаметры накладываются друг на друга, как зубчатая передача. Такие грануляторы не нашли широкого применения из-за высоких эксплуатационных издержек и сложностей в работе.

Наиболее распространены плоские и круглые матрицы грануляторов. Диаметр плоских матриц составляет 100–1250 мм, толщина – 20–100 мм. Диаметр круглой матрицы достигает 1000 мм.

Толщина матрицы должна быть в 10 раз больше диаметра отверстий. Так, для изготовления гранул диаметром 4,8 мм применяют матрицы толщиной 50,8 мм с зенковкой отверстий. При этом эффективная длина образования гранул составляет 38,1 мм. Отверстия для гранул диаметром 9,5 мм и выше обрабатывают на конус до половины, а в некоторых случаях и больше. Для прессования гранул диаметром от 2,4 до 4,8 мм верхние кромки отверстий имеют малую раззенковку у впуска.

При выборе матрицы гранулятора прежде всего надо ориентироваться на вид планируемых к производству пеллет.

Качественно изготовленная матрица должна сочетать в себе высокую износоустойчивость и упругость, стойкость к поломкам и коррозии. Поэтому для изготовления, как правило, используют закаленные стали марок 40X, HARDOX 500, 20CRMN и другие твердостью 45–60 HRC.

Производительность гранулятора зависит от количества и диаметра отверстий матрицы, а также от ее площади. Сегодня производители выпускают пресса мощностью от 500 кг до 5 т гранул в час. И модельный ряд основного оборудования для изготовления пеллет – грануляторов – как и перечень компаний-производителей, постоянно растет, совершенствуются их конструкции.

По данным [1] производство пеллет в первом квартале 2020 г. выросло по сравнению с предыдущим годом как Европе (в Германии на 14%), так и в странах постсоветского пространства (в России на 11,9%). При этом из общего объема производимых пеллет около 60% получено исключительно из отходов деревообработки.

Вместе с ростом производства растет и потребление этой продукции (таблица 1). Поэтому экспорт древесных пеллет является привлекательным направлением для инвестиций в Республике Беларусь. Организации министерства лесного хозяйства Республики Беларусь активно работают над созданием новых пеллетных производств на базе лесхозов. Так до 1 мая 2020 года планируется запуск производств на базе Борисовского опытного и Пружанского лесхозов с общей стоимостью проектов 13,7 млн белорусских рублей (\$6,44 млн) и 9,5 млн белорусских рублей (\$4,5 млн) соответственно.

До 1 июня 2020 г будут введены в эксплуатацию еще четыре пеллетных производства в Кличевском, Новогрудском, Житковичском, Мозырском опытных лесхозах. Суммарная годовая мощность шести новых производств по выпуску пеллет составит около 156 тыс. т. Ввод этих объектов в эксплуатацию позволит дополнительно вовлечь в переработку до 350 тыс. м³ низкокачественной древесины и

более 120 тыс. м³ отходов лесопиления в год. Ориентировочная совокупная стоимость проектов — около 70 млн белорусских рублей (\$32,9 млн).

Таблица 1 – Темпы роста потребления пеллет в 2014-2020 г.

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Темп роста мирового потребления, % г/г	12,5	8,1	13,0	9,1	8,3	7,7	12,6
Темп роста потребления в Европе, % г/г	4,0	5,8	14,6	6,9	6,5	6,1	4,8

Вывод: Учитывая темпы роста мирового потребления пеллет в последние годы и среднюю стоимость 1 тонны топливных гранул (245,94 евро за тонну) можно сказать что производство пеллет является одним из самых перспективных направлений использования отходов деревообработки. И в будущем пеллеты смогут если не полностью, то в значительной мере заменить для Республики Беларусь углеводородное топливо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красногорская, И. Будущее – за пеллетами / *И. Красногорская*, ЛесПромИнформ – №3 (25). – 2005 г.
2. Глуховский, В. Обзор технологий гранулирования / *В. Глуховский, О.Куницкая, И. Григорьев* // Лесная индустрия. – №9 (125). – 2018 г.

УДК 674.055:621.914.2

Студ. Е. М. Харук

Науч. рук. канд. техн. наук В. Т. Лукаш

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ROTOLES

В данной работе рассмотрена технология фрезерования Rotoles, её преимущества и способ применения. Главный принцип системы Rotoles – это модификация фрезеровки лицевых поверхностей, примененная для широких плоских поверхностей из дерева, из пластмассы и из легких сплавов. Своеобразие системы заключается в увеличенном размере рабочей головки. Главной особенностью является специальная направляющая плита, расположенная над ротором, которая обеспечивает точное ведение заготовки через центр ротора и, таким образом, через всю машину. Основной принцип обработки на системе Rotoles представлен на рисунке 1.