

Современные технологии и автоматизация производства: матер. Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж: ВГЛТА, 2017. – С. 11–16.

6. Карташов, В.Ю. Совершенствование ветроэнергетических установок [Текст] / В.Ю. Карташов, Р.М. Панов, Д.Н. Афоничев // Актуальные вопросы фундаментальных исследований и инновационные методы переработки возобновляемых ресурсов: матер. Национ. молодежн. науч. форума. – Воронеж: ВГЛТА, 2018. – С. 410–416.

7. Афоничев, Д.Н. Моделирование рабочего процесса комбинированной энергетической установки [Текст] / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, Р.М. Панов // Современные ресурсосберегающие технологии и технические средства лесного комплекса: матер. Всерос. науч.-техн. конф. – Воронеж: ВГЛТА, 2018. – С. 230–237.

8. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве [Текст] / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

9. Афоничев, Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике [Текст] / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

10. Гулевский, В.А. Краткий курс теоретической механики [Текст] / В.А. Гулевский, В.П. Шацкий. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2009. – 178 с.

11. Москалев, П.В. Основы математического моделирования в системе Maxima [Текст] / П.В. Москалев, В.П. Шацкий. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 70 с.

12. SIMULINK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simulink>.

13. Smart grid systems. Modeling and Control [Text] / Edited by N. Ramesh Babu. – Apple Academic Press, Inc., 2019. – 290 p.

14. Афоничев, Д.Н. Исследование ротора ветрогенератора автономной энергетической установки [Текст] / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, Р.М. Панов // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Ч. 1. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – С. 14–20.

УДК 62-665.9:62-662.5

Попов А.Е.

О ВОПРОСЕ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ ИЗ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I*

Аннотация. Представлен анализ производства пеллет в мире и в России. Предлагается расчет переработки обрезанных веток плодовых

деревьев.

Ключевые слова: пеллеты, отходы сельского хозяйства, плодовые деревья.

Abstract. The analysis of production is submitted pellet in the world and in Russia. Calculation of processing of the cut-off branches of fruit trees is offered.

Keywords: pellets, agriculture waste, fruit trees.

Пеллеты (топливные гранулы, мини-брикеты, pellets) – это цилиндрические изделия длиной 10-50 мм и 6-12 мм в диаметре, спрессованные из измельченного и высушенного сырья. Они представляют собой экологичный вид топлива с высокой степенью переработки. В категорию пеллет входят топливные гранулы, произведенные из отходов древесной промышленности, а также из торфа и отходов сельского хозяйства [1].

Области применения пеллет можно условно разбить на три группы:

а) энергетика (основной): электрическая генерация, районная тепловая генерация и когенерация; локальная тепловая генерация;

б) промышленные процессы: сушка, процессы с использованием больших объемов водяного пара;

в) альтернативные области применения: наполнители для туалетов домашних животных, абсорбенты, подстилающие поверхности.

На долю новых объектов энергетики в странах Западной Европы приходится более 50% возобновляемых источников энергии. Инвестиции мировой экономики в возобновляемые источники энергии составляют порядка 175 млрд. долларов. По прогнозам некоторых аналитиков, потребление пеллет в мире за период 2019-2021 гг. возрастет с 40 млн. тонн до 48 млн. тонн в год. В европейских странах предполагается стабильный рост потребления топливных гранул на 7% ежегодно, а объемы потребления возрастут с 21,4 млн. тонн в 2019 г. до 23,9 млн. тонн в 2021 г. (таблица 1).

Таблица 1. Прогноз мирового потребления пеллет в 2019-2021 г.

Показатель	2019	2020	2021
Прогноз потребления пеллет в мире, млн. тонн	40,0	42,0	48,0
Прогноз потребления пеллет в Европе, млн. тонн	21,4	22,7	23,9
Темп роста мирового потребления, % г/г	8,3	7,7	12,6
Темп роста потребления в Европе, % г/г	6,5	6,1	4,8

Суммарная установленная мощность более чем 100 российских заводов оценивается в 2,5 млн тонн. На данный момент отрасль, в основном,

ориентирована на экспорт. Около 16% продукции приобретается местными потребителями.

Запасы лесной биомассы Россия является крупнейшими в мире. Побочные остатки не вывозятся из леса, так как это нерентабельно. В России более 700 млн га лесов, но наша страна сильно отстает от Европы и Северной Америки в технологиях переработки отходов древесины. На Западе используется более 95% отходов деревопереработки и лесозаготовок, а в России это уровень едва достигает 25%. [2].

По своим характеристикам сырье для производства сильно отличается по качеству. При распиловке бревна получают опилки, больше 50% веса которых составляет вода. В то же время, при изготовлении столярных изделий, до 30% всей древесины превращается в опилки и сухую станочную стружку [1, 2]. Учитывая, что основные затраты в производстве топливных гранул приходятся на закупку и доставку сырья (около 33,5%), а также его сушку то местонахождение сырья, как и содержание в них влаги, являются основными критериями формирования конечной стоимости готовой продукции.

Малые производства с объемом выпуска до 500 кг/час, расположенные в непосредственной близости от мест образования отходов имеют ряд преимуществ перед крупными заводами. Их сильной стороной являются более низкие накладные расходы, а также меньшее расстояние доставки, как сырья на производство, так и готовой продукции потребителям.

В настоящее время наиболее широкое распространение получила технология производства топливных гранул, которая состоит из следующих этапов: а) дробление древесных отходов; б) сушка сырья до 8–12% абс. влажности; в) грубый размол до размера частиц 4 мм и менее; г) кондиционирование (нагрев и увлажнение) полученной массы; д) дозированная подача массы питателем в пресс-гранулятор; е) гранулирование.

Большая часть технологических операций в производстве пеллет связаны с подготовкой сырья к гранулированию. Обобщая материал, посвященный гранулированию сырья, можно выделить три основных параметра, обуславливающих получение качественных топливных гранул с низкими затратами на их производство: а) гранулометрический состав древесной массы; б) содержание в ней лигнина; в) температура, при которой ведется прессование.

Главными потребителями пеллет на внутреннем рынке являются владельцы частных домов или отдельных коттеджных городков. КПД пеллетного котла достигает 95%, в то время как КПД угольного котла – 75%, а котла, сжигающего дрова – не более 60%. Средняя цена пеллетных котлов с мощностью в 20 кВт на 30–50% выше цен на традиционные котлы. Одна за счет большего КПД разница в цене окупается за несколько лет.

Проведем расчет рентабельности переработки обрезанных веток плодовых деревьев в пеллеты. Исходные данные: 1) количество плодовых

деревьев – 400000 шт.; 2) с одного дерева ежегодно обрезается веток – 10 кг; 3) общий объем сырья – 4000 тонн в год.

Для переработки ветки необходимо порубить в щепу 2–5 см. Необходима рубильная машина на 5-20 м³/час, электрическая 15 кВт, или навесная на трактор (порядка 40 л.с.) стоит от 130 до 250 тыс. руб., принимаем 200 тыс. руб. Трактор МТЗ (Беларус) б/у стоит от 200 до 500 тыс. руб., принимаем 350 тыс. руб. 1 м³ щепы весит порядка 150 кг, значит 1 тонна щепы занимает 6 м³, итого расчетный объем щепы: 24000 м³. Выход из 2 тонн (или 12 м³) сырой щепы составит порядка 1 тонны пеллет (усушка в 1,5 раза и расход на дрова), то есть потенциальный объем пеллет составляет порядка 2000 тонн в год. Стоимость одной тонны пеллет около 5000 руб., таким образом максимально возможный валовый доход порядка 10 млн. руб.

Производительность рубильной машины 10 м³/ч при загрузке 6 часов в день дает 60 м³ в день. Для переработки валового объема отходов потребуется примерно 400 дней, т.е. оборудование будет загружено полностью.

Расходы на производство. Пусть оплата труда рабочих, обслуживающих рубильную машину, составляет 40 тыс. руб. в месяц. При расходе топлива 5 л/час его стоимость составит порядка 18 тыс. руб. в месяц. Линия пеллет производительностью 300 кг/час за 2 смены сможет произвести около 5 тонн/сутки, перерабатывая примерно 60 м³ щепы. Оплата работы по переработке порядка 50 тыс. руб. в месяц. Стоимость доставки автомобильным транспортом ежедневно 60 м³ щепы и 5 тонн пеллет составит 50 тыс. руб. в месяц. Примем расходы на заработную плату администрации, налоговые отчисления и накладные расходы порядка 100 тыс. руб. в месяц.

Выручка и прибыль. Выход готовой продукции около 100 тонн в месяц. Выручка порядка 500 тыс. руб. в месяц. Себестоимость переработки около 200 тыс. руб. в месяц. при себестоимости щепы – 60 тыс. руб. в месяц. Тогда совокупная чистая прибыль составит 240 тыс. руб. в месяц при сроке окупаемости порядка 2 лет.

Если увеличить производительность вдвое и перерабатывать весь объем веток за полгода, то потребуются дополнительных инвестиций на 1,5–2 млн. руб. Это позволит увеличить прибыль при сокращении издержек и срока окупаемости.

Список литературы

1. Рязанцев, А.А. О вопросе изготовления топливных гранул из отходов сельскохозяйственного производства [Текст] / А.А. Рязанцев, А.Е. Попов // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – С. 383-386.

2. Попов, А.Е. К вопросу об изготовлении пеллет из отходов сельскохозяйственного производства // Энергоэффективность и энергосбережение

в современном производстве и обществе: материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – С. 40-44.

УДК 631.3:517.927.4

Попов А.Е., Тарабрин Д.С., Шацкий В.П.

О ДВИЖЕНИИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ В АСПИРАЦИОННОМ КАНАЛЕ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В работе рассматривается вопрос о моделировании движения потока зерновой массы в воздушном аспирационном канале и о распределении зерна в нижней его части.

Ключевые слова: аспирационный канал, моделирование, зерновой поток.

Abstract. The paper deals with the modeling of the flow of grain mass in the air aspiration channel and the distribution of grain in its lower part.

Key words: aspiration channel, simulation, grain flow.

В ряде сепарационных машин после схода зерновой массы с вибрационных решет она транспортируется в воздушный канал, в котором под действием потока воздуха происходит удаление легкой фракции, имеющей более высокий коэффициент парусности [1-6]. Если указанный поток имеет достаточную скорость, направленную вертикально вверх, то легкая

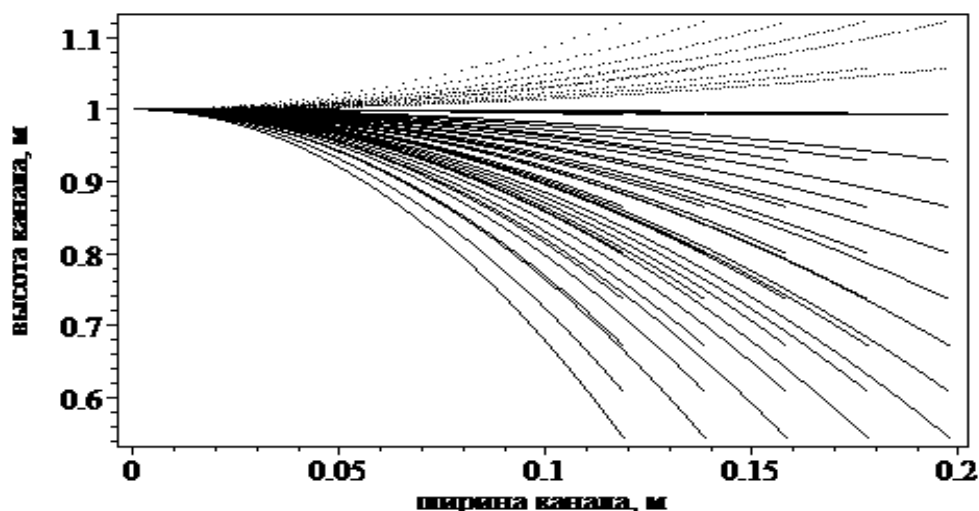


Рис. 1. Полет частиц при наличии восходящего потока