

## МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПЕЛЛЕТОВ НА БАЗЕ КАМАЗ 43118

Шаповалова С.В., Егоров М.А., Костырченко В.А., Егоров А.Л.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: general@tyuiu.ru

Каждый год в городе Тюмени и Тюменской области бушуют лесные пожары, которые наносят непоправимый вред не только экосистеме, но и имуществу граждан. После ландшафтных пожаров остается очень много несгоревшей древесины, такой как пеньки, сучья, а также различного вида биомассы, которую можно переработать в биотопливо. На сегодняшний день биомасса является одним из перспективных возобновляемых источников энергии, но для эффективного ее сбора и переработки необходимо разрабатывать более эффективные и универсальные комплексы по переработке биотоплива и производству пеллет. В статье рассмотрены патенты оборудования и конструкции установок, способных обеспечить сбор и переработку биомассы. Описаны их достоинства и недостатки. Выбрана базовая машина, на которой будут располагаться необходимые агрегаты и узлы, повторяющие технологический процесс создания пеллет на стационарном заводе. За базовую машину был принят КАМАЗ 43118, который соответствует необходимым критериям для использования его в суровых климатических условиях и приспособлен к сложным дорожным условиям, поскольку чаще сбор биомассы осуществляется в лесах и удаленных районах. Рассмотрены процесс утилизации биомассы посредством мобильного комплекса по производству пеллет, а также использование проектируемой машины для рекультивации земель и предотвращения распространения пожаров.

**Ключевые слова:** пеллеты, биотопливо, мобильный завод, автономность, экология

## MOBILE COMPLEX FOR PELLET PRODUCTION BASED ON KAMAZ 43118

Shapovalova S.V., Egorov M.A., Kostyrchenko V.A., Egorov A.L.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: general@tyuiu.ru

Every year, forest fires rage in the city of Tyumen and the Tyumen region, causing irreparable damage not only to the ecosystem, but also to the property of citizens. After landscape fires, a lot of unburned wood remains, such as hemp, twigs, as well as various types of biomass, which can be processed into biofuel. Today, biomass is one of the most promising renewable energy sources, but for its effective collection and processing it is necessary to develop more efficient and universal complexes for biofuel processing and pellet production. The article discusses patents for equipment and designs of installations capable of collecting and processing biomass. The advantages and disadvantages are described. A base machine has been selected on which the necessary units and components will be located, repeating the technological process of creating pellets at a stationary plant. KAMAZ 43118 was chosen as the base vehicle, which meets the necessary criteria for use in harsh climatic conditions and is adapted to off-road conditions, because Most biomass collection occurs in forests and remote areas. The process of biomass utilization using a mobile pellet production complex is considered, as well as the use of the designed machine for land reclamation and preventing the spread of fires.

**Keywords:** pellets, biofuel, mobile plant, autonomy, ecology

Аномальные погодные условия на Урале и в Сибири вызвали ряд экологических проблем. Цикл засушливых и половодных периодов составляет в среднем пять лет, однако данный засушливый период длится уже восемь лет. В весенне-летний период отсутствуют дожди, а в зимний период малое количество снега не позволяет накопить запасы воды [1]. Тюменская область значительно пострадала от обмеления рек Обь-Иртышского бассейна, установлены рекорды низкого уровня воды за всю историю наблюдения, высыхают болота, покрывающие значительные территории, мелеют и зарастают мелкие озера и реки, падает естественный уровень грунтовых вод. Все это на фоне высокой температуры неизменно вызывает серьезные лесные пожары. Лесные пожары оказывают огромное негативное влияние на качество воздуха.

После ландшафтных пожаров остается очень много несгоревшей древесины, такой как пеньки, сучья, а также различного вида биомассы. Все это можно переработать в биотопливо. На сегодняшний день отходы лесопромышленных и деревообрабатывающих производств, остатки лесных пожаров и растительная биомасса [2, 3] являются одним из перспективных возобновляемых источников энергии. Наиболее перспективной технологией утилизации биомассы является переработка ее в топливные пеллеты [3].

Производство пеллет возможно двумя путями. Первый путь – на стационарном заводе, на сегодняшний день такие заводы существуют в Калининградской области, Вологодской области, Забайкальском крае, Республике Беларусь [4]. Второй путь – передвижные заводы по производству пеллет, их можно условно разделить

на два типа: самостоятельно собирающие и перерабатывающие биомассу (необходимо собирать и транспортировать биомассу к заводу). В основном используются стационарные заводы из-за возможности переработки большого объема биомассы, но иногда такие заводы крайне неэффективны, поскольку транспортировка биомассы занимает большое количество времени и требует значительных финансовых затрат [5].

Цель исследования – проектирование мобильного комплекса по производству пеллет, соответствующего требованиям безопасности и экологичности.

#### Материалы и методы исследования

Изучение патентов в сфере переработки биомассы и конструкций заводов по созданию пеллет поможет выявить различные подходы и инновационные идеи, которые могут быть применены для оптимизации и совершенствования существующих заводов по созданию пеллет. Патенты могут содержать описания новых агрегатов, материалов, механизмов и технологий, которые способствуют более эффективной и удобной утилизации биомассы.

Также анализ патентов позволяет выявить тенденции в развитии конструкций передвижных заводов по созданию пеллет. Например, можно обнаружить новые подходы к уплотнению или сушке биомассы, использование современных материалов с улучшенными свойствами или применение инновационных механизмов для мульчирования (измельчения) биомассы. Результаты анализа патентов являются основой для проектирования и разработки новой конструкции мобильного завода по созданию пеллет с учетом опыта и знаний, накопленных в данной области. Они могут помочь улучшить существующие конструкции, устранить их недостатки и помочь разработать более эффективные и надежные решения для создания пеллет.

Основные патенты, относящиеся к технологиям и элементам конструкций, участвующих в технологии по созданию пеллет, представлены на рисунке 1.

Патент № 2351636 «Устройство для производства пеллет и гранул». Авторы Л.А. Загегин, Ю.Л. Петров [6].

Представляет собой автономную конструкцию, а точнее, линию по производству пеллет, которая состоит из приемного бункера, шнека, сушильной камеры и конвейерной ленты, позволяющей транспортировать готовые пеллеты до места хранения и фасовки.

Главными достоинствами такой линии по производству пеллет являются мо-

бильность и минимальные требования к месту установки и площадке для размещения оборудования.

Недостатками являются маленький объем выпускаемой продукции, неудобство загрузки бункера, необходимость использования ручного труда, маленький объем загрузки бункера.

Патент № 2516063 «Барабанно-винтовой СВЧ сушильный агрегат». Авторы С.Н. Глаголев, В.С. Севостьянов, А.М. Гридчин, А.С. Воронкин [7].

Достоинством является оригинальный способ уплотнения биомассы, реализованный путем установки шнека, это позволяет уплотнять биомассу до максимально возможного состояния, за счет чего повышается качество готовой продукции.

Недостатками данного патентного решения являются высокая стоимость готовой продукции, отсутствие накопительного бункера для произведенного материала, что, в свою очередь, затрудняет использование оборудования вдали от стационарного завода.

Патент № 2362798 «Способ производства древесных гранул (пеллет)». Автор А.С. Семисалов [8].

Представляет собой шаблон – форму для производства пеллет, позволяющую использовать ее для увеличения темпа производства и формирования одинаковых типоразмеров полученных изделий.

К достоинствам можно отнести однотипность получаемых итоговых изделий, внешний вид пеллет.

Недостатков не выявлено.

Патент № 2327522 «Дробильная установка». Авторы Т. Ябс, И. Гисек, Ф. Зеэхефер [9].

Устройство предназначено для измельчения биомассы в однородную массу, позволяющую производить биотопливо. Относительная простота конструкции дает возможность быстро и недорого осуществлять размещение и установку.

Основными достоинствами конструкции являются простота и дешевизна установки.

Недостатками служат открытый тип производства, шум, невозможность размещения в закрытых ангарах.

Необходимо также рассмотреть и мобильные комплексы по производству пеллет, одним из представителей таких комплексов является мобильный комплекс «Форвард» [10] (рис. 2).

Мобильный комплекс состоит из двух транспортных средств. Первое транспортное средство используется в качестве измельчителя или мульчера биомассы, а второе транспортное средство выполняет функцию пресс-гранулятора.

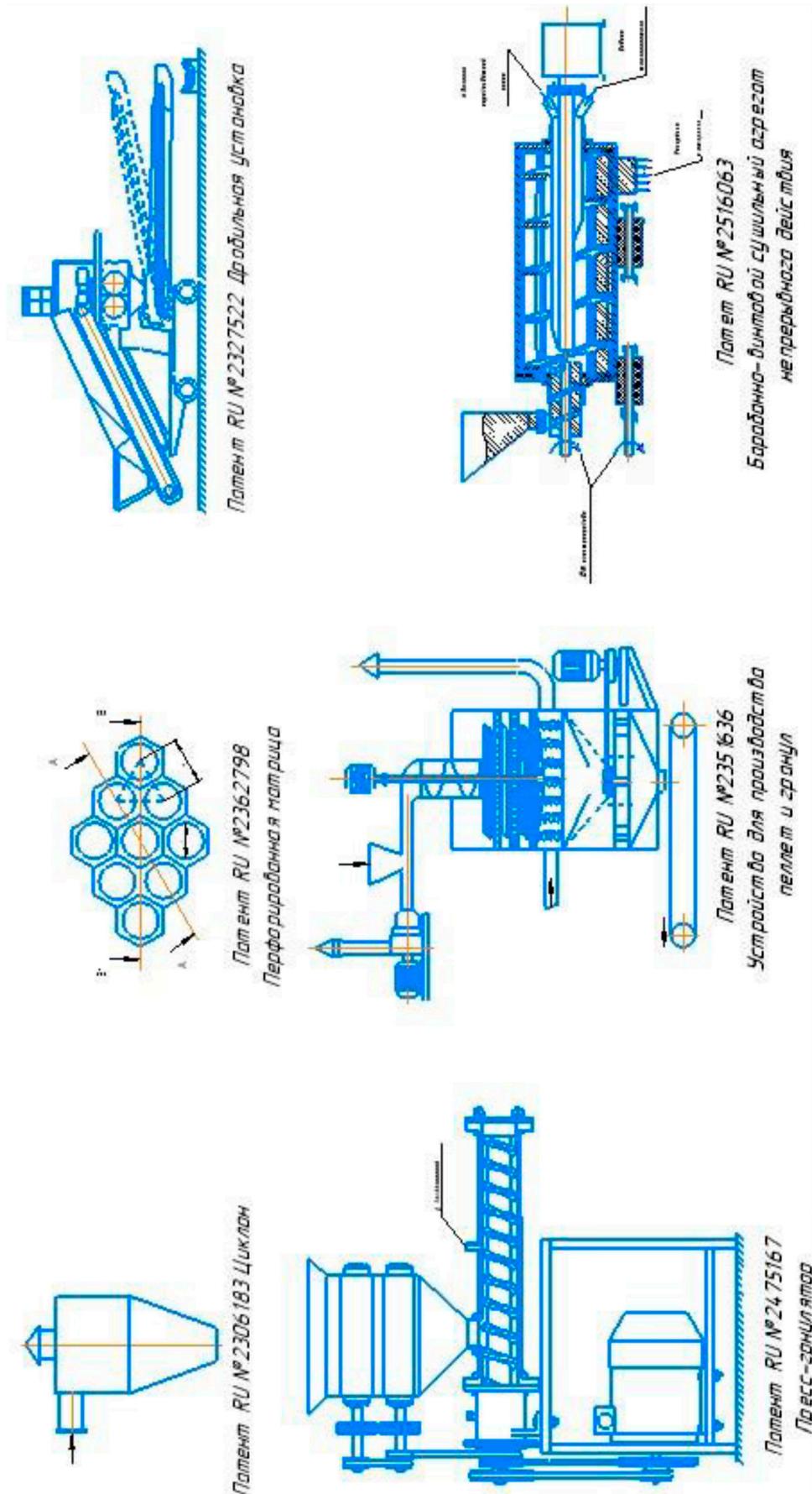


Рис. 1. Патентный обзор технологий производства пеллет

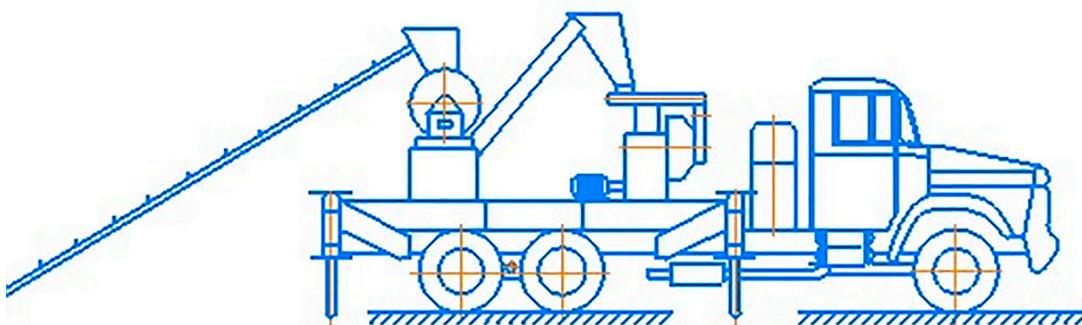


Рис. 2. Схема мобильного комплекса «Форвард»

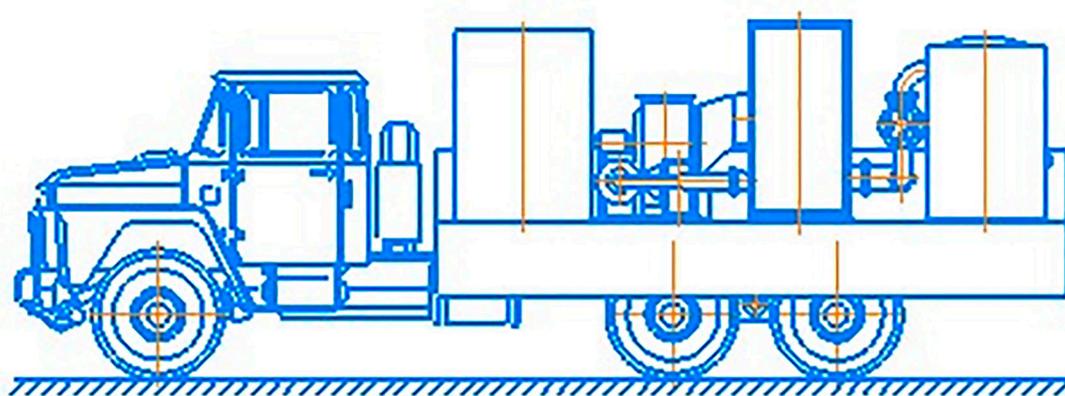


Рис. 3. Установка на базе автомобиля «Урал»

Основным конкурентом можно считать установку по переработке биотоплива на шасси автомобиля «Урал» [11] (рис. 4), которая включает в себя все необходимые элементы линии по производству пеллет, но также проигрывает спроектированному мобильному комплексу, поскольку нуждается в использовании дополнительных транспортных средств, позволяющих собирать и перерабатывать биомассу.

Таким образом, проведенный анализ конструкций мобильных заводов по созданию пеллет на основе изучения патентов представляет важный этап в исследовании проблемы утилизации биомассы. Он помогает выявить лучшие практики, перспективные идеи и направления для дальнейшего развития и совершенствования технологии пеллетирования.

#### Результаты исследования и их обсуждение

При выборе базовой машины проектируемого комплекса, на которой будут располагаться необходимые агрегаты и узлы, повторяющие технологический процесс

создания пеллет на стационарном заводе, необходимо уделить особое внимание следующим ограничениям и требованиям. Базовая машина должна обладать такими характеристиками, как:

- проходимость;
- ремонтпригодность;
- наличие большой рамы для размещения необходимых агрегатов и узлов;
- удобство и повышенные эргометрические показатели кабины;
- возможность установки дополнительного навесного оборудования;
- маневренность;
- приспособленность к эксплуатации в суровых условиях (при повышенной температуре окружающей среды, в грязь).

После рассмотрения всех необходимых характеристик за базовую машину мобильного комплекса был принят КАМАЗ 43118, который соответствует необходимым критериям для использования его в суровых климатических условиях и приспособлен к сложным дорожным условиям, поскольку в большинстве случаев сбор биомассы осуществляется в лесах и удаленных районах.

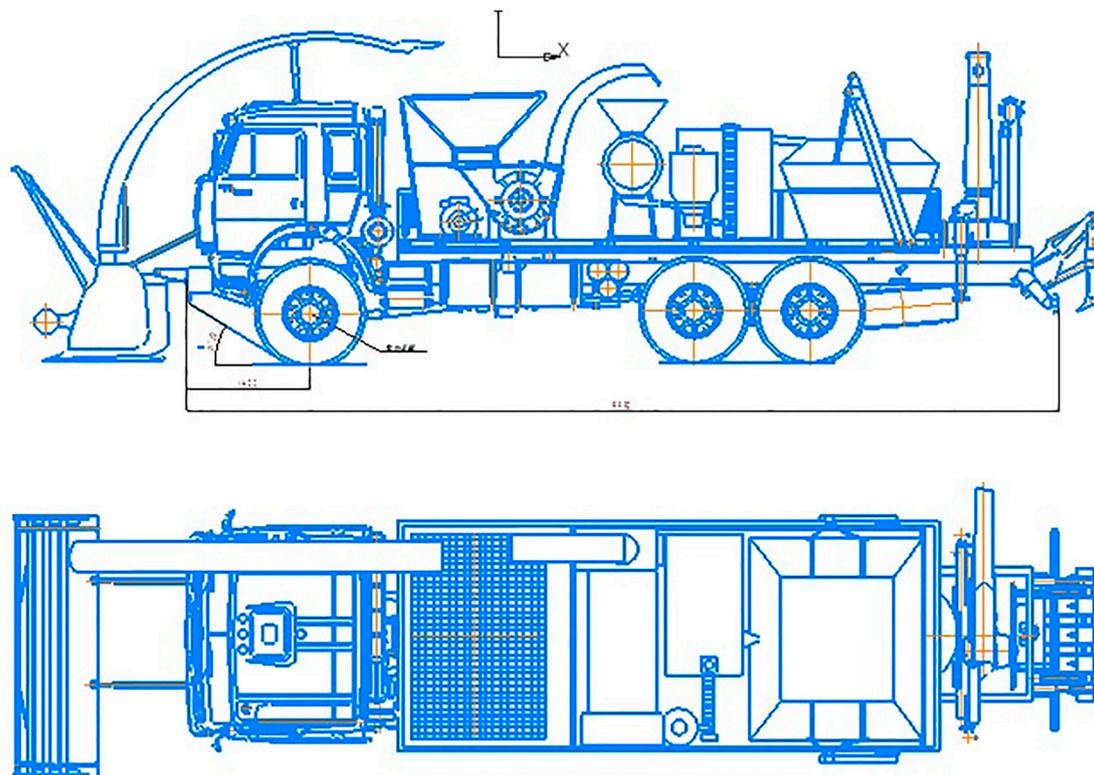


Рис. 4. Мобильный комплекс по производству пеллетов на базе автомобиля КАМАЗ 43118

Главным преимуществом автомобиля КАМАЗ 43118 является его огромная платформа (борт), расположенная сзади кабины, которая позволяет грамотно разместить линию по производству пеллетов, в которую входят: дробилка (типа мульчер), барабанная сушилка, позволяющая понизить влажность биоматериала до 10%; далее идет пресс-гранулятор, циклон, который позволяет разделить биоматериал по фракциям и тем самым уменьшить попадание грязи и пыли; далее по питателю биоматериал попадает в пресс-гранулятор; в пресс-грануляторе происходит уплотнение материалов в гранулы, после чего готовые пеллеты попадают в контейнер для готовой продукции. Контейнер для готовой продукции далее переставляется на землю, и загружается следующий контейнер; таким способом действует безостановочная технологическая цепочка, позволяющая производить пеллеты прямо на месте сбора биоматериала.

Рассмотрим дополнительное рабочее оборудование, которое планируется устанавливать на базовую машину. Одним из такого вида оборудования является харвестер биомассы, он установлен спереди автомобиля для того, чтобы по ходу движения транс-

портного средства собирать биоматериал, измельчать его в нужную фракцию. Далее фракция поступает в дробилку, что позволяет измельчить биоматериал на более мелкие фракции. Сзади транспортного средства установлены 2 навесных агрегата. Первый представляет собой автономный манипулятор с комплектом навесного рабочего оборудования в виде харвестера, а также грузозахватного устройства. Автономный манипулятор позволяет с высокой точностью убирать (спиливать) деревья, а также дает возможность корчевать пни и перемещать контейнер с готовой продукцией. Вторым навесным агрегатом, установленным сзади, является рыхлитель, с помощью которого происходит корчевание пней, а также рыхление земли для предотвращения распространения пожаров.

Мобильный комплекс по производству пеллетов позволяет производить несколько технологических операций. Первой технологической операцией является рекультивация земель: харвестер срезает, собирает и измельчает растительность. Затем насадка выдувает измельченную щепу через специальные сопла. В случае если сбор биомассы не требуется, харвестер можно использовать в качестве мульчера.

Следующей технологической операцией является ликвидация пожаров, в ней задействованы сразу три навесных агрегата – добавляется рыхлительное оборудование. Таким путем происходят расчистка лесной полосы и возведение противопожарного рва. Получаем отдельный участок, защищенный от последующего распространения пожара. Рыхлительное оборудование также может использоваться при очистке территории от пней и для последующей их переработки. Третьей технологической операцией являются расчистка территории от выгоревшей растительности, переработка выгоревшей растительности после ликвидации пожаров с последующим получением готового продукта биомассы. Здесь задействованы все навесные агрегаты. Четвертой технологической операцией является производство пеллет: происходит сбор, измельчение биомассы с последующим наполнением емкости готовой продукцией. Пятой технологической операцией служат подготовительные работы при строительстве временных зимних дорог. Одной из технологических операций по возведению временной зимней дороги является расчистка территории с измельчением и корчеванием пней для прокладки трассы. Весь этот биоматериал: пни, листва, любая растительность – перерабатывается в биоматериал, после чего уплотняется, и получается готовая продукция – пеллеты.

Для определения стоимости материалов и комплектующих проведен расчет, учитывающий количество и стоимость каждого компонента. Это позволило определить общую стоимость всех необходимых материалов и комплектующих, которые необходимы для создания данного мобильного комплекса, в ценах 2023 года она составляет 1 млн 20 тыс. рублей. Себестоимость производства пеллет составит 2200 рублей за 1 т при цене продажи в 3000 рублей. Учитывая невысокую стоимость проекта и ожидаемую отдачу от инвестиций, можно при-

нять решение о целесообразности создания мобильного комплекса.

### Заключение

Рассмотрены процесс утилизации биомассы посредством мобильного комплекса по производству пеллет, а также использование проектируемой машины для рекультивации земель и предотвращения распространения пожаров.

### Список литературы

1. Вукович Н.А., Мехренцев А.В. Состояние и перспективы развития рынка древесных пеллет в России // ЭКО. 2023. № 6 (588). С. 122-136.
2. Парникова Т.А., Трофимова В.С., Соколов Д.А., Охлопкова М.К. Технология производства топливных пеллет и ее стандарты качества // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 12. С. 125-128.
3. Васильев А.С. Шегельман И.Р. Анализ путей повышения конкурентоспособности энергетической биомассы // Инженерный вестник Дона. 2013. № 3. [Электронный ресурс]. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769) (дата обращения: 25.11.2023).
4. Ястребова В.И., Егоров М.А., Егоров А.Л., Костырченко В.А. Обзор конструкций и проектирование мобильного завода по производству пеллет // Инженерный вестник Дона. 2022. № 10. [Электронный ресурс]. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n10y2022/7955](http://ivdon.ru/magazine/archive/n10y2022/7955) (дата обращения: 25.11.2023).
5. Егоров А.Л., Костырченко В.А., Егоров М.А., Ястребова В.И. Оценка спроектированного передвижного завода по производству пеллет // Бюллетень транспортной информации. 2022. № 7-2 (325). С. 46-53.
6. Занегин Л.А., Петров Ю.Л. Устройство для производства пеллет и гранул. Патент № 2351636. 2009.
7. Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Гридчин А.М., Воронкин А.С. Барабанно-винтовой СВЧ сушильный агрегат. Патент № 2516063.2014.
8. Семисалов А.С. Способ производства древесных гранул (пеллет). Патент № 2362798. 2009.
9. Ябс Т., Гисек И., Зеехефер Ф. Дробильная установка. Патент № 2327522.2008.
10. Презентация ООО Технический центр «Общемаш». Мобильный комплекс по производству твердого биотоплива МЛГ-11 «Форвард». [Электронный ресурс]. URL: [img.ukr.bio/data/articles/img/6893/mlg-11\\_-\\_forward.pdf](http://img.ukr.bio/data/articles/img/6893/mlg-11_-_forward.pdf) (дата обращения: 25.11.2023).
11. Плотников Д. А., Диденко В.Н. Установка переработки биотоплива. Патент № 55774. 2006.