

Обзор конструкций и проектирование мобильного завода по производству пеллет

В.И. Ястребова, М.А. Егоров, А.Л. Егоров, В.А. Костырченко

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрено производство и использование экологически чистого топлива - пеллет. Проведен обзор конструкций мобильных заводов по производству пеллет, выявлены достоинства и недостатки данных конструкций. Рассмотрены потенциальные потребители гранул и оборудования (отопительных котлов, топливом для которых являются пеллеты). Сконструирован мобильный комплекс по производству пеллет на шасси трелевочного чекерного трактора МСН-10-004-03. Описана технология производства пеллет передвижным мобильным заводом.

Ключевые слова: пеллеты, мобильный завод, проектирование, биотопливо, технология производства.

Биотопливо образуется из биомассы. Биотопливо, согласно ГОСТ Р 52808 – 2007 - это твердое, жидкое или газообразное топливо, получаемое из биомассы термохимическим или биологическим способом. Биотопливо делится на твердое топливо, такое, как: топливные гранулы и брикеты, пеллеты и т.д. (прессованные изделия из древесных отходов опилок, щепы, коры, тонкомерной и некондиционной древесины, порубочные остатки при лесозаготовках); жидкое и газообразное (биодизель, биогаз) и на негорючие вещества. В данной статье будем рассматривать твердое биотопливо, а именно - пеллеты. В отличие от рынка жидкого биотоплива, который до сих пор очень мало распространен в нашей стране, рынок твердого биотоплива развивается активно и динамически [1].

Пеллеты используют для получения тепла и электроэнергии в населенных пунктах и на малых предприятиях; для отопления жилых домов путем сжигания в специальных котлах (пеллетные котлы); для производственной сушки и процессов с использованием водяного пара в промышленности. Совсем небольшая часть пеллет используются в виде подстилающих поверхностей, наполнителей, абсорбентов [2].

Потенциальными потребителями гранул и оборудования (отопительных котлов, топливом для которых являются пеллеты) являются:

а) владельцы строящихся и существующих домов и коттеджей, не имеющих доступа к газу;

б) застройщики коттеджных участков, имеющие планы создания централизованной котельной, также в отсутствии доступа к газу;

в) владельцы котельных, использующие наиболее дорогостоящие энергоносители для отопления – электричество, топочный мазут, дизтопливо [2].

Рынок древесных гранул в России является экспортно-ориентированным, потому что до 80% продукции направляется в страны Европы, для которых Российская Федерация – третий по величине экспортер в мире после Канады и США. Нужно отметить, что пеллеты покупают Скандинавские страны, Северная и Центральная Европа, а пеллеты, изготовленные из лозги – Польша и Великобритания [3].

Производство пеллет на экспорт выгодно и целесообразно при наличии определенных условий. Одно из главных и основных условий производства пеллет является относительная близость предприятия к границе, транспортным путям и источникам сырья. Для поставщиков предпочтительней совершать перевалку пеллет в портах Прибалтики, где ставки ниже и имеются, в отличие от российских портов, склады для хранения. Крупнейшими предприятиями по производству пеллет в России являются предприятия, которые сосредоточены в Архангельской, Вологодской, Ленинградской областях и в Красноярском крае. В Ленинградской области, в 2011 году начал свою работу один из самых крупных в мире заводов по производству древесных гранул (ОАО «Выборгская целлюлоза») с потенциальной ежегодной мощностью 1 млн. т. На данный момент производственный потенциал России по выпуску пеллет –

один из самых мощных и высоких в мире (несколько миллионов в год), но общий объем производства не превышает 1 млн. т. в год. В данном исследовании будем решать вопрос о утилизации древесных отходов при подготовке к строительству дорог; строительстве магистрального трубопровода; ликвидации последствий пожара; освоении местности и подготовки к строительству; уборке старых и зараженных деревьев и др. [4].

Сбор биомассы на обширных территориях – эффективная и экономичная новейшая технология, позволяющая осуществлять сбор биомассы особенно экономично и быстро. Харвестер биомассы применяется при:

- а) валке леса и переработке остатков древесины;
- б) сборке и переработке древесины при ландшафтных работах;
- в) сборке биомассы при рекультивации кустарников;
- г) использовании в условиях посадок растительных культур.

В нашем случае был выбран харвестер биомассы Н600 от германской компании АНWI, созданный по новейшим технологиям, который обладает следующими особенностями:

- а) выброс переработанной биомассы управляется гидравлически;
 - б) воздуховодный рукав оснащен гидравлически управляемым поворотным кругом с возможностью поворота на 270°;
 - в) возможность замены щита;
 - г) оснащение самобалансными, защитными клапанами;
 - д) возможность замены направителей материала;
 - е) использование гидравлически регулируемых лыж из сверхпрочного металла;
 - ж) запатентованная система карданного вала (W-Кинематика);
 - з) сверхпрочный ступенчатый ротор с 56-ю режущими элементами;
 - и) толкатель для оптимального сбора сырья;
 - к) стабильная планка, как несущий элемент;
-

л) оснащение двухсторонним приводом.

Проведем патентный обзор конструкций по производству пеллет.

МЛГ-11 «Форвард» (мобильный комплекс по производству пеллет) (патент на изобретение № 64225), авторы патента: ООО Технический центр «Общемаш». На рисунке 1 изображена схема мобильного комплекса МЛГ – 11 «Форвард» [5].

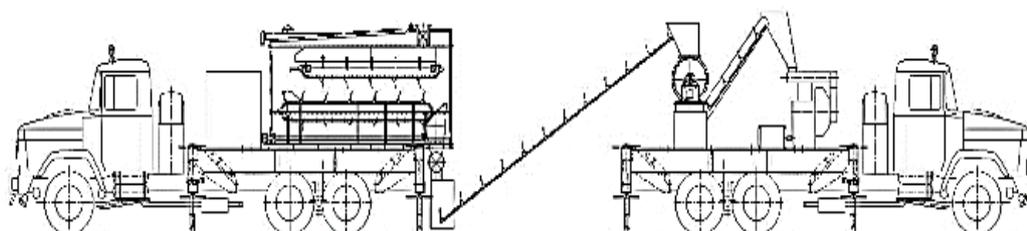


Рис. 1. - Схема мобильного комплекса МЛГ – 11 «Форвард» [5]

МЛГ-11 «Форвард» используется для производства твердого биотоплива (пеллет), из древесных отходов, соломы, лузги подсолнечника. МЛГ-11 «Форвард» прошел комплекс полевых испытаний при выполнении полного производственного цикла по выпуску готовой продукции. Комплекс разработан и изготовлен украинским предприятием, с использованием только отечественных материалов, оборудования, комплектующих на базе шасси автомобиля КраЗ. При проведении полевых испытаний с полным производственным циклом, МЛГ-11 «Форвард» показал следующие результаты (табл. 1):

Таблица 1

Результаты испытание МЛГ – 11 «Форвард»

Наименование	Показатели
Средний расход топлива на 1 тонну продукции, л	26
Количество отработанных смен	55 по 8 часов
Наработка, ч	440
Себестоимость готовой продукции, руб	1035
Производительность, т/ч	1,5

Таким образом, промышленное применение МЛГ-11 «Форвард» в производстве твердого биотоплива имеет существенное ценовое и

технологичное преимущество перед используемыми в настоящее время во всем мире стационарными заводами. Изучив и рассмотрев проблематику промышленного производства твердого биотоплива (исследования проводились с 2006 года), компания «Технический центр «Общемаш» разработала, запатентовала (Патент № 64225, № 75024, ТУ № У 289-3625 2220-001:2012) и начала производство мобильных комплексов по производству твердого биотоплива МЛГ-11 «Форвард», мощностью 1,5-2 т/час. Комплекс предназначен для автономной работы в любом месте нахождения биомассы, то есть на лесных участках, полях, зонах санитарной очистки линий электропередач и пр. Таким образом полностью решена проблема зависимости от поставок сырья для производства, цены на сырье, логистики, как основных составляющих себестоимости готовой продукции.

Комплекс состоит из двух производственных элементов – модуль сушки и подготовки сырья, а также модуль дробления и грануляции. Сырье с естественной влажностью 50 - 70% подается в бункер модуля сушки и подготовки. После этого высушенное сырье (до 6 – 8%) подается в модуль грануляции, откуда и получают готовую продукцию - пеллеты, которые упаковываются в биг - беги, либо насыпом, и отправляются на склад или непосредственно потребителю. Основным преимуществом сушилки является пожарная безопасность и отсутствие необходимости сжигать треть сырья в топке сушилки, что также повышает экономическую эффективность комплекса. МЛГ-11 «Форвард» монтируются на шасси грузовых автомобилей, интегрированы с автомобильными силовыми агрегатами, с использованием гидроприводов (отсутствие электричества), оснащены грануляторами украинского или импортного производства, оборудованием сушки и дробления разработки ООО «ТЦ «Общемаш». Мобильные комплексы по производству твердого биотоплива МЛГ-11 «Форвард» прошли период полевых испытаний с полным производственным циклом в

лесных хозяйствах Украины и получили положительную оценку. Кроме того, комплексы МЛГ-11 «Форвард» рекомендованы для эксплуатации в лесхозах, ЖКХ, энергопоставляющих предприятиях. Мобильная линия проста в обслуживании, может применяться тогда, когда применение других способов производства пеллет нерентабельно. При использовании такой линии не нужно производить обязательные ежемесячные платежи в виде аренды помещения, аренды за оборудование, оплаты за электроэнергию и прочее.

Достоинства: мобильность; решены проблемы логистики, зависимости от поставок сырья производства; повышена экономическая составляющая комплекса; ежемесячные оплаты за электричество, за аренду помещения, оборудования не производятся.

Недостатки: затраты на топливо, смазочные материалы; немаленькое изначальное капитальное вложение.

Мобильный передвижной комплекс по производству пеллет на шасси автомобиля «Урал» (патент на изобретение № 55774, «Установка переработки биотоплива»), авторы патента: Плотников Дмитрий Анатольевич, Диденко Валерий Николаевич. На рисунке 2 изображена схема энергоблока на шасси «Урал» [6].

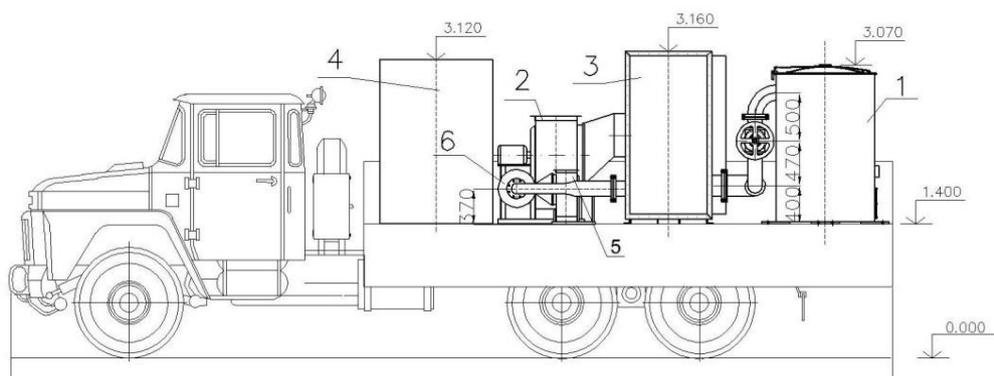


Рис. 2. – Схема энергоблока на шасси «Урал» [6]

Достоинства: мобильность; решена проблема логистики, зависимости от поставок сырья производства; повышена экономическая составляющая

комплекса; ежемесячные оплаты за электричество, за аренду помещения, оборудования не производятся; автономность.

Недостатки: немаленькое изначальное капитальное вложение; затраты на топливо, смазочные материалы, запасные детали.

Устройство комбайн биомассы (патент на изобретение № 8250843 B2 (US)), авторы патента: Robert G. Campbell, Howard Duzan, James R. Leist. На рисунке 3 изображена схема комбайна биомассы [7].

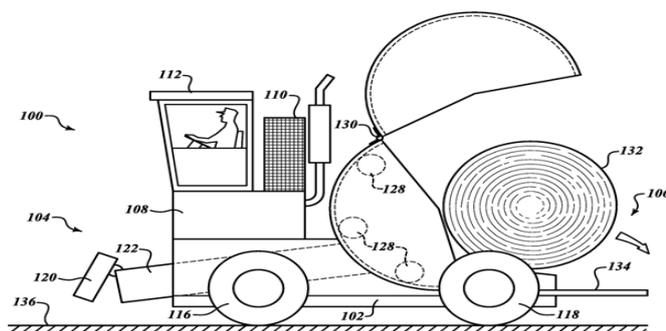


Рис. 3. – Схема комбайна биомассы [7]

Данный комбайн выполняет функции сборщика-прессовщика биомассы. Оснащен необходимым оборудованием для сбора и прессования биомассы в тюки. Включает в себя: базовую машины на автомобильном шасси; моторный отсек; топливный отсек; механизм передвижения; головки резки; пресс-подборочный узел; платформу для хранения рулонов спрессованной биомассы. Пресс-подборочный узел может быть выполнен с закреплением биомассы в один или более рулонов.

Достоинства: мобильность; проходимость; обслуживающий персонал доведен до минимума, технологичность процесса.

Недостатки: достаточно большие габаритные размеры машины; дороговизна в обслуживании деталей.

С производением патентного обзора, были выявлены достоинства и недостатки существующих конструкций и технологий для производства древесных гранул из биомассы, их сушки, измельчения. Исходя из

вышесказанного, был разработан мобильный комплекс по производству пеллет на шасси трелевочного чекерного трактора МСН-10-004-03, на платформе которого размещена мини-линия для изготовления древесных гранул, состоящая из: барабанной сушилки модели БН 0,5-2,5НУ, циклона ОЭКДМ К8, транспортера, пресс-гранулятора ОГМ-Dz, емкости для сбора пеллет, кирковщика. В роли навесного оборудования взят харвестер биомассы Н 600, выполняющий функцию измельчения биомассы. Большая часть недостатков в технологии производства пеллет была устранена.

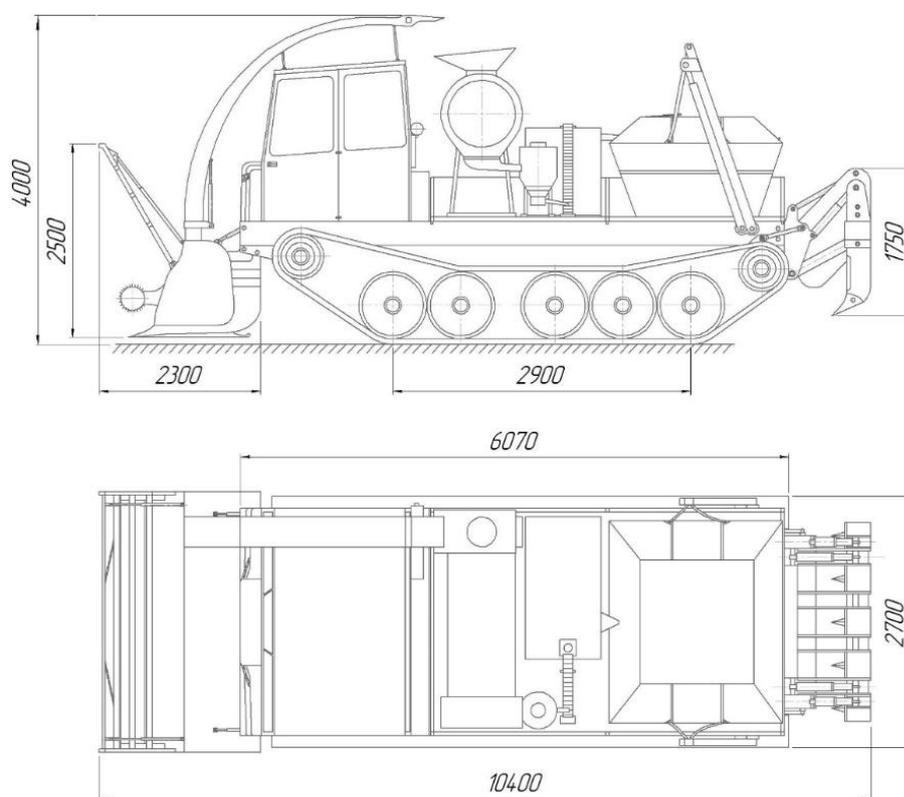


Рис. 4. - Передвижной завод по производству пеллет на базе трелевочного трактора МСН – 10 (Авторская разработка)

Описание технологии производства пеллет передвижным мобильным заводом МСН – 10.

Измельчение биомассы (опилки, ветки, сучья, трава, небольшие кустарники и тому подобное) происходит с помощью навесного оборудования харвестера биомассы Н 600 и по специальному рукаву

подаётся в сушильный барабан для сушки биомассы. Во время просушивания сырьё уменьшает свою влажность до 8 – 12%. Далее биомасса из сушильного барабана поступает в циклон для очистки от ненужных примесей и компонентов. Из циклона по транспортеру сырьё перемещается в пресс – гранулятор, собственно, где и происходит получение пеллет. Через выходное отверстие пресс – гранулятора готовые гранулы выгружаются в ёмкость для сбора [8].

После механизированной заготовки древесины на лесосеках остается огромное количество древесной биомассы (от 40 до 70 м³ на 1 га). Будем понимать под древесной биомассой остатки деревьев (сучья, ветки, корни, пни и т.п.), утратившие полностью или частично потребительскую стоимость исходного сырья.

В России лесозаготовительные предприятия почти не используют эту биомассу и рассматривают ее, как отходы. Действующими правилами предусматривается обязательная очистка лесозаготовителями мест рубок от отходов лесозаготовок одновременно с заготовкой древесины. Таким образом, очистка - составная часть лесосечных работ. Способы очистки мест рубок зависят от лесорастительных условий, технологии лесозаготовительных и лесовосстановительных работ.

Устанавливаются они на основании действующих правил [9] и обязательно указываются в лесорубочном билете. Очистка мест рубок производится в основном рабочими комплексных бригад в процессе или после окончания разработки лесосеки. Затраты на очистку вырубленных лесосек достаточно высоки и включаются в себестоимости заготавливаемой древесины. Так, например, на укладку древесной биомассы в кучи вручную без сжигания затрачивается 5-7 чел. дней на 1 га, на измельчение и равномерное разбрасывание их по площади до 20 чел. дней, а на упрощённую очистку 2-3 чел. дня на 1 га. Поэтому остро встал вопрос не

просто утилизации древесных отходов, а рациональное их применение и дальнейшее использование в виде древесных гранул.

Мобильность обеспечивается размещением агрегатов [10] установки на транспортном носителе, в качестве которого, как наиболее оптимальное, принято гусеничное шасси. Общая структура установки по производству пеллет включает в себя: харвестер биомассы Н 600, выполняющий функцию измельчения биомассы; барабанную сушилку; циклон; транспортер; пресс – гранулятор; емкость для сбора пеллет.

Данная мини-линия по производству древесных гранул расположена на платформе лесопромышленного трелевочного трактора МСН-10-003-04

С 2012 года лесопромышленный трелевочный чокерный трактор МСН-10 выпускается с трехместной кабиной новой модели. Современная 3-местная кабина с высоким уровнем комфорта, имеет встроенный каркас безопасности, оборудована поворотным сидением, дополнительным задним управлением, укомплектована высокопрочными стеклами «триплекс», герметизирована, термошумовиброизолирована, с эффективной системой обогрева и вентиляции. Трактор имеет современный внешний вид, отвечает всем требованиям безопасности.

Литература

1. Костырченко В.А., Улыбина А.И., Егоров Д.Л. Федотова Е.А., Федотов В.В. «Механизация лесозаготовительных работ», Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2012 г. Отв. Редактор В. И. Бауэр, – Тюмень, ТюмГНГУ, 2012. 428 с.

2. Касьянов А.С. Энергетический потенциал соломы как биотоплива // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2225.

3. Шегельман И.Р. Потенциал карельского биоэнергетического кластера // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1751.

4. Васильев А.С. Шегельман И.Р. Анализ путей повышения конкурентоспособности энергетической биомассы // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769.

5. Презентация ООО Технический центр «Общемаш». Мобильный комплекс по производству твердого биотоплива МЛГ-11 «Форвард». URL: img.ukr.bio/data/articles/img/6893/mlg-11_-_forvard.pdf.

6. Плотников Д. А., Диденко В.Н. Установка переработки биотоплива. Патент № 55774. 2006. URL: yandex.ru/patents/doc/RU55774U1_20060827.

7 Роберт Г. Кэмпбелл, Говард Дузанджеймс, Р. Лейст. Комбинированный комбайн для сбора биомассы и пресс-подборщик. Патент № 8250843B2 US, приоритет для US12 /750 958. 2012. URL: patents.google.com/patent/US8250843B2/en.

8. Мерданов Ш.М., Шефер В.В. Технология машиностроения. Учебник. – Тюмень: ТЮМГНГУ, 2013. – 356 с.

9. Egorov A.L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A.A., Madyarov T.M. Review of the Methods and the Constructions for the Waste Wood Recycling for the Machine Designing Based on Tractor Msn-10 for the Pellets Production//International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 22 (2016) pp. 10945-10951.

10. Nikolaisen L., Nielsen C, Larsen M.G. Straw for Energy Production. Technology Environment - Economy. - Aarhus: EN- TRYK 2006. - 46 p.

References

1. Kostyrchenko V.A., Ulybina A.I., Egorov D.L. Fedotova E.A., Fedotov V.V. «Mekhanizaciya lesozagotovitel'nyh работ» [Mechanization of logging

operations], Problemy funkcionirovaniya sistem transporta: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. 2012 g. Otv. Redaktor V. I. Bauer, Tyumen', TyumGNGU, 2012. 428 p.

2. Kas'yanov A.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2225.

3. SHegel'man I.R. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1751.

4. Vasil'ev A.S., SHegel'man I.R. «Inzhenernyj vestnik Dona» 2013, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769.

5. Prezentaciya OOO Tekhnicheskij centr «Obschemash». Mobil'nyj kompleks po proizvodstvu tverdogo biotopliva MLG-11 «Forvard». [Presentation of OOO Technical Center "Obschemash". Mobile complex for the production of solid biofuel MLG-11 "Forward"]. URL: img.ukr.bio/data/articles/img/6893/mlg-11_-_forvard.pdf.

6. Plotnikov D. A., Didenko V.N. Ustanovka pererabotki biotopliva [Biofuel processing plant]. Patent № 55774. 2006. URL: yandex.ru/patents/doc/RU55774U1_20060827.

7. Robert G. Kempbell, Govard DuzanDzhejms, R. Lejst. Kombinirovannyj kombajn dlya sbora biomassy i press-podborshchik [Combined biomass harvester and baler]. Patent № 8250843B2 US, prioritet dlya US12 /750 958. 2012. URL: patents.google.com/patent/US8250843B2/en.

8. Merdanov SH.M., SHefer V.V. Tekhnologiya mashinostroeniya [Mechanical engineering technology]. Uchebnik. Tyumen': TyumGNGU, 2013. 356 p.

9. Egorov A.L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A.A., Madyarov T.M. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 09734562 Volume 11, Number 22 (2016) pp. 10945-10951.



10. Nikolaisen L., Nielsen S., Larsen M.G. Straw for Energy Production. Technology Environment Esonomu. Aarhus: EN- TRYK 2006. 46 p.