

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА

Шевченко Д.Ю.

DIRECTIONS WORK TO IMPROVE GAS-GENERATING PLANTS FOR INDUSTRIAL VEHICLES

Shevchenko D.

В статье проведено анализ современных технологий газификации твердых топлив, рассмотрено компоновки современных газогенераторных установок и выделено основные направления работ по дальнейшему совершенствованию автомобильных газогенераторных установок.

Ключевые слова: биомасса, газогенераторные автомобили, шнековый транспортер, пеллеты, горелки объемного горения, факельные пелетные горелки, шнек-ворошитель.

Постановка проблемы. Во многих странах, включая наиболее развитые (прежде всего импортирующие нефть) активизировались работы по развитию технологий использования местных и возобновляемых источников энергии. Биомасса в виде древесных или сельскохозяйственных отходов наиболее доступное топливо [1].

Газификация в газогенераторных установках является наиболее эффективным способом переработки низкосернистой биомассы. Для получения генераторного газа из биомассы используются, в зависимости от типа слоя сырья и способу подвода окислителя, технологии, которые могут быть разделены на газификацию в плотном (неподвижном) слое с восходящим и нисходящим поперечным движением газа, газификацию в кипящем слое и газификацию в потоке [2].

Исследования ведутся в направлении создания и усовершенствования оборудования для термохимической конверсии биомассы. Необходимость развития этого направления обусловлена экологическими проблемами, повышением энергетических потребностей человечества, исчерпанностью запасов ископаемых топлив и как следствие их удорожания. При этом основные усилия направлены на создание и совершенствование

газогенераторных установок для ДВС и транспортных средств работающих в сельском хозяйстве, лесной и перерабатывающей промышленности. Мировой парк транспортных средств, сосредоточенных в этих областях составляет 100-120 млн единиц. Использование установок в сельском хозяйстве способствует образованию цены на сельскохозяйственную продукцию которая не зависит от стоимости нефтепродуктов. С этой целью в Швеции принята программа перевода сельскохозяйственного транспорта на генераторное топливо до 2010 г.[2, 3].

Основным принципом государственной политики Украины в сфере альтернативных видов топлива определено «сприяння розробці та раціональному використанню нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини для виробництва (видобутку) альтернативних видів палива з метою економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту» [4].

Очевидно, актуальным для Украины обладающей запасами таких видов топлива как торф, каменный и бурый уголь, биотопливо из отходов деревообрабатывающей промышленности, биомассы из растений является развитие технологий использования местных и возобновляемых источников энергии, создание новых и совершенствование известных газогенераторных установок, в том числе для автомобильного транспорта.

Целью работы является определение, на основании анализа известных методов газификации твердого топлива, направлений конструктивного совершенствования газогенераторных установок для промышленного транспорта.

Газогенераторные автомобили разделяют на две группы: работающие на жидком топливе, переоборудованные для временной работы на генераторном газе; специально изготовленные для постоянной работы на генераторном газе. К первой группе относятся легковые и небольшие грузовые автомобили, обладающие при работе на бензине большим запасом мощности. Экономически выгодными являются газогенераторные автомобили среднего и большого тоннажа второй группы [5, 6].

Известно, что одним из наиболее удачных технических решений является газогенератор типа Imbert. Подобные газогенераторы выпускались многими автомобильными компаниями, включая GM, Ford, Mercedes-Benz. В настоящее время фирмы Франции, Швеции, «Аттик» Украина, ООО «Наша-Энергия», Украина, группа компаний "Адаптика", Россия выпускают автомобильные газогенераторы, не требующие какой-либо серьезной переделки автомобиля, которые устанавливаются: на прицепе; внутри кузова; между кузовом и кабиной [7].

К недостаткам выпускаемых в настоящее время автомобильных газогенераторов относятся: уменьшение полезной площади транспортного средства; использование кускового твердого топлива – приводит к увеличению габаритных размеров; при газификации используется одновременно вся масса топлива, что необходимо для обеспечения стабильной работы; периодичность дозагрузки - требует разгерметизации системы; высокие требования к топливу - увеличение интенсивности процесса газификации достигается тщательной подготовкой топлива, отсеиванием мелочи, сортировкой топлива по размерам кусков для достижения равномерности фракционного состава, что приводит к повышению стоимости топлива. [5, 6, 8].

Современные газогенераторы используют воздушную газификацию. При этом исключаются все затраты и трудности, связанные, во-первых, с производством и использованием кислорода, во-вторых, с необходимостью двух реакторов при паровой газификации. При воздушной газификации производится генераторный газ с высшей теплотворной способностью 4-6 МДж/м³, который после очистки можно использовать в качестве топлива для ДВС [2, 9].

Для уменьшения веса газогенераторов ведутся разработки конструкций газогенераторов в направлении повышения весовых напряжений поперечного сечения шахты. В настоящее время имеются газогенераторы, работающие с весовым напряжением поперечного сечения шахты для антрацита и полукокса до 300 кг/м² час в отличие от известных - 150—180 кг/м² час. Однако при повышении весового напряжения поперечного сечения шахты при газификации антрацита до 650

кг/м² час ухудшается состав газа, повышается содержание в газе двуокиси углерода и водяного пара. При использовании древесного топлива напряженность горения составляет 500-900 кг/м² час [5].

Как видно, конструкции выпускаемых автомобильных газогенераторных установок существенно не изменились с середины прошлого века. Специфические требования к транспортным газогенераторам (малые габариты, неустойчивость процесса газификации, переменный режим и необходимость более тщательной очистки и охлаждения газа) предполагают всесторонний анализ современных газогенераторных установок и доработки их для дальнейшей конструктивной оптимизации транспортных газогенераторов.

Известны способы получения генераторного газа из торфа, влажной древесины или ее отходов для питания ДВС в которых используются газификаторы, выполненные в виде вертикального аппарата обращенного процесса газификации и снабжены различного вида устройствами предварительной подсушки топлива подаваемого на газификацию или осушения газа на выходе [10, 11].

Современные энергетические установки предназначены для сжигания сыпучих древесных отходов влажностью топлива 6 - 60 % с грануляцией до 30 мм и кусковых отходов длиной до 0,7 м (рис. 1). В состав энергетической установки входят: вертикально расположенный бункер для сыпучего топлива, снабженный в нижней части горизонтально расположенным жестким или гибким ворошителем, шнековый транспортер для подачи и дозировки топлива, газогенератор, котел, комплект оборудования системы автоматики энергетической установки и два привода для ворошителя и шнекового транспортера. В некоторых случаях питатель подающий топливо имеет части длины, переменные, плавно уменьшающиеся в сторону выходного отверстия питателя, диаметр и шаг витков [12-15].

Сжигания в реторте с нижней подачей сырья является одной из наиболее распространенных технологий прямого процесса газификации и используется для установок небольшой мощности сжигающих малозольную биомассу (древесная щепа, опилки) влажностью до 40 % (рис. 2). Топливо через реторту шнеком проталкивается на неподвижную решетку. Первичный воздух подается под решетку через отверстия, расположенные на боковой поверхности реторты. Вторичный воздух подается через ряд отверстий, расположенных над вершиной конусообразной горки топлива. Для высокозольной биомассы (кора, солома) требуется более эффективная система удаления золы. Кроме того, частицы спекшейся золы, покрывающие поверхность слоя

топлива, могут вызвать нестабильность процесса в топках с подачей сырья снизу [16, 17].

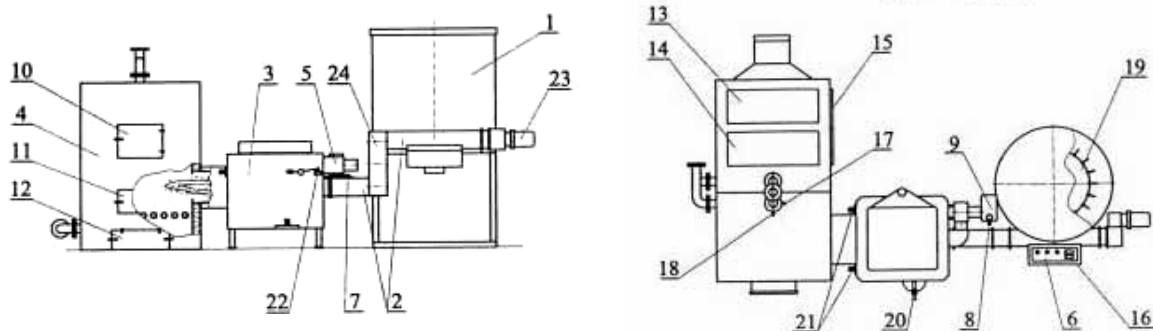


Рис. 1. Компонентная схема энергетической установки АГГУ-250

1 - бункер; 2 - механизма подачи топлива включающий транспортер шнековый; 3 - газогенератор; 4 - котел; 5 - вентилятор наддува; 6 - блок управления двигателем редуктора; 7 - датчик температуры воздуха в шнековом транспортере; 8 - насос водяной системы пожаротушения в шнековом транспортере; 9 - резервуар с водой; 10, 11, 12, 15- дверца топки верхняя, нижняя, зольника, очистки дымоходов; 13, 14 - люки для очистки; 16 - измеритель-регулятор температуры ИРТ; 17, 18 - датчик максимально допустимой температуры воды в котле и измерителя-регулятора температуры ИРТ; 19 - ворошитель топлива; 20, 21 - ручка управления воздушной заслонки и вторичного воздуха; 22 -выключатель концевой; 23 - мотор-редуктор механизма подачи топлива; 24 - затвор шлюзовый.

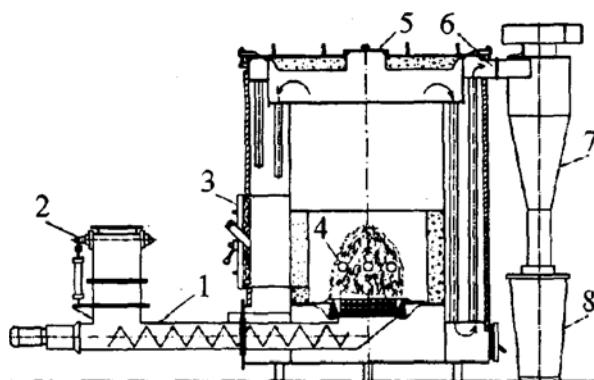


Рис.2 Котел фирмы KARA (Нидерланды) с нижней подачей топлива

1 – механический шнековый погрузчик; 2 - пожарный кран; 3 – люк смотрового отверстия; 4 – отверстие для ввода вторичного воздуха; 5 – клапан, изменяющий давление; 6 – канал для выхода газа из котла; 7 – фильтр для очистки газа; 8 – контейнер с золой

В связи с ростом популярности пеллетного топлива в настоящее время выпускается большое количество пеллетных котлов различных моделей: Vitolig 300 от VISSMANN (Германия), GD-WB от GRANDEG (Латвия), Biomatic от THERMIA (Швеция), Benekov ling и Pelling 27 от BENEKOV (Чехия), BioMaster, Pelletskessel USP от KWB (Австрия), Logano SP251 от BUDERUS и Pro solar от PRO SOLAR ENERGIETECHNIK (Германия) и др. Существуют два основных типа пеллетных котлов: со специальными пеллетными горелками (как внешними, так и внутренними) и более простые модели, в которых горелка отсутствует, а сжигание пеллет происходит в топочной арматуре. Первый тип котлов, КПД которых доходит до 96,8 %, подразделяется на две подгруппы: встроенные пеллетные горелки и пеллетные горелки которые можно демонтировать и перевести котел на другой вид топлива (уголь, дрова). Отличие котлов с наличием горелки:

более эффективное сгорание, чем на топочной арматуре, связано это с тем, что на специализированной пеллетной горелке установлены датчики, влияющие на сжигание пеллет (например, датчик температуры, оптический датчик пламени) и дополнительные активные механизмы (ворошитель золы, система авторозжига). Подача воздуха в специализированной горелке осуществляется, направлено и, как правило, зонально, т.е. существует область подачи первичного воздуха и вторичного воздуха. В обычной топочной арматуре этого нет.

В пеллетных котлах со специальными пеллетными горелками используются горелки объемного горения (рис. 3) и факельные пеллетные горелки (рис. 4). Рабочий орган горелок может быть обычным осевым шнеком (рис 3а), пружиной (для мягких материалов) и безосевым шнеком повышенной мощности с толщиной спирали до 12 мм для подачи практически любого

топлива: щепы, угля, кускового материалы, топлива с большим удельным весом (рис 3б). Достоинство осевого шнека – дешевизна, простота конструкции и крепления. Недостатком системы с осевым шнеком является частый ремонт или замена системы, так как крупные частицы материала попадают между краями самого шнека и наружной трубой, что приводит к преждевременному износу рабочего органа, а иногда, и к заклиниванию; длина жесткого шнека пеллетного котла не может превышать 1,5-2 метра. Несоблюдение этого требования приведет к тому, что вместо пеллет на выходе будет стружка и опилки, так как пеллеты будут перемолоты шнеком. Достоинством без осевого шнека является: максимальный объем продукта в трубопроводе — до 70% больше, чем у аналогичного осевого шнекового транспортера — достигается из-за отсутствия внутреннего вала; позволяют подавать продукт под наклоном и изгибам; низкое энергопотребление; простейший монтаж; долгий срок и безопасность эксплуатации; бережную транспортировку продукта; бесшумность; исключение при работе застойных зон; отсутствие при работе транспортера пыли. Недостатком использования гибкого шнека является более сложная, по сравнению с жестким шнеком система крепления самого шнека, а также более сложный расчет размеров пружины.

Сжигание пеллет в горелке факельного типа происходит в воздушном потоке, создаваемом вентилятором горелки. Поступающие в зону горения пеллеты быстро превращаются в пылающие угли и сгорают, образуя факел пламени, температура которого достигает 1200°C. Зола, оставшаяся от древесных топливных гранул, из зоны сгорания осыпается в зольник, откуда автоматически (с помощью шнека с

электроприводом) или в ручную удаляется. Основное преимущество факельных пеллетных горелок - компактные размеры, позволяющие установить горелку в камеры газификации небольших размеров, простая в исполнении и надежная в эксплуатации. К недостаткам можно отнести: у котлов с горелками факельного типа КПД несколько ниже, чем у теплогенераторов с горелками объемного типа (котлы Gilles от компании GILLES (Австрия), Logano SP131 от фирмы BUDERUS и др.) - он не превышает 90,1%; меньшую, по сравнению с горелками объемного горения, мощность; направленность пламени - происходит нагрев локальной области котла.

Наиболее эффективная является пеллетная горелка объемного горения (рис.4) устанавливаемая в топке котла. В зависимости от компоновки, механизм подачи либо насыпает гранулы в горелку сверху (рис. 5а), либо подает их через отверстие в ее днище (рис. 5б). Топливо к горелке подводится внешним шнеком, который управляется встроенным в горелку фотосенсором с помощью которого отслеживает наполнение бункера горелки гранулами. После наполнения бункера внешний шнек отключается, и внутренний шнек транспортирует топливо на решетку горения, где оно воспламеняется при помощи электрической спирали. Для подачи воздуха в зону горения под горелкой установлен вентилятор. Проблемные места горелки (рис 4): 1- чем меньше угол наклона (чем плавнее изгиб) тем меньше образовывается шлака, при большом количестве шлака может произойти остановка подающего шнека. 2 – длина шнека, чем длиннее шнек - тем больше древесной пыли, которая осложняет процесс горения.



Рис.3 Факельная автоматическая пеллетная горелка: а - с осевым шнеком AqroLine; б - с безосевым шнеком повышенной мощности

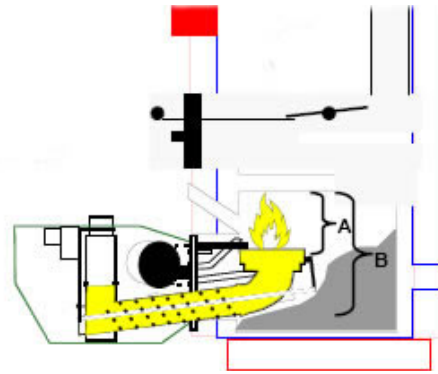
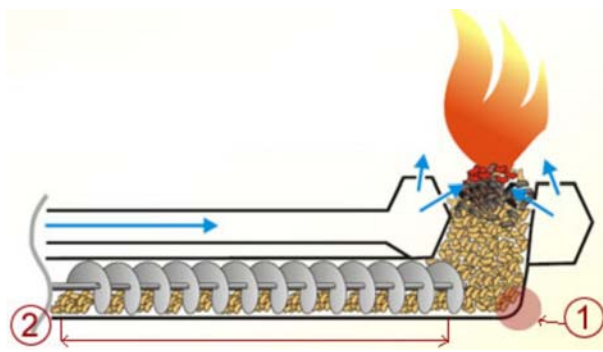
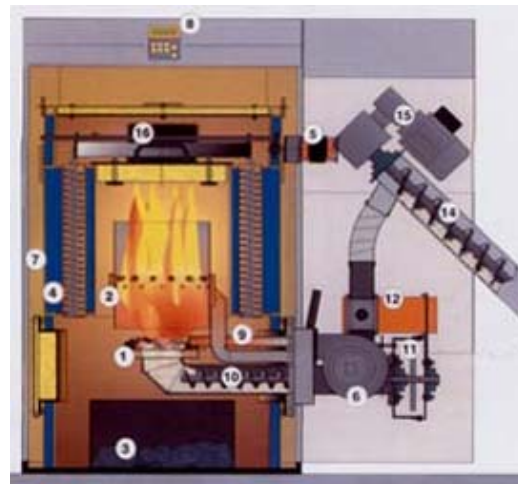


Рис. 4. Горелка объемного горения BioLine 20-50



а



б

Рис. 5. Котлы со специальными pelletными горелками
а - pelletный котел с топочной арматурой; б - pelletный котел с pelletной горелкой

У автоматических котлов система подачи пеллет «разбита» на две независимые части, каждый со своим отдельным электромотором – внешний шнек и внутренний шнек, соединенные, как правило, легкоплавким шлангом, что является дополнительной защитой (помимо основных) от обратного огня (рис. 6, 7). Автоматизированный топочный аппарат, работающий на древесной щепе (5-50 мм), стружке, гранулированном угле с размером зерна 8-25 мм, смеси мелкой фракции угля (до 25мм) и угольной пыли, в соотношении 1:2. либо на паллетах, сочетает в едином моноблоке твердотопливный котел и стокер (рис.8). Стоккер (бункерная горелка) — это бункер объемом 0,5-1 м³, оборудованный шнековым транспортером для подачи топлива, переходящим в горелочное устройство с вентилятором наддува, которая позволяет автоматизировать ход горения топлива. Недостатком автоматизированный топочного аппарата то, что бункер горизонтально жестко привязан к горелке, т.е невозможно опустить бункер ниже уровня горелки или поднять выше, в результате чего пространство используется не рационально. Для решения этой проблемы требуется использование еще одного шнека плюс модуль сопряжения работы электромоторов.

Кроме того, использование системы защиты от «обратного огня» в жестком шнеке подразумевает либо использование огнетушителя, либо еще одного шнека и воздушной камеры, что ведет к усложнению всей системы. В случае использования цепной передачи получается достаточно шумная конструкция.

Существуют различные виды транспортеров, ворошителей и микродозаторов топлива и компоновки их в питателях. Известны микродозатор для сыпучих материалов, содержащий бункер с расположенным внутри него вертикальным валом с ворошителем и дозирующим органом в форме цилиндрическо-конической спирали, питатель сыпучих материалов, содержащий два соосных ленточных шнека различного диаметра, расположенных в нижней части бункера [18], питатель содержащий полый ленточный шнек, расположенный в нижней части расходного бункера, и соосно с ним установленный спиральный шнек малого диаметра, расположенный начальным участком внутри полого ленточного шнека, а конечным участком - в выходном патрубке [19]. Питатель содержащий бункер с ворошителем топлива и винтовой питатель, имеющий цилиндрическую заборную и коническую напорную части. Шаг

витков в заборной части составляет 0,8 диаметра ее витков, напорная часть содержит 3 витка с переменным, плавно уменьшающимся в сторону выходного отверстия питателя шагом, составляющим соответственно 0,7; 0,6 и 0,5 диаметра витков заборной части [13]. Бункер-

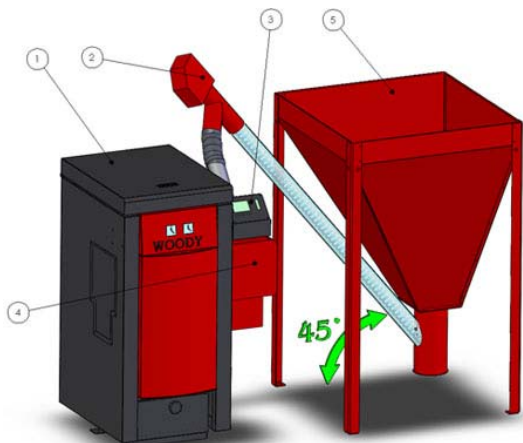


Рис. 6. Автоматический котел WOODY
1 - котел; 2- внешний шнек для подачи пеллет с электродвигателем; 3 - электронный блок управления; 4 - горелка с внутренним шнеком и электродвигателем; 5 - стандартный бункер

ворошитель содержит корпус и связанный с реечным механизмом приводной вал который имеет равноудаленные от него лопасти и закрепленную внизу пружинную пластину [20].

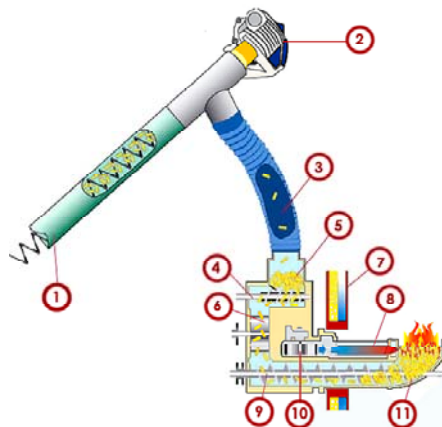


Рис. 7. Автоматический котел BioMaster
1 - труба шнека, опускаемая в бункер; 2 - электромотор внешнего шнека; 3 - легкоплавый шланг; 4 - шнек внутреннего бункера; 5 - внутренний бункер горелки (дозатор); 6 - лепестковый клапан; 7 - стенки котла с теплоносителем; 8 - воздухопровод; 9 - шнек подачи пеллет в зону горения; 10 - нагнетатель воздуха; 11 - зона горения пеллет.

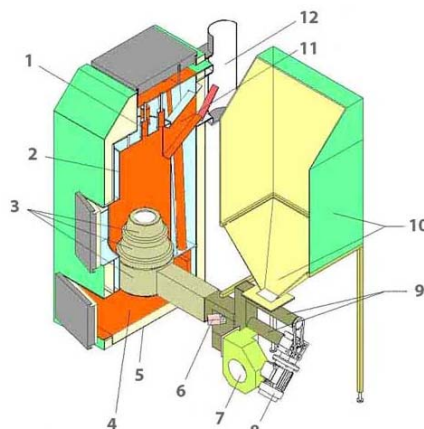


Рис. 8. Стальной отопительный котел типа ECO GT-KWP
1 - жаровые трубы; 2 - контур теплоносителя; 3- пеллетная горелка; 4 - емкость сбора золы; 5 - теплоизоляция; 6 - автоматическая заслонка; 7 - вентилятор наддува; 8 - привод шнеков подачи пеллет; 9 - шнеки подачи пеллет; 10 - пеллетный бункер; 11 - обходной канал; 12 - выход дымовых газов

Исходя из выше изложенного, можно выделить основные рекомендации, которые будут полезны при проектировании современных установок, а именно:

- устройства должны быть компактными и не тяжелыми;

- оборудование должно работать в сложных погодных условиях;

- устройства и оборудование должны устанавливаться на транспортных средствах, которые резко ускоряются и так же резко останавливаются.

Выводы. Анализ современных технологий газификации твердых топлив по размерам установки, надежности, диапазону и динамичности изменения объемов получаемого газа, по полезной площади транспортного средства, не уменьшая ее, **дает возможность следующим образом сформулировать основные выводы по направлению работ дальнейшего усовершенствования автомобильных газогенераторных установок:**

1. Экономически выгодными являются грузовые газогенераторные автомобили средней и большой грузоподъемности.

2. Экономически целесообразно и безопасно использовать газогенераторы с воздушной газификацией.

3. Для уменьшения размера камеры газификации и веса газогенераторов наиболее эффективно использование древесного топлива напряженность горения которого составляет 500-900 кг/м².

4. Среди различного вида твердых топлив, входящих в топливно-энергетический баланс Украины, наиболее доступным, экологически чистым и эффективным для газогенераторов является биомасса в виде древесных отходов.

5. Для автоматизированных автомобильных газогенераторных установок, оптимальным топливом являются, пеллеты использование которых дает возможность организовать автоматизированную бесперебойную подачу их из накопительного бункера шнековым транспортером в зону газификации топлива.

6. Применения пеллетного топлива дает возможность разделить реакционную и бункерную зоны газогенератора, что позволит разместить газогенераторную установку под кузовом грузового автомобиля и уменьшить общий вес газогенератора, поскольку бункер может быть изготовлен из тонколистовой стали или из композиционного материала.

7. Наиболее эффективной является горелка объемного горения с рабочим органом в виде осевого шнека, шаг винтовой линии которого непостоянен по его длине: в зоне загрузки - шаг более мелкий, чем в основной транспортной зоне.

8. Размещение бункера под кузовом автомобиля требует горизонтального его расположения и применение шнека-ворошителя в виде полого ленточного шнека.

Л и т е р а т у р а

1. Овсянко А.Д. Справочник. Топливная гранула: Россия, Беларусь, Украина/ А.Д. Овсянко/ Санкт-Петербург, Биотопливный портал WOOD-PELLETS.COM, 2007 г. 200 с.

2. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Обзор технологий газификации биомассы // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1998. - № 2. - С. 21-29.

3. Самылин А.А. Автомобильный газогенератор – технология будущего // ЛесПромИнформ. – 2005. - №7 (29). – С. 74-76.

4. Про альтернативні види рідкого та газового палива : Закон України від 14 січ. 2000 р. ВР № 1391-XIV // Відомості Верховної Ради України. - 2000. - № 12.

5. Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили / Г.Г. Токарев / Машгиз., 1955. – 205 с.

6. Юдушкин Н.Г. Генераторные тракторы / Н.Г. 3. Юдушкин / Государственное научно-техническое издание машиностроительной литературы, 1955. – 242 с

7. Самылин А.А. Автомобильный газогенератор – технология будущего // ЛесПромИнформ. – 2005. - №8 (30). – С. 80-84.

8. Энергетические установки с газовыми поршневыми двигателями// Под ред. д.т.н. проф. Л.К. Коллерова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1979. – 25 с.

9. A.V. Bridgwater. Thermal conversion of biomass and waste: the status. Proc. of Conference “Gasification: the Clean Choice for Carbon Management”, 8-10 April 2002, Noordwijk, the Netherlands, pp. 1-25.

10. Пат. RU № 2376482, МПК F02B43/08 Способ газификации топлива для питания двигателя внутреннего сгорания и установка для его осуществления / В. П. Комаров, А. Н. Ульянов, Ю. Н. Шаповалов, Э. Н. Куфа, В. А. Андреев, О. В. Долгих, Е. В. Складнев. Оpubл. 20.12.2009 Бюл. №36

11. Пат. RU № 2099553, МПК F04B 43/08 Способ получения и использования генераторного газа и установка для его осуществления / А.Я. Шквар, В. С. Наливайко, А. А. Шквар, С. В. Наливайко. Оpubл. 20.12.1997 Бюл. №38

12. Пат. RU № 99856, МПК F23K 3/14 Устройство для подачи твердого топлива к установкам для сжигания/ О.В. Семичев. Оpubл. 2010 Бюл. №33

13. Пат. 2123635 RU МПК F22B33/18, C10J3/86 Энерготехнологическая установка с газогенератором и газогенератор для газификации органосодержащих отходов / Л.В.Зысин, А. С. Савус, В.Н. Моршин, И.Я. Мароною. Оpubл. 20.12.1998. Бюл. № 48.

14. E. Kurkela, P. Stahlberg, P. Simell & J. Leppalahti. Updraft Gasification of Peat and Biomass, Technical Research Centre of Finland, Laboratory of Fuel Processory Technology, 02150, Espoo, Finland, Biomass 19(1989), p. 37-46.

15. Пат. 84090 RU МПК F23K Механизм подачи топлива / С.Г. Черезов Оpubл. 27.06.2009. Бюл. № 25.

16. Obernberger J. Decentralized Biomass Combustion : State of the Art and Future Development/ /Biomass and Bioenergy. - 1998. - Vol. 3, №1. - p. 33-56.

17. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Обзор современных технологий сжигания древесины с целью выработки тепла и электроэнергии Часть 1. // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1999. - № 5. - С. 3-12.

18. Рогинский Г.А. Дозирование сыпучих материалов. - М.: Химия, 1978, с. 110.

19. Пат. 2198854 RU МПК C03B3/00, C03B5/173, F27D3/08 Питатель сыпучих и комкующихся компонентов стекольной шихты/ В.В. Ефременков, В.П. Громов, В.В. Ручкин, К.Ю. Субботин. Оpubl. 20.02.2003 Бюл. № 3.

20. Пат. 2143339 RU МПК B29C31/02 Бункер-ворошитель / М.Е. Воробьев, С.В. Дьяконов, Н.Н. Хмелевской. Оpubl. 27.12.1999. Бюл. № 28.

References

1. Ovsjanko A.D. Spravochnik. Toplivnaja granula: Rossija, Belarus', Ukraina/ A.D. Ovsjanko/ Sankt-Peterburg, Biotoplivnyj portal WOOD-PELLETS.COM, 2007 g. 200 s.

2. Geletuha G.G., Zheleznaia T.A. Obzor tehnologij gazifikacii biomassy // Jekotehnologii i re-sursosberezhenie. - 1998. - № 2. - S. 21-29.

3. Samylin A.A. Avtomobil'nyj gazogenerator – tehnologija budushhego // LesPromInform. – 2005. - №7 (29). – S. 74-76.

4. Pro al'ternativni vidi ridkogo ta gazovogo pali-va : Zakon Ukraini vid 14 sich. 2000 p. BP № 1391-XIV // Vidomosti Verhovnoi Radi Ukraini. - 2000. - № 12.

5. Tokarev G.G. Gazogeneratornye avtomobili / G.G. Tokarev / Mashgiz., 1955. – 205 s.

6. Judushkin N.G. Generatornye traktory / N.G. 3. Judushkin / Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdanie mashinostroitel'noj literatury, 1955. – 242 s

7. Samylin A.A. Avtomobil'nyj gazogenerator – tehnologija budushhego // LesPromInform. – 2005. - №8 (30). – S. 80-84.

8. Jenergeticheskie ustanovki s gazovymi porshnevymi dvigateljami// Pod red. d.t.n. prof. L.K. Kollerova. – L.: Mashinostroenie, Leningr. otd., 1979. – 25 s.

9. A.V. Bridgwater. Thermal conversion of biomass and waste: the status. Proc. of Conference “Gasification: the Clean Choice for Carbon Management”, 8-10 April 2002, Noordwijk, the Netherlands, pp. 1-25.

10. Pat. RU № 2376482, МПК F02V43/08 Sposob gazifikacii topliva dlja pitanija dvigatelja vnutrennego sgoranija i ustanovka dlja ego osushhestvlenija / V. P. Komarov, A. N. Ul'janov, Ju. N. Shapovalov, Je. N. Kufa, V. A. Andreev, O. V. Dolgih, E. V. Skljadnev. Opubl. 20.12.2009 Bjul. №36

11. Pat. RU № 2099553, МПК F04B 43/08 Sposob polucheniya i ispol'zovaniya generatornogo gaza i ustanovka dlja ego osushhestvlenija / A.Ja. Shkvar, V. S. Nalivajko, A. A. Shkvar, S. V. Nalivajko. Opubl. 20.12.1997 Bjul. №38

12. Pat. RU № 99856, МПК F23K 3/14 Ustrojstvo dlja podachi tverdogo topliva k ustanovkam dlja szhiganiya/ O.V. Semichev. Opubl. 2010 Bjul. №33

13. Pat. 2123635 RU МПК F22B33/18, C10J3/86 Jenergotehnologicheskaja ustanovka s gazogeneratorom i gazogenerator dlja gazifikacii organosoderzhashhih othodov / L.V.Zysin, A. S. Savus, V.N. Morshin, I.Ja. Maroneju. Opubl. 20.12.1998. Bjul. № 48.

14. E. Kurkela, P. Stahlberg, P. Simell & J. Leppalahti. Updraft Gasification of Peat and Biomass, Technical Research Centre of Finland, Laboratory of Fuel Processiry Technology, 02150, Espoo, Finland, Biomass 19(1989), p. 37-46.

15. Pat. 84090 RU МПК F23K Mehanizm podachi topliva / S.G. Cherezov Opubl. 27.06.2009. Bjul. № 25.

16. Obernberger J. Decentralized Biomass Combustion : State of the Art and Future Development/ /Biomass and Bioenergy. - 1998. - Vol. 3, №1. - p. 33-56.

17. Geletuha G.G., Zheleznaia T.A. Obzor sovremennyh tehnologij szhiganiya drevesiny s cel'ju vyrabotki tepla i jelektroenergii Chast' 1. // Jekotehnologii i re-sursosberezhenie. - 1999. - № 5. - S. 3-12.

18. Roginskij G.A. Dozirovanie sypuchih materialov. - M.: Himija, 1978, s. 110.

19. Пат. 2198854 RU МПК C03B3/00, C03B5/173, F27D3/08 Pitatel' sypuchih i komkujushhhsja komponentov stekol'noj shihty/ V.V. Efremenkov, V.P. Gromov, V.V. Ruchkin, K.Ju. Subbotin. Opubl. 20.02.2003 Bjul. № 3.

20. Пат. 2143339 RU МПК B29C31/02 Бункер-ворошитель' / М.Е. Вороб'ев, С.В.Д'яконов, Н.Н.Хмелевской. Оpubl. 27.12.1999. Bjul. № 28.

Шевченко Д.Ю. Направлення робіт щодо вдосконалення газогенераторних установок для промислового транспорту

У статті проведено аналіз сучасних технологій газифікації твердих палив, розглянуто компонування сучасних газогенераторних установок і виділено основні напрямки робіт щодо подальшого вдосконалення автомобільних газогенераторних установок.

Ключові слова: біомаса, газогенераторні автомобілі, шинковий транспортер, пелети, палиник об'ємного горіння, факельні пелетні палиники, шинк-ворошитель.

Shevchenko D. U. Directions work to improve gas-generating plants for industrial vehicles

The article analyzes the modern technology of gasification of solid fuels, discussed the layout of modern gas-generating plants and the basic directions of work to further improve the car gas-generating plants.

Keywords: biomass, gas-generating cars, screw conveyor, pellets, bulk combustion burners, flare Pellet burners, screw-turner.

Шевченко Д.Ю. – старший преподаватель кафедры «Компьютерные технологии на промышленном и городском транспорте», ВНУ им. В.Даля, Украина, e-mail:shevchenkodu@mail.ru

Рецензент: Губачева Л.А. проф., д.т.н.

Статья подана: 31.07.2013