

# Производство и использование генераторного газа из древесной биомассы.



**РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ: РОМАНОВИЧ МАТВЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**  
**РАБОТУ ПРОВЕРИЛ: ХРОМЕНКО АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**Г.МЫТИЩИ 2020Г.**

# Содержание



|   |    |
|---|----|
| ● 1. Введение.....  | 3  |
| ● 2. Чертёж газогенератора.....   | 5  |
| ● 3. Пример газогенератора.....   | 6  |
| ● 4. Концепции решения проблем смолообразования при газификации.....            | 7  |
| ● 5. Производство и использование генераторного газа из древесной биомассы..... | 8  |
| ● 6. Технические характеристики.....  | 10 |
| ● 7. Процесс газификации.....   | 11 |
| ● 8. Заключение.....  | 13 |
| ● 9. Список использованной литературы.....                                      | 14 |

# Введение



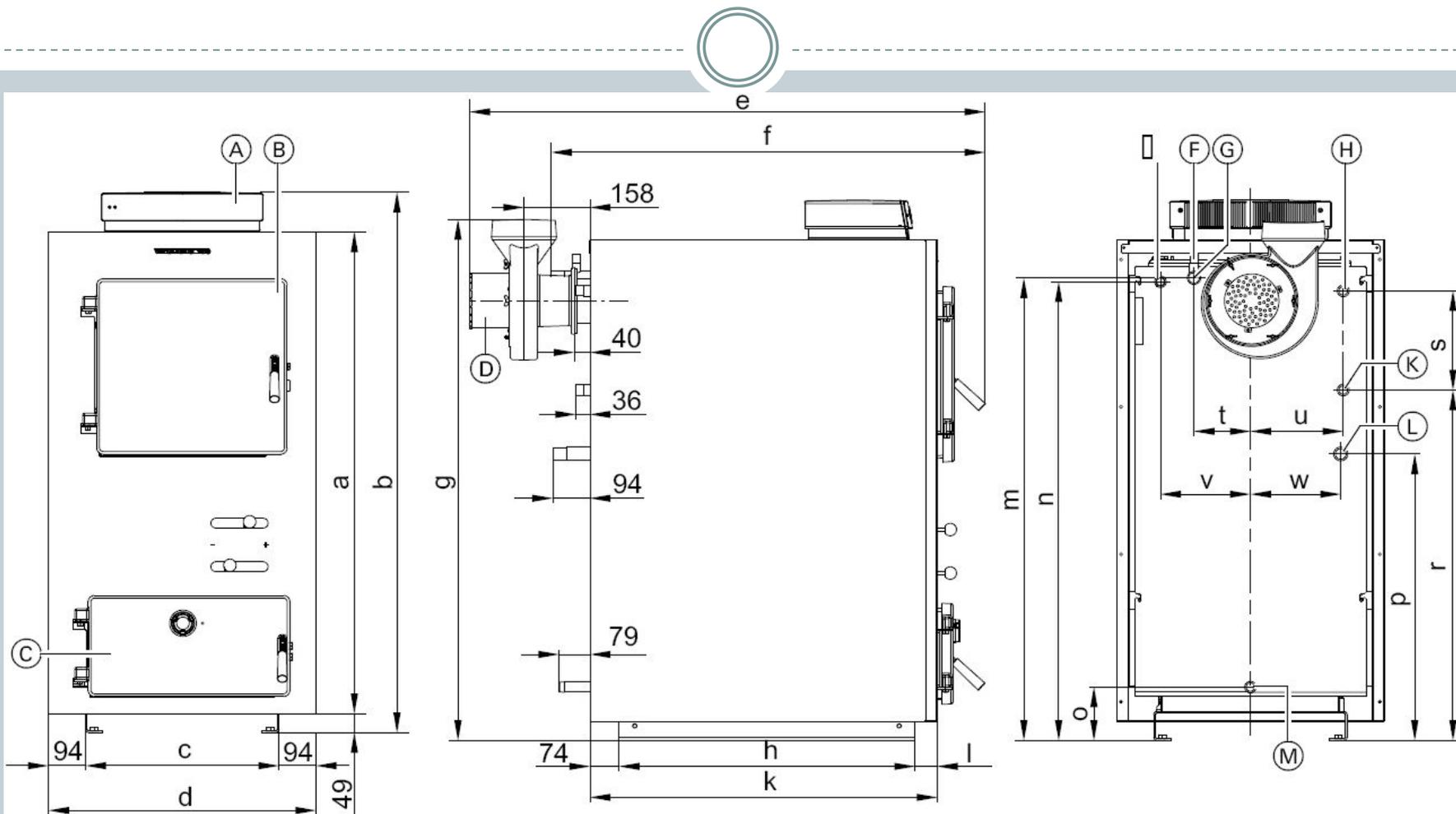
- В 60-70-е годы прошлого века в связи с ростом объемов добычи природного газа и нефти в мировом энергетическом балансе произошли серьезные изменения, из-за чего конкурентоспособность газификации твердого топлива снизилась и повсеместно, за редким исключением, прекратилось производство генераторных газов (синтез-газов).
- И вот на стыке XX и XXI веков, в связи с тенденцией сокращения мировых запасов углеводородных ресурсов и перманентным повышением их стоимости, вновь возник повышенный интерес к технологиям газификации твердой растительной биомассы, и в первую очередь древесины. Причем если раньше технологии газификации рассматривались лишь применительно к использованию для выработки тепловой энергии, то сегодня все активнее рассматриваются возможности эксплуатации газогенераторных установок (ГГУ) для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.
- Самым эффективным промышленным способом преобразования первичной энергии в электроэнергию является комбинированный парогазовый цикл, в котором используется только газообразное топливо, поэтому для получения электроэнергии из твердого топлива (той же древесины) его необходимо предварительно газифицировать, превратив в газогенераторный газ (синтез-газ) - смесь, состоящую в основном из водорода и монооксида углерода.

# Введение



- Среди серьезных проблем, препятствующих широкому использованию генераторного газа, выработанного при газификации древесины, - его низкая теплотворность, а также смолообразование, которое происходит при охлаждении газа до температуры ниже 200 °С. В состав смол входит целый ряд ароматических соединений, таких как бензол, толуол, крезолы. Смола образуется на внутренних поверхностях газопроводов, на рабочих поверхностях газовой турбины и на поршневой группе газовых моторов. Поэтому при использовании генераторного газа в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) автотранспорта и танков во время Второй мировой войны и в послевоенное время, по регламенту, через весьма непродолжительный период эксплуатации требовалась полная очистка двигателя от смолы.
- Надо отметить, что процесс смолообразования при газификации до конца еще не изучен. «При проектировании аппаратов газификации твердого топлива возникают затруднения, связанные с отсутствием надежных методик расчета процессов неполного горения. Это связано с тем, что не существует простых и одновременно реалистичных физико-химических моделей процессов неполного окисления реальных топлив»\*.
- В наше время совсем мало успешно реализованных проектов газификации биомассы для когенерации - это, как правило, стационарные установки, работающие без останова несколько тысяч часов в году. В этих установках применяются довольно дорогие устройства для очистки охлажденного генераторного газа.

# Чертёж газогенератора



25 - 40 кВт

# Пример газогенератора



# Концепции решения проблем смолообразования при газификации



- так называемая газификация без смолообразования может быть реализована только при сверхвысокой температуре, которая достигается при использовании чистого кислорода. Такая технология, применяемая в газификаторах компаний Shell, Prenflo, Carbon, в связи с очень высокой стоимостью (оборудование для получения чистого кислорода, его подача и пр.), используется только на очень больших объектах;
- ● очистка холодного газа и использование газовых поршневых двигателей (дизель или мотор Отто). Применяются очистка охлажденного генераторного газа водой, а также используются катализаторы и электрофилтры. В связи с высокими инвестиционными затратами и большими издержками на утилизацию отходов (сточные воды, фильтр), такая технология не получила распространения;
- ● очистка горячего генераторного газа и использование газовой турбины. Самое простое решение проблемы смолообразования при газификации - не охлаждать генераторный газ ниже температуры конденсации смолы. Тогда углеводороды остаются в газовой фазе и повышают качество сгорания газа в газовой турбине. При реализации такой концепции применяют аллотермический процесс газификации.

# Производство и использование генераторного газа из древесной биомассы.



- По способу подвода энергии различают автотермический и аллотермический процессы газификации. При автотермическом процессе тепловая энергия для достижения необходимого температурного уровня поступает от сгорания части сырья, а при аллотермическом процессе - подводится извне. При автотермическом процессе из-за низких температур и сжигания части топлива генераторный газ загрязняется балластными примесями и вредными веществами, что снижает эффективность его дальнейшего использования.
- Аллотермический процесс был выбран для реализации пилотного проекта в баварском регионе Ахенталь, в ФРГ. Этот проект, по мнению экспертов, должен привести к прорыву в области газификации древесины. Местная ТЭС и региональная теплоцентраль в коммуне Грассау введены в эксплуатацию в 2010 году. На топливный склад завозится щепа трех стандартов: щепа самого высокого качества по EN-нормам, которая частично продается частным лицам для личного пользования; щепа средней категории качества, которая полностью идет на газификацию; лесная топливная щепа с корой, сучьями, листьями, которая частично газифицируется, а остатки сжигаются в биотопливном котле. Тепло, вырабатываемое на этой ТЭС, поступает по 11-километровому трубопроводу к 550 частным домам и на муниципальные объекты.

# Производство и использование генераторного газа из древесной биомассы.



- Общая площадь станции с топливным складом составляет 9 x 10 м. В составе ТЭС топливный склад с транспортерами и «живым дном», газификатор на базе HR-реактора и ВНКW (когенерационный модуль - блочный газовый мотор) мощностью 400 кВт. Общий КПД станции - 80%, так называемый КПД холодного газа - 70%. КПД по электроэнергии - 30%. Таких показателей эффективности совсем недавно можно было достигнуть только на больших ТЭС.
- Стоимость проекта 2,5 млн евро, из них 1 млн евро выделило министерство по охране окружающей среды. С начала финансирования проекта и до ввода его в эксплуатацию прошло всего девять месяцев. Газификатор выполнен в виде цилиндра диаметром всего 850 мм и смонтирован на бетонном фундаменте 2,5 x 2,5 м, а верхняя часть установки изготовлена из специального прозрачного материала и в темноте светится бледно-зеленым цветом - за счет непрерывно происходящих химических процессов газификации.
- Газификатор, как было сказано выше, работает по принципу аллотермического процесса газификации в циркуляционном кипящем слое. Газовым потоком путем подачи водяного пара создается кипящий (псевдооживленный) слой из песка и топлива во взвешенном состоянии. Кипящий слой - специфическое состояние слоя мелкозернистого материала, который продувается потоком газа. За счет большой турбулентности обеспечивается интенсивное движение частиц топлива и песка, которые при температуре 800 °С и преобладании в газовой смеси водорода и окиси углерода начинают распадаться. Песок и крупные негазифицированные частички топлива возвращаются в зону газификации. При дальнейшем увеличении скорости потока газа, излишки газа, сверх необходимого для псевдооживления, проходят через слой в виде пузырей, что создает эффект, схожий с бурно кипящей жидкостью, отчего и возникло название «кипящий слой».

# Технические характеристики

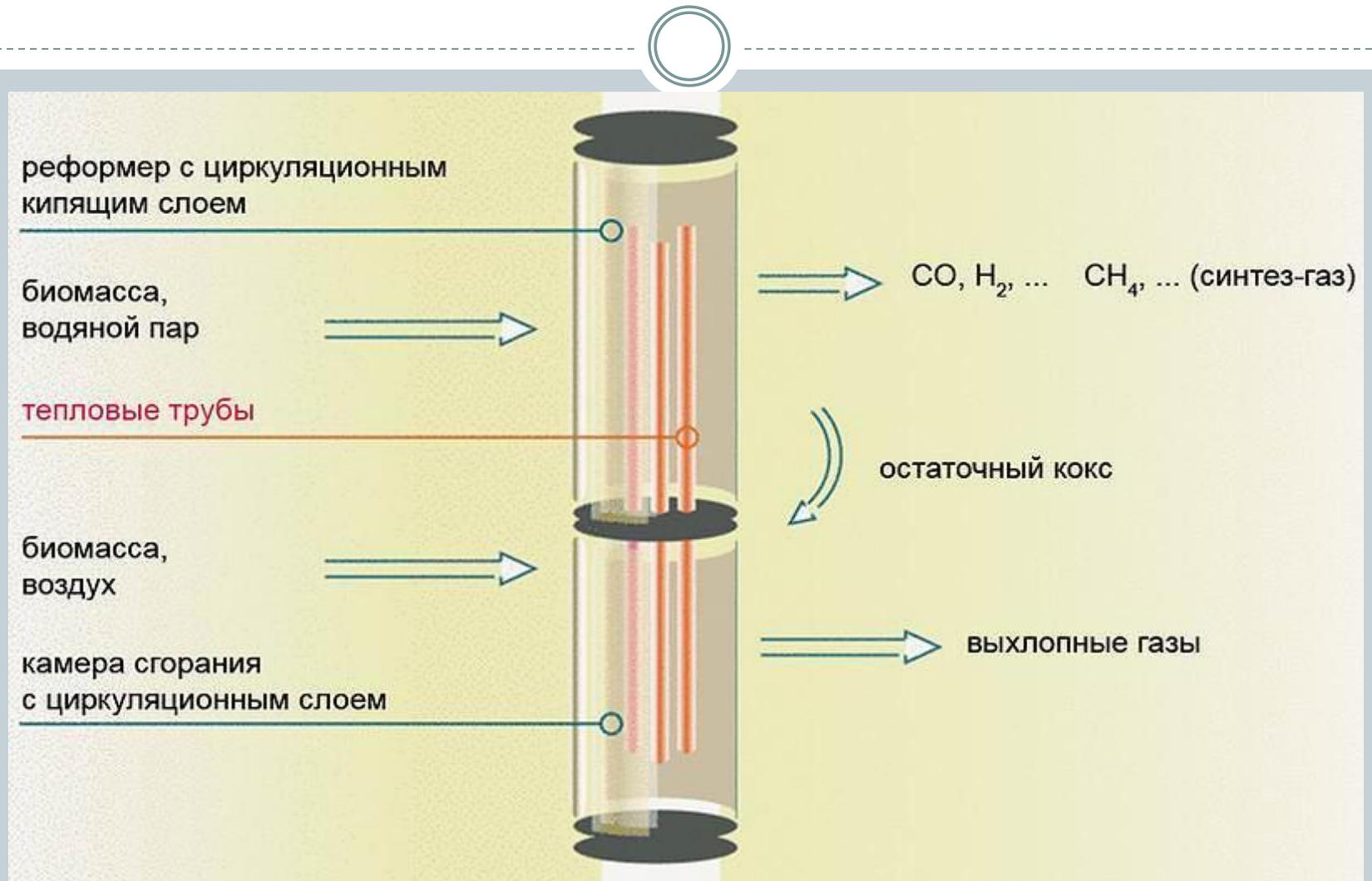


- Краткие технические характеристики вышеописанного газификатора: генерация электроэнергии - 400 кВт, генерация тепловой энергии - 630 кВт при температуре 90/70 °С, теплотворность генераторного газа (синтез-газа) - 11 000 кДж/м<sup>3</sup>, что в два с лишним раза превышает теплотворность газа при газификации по автотермическому процессу; используемое топливо - пеллеты, щепа, древесные отходы после ландшафтных работ (ухода за парками, посадками вдоль автобанов, ветрозащитными лесополосами и др.) влажностью до 25%. Годовое потребление - 2000 т в пересчете на сухую основу.

# Процесс газификации



# Процесс газификации



# Заключение



- Проведенный анализ показывает, что наиболее подходящей технологией получения энергии из древесных отходов для малых и средних предприятий, а также небольших поселков, использующих дизельные или мазутные электростанции и ТЭЦ, является обращенный процесс в модулях газификации с единичной мощностью 0,04-0,5 МВт и системой сухой или мокрой газоочистки, которые в совокупности с модулями подготовки топлива образуют серийные комплектные газогенераторные установки.
- Таким образом, как показано выше, многие модели газогенераторов являются простыми и дешевыми устройствами. Их использование позволит во многих случаях заменить дорогое и дефицитное привозное топливо отходами лесозаготовок, сократить потребление электроэнергии дорогостоящих жидких и газообразных энергоносителей и существенно снизить количество загрязняющих выбросов в атмосферу по сравнению с существующими в настоящее время устройствами для прямого сжигания. Предлагаемые технологии повысят эффективность лесопромышленного комплекса и позволят обеспечить развитие биоэнергетики в рамках долгосрочных государственных программ развития лесного комплекса.

# Список использованной литературы



- Суханов В.С. Роль биоэнергетики в повышении эффективности работы лесопромышленного комплекса России // Вестн. МГУЛ – Лесной вестник. 2009. № 4. С. 5-11.
- Справочник химика. В 6т. Т.6: Сырье и продукты промышленности органических веществ / под общ.ред. Б. П. Никольского. Л.: Химия. Л.: Химия, 1967. 1012 с.
- Газогенераторы Woodbio [Электронный ресурс] // Модули газификации. Энергия из биомассы. Flex Technologies, Inc, USA:[сайт] URL: <http://flextech.ru/recept/gasifiers/> (дата обращения: 02.03.2011)
- Способ газификации топлива для питания двигателя внутреннего сгорания: ас 1325173 СССР. № 4004932; заявл. 06.01.86.; опубл. 23.07.87