



Вместе мы создаем
энергию для будущего

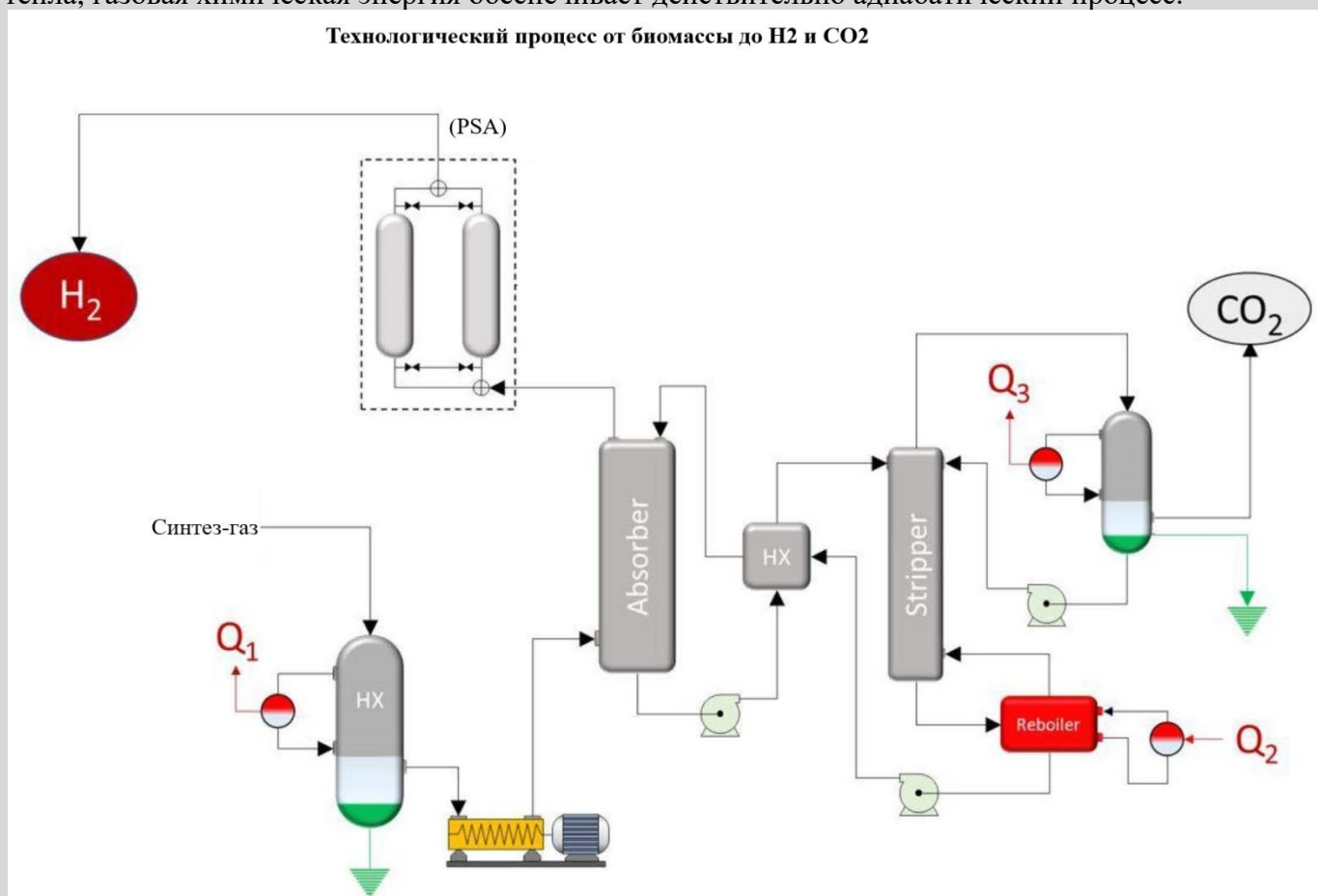
ИННОВАЦИОННАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА БИОТОПЛИВНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ CO_2 и H_2



АННОТАЦИЯ

Техническое предложение специально подготовлено для оценки возможности разработки проекта биомассы для H_2 и пищевого CO_2 . Будет дана оценка возможности применения полученного H_2 для общественного транспорта и промышленного использования, а CO_2 - промышленного использования.

Предлагаемое решение представляет собой под атмосферным давлением газификацию исходного сырья на основе углерода в сочетании с последующей обработкой синтез-газа и каталитическим синтезом. В качестве газифицирующего соединения применяется влажный кислород с водяным паром, исключая присутствие азота, и в сочетании с высокой эффективностью рекуперации тепла, газовая химическая энергия обеспечивает действительно адиабатический процесс.



Инсинератор работает при высокой температуре горения ($850 - 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) и с надлежащим временем удержания газов (более 2 с). Горелка на природном газе обеспечивает правильную рабочую температуру в любых условиях. Получаемый синтез-газ не является отходом и может производить выбросы не выше, чем при сжигании природного газа, а получаемый в процессе производства - синтез-газ не содержит смол, тяжелых металлов, азота, что очень удобно для различных видов последующей обработки. Синтез-газ может быть далее переработан в биометан, водород, метанол с отделенным CO_2 в качестве побочного продукта с качеством пищевого. В случае аварии - Инсинератор оснащен предохранительным клапаном с дымоходом для отвода в безопасную зону горячих газов. Утилизация горячих газов происходит путем открытого сжигания на безопасной высоте.

В комплект Инсинератора входит установка VPSA для генерации кислорода на месте с использованием энергии от сети. Установка по производству кислорода по технологии PSA базируется на надежном, гибком и безаварийном процессе вакуумной короткоциклового безнагревной адсорбции (VPSA). Эта установка отлично подходит для данной технологии, которая требует поступления газообразного кислорода низкой стоимости со степенью чистоты до 95 процентов по объему.

Инсинератор при использовании в качестве исходного сырья – щепы топливной 1,3 т/ч обеспечит производство H_2 - 80 кг/ч и CO_2 – 1,4 т/ч с чистотой 99,97%.

Таким образом, при обеспечении 95% безотказной работы Инсинератора возможно производить 666 560 кг H_2 и 11 665 т пищевого CO_2 в год.

Например, хранение H_2 может быть разработано на месте реализации проекта. Исходный H_2 получаемый в нашей установке давлением 10 - 50 бар может быть трансформирован до 200 бар для доставки грузовиками на автозаправочные станции под давлением 350 или 700 бар. Например, пропускная способность 80 кг / ч Инсинератора достаточна для ежедневной загрузки 80 двенадцати метровых автобусов со средней дальностью эксплуатации 250 км каждый и расходом 8 кг H_2 /100 км. Исходя из европейского опыта новых применений H_2 для транспортных решений с нулевым выбросом CO_2 , он может быть разработан как отдельный самостоятельный бизнес.

Можем предложить и другие варианты хранения и использования водорода

Поскольку реализация в Украине проекта H_2 с общественными автобусами займет время, мы можем предложить альтернативные варианты.

Например синтез H_2 для производства минеральных удобрений – известково-аммиачная селитра из содержанием азота 26%.

В таком случае, при использовании в качестве исходного сырья щепы топливной 1,3 т/ч выход минеральных удобрений 1600 кг/час, CO_2 – 1400 кг/час, H_2 – отсутствует.

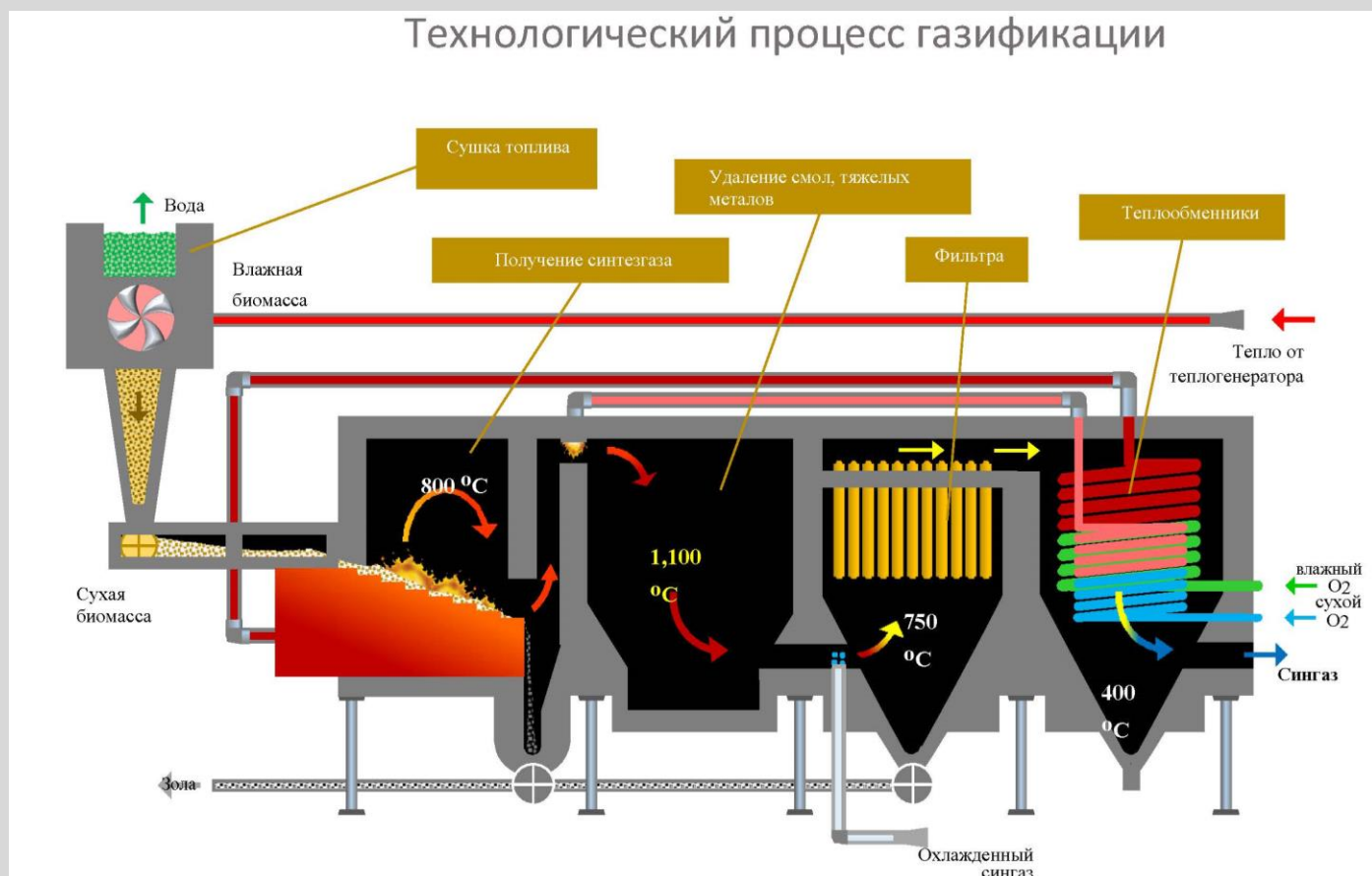
Таким образом, при обеспечении 95% безотказной работы Инсинератора возможно производить 13 331,2 т минудобрений и 11 665 т пищевого CO_2 в год

Также возможен синтез NH_3 для продажи. Это доступный товар, который можно использовать как хранилище H_2 . После развертывания проекта H_2 с общественным транспортом, тот же самый аммиак можно разделить на H_2 и N очень разумным и экономически эффективным способом.

Примеры использования CO_2

Например, хранение CO_2 может быть разработано на месте реализации проекта. Исходный CO_2 получаемый в нашей установке в газообразном состоянии, атмосферном давлении может быть трансформирован до 70 бар, при котором углекислый газ становится жидким для доставки грузовиками конечным потребителям.

Использование CO_2 для тепличных хозяйств, в сварочном производстве, для извлечения остаточной нефти из обводненных нефтяных месторождений.



Преимущества по сравнению с биотопливными тепло-, электростанциями:

- Отсутствие фактора сезонности, данная технология позволяет обеспечить выработку продукции на протяжении 8332 ч/год при этом обеспечить производство 666 560 кг H₂ и 11 665 т пищевого CO₂ в год при использовании исходного сырья в количестве 10 832 т/год.
- Конечный потребитель. Нет жесткой привязки к тепло, - электро сетям.
- Логистика поставки исходного сырья.
- Экология. Выбросы в атмосферу – нулевые, так как Директивы о промышленных выбросах не применяются, т. е. синтез-газ больше не является отходом и может вызывать выбросы не выше, чем при сжигании природного газа.
- Эффективность использования биомассы по сравнению с прямым сжиганием. Сегодня стоимость сырья приближается к стоимости природного газа, что резко снизило эффективность замещения от 10 в 2013 г. до 1,5 раза в 2019 г. при прямом сжигании биомассы.

Описание технологии

Предложенная технология использует адиабатический процесс в движущемся слое сухого топлива (без шлакообразования). Из-за своих уникальных условий работы Инсинератор считается атмосферным автоматическим тепловым инсинератором, способным эффективно и экономично производить высококачественный синтез-газ, не содержащий смол, с использованием любого твердого органического сырья.

Данная технология соответствует 3 Ключевым принципам для рентабельного и эффективного процесса газ-топливо:

1. Высококачественный синтез-газ
2. Низкое содержание азота в газе
3. Невосприимчивость к характеристикам топлива

Почему Инсинератор не под давлением?

- Инсинераторы под давлением лучше подходят для выработки электроэнергии, так как давление синтез-газа будет достаточным для подачи непосредственно в газовую турбину (канал сгорания).
- Инсинераторы под давлением очень дороги и имеют высокую степень регулирования из-за увеличения риска для безопасности.

Почему атмосферный инсинератор?

- Пиролизные газы образуются при атмосферном давлении и являются основными компонентами синтез-газа, когда сырье имеет высокую летучесть, например, биомассу.
- При нормальной работе и не несут угрозы безопасности.

Реактор установки

Исходное сырье, которое поступает в инсинератор, подвергается следующим различным процессам, типичным для любой газификации:

- процесс - сушка,
- пиролиз,
- газификация,
- выгорание полуккокса



Специальная подвижная горизонтальная решетка реактора Инсинератора позволяет работать с биомассой с находящимися в ней примесями (камни, стекло, цемент, гвозди), RDF или городской мусор.

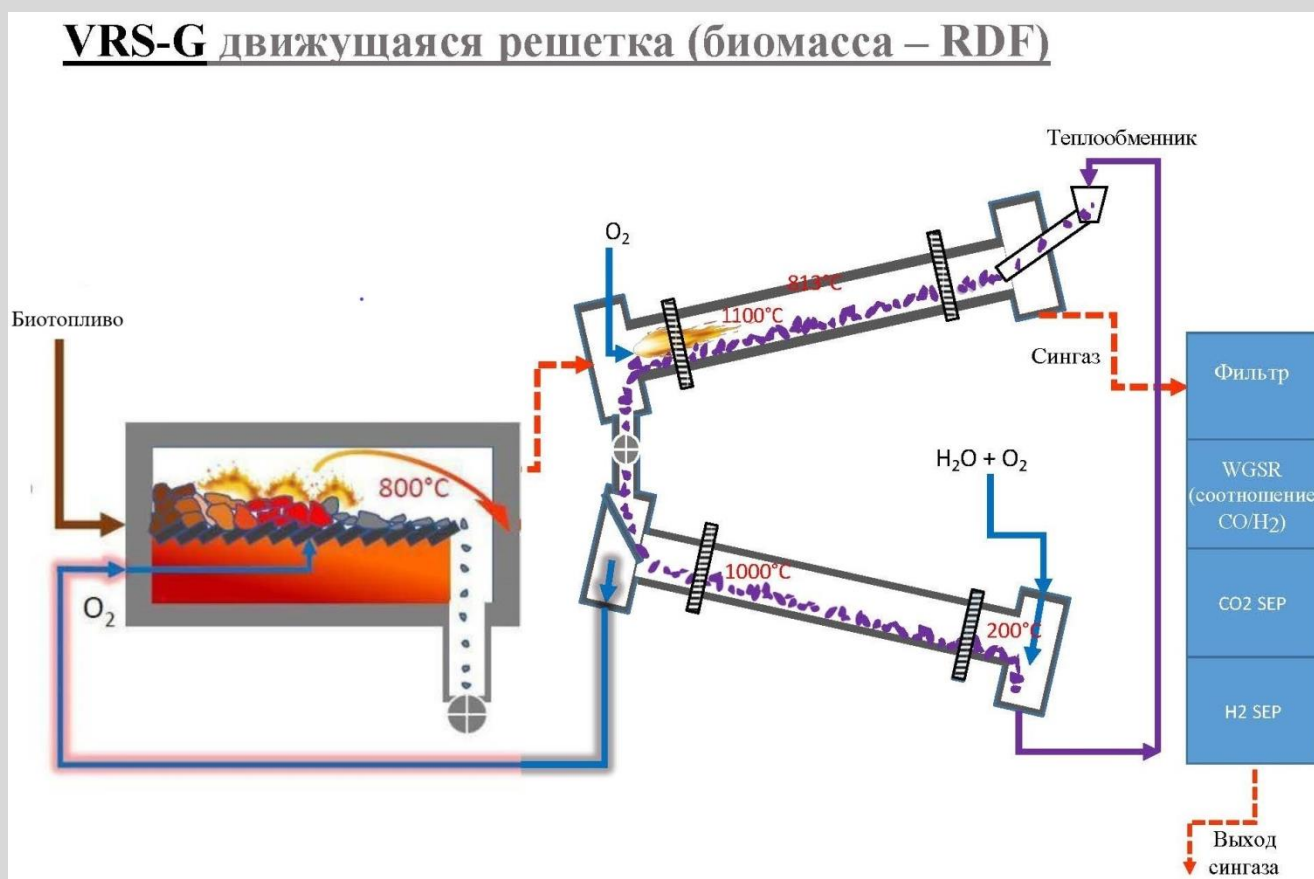
В реактор Инсинератора также подается газифицирующий агент (влажный O₂), который представляет собой кислород (с чистотой > 90%) с надлежащим количеством водяного пара (обычно соотношение вода / кислород 1: 1). Газифицирующий агент перед его впрыскиванием в реактор Инсинератора

нагревается приблизительно до температуры 800 °С в одном из теплообменников установки. Реактор, и в основном вся система газификации Инсинератора, является адиабатической, и он работает при давлениях немного ниже атмосферного, чтобы избежать любой утечки синтез-газа в окружающую среду. Получающийся синтез-газ, все еще полный смол и пыли, тяжелых металлов выходит из реактора Инсинератора температурой 800 °С.

Зола собирается на конце решетки и удаляется за пределы реактора транспортерами золоудаления. Что бы исключить подсос воздуха в камеру реактора установки – предусмотрены газоплотные шлюзы, которые обеспечивают герметичность реактора. Количество и качество золы зависит от качества и количества инертных материалов, присутствующих в сырье, и неорганической части самого сырья. Зола также имеет незначительный процент древесного угля, оставшегося после процесса выгорания, и его цвет может варьироваться от серого до черного.

Установка очистки синтез-газа

Полученный «грязный» синтез-газ в реакторе установки далее поступает в крекинг-установку высокотемпературной переработки синтез-газа, где его температура повышается с 800 °С до 1100 °С путем частичного окисления синтез-газа. Для этого в крекинг-установку подают сухой O_2 с температурой 500 °С. Газифицирующий агент перед его впрыскиванием в крекинг-установку, нагревается приблизительно до температуры 500 °С в одном из теплообменников Инсинератора. Смолы с временем пребывания 2 с при температуре выше 1000 °С в присутствии воды преобразуются в H_2 и CO_2 , оставляя синтез-газ без смолы.



Сухой скруббер

Очищенный от смол – сингаз температурой 813 °С, далее через газоохладитель поступает в сухой скруббер где очищается от вредных компонентов образующихся в результате присутствия в исходном сырье пластмасс, лаков, клеев и т. д. Загрязняющими веществами являются главным образом H_2S , HCl и тяжелые металлы. Инъекция очень реакционноспособного гидроксида кальция (гашенная известь) в поток синтез-газа будет реагировать с кислотными газами, образующими в основном CaS и $CaCl_2$, которые собираются на следующем фильтрующем блоке. Количество используемого $Ca(OH)_2$, а также CaS и $CaCl_2$ зависит от химического состава сырья. Большая часть паров тяжелых металлов конденсируется и осаждается на поверхности частиц $Ca(OH)_2$ и

отфильтровывается от синтез-газа. Этот шаг важен для удаления серы и хлора из быстрорастущей биомассы, чтобы обеспечить надлежащий каталитический процесс в последующем синтезе.

Фильтра

В синтез-газе, после сухого скруббера, все еще много пыли и щелочей. Пыль образована углеродной частицей вместе с неорганической золой. Синтез-газ направляется в блок фильтрации, где пыль и отвержденные щелочные компоненты отфильтровываются. Фильтрация горячего синтез-газа осуществляется через набор керамических фильтровальных трубок. Пыль вместе с частицами затвердевшей щелочи собирается и откачивается вне блока фильтра через шлюзовые затворы, гидравлически герметизированные по отношению к внешней атмосфере, чтобы исключить подсос воздуха в Инсинератор. Количество и качество этого вида золы (летучей золы) зависит от химического состава сырья и от параметров процесса (температура газификации, соотношение вода / кислород, влажность сырья).

Предохранительное устройство

При выходе на режим и аварийного останова отходящий газ из реактора направляется в специальное предохранительное устройство установки. Данное устройство работает при высокой температуре горения и с надлежащим временем удержания газов за счет использования пилотной газовой горелки. Горелка на природном газе обеспечивает правильную рабочую температуру в любых условиях.

Инсинератор VRS-G с крекингом смолы и высокой эффективностью рекуперации тепла

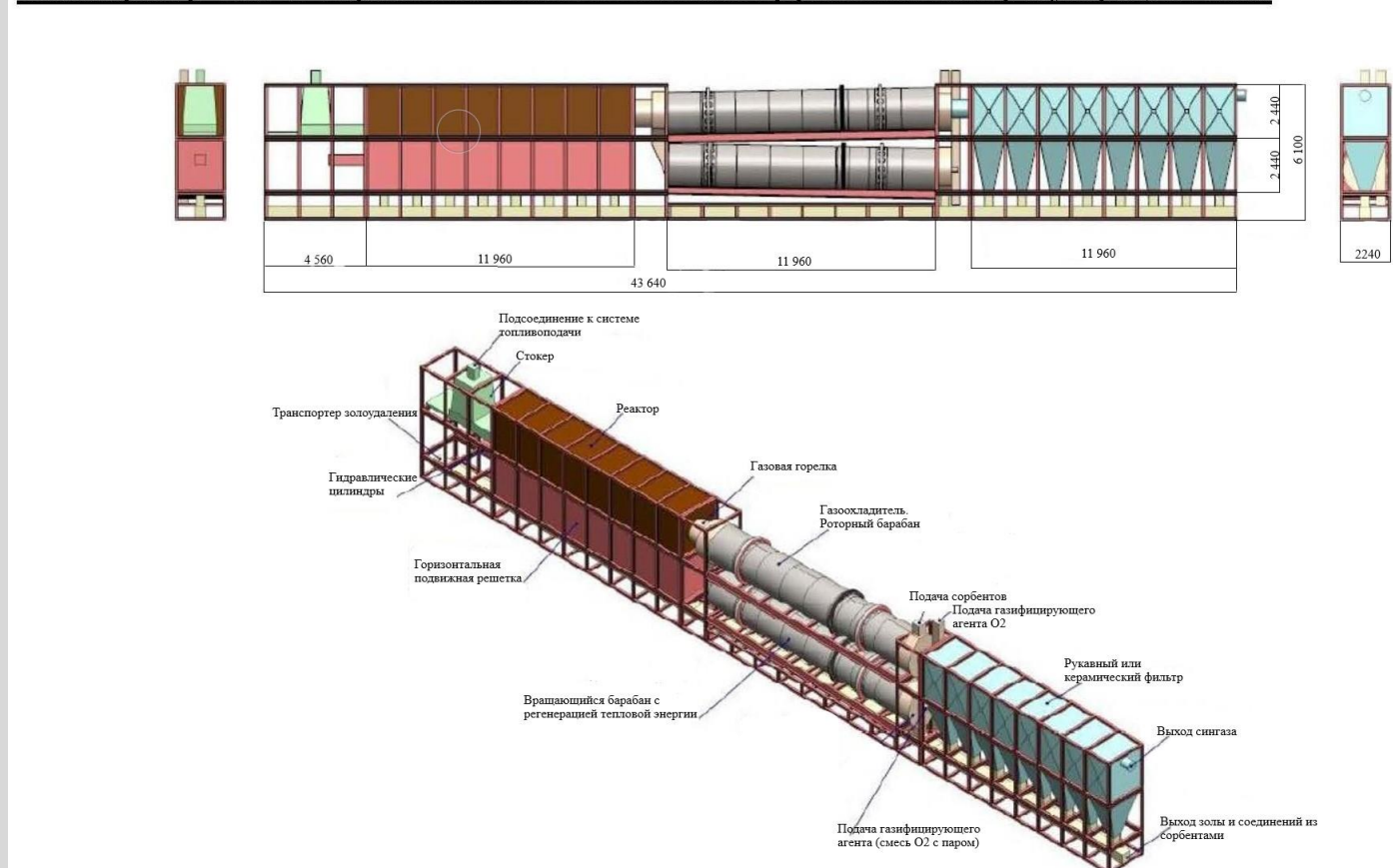


Рис. Общий вид Установки

Таблица 1 Варианты состава синтез-газа при использовании в качестве агента газификации воздуха или O₂

	Щепа топливная		Агротопливо	
	Воздух	90 % O ₂	Воздух	90 % O ₂
Ar	0,59 %	1,22 %	0,59 %	128%
CH ₄	3,13 %	5,19 %	3,08 %	5.35%

CO	21,21 %	36,19 %	21,10 %	35.09%
CO ₂	11,75 %	27.25%	11,76 %	28.85%
H ₂	16,13 %	28,15 %	16.00 %	27.11 %
N ₂	47,20 %	2,00 %	47.48%	2.33%
Общий %	100 %	100 %	100 %	100 %
	МДж/нм ³			
Калорийность	5,54	9,46	5,49	9,26
Точка росы	40 °С			

Примечание: состав газа приведен в качестве примера. Детальное моделирование должно быть проверено для конкретного состава биомассы на этапе базовой разработки.

Таблица 2 Ожидаемый выход водорода и углекислого газа

Биотопливо	Газы	Кг	Нм ³	Чистота	Потребление кВт/ч	Эффективность
Щепа	H ₂	80	885	≥ 99,8 %	125	52 %
	CO ₂ (газ)	1,425	747	≥ 99,0 %		57 %

- Расчеты приведены на тонну щепы, влажность 10% (18,72 МДж / кг)
- Чистая энергоэффективность 32% (для критериев эффективности)
- Избыточное тепло будет экспортироваться в виде горячей воды ~ 80 °С

