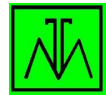




## Газификация угля - получение горючего синтезгаза, получение электроэнергии и тепловой энергии





Записка составлена в по материалам о китайских газификаторах работающих при атмосферном давлении в зоне газификации. Эти газификаторы полностью повторяют технические решения и габариты немецких газификаторов выпускавшихся в 30-50х годах прошлого века. Это наиболее простые в изготовлении и эксплуатации установки для получения низкокалорийного синтезгаза из твердого кускового углерод-содержащего сырья – угля или биомассы.



Рис 1. Виды китайских установок газификации биомассы и угля



Рис 2. Виды китайских установок газификации биомассы и угля



## **ГАЗИФИКАТОРЫ**

В Китае распространены атмосферные газификаторы двух типов:

- газификаторы с неподвижным слоем и газификаторы с псевдоожиженным слоем.

### **Газификаторы с неподвижным слоем**

Газификатор с неподвижным слоем представляет собой шахтную печь, в которой топливо проходит несколько стадий термического превращения и, наконец, превращается в топливный газ:

- сушка углеродсодержащего сырья (0-150 град)
- разложение углеродсодержащего сырья (до 500 град)
- коксование углеродсодержащего сырья (до 700 град)
- зона частичного горения в условиях недостатка кислорода.

Эти реакции в слое широко используются в промышленности, например, в паровых котлах, газификаторах получения угольного газа, в реакторах синтеза химической промышленности и так далее.

В газификаторе с неподвижным слоем реакция газификации происходит по существу на постоянной высоте, где полно твердых угольных частиц (слой), кусковой материал попадает в слой сверху и движется вниз под действием силы тяжести, чтобы заполнить пространство, оставшееся после сжигания топлива.

Газифицирующая среда проходит через промежутки между частицами и реагирует с поверхностным веществом частиц. Скорость движения вниз топливного слоя очень медленна по отношению к скорости потока газа. Поэтому его называют неподвижной постелью или неподвижным слоем.

Газификаторы с неподвижным слоем стали первыми газификаторами, которые были произведены в больших количествах и использовались в автомобилях, тракторах и небольших судах. Из-за простой конструкции и небольшой цены существует большой ресурс для их распространения. Такие газификаторы по-прежнему используются на малых и средних линиях по производству синтезгаза из биомассы или угля.

Газификатор с неподвижным слоем в основном имеет два типа восходящего потока и нисходящий тип в зависимости от газифицирующего агента, положения подачи и направления протекания через слой топливного материала.

### **Газификаторы с псевдоожиженным слоем**

Технология псевдоожиженного слоя была впервые применена к двухфазной реакции газ-твердое вещество. Большая часть его основной теории и практики пришла из химической индустрии. В 1926 году немец Винклер впервые применил технологию псевдоожиженного слоя для газификации угля. Кипящий слой (КС) для газификация хорош при переносе веществ, теплообмене и интенсификации реакций. Все частицы топливного материала имеют возможность реагировать с газифицирующим агентом.

Флюидизация является процессом псевдоожижения твердых частиц в газовой жидкости, а также является относительно стабильной стадией между фиксированной постелью и пневматической транспортировкой материала. Мелкие кусковые материалы представленные в виде флюидоподобных веществ в псевдоожиженных слоях, легко транспортируются между реакторами, образуют относительно однородные условия реакции. Таким образом, эта технология обладает широким спектром применения топливных материалов и широко используется в проектах сгорания и газификации.

Широкий спектр применения топливных материалов, высокая скорость газификации обеспечивают лучшую пригодность КС для крупномасштабной газификации биотопливных материалов. КС постепенно превратился в одну из основных технологий газификации биомассы.



В настоящее время разработаны различные типы газификаторов биомассы и угля с псевдооживленным слоем различной мощности, демонстрационные проекты и реализованы проекты по применению электростанций газификации биомассы и газотурбинных паротурбинных электростанций.

Тепловая мощность и составляющая газа биомассы зависят от материала биомассы и способа газификации. Теплотворная способность синтезгаза составляет около 1.100-1.500 Ккал / нм<sup>3</sup> (4,6-6,3 МДж / нм<sup>3</sup>).

В последнее время (2000-е годы) разработаны новые технические решения для интенсивной газификации угля в высокотемпературном кипящем слое (ВТКС).

Технология ВТКС реализуется на подвижной колосниковой решетке и успешно реализована в России на многих котельных установках (Кемерово и тд.)

Топочное устройство ВТКС представляет собой эффективный газификатор угля с зоной вторичного дутья используемой для дожигания полученного горючего газа.

Герметизация топочной камеры, устройства загрузки угля и выгрузки золы позволяет получить на основе ВТКС газификатор тепловой мощностью 20-30 МВт (в расчете на теплоту сгорания синтезгаза), который помещается в 40 футовый морской контейнер.

В 80-е годы в СССР, а также в последнее время (работы ФТТ, работы немецкой горной Академии во Фрайбурге) предложены газификаторы угля в барботируемом жидком шлаке при температурах 1200-1300°C. Эти установки имеют промышленные прототипы, работающие в цветной металлургии десятки лет при тепловой мощности около 20 МВт.

Практически разработаны и опробованы все технические решения, имеются рабочие чертежи. Газификаторы угля в барботируемом шлаке - это наиболее интенсивные газификаторы угля, позволяющие получать горючий газ из угля с высокой зольностью, а также из углеродсодержащих отходов.

## **ГАЗИФИКАЦИЯ**

### **Области использования:**

Преобразование биомассы в низкокалорийные и энергетические топливные газы, а затем подача синтезгазов в поршневые генераторные агрегаты для генерации электричества.

Продукты переработки твердой биомассы, некоторые виды органических отходов, технологии, источники энергии, выработка электроэнергии в сельском хозяйстве и лесохозяйственных производствах.

Система выработки электроэнергии на основе газификации биомассы использует газификатор с псевдооживленным слоем и устройство очистки газа для превращения рисовой шелухи, стружки, соломы и стеблей в чистый топливный газ.

Номинальная мощность одной установки выбирается в соответствии с требованием пользователя и обычно составляет 20-100 КВт. Такие системы начиная с 2010 года серийно опять выпускаются в Германии. Поставлено потребителям 700-800 полностью автоматизированных установок контейнерной сборки. Системы надежны в эксплуатации и просты в эксплуатации.

После термического разложения биомассы в течение более 20 минут, газификатор может обеспечить топливный газ к двигателю-генератору для выработки электроэнергии через 20 минут после запуска. Помимо получения Заказчиком собственной электроэнергии для самостоятельного использования, Заказчик также может продавать избыточную электрическую мощность в электросети.



Китайские установки для газификации биомассы ориентированы на низкобюджетных китайских потребителей. Установки просты по конструкции и в эксплуатации. Основой является ручное управление с минимумом КИП и А.

Выработка электроэнергии при газификации биомассы может осуществляться тремя способами:

- топливный газ, полученный газификацией биомассы, напрямую поступает в газовые котлы в качестве топлива для производства пара, который приводит в движение паровые турбины для выработки электроэнергии;
- очищенный топливный газ также может быть отправлен на газовую турбину для выработки электроэнергии;
- очищенный газ также может быть направлен непосредственно в двигатель внутреннего сгорания для выработки электроэнергии.

В масштабе выработки электроэнергии и инвестиций, они соответствуют крупным, средним и малым системам производства электроэнергии. Для повышения теплового КПД системы установлены воздухоподогреватели для регенерации отработанного тепла первичного топливного газа и другие теплообменные блоки.

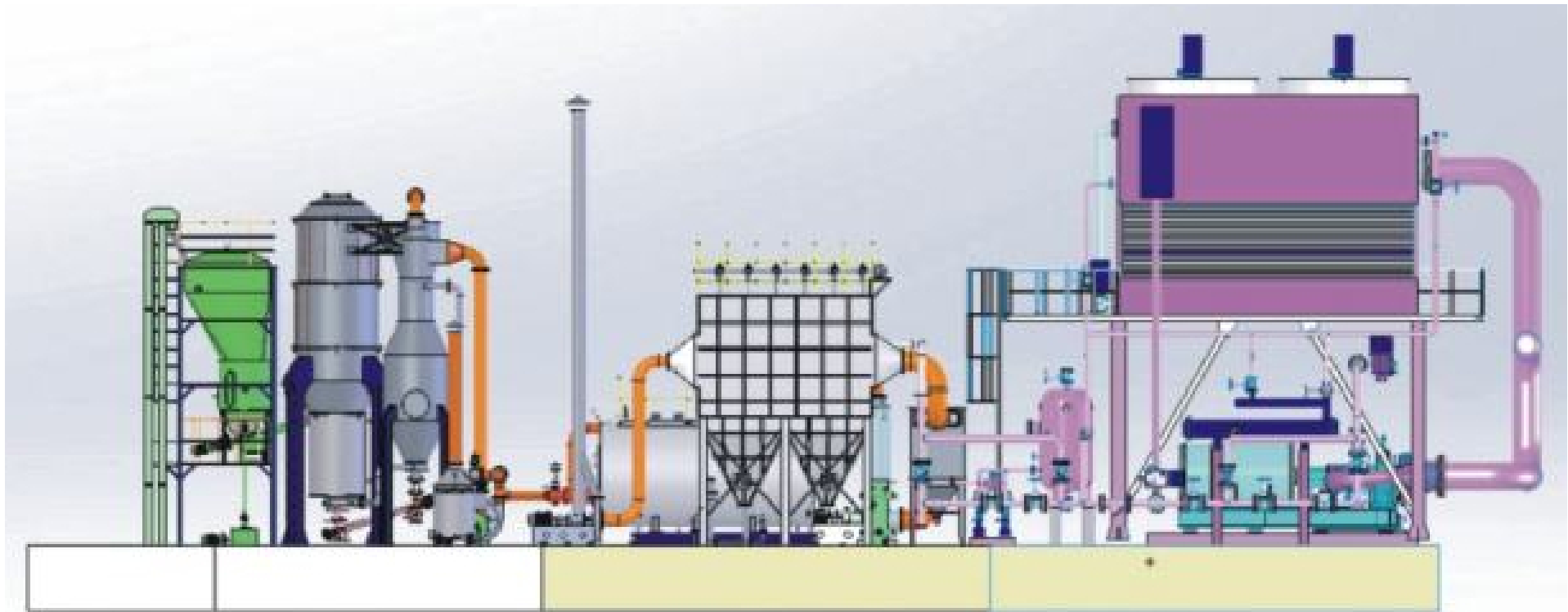
До подачи синтезгаза в газопоршневой или дизельный электрогенератор необходимо удалить смолу, образовавшуюся в процессе газификации. Это особенно необходимо при газификации биомассы. В газогенераторах предусмотрено устройство для крекинга смол - для термического превращения смолы в топливный газ с малыми молекулами. Это позволяет надежно эксплуатировать поршневые генераторы, а также увеличивает теплотворную способность синтезгаза.

Для снижения содержания смолы выполняется очистка горючего газа в компактных промывных распылительных колоннах, электрических улавливателях смолы и устройствах для использования низкотемпературного тепла. Системы очистки топливного газа биомассы обладают низкой потребляемой мощностью, степень удаления смолы составляет более 90%. Комбинация компактного распылителя + низкотемпературного оборудования для очистки или компактной распылительной башни + электрический уловитель смолы может снизить содержание смолы в топливном газе до <20 мг/м<sup>3</sup>.

Вода, используемая для очистки и охлаждения горючего газа, рециркулируется после очистки в устройствах для очистки воды, таких как отстойник или аэротенк. За исключением добавления небольшого количества дополнительной воды, она не будет загрязнять окружающую среду.

Уровень собственного потребления газификатора составляет всего 5-8% от установленной мощности. Система оборудования безопасна, надежна и проста в эксплуатации. Рабочая нагрузка на техническое обслуживание и ремонт такая же, как и у обычных дизельных двигателей. Газификатор с системой очистки синтезгаза и поршневым электрогенератором работает 8000 часов в год, время до капитального ремонта составляет около 60 000 часов.

Генераторные установки могут работать параллельно с другими генераторными установками и параллельно в сети при ручном или автоматическом управлении. Установки также могут работать на изолированных сетях или даже с удаленным мониторингом.



**Рис 3. Получение электроэнергии путем газификации угля / биомассы, сжигания горючего газа в энергетическом котле, преобразование энергии пара в электроэнергию в паровой турбине с генератором**



## ОБЗОР КИТАЙСКИХ УГОЛЬНЫХ ГАЗИФИКАТОРОВ

Газификаторы угля используют пар и воздух в качестве агента для производства смешанного угольного газа.

Газификаторы угля особенно применимы к малым и средним предприятиям, поскольку в них соединены разумный принцип газификации, надежная конструкция, низкая стоимость, простота и безопасность в эксплуатации.

Угольный Газ после газификации угля может применяться во всех видах печей для термической обработки металлов, в керамических печах, в плавильных печах для алюминия, в печах рафинирования меди, ковочных печах, печах нагрева металла, печах горячего цинкования, сушилках, вращающихся печах, стекольной промышленности, химической промышленности, керамической промышленности, кабельной промышленности и т. д.

Компоненты газа	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>
Содержание,%	13,5	27,5	5	52,8	0,5	0,2

### СЕРИЯ ГАЗИФИКАТОРОВ УГЛЯ ТИПА QM

Высокоэффективная модель для непрерывного производства горючего газа

**Машиностроение:** все виды термических печей, включая печи для закалки сталей с высоким содержанием марганца, печи для отжига, печи для отпуска, печи для выдержки, печи для обжига пресс-форм, кузнечные печи и т.д.

**Промышленность цветных металлов:** медеплавильные печи, алюминиевые плавильные печи, металл-магниева плавильная печь, т. д.

**Промышленность строительных материалов:** строительная керамика, санитарно-техническая керамика, и т.д.

**Силикатная промышленность:** стекло, керамика для ежедневного использования, шлифовальный круги, огнеупорные материалы и т. д.

**Котлы:** может использоваться во всех видах котлов, использующих газ как топливо, с функцией косвенного сжигания угля, снижения загрязнений, энергосбережения и защиты окружающей среды.

**Химия:** сушка и обжиг химических продуктов

**Неметаллические промпродукты:** сушка и обжиг минерального сырья

**Сельское хозяйство:** овощные теплицы, цветочные согревающие теплицы

**Пищевая промышленность:** обезвоживание и сушка пищевых продуктов

### Большие экономические преимущества

- 1,5 кг стандартного угля в газификатор QM = 1,1 кг дизельного топлива = 12 кВт/ч
2. Стоимость на 70% ниже, чем у электропечей;
3. Стоимость на 60% ниже, чем у печей на жидком топливе;
4. Стоимость на 30% ниже, чем у печей прямого сжигания углей

### Отличные технические характеристики

1. Простота в эксплуатации, как электропечи и печи на жидком топливе.
2. Автоматический электрический контроль, контроль температуры, высокое качество нагрева.
3. Непрерывное автоматическое удаление шлака, стабильное производство газа и простота эксплуатации.
4. Чистое производство, соответствует стандарту эмиссии GB9078-96.





QM-A Одноступенчатый газификатор угля (двухкамерная загрузка угля)

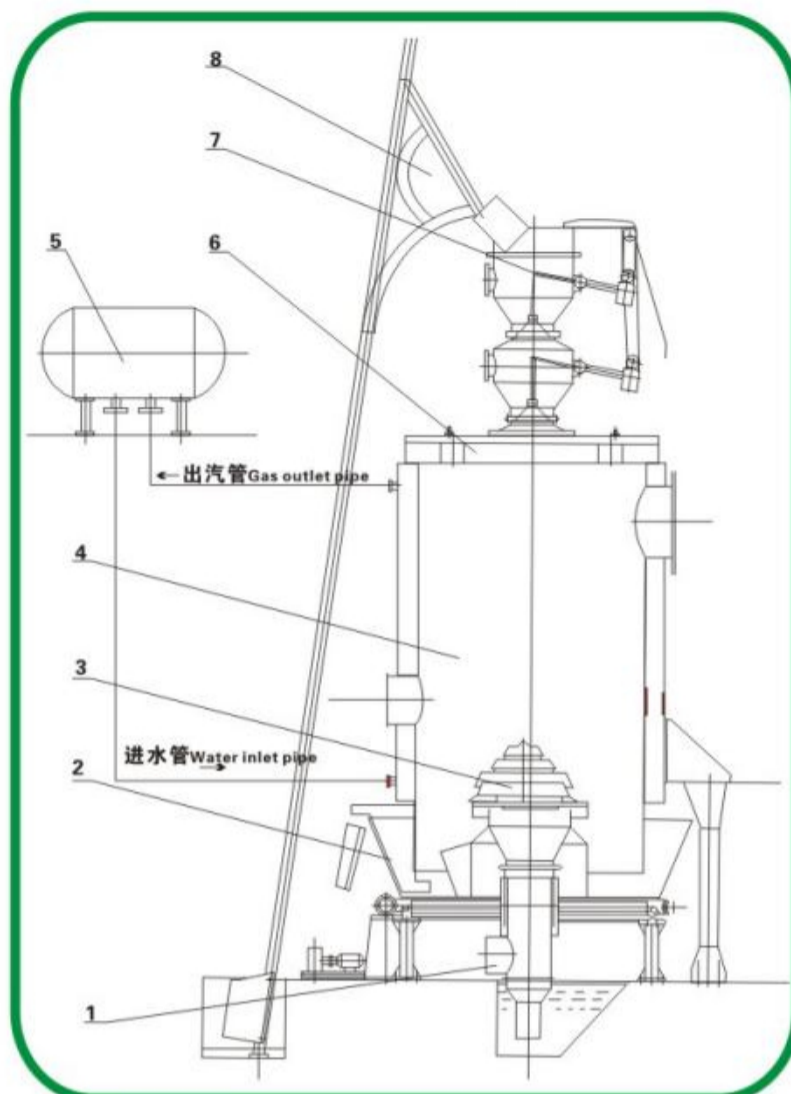


Рис 4. Устройство одностадийного газификатора угля

1. Три линии дутья
2. Зольник с приводом
3. Дутьевая решетка
4. Внутренний корпус газификатора
5. Паровой барабан
6. Свод газификатора
7. Двухкамерный механизм загрузки угля
8. Система подачи угля к газификатору (скип)

Используемые угли: не слеживающиеся или слабо слеживающиеся, антрацит, битуминозный уголь или кокс.  
Качество угля должно соответствовать стандартам качества угля для стационарных котлов GB9143.

Управление загрузкой угля ручное/автоматическое (скип)  
Влажное, автоматическое удаление шлака.  
Гидравлический привод вращения топки.



Таблица 1. Технические параметры одноступенчатого газификатора угля

Одностадийный газификатор						
Type	QM 0.8	QM 1.0	QM 1.3	QM 1.5	QM 1.8	QM 2.0
Внутренний диаметр газификатора, мм	800	1000	1300	1500	1800	2000
Площадь сечения топки, м <sup>2</sup>	0,50	0,79	1,33	1,77	2,54	3,14
Площадь водяного охлаждения горячей зоны, м <sup>2</sup>	3,76	6,84	8,98	12,37	15,82	18,84
Высота слоя золы, мм	100-300	100-300	100-300	100-300	100-300	100-300
Размеры используемого угля, мм	13-25;25-50;50-100					
Потребление угля, кг/час	<60	<130	<200	<300	<450	<600
Газифицирующий агент - дутьё	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam
Потребление газифицирующего агента, м <sup>3</sup> /kg	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8
Потребление пара, kg/kg (coal)	0,3-0,5					
Производство синтезгаза, м <sup>3</sup> /ч	<230	<500	<750	<1100	<1680	<2180
Чистая теплотворная способность, kJ/m <sup>3</sup>	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060
давление газа на выходе, кПа	<0,6	<0,8	<0,8	<0,98	<0,98	<0,98
Температура газа на выходе, °C	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550
максимальное давление дутья на дне печи, кПа	1,60	2,00	2,45	2,45	3,50	3,50
Температура дутьевого воздуха, °C	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65
Производство пара водной рубашкой, кг/ч	38	80	130	180	250	300
Давление пара , кПа	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294
Скорость вращения механизма удаления золы, 1/час	3,00	2,87	2,76	2,76	2,23	2,23
мощность двигателя привода диска, кВт	0,75	0,75	1,50	2,20	2,20	2,20
мощность двигателя скипового подъёмника угля, кВт	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
мощность двигателя вентилятора, кВт	0,75	1,5	2,2	3	4	5,5
<b>Тепловая мощность газификатора, МВт</b>	<b>0,35</b>	<b>0,77</b>	<b>1,16</b>	<b>1,70</b>	<b>2,59</b>	<b>3,36</b>

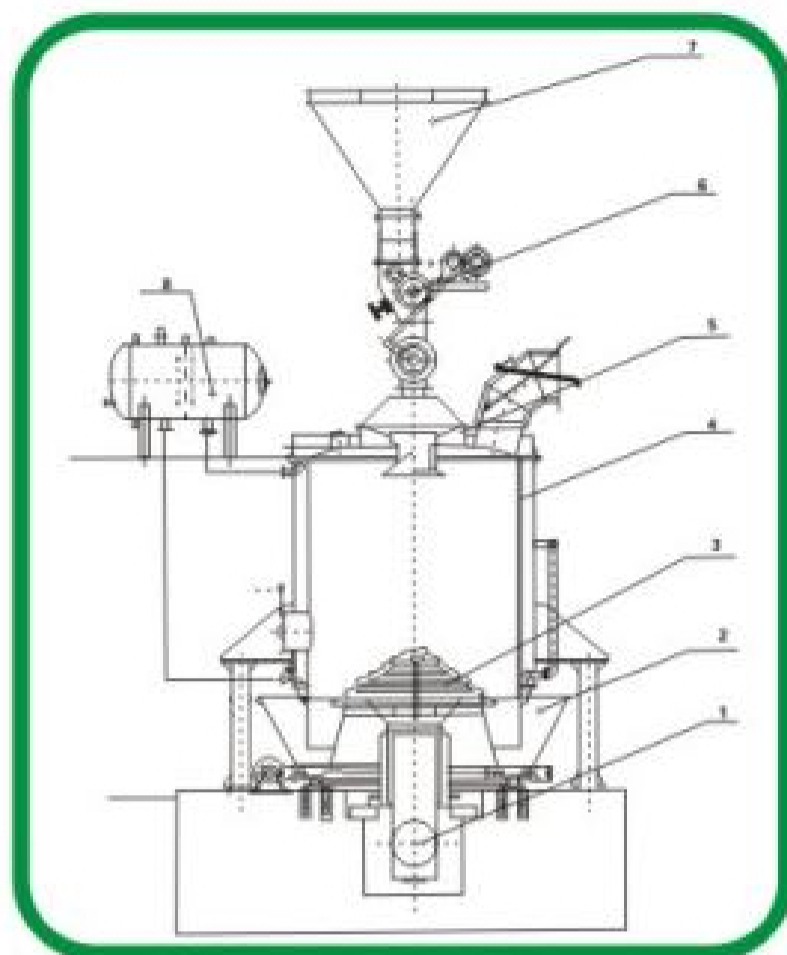


Таблица 2. Технические параметры одноступенчатого газификатора угля (продолжение)

Одностадийный газификатор						
Type	QM 2.2	QM 2.4	QM 2.6	QM 3.0	QM 3.2	QM 3.4
Внутренний диаметр газификатора, мм	2200	2400	2600	3000	3200	3400
Площадь сечения топки, м <sup>2</sup>	3,79	4,52	5,30	7,06	8,03	9,07
Площадь водяного охлаждения горячей зоны, м <sup>2</sup>	22,79	24,00	24,50	28,26	30,14	32,00
Высота слоя золы, мм	100-300	100-300	100-300	100-300	100-300	100-300
Размеры используемого угля, мм	13-25;25-50;50-100					
Потребление угля, кг/час	<750	<900	<1000	<1400	<1680	<2000
Газифицирующий агент - дутьё	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam	Air + Steam
Потребление газифицирующего агента, м <sup>3</sup> /kg	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8	2,2-2,8
Потребление пара, kg/kg (coal)	0,3-0,5					
Производство синтезгаза, м <sup>3</sup> /ч	<2800	<3300	<3800	<5100	<6000	<7200
Чистая теплотворная способность, кJ/m <sup>3</sup>	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060	5020-6060
Давление газа на выходе, кПа	<1,1	<1,2	<1,2	<1,5	<1,5	<1,5
Температура газа на выходе, °C	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550
Максимальное давление дутья на дне печи, кПа	4,50	4,50	5,00	5,50	6,00	6,00
Температура дутьевого воздуха, °C	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65
Производство пара водной рубашкой, кг/ч	350	450	500	550	550	600
Давление пара, кПа	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294
Скорость вращения механизма удаления золы, 1/час	2,23	2,00	2,00	1,80	1,80	1,80
мощность двигателя привода диска, кВт	4,00	4,00	4,00	5,50	7,50	7,50
мощность двигателя скипового подъёмника угля, кВт	1,5	3	3	3	3	3
мощность двигателя вентилятора, кВт	7,5	7,7	11	15	18,5	22
<b>Тепловая мощность газификатора, МВт</b>	<b>4,32</b>	<b>5,09</b>	<b>5,86</b>	<b>7,86</b>	<b>9,25</b>	<b>11,10</b>



QM-V одноступенчатый газификатор угля (механическая подача угля)



**Рис 5. Устройство одностадийного газификатора угля с механической загрузкой**

1. Три линии дутья
2. Зольник с приводом
3. Дутьевая решетка
4. Внутренний корпус газификатора
5. Свод газификатора
6. Механизм загрузки угля
7. Бункер угля
8. Паровой барабан

**Технологическая схема процесса одноступенчатого газогенератора получения горячего синтез газа**

Процесс состоит в том, что воздух из воздуходувки и пара с давлением 0,294 МПа собственного производства (в водяной рубашке окружающей топку) смешиваются, чтобы стать насыщенным паром газифицирующим агентом, который поступает в газификатор снизу и распределяется вращающимся конусным колошником. Кусковой уголь измельчается и сортируется до размеров 25 - 50 мм или 50-100 мм. Уголь подается в газификатор угля герметичной системой подачи угля. Синтезгаз, получаемый в газификаторе, подается конечным потребителям после очистки. Пыль удаляется гравитационным очистителем и циклонным очистителем.

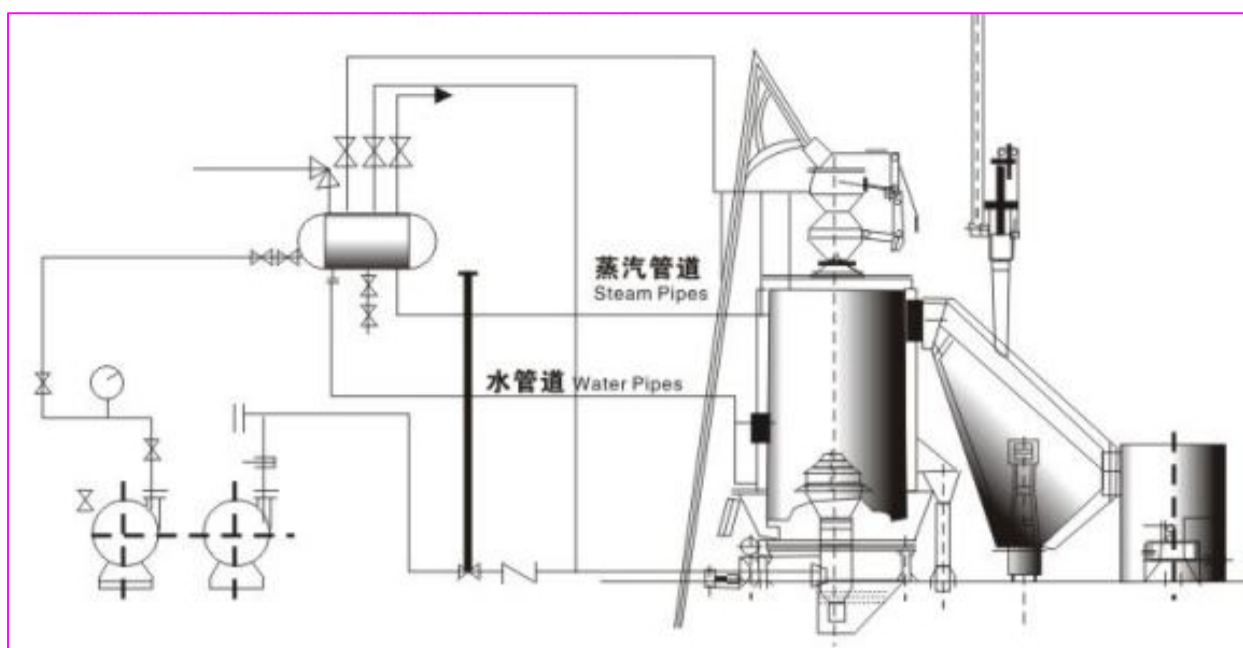
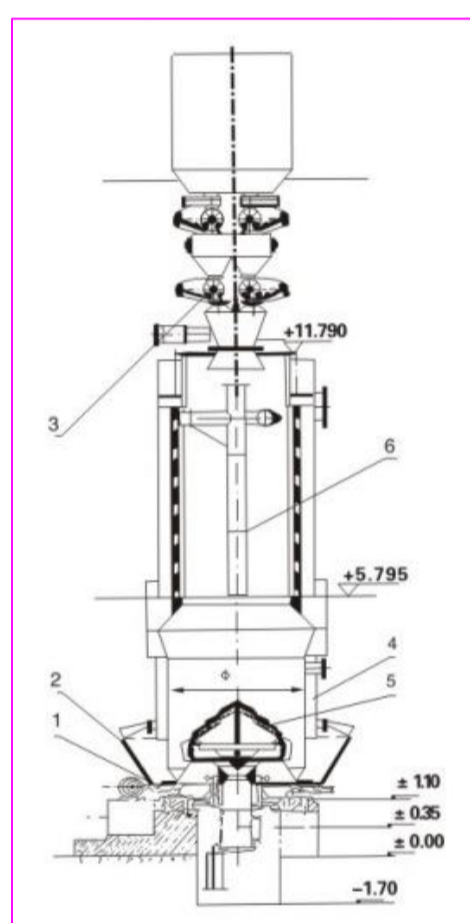


Рис 6. Обвязка газификатора по воде, система получения и использования пара для формирования донного воздухо-парового дутья в газификатор угля



### ДВУХСТАДИЙНЫЙ УГОЛЬНЫЙ ГАЗИФИКАТОР

Двухстадийный газификатор представляет собой устройство для газификации угля, состоящее из секции сухой перегонки и секции газификации. Он использует 40-60 мм битуминозный уголь в качестве сырья для проведения сухой перегонки. Полукокс, образованный при сухой перегонке, поступает в нижнюю часть двухсекционной печи где протекают реакции газификации коксового остатка.

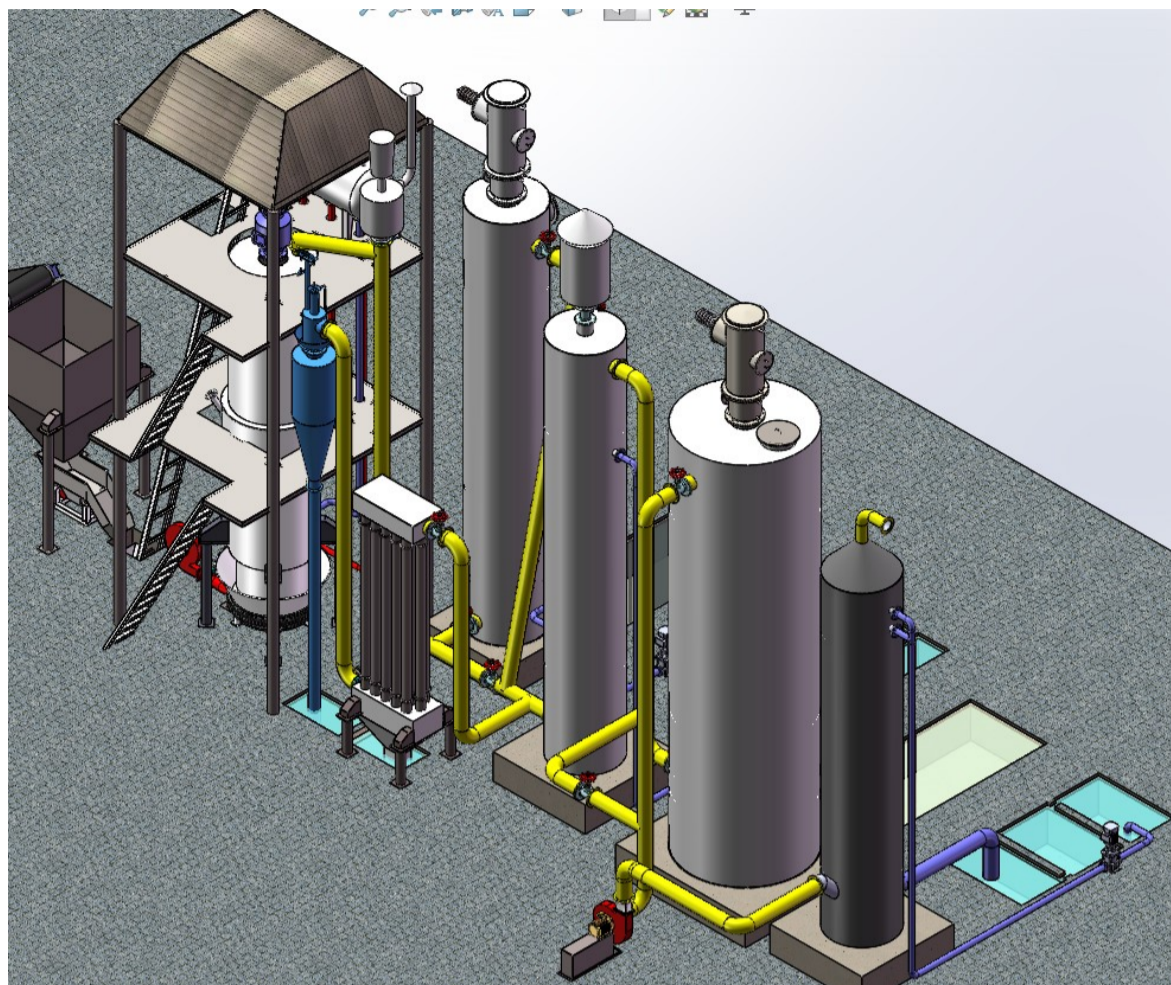
Рис 7. Двухстадийный газификатор угля

1. Устройство вывода золы
2. Зольная ёмкость
3. Система подачи угля
4. Корпус газификатора
5. Вращающийся колосник подачи воздуха
6. Центральная труба

Сухая перегонка и газификация реализуются в одной и той же газификационной печи.

Установка газификатора включает в себя следующие системы и процессы: подъем угля, подача угля в газификатор, подача воздуха, двухступенчатая система газификации, очистка от пыли, охлаждение, улавливание и сбор легкой слолы, обработка фенольной водой, система утилизации фенольной воды, системы автоматического управления, системы хранения синтезгаза под давлением.

Качество газа обеспечивается двумя стадиями электрического обезмасливания газа и двумя стадиями технологии охлаждения газа.



**Рис 8. Установка двухстадийного газификатора с системой очистки и охлаждения горючего газа.**

#### **Двухстадийное получение угольного газа с системой удаления смолы**

Газ из двухстадийного газификатора угля делится на верхний и нижний. Температура верхнего газа составляет 90-150°C. Процесс очистки состоит в том, что газ верхней ступени входит в электрическую ступень удаления смолы. Смоляной туман и пыль в газе поляризуются и попадают на внутреннюю стенку поляризационной трубы, смола стекает в масляный бак. После удаления тяжелой смолы и пыли в электрическом улавливателе смолы I верхний газ поступает в охладитель и охлаждается до температуры 35-45°C.

Газ нижней ступени с температурой около 450-550°C поступает в циклонный очиститель, где удаляется пыль. Далее нижний газ поступает в теплообменник где температура снижается до 200-230°C. Далее нижний газ поступает в радиатор системы водяного охлаждения, где его температура снижается до 65-80°C. Далее верхний и нижний газы смешиваются. Через косвенный охладитель газ охлаждают до 35-45°C циркулирующей охлаждающей водой. После этого процесса верхний газ и нижний газ поступают в электрический уловитель смолы II для вторичного удаления смолы и пыли. Очищенный газ находится под давлением и транспортируется пользователю по трубам.

**Двухстадийный газификатор угля с системой двойной очистки синтезгаза от смол наиболее подходит для использования в системах получения электроэнергии.**



Рис 9. Газопоршневой двигатель работающий на горячем газе – синтез газе газификации твердых топлив



Рис 10. Малая ТЭС с одним газификатором угля.

Таблица 3. Показатели работы двухстадийных газификаторов угля при получении электроэнергии

Тип	CG3Q2.0-1	CG3Q2.6-1	CG3Q3.0-1	CG3Q3.2-1	CG3Q3.4-1	CG3Q3.6-1
Диаметр газификатора, м	2,0	2,6	3,0	3,2	3,4	3,6
Расход угля, кг/час	800-900	1200-1500	2000-2500	2200-2600	2500-2800	3000-4000
Калорийность синтезгаза, ккал/м <sup>3</sup>	1459,78	1459,78	1459,78	1459,78	1459,78	1459,78
Количество синтез газа, м <sup>3</sup> /час	2650,00	4500,00	5750,00	7150,00	8000,00	10500,00
Суммарная теплота сгорания синтезгаза, МВт	4,50	7,64	9,76	12,14	13,58	17,83
Электрическая мощность получаемая в ГПУ, МВт	<b>1,80</b>	<b>3,06</b>	<b>3,90</b>	<b>4,86</b>	<b>5,50</b>	<b>7,22</b>



**Таблица 4. Технические параметры двухстадийного газификатора угля**

Тип	CG3Q2.0-1	CG3Q2.6-1	CG3Q3.0-1	CG3Q3.2-1	CG3Q3.4-1	CG3Q3.6-1
Внутренний диаметр газификатора, мм	2000	2600	3000	3200	3400	3600
Площадь сечения печи, м <sup>2</sup>	3,14	5,31	7,07	8,04	9,08	10,08
Площадь водяного охлаждения горячей зоны, м <sup>2</sup>	11,69	15,19	17,53	18,70	19,87	32,06
Размеры используемого угля, мм	20-40;25-50;30-60					
Потребление угля, кг/час	800-900	1200-1500	2000-2200	2200-2600	2500-2800	3000-4000
Потребление воздуха, м <sup>3</sup> /кг угля	2.0-2.5	2.0-2.5	2.0-2.5	2.0-2.5	2.0-2.5	2.0-2.5
Потребление пара, кг/кг угля	0.3-0.5					
Производство синтезгаза, м <sup>3</sup> /ч	2500-2800	4000-5000	5000-6500	6300-8000	7000-9000	9000-12000
Чистая теплотворная способность, кДж/нм <sup>3</sup>	6060-6270	6060-6270	6060-6270	6060-6270	6060-6270	6060-6270
стадия дистилляции	7110-7350	7110-7350	7110-7350	7110-7350	7110-7350	7110-7350
стадия газификации	5225-5434	5225-5434	5225-5434	5225-5434	5225-5434	5225-5434
Давление стадия дистилляции, кПа	1.0-1.2	2.2-3.0	2.2-3.0	3.0-3.5	3.0-3.5	3.0-3.5
Давление стадия газификации, кПа	2.0-2.5	3.0-4.5	3.0-4.5	3.5-4.5	3.5-4.5	3.5-4.5
Температура газа стадия дистилляции, °С	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Температура газа стадия газификации, °С	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550	450-550
Наибольшее давление донного дутья, кПа	6,00	6,00	6,50	7,00	7,50	9,00
Температура дутья, °С	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65
Производство пара водной рубашкой, кг/ч	300	450	500	550	550	700
Давление пара, Мпа	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Скорость вращения механизма удаления золы, 1/час	2,97	1,70	1,50	1,50	1,50	1,50
Станция гидравлического привода, кВт	7.5*2	11*2	11*2	11*2	11*2	11*2
<b>Суммарная теплота сгорания синтезгаза, МВт</b>	<b>4,50</b>	<b>7,64</b>	<b>9,76</b>	<b>12,14</b>	<b>13,58</b>	<b>17,83</b>



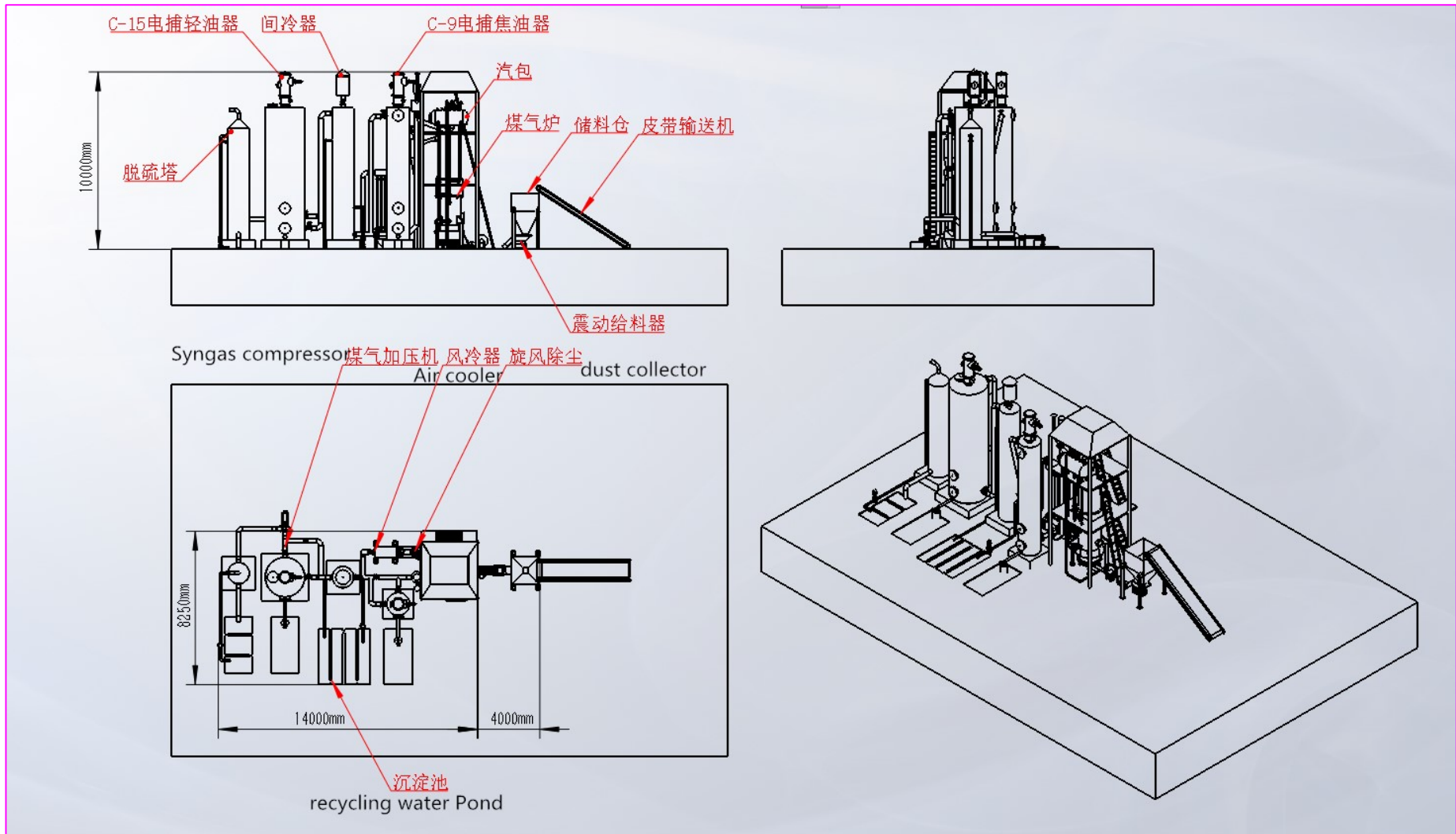


Рис 11. Эскиз одинарной установки двухстадийного газификатора угля

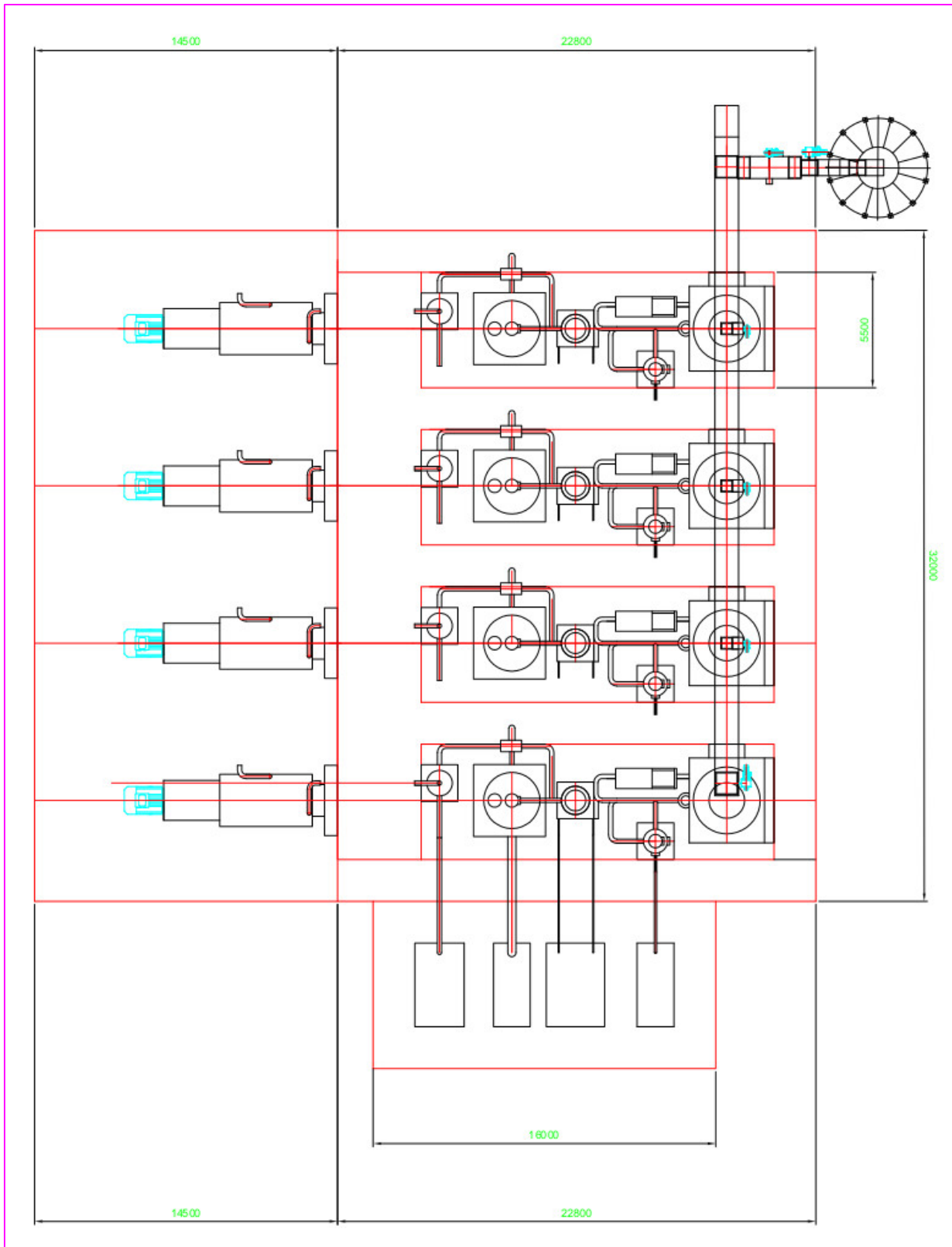


Рис 12. Эскизный план совместной установки 4х газификаторов угля для получения в газопоршневых установках 20 МВт электроэнергии.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Предлагаю детально ознакомиться с работой и эксплуатацией двухстадийных газификаторов угля. Ознакомление с эксплуатацией является обязательным условием для принятия решений по проектированию ТЭС на основе газификаторов и тд.
2. В настоящее время ведется переписка с пятью китайскими производителями, также с индийским мировым центром разработки газификаторов угля.
3. Индийский производитель просит прислать 3 кг угля, сходного с углем Таймырской УОФ, для проведения испытаний. После испытаний будет принято решение о разработке ТКП на поставку газификаторов индийской конструкции.
4. В Китай отправлен запрос разработки ТКП на четыре установки газификаторов типа CG3Q3.4-1 с тепловой мощностью 4 x 13,58 МВт для получения электроэнергии 4 x 5-5,5 МВт в дизельных электрогенераторах. Это обеспечивает потребность Таймырской УОФ в электроэнергии.
5. Предлагаю использовать именно дизельные электрогенераторы.  
Аргументы:
  - возможна замена 80-85% дизельного топлива на горючий газ от газификации угля,
  - сохраняется возможность полного перехода на дизельное топливо, что обеспечивает надежность электрогенерации.
5. В случае получения положительных результатов по ТКП и положительной информации со стороны эксплуатации, газификаторы угля могут быть включены в проект разработки ТЭС.
6. ТЭС должна разрабатываться на основе современных принципов совместной тепло- и электрогенерации, то есть использования тепла газификации, физического тепла горючего газа, физического тепла газов, отходящих от дизельных электрогенераторов. Проектирование предлагаю выполнять под общим руководством Генерального проектировщика Таймырской УОФ.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

7. Предлагаю выполнить детальное технико-экономическое сравнение различных вариантов реализации тепло- и электроснабжения Таймырской УОФ.  
На сегодня вариантами являются:
  - 7.1. Угольные паровые жаротрубные котлы конструкции фирмы Карботехник + паровая конденсационная турбина. Обеспечивается блочная поставка котла в железнодорожных габаритах. Давление пара 22-25 бар, температура пара 350-450 град.  
кпд турбины 23-25% ориентировочно. Ждем ТКП на турбину от Сименса.  
Требуется уголь зольностью 5-7%.
    - 7.1.1. Предложено решение ФТТ и ЗИО КОТЭС по дополнительному блоку, позволяющему работать на углях с зольностью до 25-30%
  - 7.2. Угольные паровые водотрубные котлы конструкции Подольского КЗ и ЗИО КОТЭС на основе горелочной системы Карботехник + паровая турбина.  
Габариты котла – по габаритам котла Карботехник. Обеспечивается блочная поставка.  
Давление пара 100-170 бар, температура пара 350-450 град.



кпд турбины 30% ориентировочно. Ждем ТКП на котел от ЗИО КОТЭС.

7.3. Китайское предложение на двухступенчатые газификаторы угля. Ждем ТКП на на четыре установки газификаторов типа CG3Q3.4-1 с тепловой мощностью 4 x 13,58 МВт для получения электроэнергии 4 x 5-5,5 МВт в дизельных электрогенераторах. Также ждем приглашение на посещение работающих установок с генерацией электроэнергии.

7.4. Предлагаю направить запрос и ТЗ на разработку газификаторов угля с ВТКС на основе работ фирмы из Петербурга. В Кемерово мы подробно ознакомились в работой котлов с ВТКС. Хорошие отзывы от эксплуатации.

Топка котла ВТКС выполняет газификацию угля. Если не подавать вторичный воздух на дожигание, то получаем готовый газификатор отработанной конструкции мощностью 20-25 МВт по горячему газу. Это современное решение по интенсивности процесса много превосходящее китайские. Газификатор вытянут в длину, хорошо укладывается в железнодорожные габариты.

Требуется дополнительно решение по очистке синтезгаза от смол. Такое решение можно получить от европейских производителей.