

# ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ СВАЛОЧНОГО ГАЗА

2025

МОСКВА

# Актуальность

- Истощение ископаемых видов топлива
- Климатические изменения
- Увеличение эффективности (более высокая калорийность при меньшем весе)
- Расширяющийся рынок
- Энергетическая безопасность

Топливо	Средняя теплота сгорания (МДж\кг)
Водород	120
Сжиженный природный газ	54,4
Пропан	49,6
Авиакеросин	46,8
Автомобильный бензин	46,4
Автомобильное дизельное топливо	45,6
Этиловый спирт (Этанол)	29,6
Метанол	19,7
Кокс	27
Дерево (дрова)	16,2

# Принципиальные подходы к получению водорода из свалочного газа

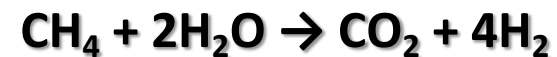
- Свалочный газ используется как топливо для получения электроэнергии, которая, в свою очередь, используется для получения водорода тем или иным способом. В этом случае, технология получения водорода выбирается без учета специфики свалочного газа (генерация электроэнергии из свалочного газа, согласно заданию, не является частью настоящей работы); в качестве исходного сырья для получения водорода используются сторонние вещества (в основном вода).
- Свалочный газ используется как непосредственное сырье для производства водорода различными путями. Все технологии, использующие данную парадигму, используют как водородосодержащую часть свалочного газа (углеводороды), так и дополнительные вещества (водяной пар или иные), для максимизации выхода водорода.

# Получение водорода из свалочного газа методом парового риформинга

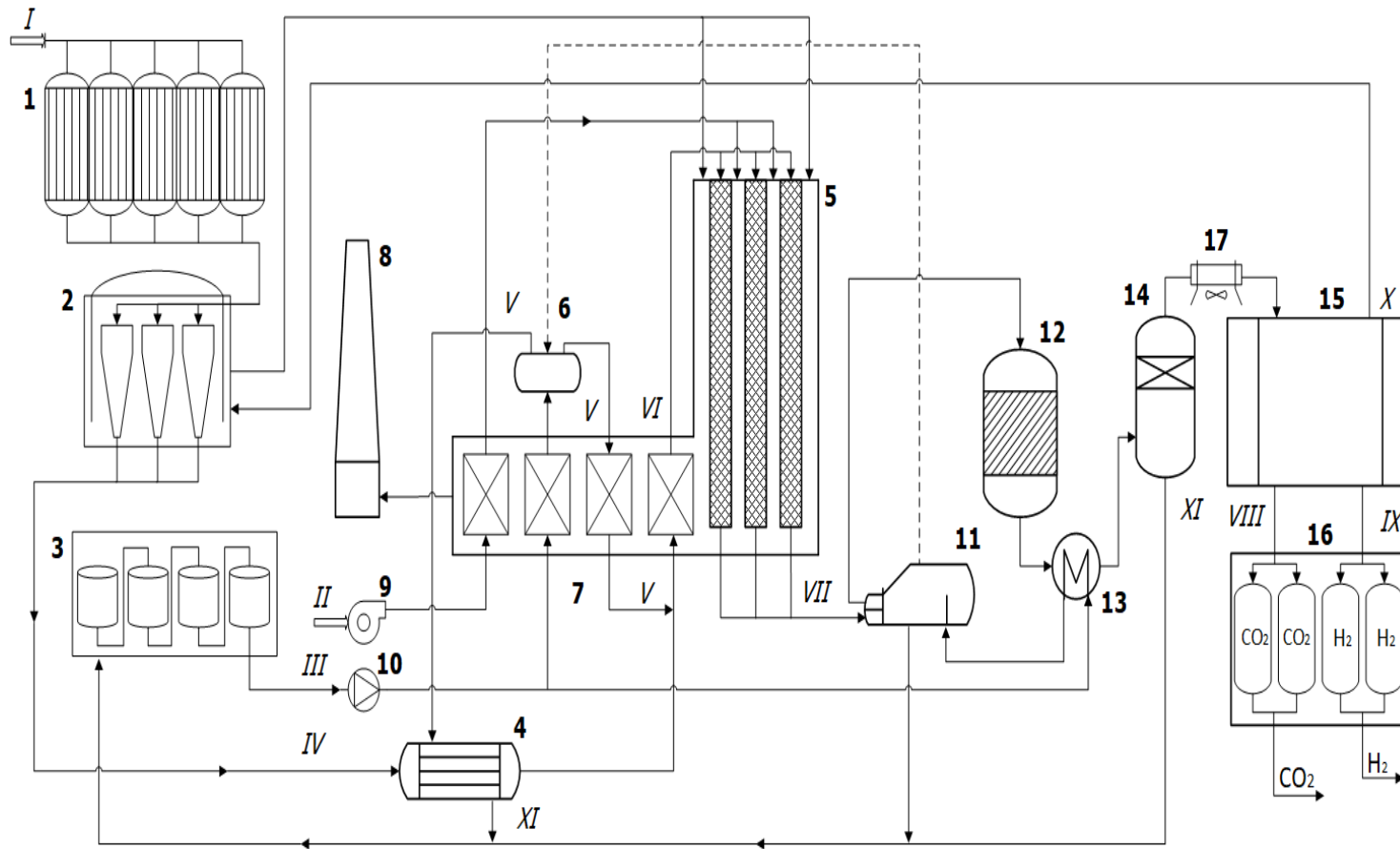
Получение водорода методом паровой конверсии свалочного газа с нашей точки зрения представляется **наиболее перспективным направлением получения водорода**, реализующим парадигму энергонезависимого решения, использующего для своей работы минимум внешних источников электроэнергии (вплоть до нуля, при реализации дополнительного проекта получения электроэнергии из свалочного газа).

Поскольку технология в завершенном виде не существует, она была разработана, основываясь на следующих принципах:

- Максимально возможное использование стандартного существующего оборудования
- Применение проверенных технологий в максимально возможных элементах технологического процесса
- Минимизация потребления внешних энергоносителей
- Максимально возможное использование энергии реакций и потенциала свалочного газа
- Максимально возможная производительность процесса
- Применение максимально простых технологий, обеспечивающих устойчивость техпроцесса
- Минимизация экономических затрат на эксплуатацию



# Технология риформинга СГ



- 1 - система сбора и хранения свалочного газа,
  - 2 – блок очистки свалочного газа,
  - 3 – блок водоподготовки,
  - 4 – подогреватель,
  - 5 – трубчатый реактор риформинга,
  - 6 – паровой барабан котла-утилизатора,
  - 7 – конвекционная секция утилизации тепла,
  - 8 – дымовая труба,
  - 9 – вентилятор подачи воздуха,
  - 10 – циркуляционный насос подачи деминерализованной воды,
  - 11 – испаритель котла-утилизатора,
  - 12 – реактор конверсии CO,
  - 13 – охладитель ,
  - 14 – сепаратор,
  - 15 – блок МЭА отмывки,
  - 16 – система сбора водорода и диоксида углерода,
  - 17 – воздушный и водяной холодильник;
- 
- I – свалочный газ,
  - II - воздух,
  - III – деминерализованная вода,
  - IV – подготовленный свалочный газ,
  - V – водяной пар,
  - VI – парогазовая смесь,
  - VII – синтез-газ,
  - VIII – диоксид углерода,
  - IX - водород,
  - X – водородсодержащий газ,
  - XI – конденсат.

# Дальнейшее развитие

1. Формирование ТЗ на изучение свойств газа и создание расчетной модели для "калькулятора" и в последующем для постановки задач на АСУ ТП.
2. Подбор коллектива специалистов для выполнения задачи 1 и их контрактация (графики, задачи, результаты).
3. На базе промежуточного результата задачи 1 (свойства газа) формирование ТЗ на проектирование блоков
4. Поиск проектных команд (институтов) и определение условий, графиков и стоимости проектирования
5. Проектирование (отдельный договор с контрагентом).
6. Сопровождение проектирования установок риформинга, формирование опросных листов на типовое оборудование, составление вендор листа, взаимодействие с производителями, получение ТКП на типовое оборудование.
7. Проведение 1-й сессии HAZOP и доработка проекта.
8. Производство опытных установок, составление технологических карт на производство, уточнение технологических требований к вендорам
9. Опытно-промышленные испытания
10. 2-я сессия HAZOP по результатам испытаний, доработка проекта. Формирование окончательного пакета технологических документов: параметры, требования к производителям, проектная документация в 3d, комплект технологических карт производства, разрешительная документация (ТУ, паспорта, РЭ и т.д.)
11. Патентование финального образца (параллельно с задачей 10)
12. Разработка fight-book для PR, маркетинга и продаж. (параллельно с задачей 10)

