

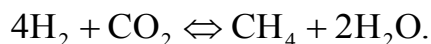
УДК 661.931

Технология получения синтетического природного газа

Малащук А.М.

Научный руководитель – д.т.н., профессор СЕДНИН В.А.

Производство СПГ освоено в Западной Европе (Германия, Дания, Италия). Новое энергетическое направление развивается, получив девиз «Power-to-Gas» или «Электричество в газ». В основе данной технологии лежат процессы получения водорода и его преобразования в метан (синтетический газ) метанированием углекислого газа согласно реакции Сабатье:



В своей работе я буду ориентироваться на производство водорода путём электролиза воды, а углекислого газа - улавливанием из дымовых газов.

Германия поставила перед собой цель, что к 2030 году 30 % её валового окончательного потребления энергии и не менее 50 % ее энергоснабжения будут обеспечиваться возобновляемыми источниками энергии, такими как энергия ветра и солнечной энергии. Но есть проблема: генерирование энергии на этих установках прерывисто по ходу суток и должно быть сбалансировано в целях устойчивости электрической сети. Накопление электроэнергии через технологию Power-to-Gas (PtG) является перспективным решением этой проблемы. Этот процесс связывает энергосистему с газовой сетью путем преобразования избыточной электроэнергии в газ, идентичным тому, который поступает потребителям по газовой сети. P2G состоит из двухэтапного процесса: производство H_2 путем электролиза воды и конверсии H_2 с внешним источником CO или CO_2 в CH_4 посредством метанирования. Полученный СПГ может быть введен в существующую газораспределительную сеть. Таким образом, существующая инфраструктура газовой сети может использоваться для хранения и транспортировки энергии [1].

Метанирование углекислого газа - это зрелая технология, которая уже широко применяется в промышленных процессах, таких как синтез аммиака [2]. Такие промышленные процессы обычно непрерывны, тогда как для того чтобы быть использованными для технологии P2G, метанирование должно быть приспособлено для прерывистых режимов работы. Для стадии метанирования можно использовать как биохимический, так и термохимический (каталитический) принцип метанирования. На демонстрационных установках P2G испытываются два типа метанирования:

1) Каталитическое метанирование. Это термохимический процесс, протекающий в диапазоне от 200 до 750°C, обычно с использованием никелевого катализатора [3]. Хотя на сегодняшний день этот метод преобладает над другими, используемыми в промышленности, он менее подходит для прерывистых режимов работы и для обработки примесей, которые могут присутствовать в потоке CO_2 , например, при анаэробном сбраживании.

2) Биохимическое метанирование. Суть метода заключается в преобразовании H_2 и CO_2 в СПГ с использованием метаногенных микроорганизмов. Эти типичные представители семейства Archaea одноклеточных микроорганизмов, найденных, например, в пищеварительных системах людей или крупного рогатого скота [4]. Эти микроорганизмы живут в анаэробных условиях в водном растворе при температуре в диапазоне 20-70°C. Биохимическое метанирование лучше подходит для использования в технологии P2G, чем термокаталитическое метанирование, т.к. оно менее чувствительно к прерывистым режимам работы и примесям в газовом потоке. Схема биохимического метанирования представлена на рисунке 1.

В основном из-за более высокой температуры процесса и, как следствие, более высокой скорости реакции термохимическое метанирование требует значительно меньшего объема реактора для определенного потока исходного газа по сравнению с биохимическим

метанированием. Однако полное CO_2 -превращение в одностадийном реакторе каталитического метанирования трудно достичь из-за ограничений термодинамического равновесия.

Технология «Power-to-gas» (PtG) может сыграть важную роль в будущей энергетической системе. Путем использования этой технологии «Power-to-gas» электрическая энергия из возобновляемых ресурсов может быть преобразована в сохраняемые химические энергоносители (т.е. метан). В PtG водород поступает из электролизной установки, которая использует избыточную электрическую энергию для разделения воды на водород и кислород. Затем водород вместе с CO_2 подают в реактор метанирования. Полученный метан затем модернизируют до тех пор, пока он не достигнет соответствующей теплотворной способности природного газа, а затем вводят в сеть природного газа, где ее можно хранить в течение длительного времени. Первые электростанции PtG от ETOGAS для Audi AG в Вертле, Германия, были сосредоточены на термохимическом метанировании с применением трубчатого реактора [5, 6]. Однако в настоящее время разрабатываются альтернативные технологические пути развития метанирования (трехфазное термохимическое метанирование и биохимическое метанирование) [7].

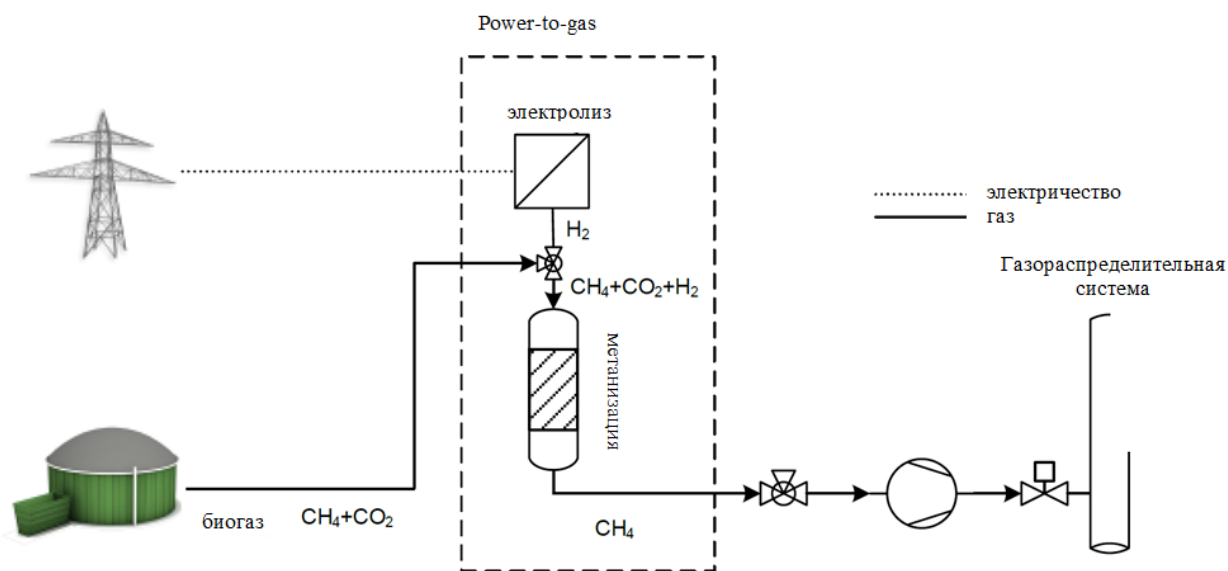


Рисунок 1 – Схема биохимического метанирования

Литература

1. ENEA. ‘The Potential of Power to Gas’, (Jan 2016), p. 27.
2. European Power to Gas White Paper. Sept 2017. [Электронный ресурс], URL: http://www.europeanpowertogas.com/media/files/EuropeanPower%20to%20Gas_White%20Paper.pdf.
3. European Power to Gas White Paper. Sept 2017
4. Demonfort Nkamgaa Vanessa. Archaea: Essential inhabitants of the human digestive microbiota/Vanessa Demonfort Nkamgaa, Bernard Henrissatb, Michel Drancourt. [Электронный ресурс], URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452231716300148>.
5. Hirtenstein Anna. Climate Changed. Big Energy Backs Hydrogen Power Storage [Электронный ресурс], URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-09-05/better-than-a-battery-big-energy-backs-hydrogen-power-storage>.
6. Institution of Gas Engineers and Managers. ‘Gas Quality Standards’. Dec 2017 [Электронный ресурс], URL: <https://www.gasgovernance.co.uk/sites/default/files/ggf/page/201712/UNC%20Transmission%20Working%20Group.pdf>

7. Bonaquist Dante. Analysis of CO₂ Emissions, Reductions, and Capture for Large-Scale Hydrogen Production Plants [Электронный ресурс], URL: <http://www.praxair.com/-/media/corporate/praxairus/documents/reports-papers-case-studies-and-presentations/our-company/sustainability/praxair-co2-emissions-reduction-capture-white-paper.pdf?la=en>