

УДК 621.311.6

ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
ASSESSMENT AND PROSPECTS FOR THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY
RESOURCES IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Коваль Д. С, магистр техн. наук,
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь
D. Koval, Master of Sciences, Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus

Аннотация. С одной стороны, процессы глобального масштаба обусловлены ограниченностью и истощением геологических запасов основных видов топливных ресурсов – нефти и газа, что приводит к неизбежному росту цен на них. С другой стороны, возрастает негативное влияние экологических факторов, вызванных последствиями жизнедеятельности человека. Однако не стоит забывать, что ВИЭ так же оказывают негативное влияние на окружающую среду. Эксплуатация станций, производящих энергию с помощью возобновляемых энергетических источников, связана с изъятием из обращения значительных земельных участков и, вероятно, в будущем будет сопровождаться теми или иными негативными последствиями для окружающей среды: изменениями ландшафтов (ветряки, солнечные батареи), повышенный уровень шума (ветряки), загрязнение почв (геотермальные энергоустановки и установки, работающие на биомассе), губительными воздействиями на другие природные ресурсы (приливно-отливные электростанции). Одним из вариантов решения проблемы энергопотребления является использование альтернативных видов топлива – метанциклогексан, толуол, алюминий.

Annotation. On the one hand, the processes of a global scale are due to the limited and depleted geological reserves of the main types of fuel resources – oil and gas, which leads to an inevitable increase in prices for them. On the other hand, the negative impact of environmental factors caused by the consequences of human activity is increasing. However, one should not forget that RES also have a negative impact on the environment. The operation of stations that produce energy using renewable energy sources is associated with the withdrawal of large land plots from circulation and, most likely, in the future will be accompanied by certain negative consequences for the environment: landscape changes (windmills, solar panels), increased noise levels (windmills), soil pollution (geothermal and biomass power plants), detrimental effects on other natural resources (tidal power plants). One of the options for solving the problem of energy consumption is the use of alternative fuels – methanecyclohexane, toluene, aluminum.

Ключевые слова: энергопотребление, альтернативное топливо, водород, метанциклогесан, толуол, алюминий

Key words: energy consumption, alternative fuel, hydrogen, methylcyclohexane, toluene, aluminum

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших особенностей развития современного мира является повышенное внимание мирового сообщества к проблемам рациональности и эффективности использования энергоресурсов, внедрения технологий энергосбережения и поиска возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В современных условиях углубления проблем мировой экономики развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер. Скорее всего, в течение ближайшего десятилетия заложенная тенденция не просто сохранится, но и будет иметь повышательную динамику, что связано, прежде всего, с нарастающими в энергетике многофакторными кризисными явлениями глобального характера.

С одной стороны, процессы глобального масштаба обусловлены ограниченностью и исчерпанием геологических запасов основных видов топливных ресурсов – нефти и газа, что приводит к неизбежному росту цен на них. С другой стороны, возрастает негативное влияние экологических факторов, вызванных последствиями жизнедеятельности человека. Однако не стоит забывать, что ВИЭ так же оказывают негативное влияние на окружающую среду. Эксплуатация станций, производящих энергию с помощью возобновляемых энергетических источников, связана с изъятием из обращения значительных земельных участков и, вероятно, в будущем будет сопровождаться теми или иными негативными последствиями для окружающей среды: изменениями ландшафтов (ветряки, солнечные батареи), повышенный уровень шума (ветряки), загрязнение почв (геотермальные энергоустановки и установки, работающие на биомассе), губительными воздействиями на другие природные ресурсы (приливно-отливные электростанции). Одним из вариантов решения проблемы энергопотребления является использование альтернативных видов топлива. К ним относятся: биодизель, денатурированный, метиловый и бутиловый спирт, водород, сжатый и сжиженный природный газ, пропан, метан, биомассу и биогаз из органических отходов.

Целью данной работы является изучение вариантов решения проблем использования энергоресурсов путем применения альтернативных энергоносителей на базе водорода. В ходе исследования проведен сравнительный анализ аммиака, метанциклогексана и алюминия как альтернативных носителей водорода. Приведены и проанализированы преимущества и недостатки каждого альтернативного энергоносителя по следующим критериям: инфраструктура, температура самовоспламенения, преимущества и т. д.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При промышленном производстве алюминий, в том числе и для других направлений его применения себестоимость его снизится в несколько раз. Уже в настоящее время целесообразно применение алюминия в мобильных малогабаритных источниках водорода. Однако пока этот вопрос еще не решен, поэтому выбор стоит между аммиаком и МТВ. Учитывая все преимущества и недостатки аммиака по сравнению с МТВ, можно сделать вывод: использование аммиака для транспорта и хранения водорода является одним из вариантов его

эффективного использования. Сжигание аммиака в двигателях внутреннего сгорания является не безопасным для окружающей среды (выделение оксидов азота), поэтому идеальным вариантом будет использования в качестве топлива водорода, который доставляется и хранится в виде аммиака. Использование системы метанциклогексан-толуол-водород (МТВ) для транспортировки и хранения водорода является перспективным способом решения текущих проблем, связанных с использованием водорода. Созданная инфраструктура транспорта и хранения может быть пригодна для МТВ. Данный фактор является одним из самых существенных при выборе альтернативных видов топлива.

Ниже изображена схема электростанции на МТВ (рис. 1).

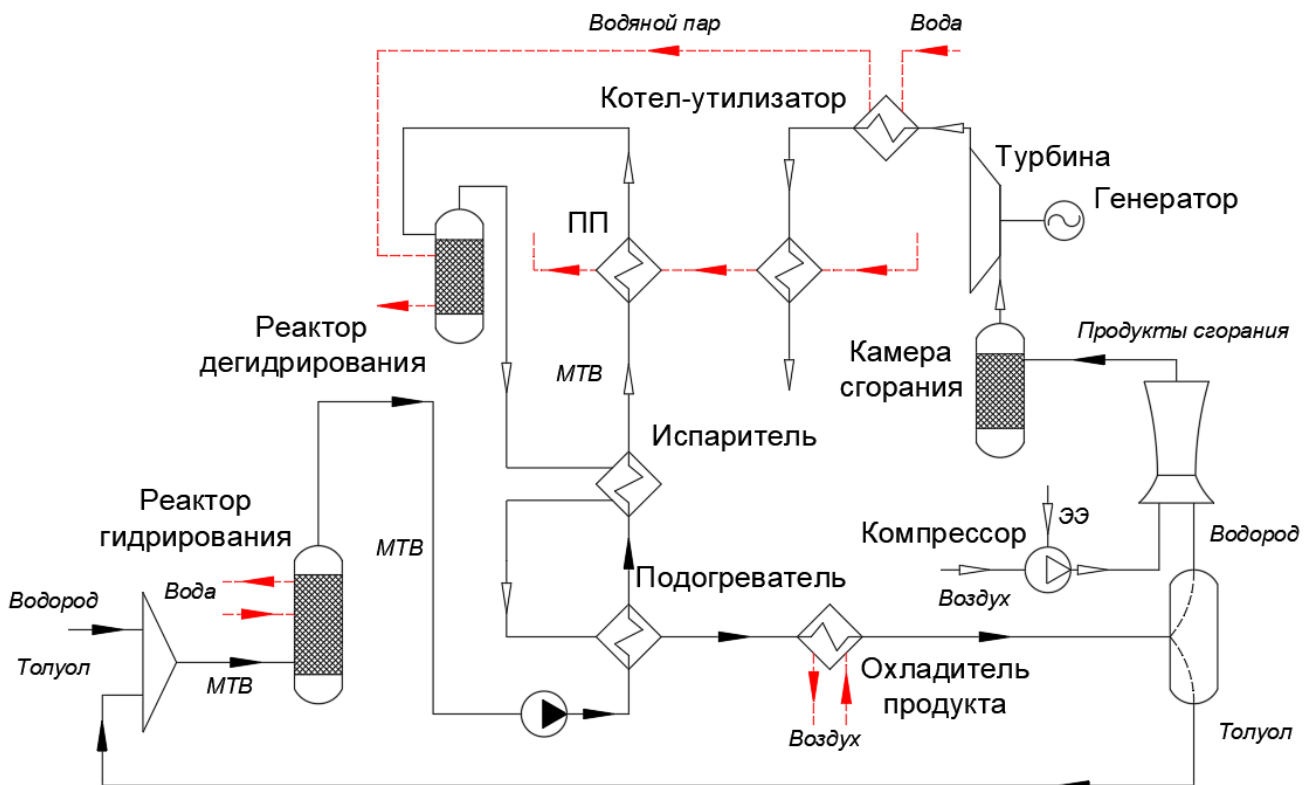


Рисунок 1 – Расчетная схема связывания водорода с толуолом

Водород, получаемый в топливном элементе за пределами исследуемой схемы, поступает в реактор гидрирования вместе с толуолом. Смесь, полученная в реакторе гидрирования, с помощью насоса перекачивается в подогреватель, где нагревается до температуры около 190 °С. Нагрев осуществляется за счет передачи теплоты от горячего источника (продукт, полученный в реакторе дегидрирования). Далее она поступает в испаритель, где нагревается до 272 °С, охлаждая при этом продукт, полученный в реакторе дегидрирования. После испарителя МТВ поступает в перегреватель, где достигает температуры в 350 °С. В разделителе происходит процесс получения водорода, путем его выделения из метанциклогесана. Водород, полученный в VIII, идет на горение. Для осуществления процесса горения в смеситель поступает воздух, предварительно

нагнетаемый в компрессоре до ≈ 60 бар. Смесь водород-воздух поступает в камеру сгорания, где и происходит процесс сгорания водорода [1].

В результате горения водорода, продуктом реакции является водяной пар H_2O . Водяной пар, полученный в результате горения водорода, поступает в паровую турбину, где расширяется до 22 бар. В турбине пар приводит в движение лопатки турбины, которые в свою очередь заставляют вращаться вал, на котором расположена турбина. При вращении лопаток вырабатывается механическая энергия, которую использует генератор, для производства электроэнергии. Водяной пар, выходящий из турбины, поступает в котел-утилизатор, происходит получение водяного пара для привода реактора дегидрирования. В КУ водяной пар, полученный при сгорании водорода, охлаждается до ≈ 364 °С и с такой температурой поступает в охладитель дымовых газов, где охлаждается до ≈ 238 °С. Таким образом, использование МТЦ для транспортировки и хранения водорода является перспективным способом решения текущих проблем, связанных с использованием водорода. Созданная инфраструктура транспорта и хранения может быть пригодна для МТВ. Данный фактор является одним из самых существенных при выборе альтернативных видов топлива [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе разработана математическая модель для анализа и параметрической оптимизации теплотехнической системы. Объектом исследования являлась технологическая схема гидрирования и дегидрирования на базе МТВ. На основе расчетной технологической схемы была разработана математическая модель энерготехнологической системы и исследовано влияние содержания смеси МТВ на расход МТВ; влияние температуры дымовых газов на электрическую мощность турбины и котла-утилизатора, а также влияние производительности установки по водороду на электрическую мощность турбины. Разработан алгоритм реализации математической модели на базе интегрального метода расчета. Коэффициент преобразования энергии водорода в электрическую энергию составил 64 %, при этом количество электроэнергии, вырабатываемой на газовой турбине, составит 7,71 МВт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zahid A. Analysis of MTH-System (Methylcyclohexane-Toluene-Hydrogen-System) for hydrogen production as fuel for power plants / A. Zahid, N. Amin, F. Nisar, S. Saghir. – PR China: Nanjing University of Science and Technology, 2020. – 47 с.