

большую помощь при получении Свидетельства, его партнерами для успешной реализации различных общественно-значимых проектов, в частности, на территории Красноярской городской агломерации (КГА), которая является одной из крупнейших агломераций в Сибири и в России.

Одним из таких проектов может быть Конкурс профессионального мастерства среди различных социальных групп населения, в том числе с использованием информационных технологий при решении экологических проблем Красноярска посвящена работа [6].

Литература:

Послание Президента Федеральному Собранию. 20.02.2019. <http://www.kremlin.ru/>

Кириенко рассказал об уязвимости детей в интернете. 26.05.2021. <https://ria.ru/20210526/kirienko-1733959671.html>

Доклад Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации. 2020. <http://ombudsmanrf.org/content/doclad2020>.

Интервью Максима Решетникова о мерах поддержки бизнеса. https://www.economy.gov.ru/material/press/stati_i_intervyu/intervyu_maksima_reshetnikova_o_merakh_podderzhki_biznesa.html

Председатель Законодательного собрания Красноярского края Дмитрий Свиридов о повестке очередной сессии краевого парламента. 26.05.2021. <http://www.vesti-krasnoyarsk.ru/interview/politika/sviridov8805/>

Гидзинский Е.В. Экологическое нормотворчество как социально-философский аспект проблемы платных парковок. Сборник публикаций научного журнала "Globus" по материалам XXXX международной научно-практической конференции: «Достижения и проблемы современной науки». Санкт-Петербург: сборник со статьями. – С-П.: Научный журнал "Globus", 04.04.2019. Стр. 85-91.

СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

Акбарова Элина Ибрагимовна

*магистрант кафедры «Технология нефти и газа»,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа*

Рахматуллин Ильдар Рамилевич

*аспирант и ассистент кафедры «Технология нефти и газа»,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа*

MODERNISATION METHODS OF HYDROGEN PRODUCTION

Akbarova Elna Ibaragimovna

*master's student of the Department "Oil and Gas Technology",
Ufa State Petroleum Technical University,
Ufa*

Rakhmatullin Ildar Ramilevich

*postgraduate student and Assistant of the Department of " Oil and Gas Technology »,
Ufa State Petroleum Technical University,
Ufa*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.1.67.425

АННОТАЦИЯ

Водород. Модернизация. Схема. Производство.

ABSTRACT

Hydrogen. Modernization. Scheme. Production.

Ключевые слова: водородсодержащий газ, нефтепереработка, нефтехимия.

Key words: hydrogen-containing gas, oil refining, petrochemicals.

На сегодняшний день одним из распространенных процессов современной нефтепереработки является производство и очистка водорода, который применяется в производстве аммиака, метанола, пластмасс. Без него невозможна выработка высококачественных моторных топлив, так как этот газ участвует в процессе гидрирования (гидроочистка) [1].

В настоящее время, на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах водород получают двумя способами: из

природного газа путем паровой конверсии в смесь водорода и оксида углерода (синтез-газа), на установке каталитического риформинга, где выделяется смесь водорода и легких углеводородных газов (водородсодержащий газ). Большинство современных нефтеперерабатывающих заводов имеют установку производства водорода, ее широкое применение в промышленности объясняется химической активностью, простотой в получении и высокой экзотермичностью процесса [2].

Одной из главных причин применения водорода в различных областях промышленности является его многофункциональность: использование в виде топлива, основного ресурса сырья или как вспомогательный материал.

Спрос на водород на предприятиях нефтепереработки растет вследствие углубления переработки нефти и переходом на более экологичные виды топлив. Современные

гидрогенизационные процессы такие, как гидрокрекинг вакуумного газойля, каталитическая гидроочистка дистиллятных фракций, требуют достаточно высокого обеспечения водородом для получения качественных продуктов, удовлетворяющих требованиям евростандартов Евро-5 и Евро-6 [1-3].

На рисунке 1 представлена структура потребления водорода в 2019 году.

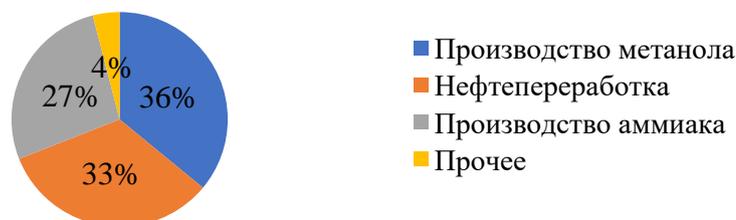
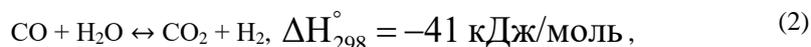
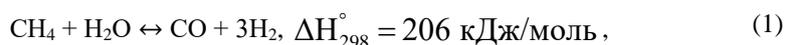


Рисунок 1 – Структура спроса на водород по отраслям [1-3]

В России каждый год производится до 35 тысяч тонн водорода. Значительная часть выработки водорода основана на реакции паровой конверсии метана (ПКМ). Данный процесс высоко эндотермичен и осуществляется в трубчатых реакторах с применением специального катализатора, в состав которого входит никель [4].

Реакция ПКМ имеет ряд негативных факторов: для нагрева сырья до необходимой температуры и осуществления реакции сжигается до 27 % природного газа, продукт горения которого, углекислый газ, выбрасывается в атмосферу.

Реакции паровой конверсии метана [4,5]:



Один килограмм водорода приравнивается к выбросу до 2 килограммов углекислого газа [5].

Одной из важных задач современной промышленности является сокращение выбросов диоксида углерода в окружающую среду. По объемам использования природного газа продукты химического производства следует расположить в следующем порядке: аммиак, метиловый спирт, водород, высшие спирты, карбамид [5].

Конверсия метана проводится несколькими способами: паровая, парокислородная, парокислородно-воздушная конверсии. В этих видах конверсии соотношение водород: угарный газ больше трех. При производстве аммиака и водорода используется, соответственно, только водород, при производстве метанола – водород и оксид углерода в соотношении 1:2 [5].

Так как при производстве данных продуктов используют только единичные компоненты синтез-газа, все большее количество предприятий нефтехимического профиля склоняются к объединению и модернизации этих видов производств для более полной переработки синтез-газа и сокращения количества выбросов отравляющих веществ. Возможные варианты интеграции объектов: метанол-водород, метанол-

аммиак, высшие спирты-водород, высшие спирты-аммиак, аммиак-карбамид [4-6].

По прогнозируемому спросу на метанол, связанный с получением высокооктановых бензинов и объемам переработки природного газа для производства аммиака и водорода можно сделать вывод о том, что перспективными направлениями являются производства: метанол - водород и метанол-аммиак [6].

Данная интеграция выгодна из-за одинакового начального этапа получения синтез-газа. Для производства водорода и аммиака необходим только водород, а для производства метанола необходимо использовать в качестве сырья оксид и диоксид углерода, водород в различных соотношениях [6].

Также объединение производств способствует увеличению экономической эффективности установки, так как увеличивают ее мощность. Большинство установок получения аммиака за рубежом работают на низкой производительности. Так при совмещении производства метанола и аммиака на базе «In-Line» можно значительно увеличить эффективность производства [6].

Этот вариант не предусматривает разделения потоков синтез-газа на две части: для подачи одного потока на производство метанола, а другого

– для производства аммиака. Он предполагает модернизацию установки путем установления блока получения метанола и метонатора между двумя корпусами компрессора газа. В секциях конверсии углекислого газа, очистки синтез-газа от диоксида углерода устанавливаются специальные байпасы для поддержания регулирования необходимой концентрации оксида и диоксида углерода и водорода в синтез-газе, направляющийся в секцию производства метанола. Технологические режимы отделений корректируются. Наиболее оптимальный вариант реконструкции производства аммиака соответствует схеме производства «метанол – аммиак» с последовательной структурой [7].

Автор [8] описывает способ совместного производства аммиака и метанола. Данный способ включает в себя очистку от серы, двухступенчатую конверсию метана, высокотемпературную конверсию оксида углерода, абсорбцию горячим раствором поташа газа от диоксида углерода, реакцию производства метанола под давлением 5,5 МПа и синтез аммиака под давлением 30 МПа. Очистка газа от диоксида углерода производится после конверсии оксида углерода до остаточного содержания диоксида углерода.

Основой разработки является схема производства аммиака мощностью 1360 т аммиака в сутки. В данном предложении отсутствуют стандартные реакции - этапы низкотемпературной конверсии оксида углерода и метанирования.

Авторы предлагают очищать оксид углерода от диоксида углерода в абсорбере с горячим раствором поташа, до содержания оксида углерода в нем до 0,5%. Газ направляют в секцию компримирования до давления 5 МПа и далее на производство метанола при температуре 250-300 °С по реакции [8]:



Синтез метанола проводят в отсутствие циркуляции синтез-газа. Соотношение $\text{H}_2:\text{CO}$ при синтезе метанола достигает примерного значения 22,5:1. Получение метанола проводят на медьсодержащем катализаторе при низком давлении [8].

На каждом нефтеперерабатывающем заводе функционирует установка по производству водорода, которая включает в себя [8-9]:

- блок подготовки и гидроочистки сырья
- блок риформинга;
- блок утилизации тепла дымовых газов;
- блок высокотемпературной конверсии оксида углерода;
- установки короткоциклового адсорбции (КЦА).

Авторы [9] рассматривали возможность модернизации существующей схемы производства водорода путем строительства блока синтеза метанола.

Как показала практика, в реакторе конверсии синтезируется всего около 2 % водорода

дополнительно. При внедрении блока производства метанола оксид углерода вступает в реакцию с образующимся при паровом риформинге водородом до целевого продукта (метанол).

Конверсия составила 15...20%, что не оказывает влияния на количество выпускаемого на установке водорода [9].

Таким образом, совместные установки «водород-метанол», «водород- аммиак» являются перспективными направлениями для усовершенствования работы установок:

- повышение степени использования природного газа на установке производства водорода, и, следовательно, снижение загрязнения окружающей среды диоксидом углерода, путем создания совместных производств;
- повышение прибыли установки получения водорода с блоком получения метанола за счет реализации продукции на экспорт;
- сокращение затрат завода на покупку метанола для производства МТБЭ извне.

Литература:

1. Мустафин И. А., Сидоров Г. М., Станкевич К. Е., Байрам-Али Т. М., Салишев А. И., Муртазин Е. В., Ганцев А. В. Гидрокаталитические процессы переработки тяжелых нефтяных фракций с использованием перспективных наноразмерных катализаторов // *Фундаментальные исследования.*-2018.-№ 7.-С. 22-28.
2. Сидоров Г.М. Разработка и внедрение энергосберегающей технологии фракционирования нефтяных смесей с использованием сложных колонн с частично связанными потоками: дисс. д-ра техн. наук. Уфа, 1999. 317 с.
3. Л. Ф. Гайнанова, И.З. Илалдинов. 3D проектирование установки для производства технического водорода паровой конверсии метана // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2014. – №8. – С. 270-271.
4. F. Wang, Y. Shuai, Z. Wang, Y. Leng, H. Tan. Thermal and chemical reaction performance analyses of steam methane reforming in porous media solar thermochemical reactor // *International Journal of Hydrogen Energy.* – 2014. – Vol. 39 (1). – P. 718-730.
5. W.H. Chen, M.R. Lin, J.J. Lu, Y. Chao, T.S. Leu. Thermodynamic analysis of hydrogen production from methane via autothermal reforming and partial oxidation followed by water gas shift reaction // *International Journal of Hydrogen Energy.* – 2010. – Vol. 1. – P. 169-175.
6. Е.С. Машуков, Н. А. Корчевин. Некоторые пути модернизации установки каталитического синтеза метанола-сырца // *Современные технологии и научно-технический прогресс.* – 2018.- т. 1,- №1.- С.27-28.
7. Г.В. Мещеряков, М.А. Кишинская, Ю.А. Комиссарова. Комплексная переработка природного газа в химической промышленности // *Вестник АГТУ.* Сер.: Управление,

вычислительная техника и информатика. – 2013, №2.- С.25-38.

8. А.В. Шукин, Г.П. Черкасов, Г.В. Мещеряков. Способ совместного производства аммиака и метанола // Патент RU 2 174 953 С1. – 2013, №2.- С.25-38.

9. В.А. Михацло, Г.В.Мещеряков. Синтез метанола на установке производства водорода Антипинского НПЗ// Новые технологии – нефтегазовому региону. -2017. - Т. 3, № 6.- С. 85-87.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ УЛУЧШЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОУПРУГИХ ДАТЧИКОВ

Жураева Камила Комиловна

*доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент
Ташкентский государственный транспортный университет
Узбекистан, г. Ташкент*

Назирова Замира Гафировна

*кандидат технических наук, доцент
Ташкентский государственный транспортный университет
Узбекистан, г. Ташкент*

ABOUT ONE METHOD OF IMPROVING THE STATIC CHARACTERISTIC MAGNETOELASTIC SENSORS

Jurayeva Kamila

*PhD, associate professor of
Tashkent state transport university
Uzbekistan, Tashkent*

Nazirova Zamira

*candidate of technical sciences, associate professor of
Tashkent state transport university*

[DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.1.67.428](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2021.1.67.428)

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена улучшению статической характеристики магнитоупругих датчиков. С использованием энергоинформационного метода выявлены приёмы улучшения статической характеристики. Путем реализации этих приёмов предложена конструкция магнитоупругого датчика. Приведены конструктивная схема предлагаемого магнитоупругого датчика, электрическая схема соединения секций измерительных обмоток и принцип действия датчика. Получено выражение статической характеристики для оценки её степени нелинейности.

ABSTRACT

The article is devoted to improving the static characteristics of magnetoelastic sensors. Using the energy-informational method, techniques for improving the static characteristic are identified. By implementing these techniques, the design of a magnetoelastic sensor is proposed. The design scheme of the proposed magnetoelastic sensor, the electrical connection diagram of the sections of the measuring windings and the principle of operation of the sensor are given. An expression of the static characteristic for estimating its degree of nonlinearity is obtained.

Ключевые слова: энергоинформационный метод, характеристика, магнитоупругий датчик, параметрическая структура, чувствительность, конструкция, измерительные обмотки, схема соединения.

Key words: energy-information method, characteristic, magnetoelastic sensor, parametric structure, sensitivity, design, measuring windings, connection diagram.

Магнитоупругие датчики принцип действия которых основан на *магнитоупругом эффекте* - физическом явлении, проявляющемся в виде изменения магнитной проницаемости ферромагнитного материала в зависимости от механических напряжений в нем. Магнитоупругие датчики используются для измерения силовых параметров: усилий, давлений, крутящих и изгибающих моментов, механических напряжений и т. п.

Зависимость магнитной проницаемости от механических напряжений имеет нелинейный характер. Связано это как с нелинейностью кривой намагничивания, так и с нелинейной зависимостью

деформаций от усилия. Нелинейность магнитоупругого эффекта выражена очень сильно. Например, в слабых магнитных полях магнитная проницаемость под действием механических напряжений возрастает, а в сильных полях - уменьшается [1].

Под действием усилия F в основном изменяется магнитная проницаемость в направлении сжатия, что вызывает поворот вектора магнитной индукции на угол α и одновременно изменение магнитного потока Φ_F . Этот поток уже пересекает плоскость вторичной обмотки, на выходе которой появляется ЭДС E_2 .