

Рис. 1. Зависимость максимального диаметра капель воды от диаметра коалесцирующей секции

Анализ результатов исследований показал, что при увеличении расхода водонефтяной эмульсии от 350 до 500 т/час, максимальный диаметр капли воды в водонефтяной эмульсии уменьшается. При больших расходах (450-500 т/час) эффективный диаметр капли достигается по методике I. При более низких расходах (350-375 т/час) эффективный диаметр капли достигается по методикам II-IV. Поэтому, для достижения эффективного размера капель при низких расходах следует использовать методики V-VII.

С увеличением диаметра подводных трубопроводов максимальный размер капель воды в водонефтяной эмульсии возрастает. Для диаметра коалесцирующей секции 0,35 м стоит рекомендовать методику I, так как согласно этой методике, образуется капля с эффективным диаметром (100-300 мкм). При увеличении диаметра трубопровода до 0,45 м, эффективный диаметр капли достигается по методикам II-IV. Для больших размеров трубопровода можно рекомендовать методики V-VII.

Таким образом, с применением математической модели можно прогнозировать влияние технологических параметров на процессы каплеобразования, обезвоживания и обессоливания при промышленной подготовке нефти.

Литература

1. Гусейнов Ч.С., Асатуриян А.Ш. Определение модалного размера капель в двухфазном потоке // Прикладная химия, - 1977.- №4.- с. 848-853
2. Ким С.Ф., Ушева Н.В., Самборская М.А., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Модульный принцип построения математических моделей аппаратов и технологических схем промышленной подготовки нефти// Нефтепереработка и нефтехимия.-2013.-№10.-С.41-44
3. Медведев В.Ф. Сбор и подготовка неустойчивых эмульсий на промыслах. – М.: Недра, - 1972.- 176 с.
4. Пергушев Л.П., Деникаев Р.Т. Расчет скорости транспортирования высокообводненной эмульсии по трубопроводу без её расслоения // Нефтепромышленное дело. – 2001. – № 12. – С. 23–31.
5. Синайский Э.Г. Разделение двухфазных многокомпонентных смесей в нефтегазопромышленном оборудовании. – М.: Недра, - 1990. – 272
6. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти. – Казань: ФЭН, 2000. – 417 с.
7. Ушева Н.В., Кравцов А.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Моделирование технологии промышленной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т.308 – №4. – с. 127–130.
8. Usheva N. V. , Moyzes O. E. , Kuzmenko E. A. , Kim S. F. , Khlebnikova E. S. , Gizatullina S. N. , Filippova T. V. Analysis of technological conditions influence on efficiency of oilfield treatment (Article number 012047) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2015 - Vol. 27. - p. 1-5

УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ ПОРОШКИ ЖЕЛЕЗА КАК КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СО И Н₂

А. А. Жданов

Научный руководитель доцент Е.В. Попок

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время утилизация попутных газов нефтяных месторождений является крайне актуальной проблемой нашей страны. Ежегодно в России на факельных установках нефтяных месторождений сжигается огромное количество попутного нефтяного газа, что приводит не только к загрязнению окружающей среды нефтедобывающего региона и всей страны в целом, но и приводит к неоправданным экономическим потерям, так как попутный газ является ценным сырьем для химической промышленности.

Одним из возможных путей решения проблемы сжигания попутного нефтяного газа может стать применение GTL (gas-to-liquid) – технологии, позволяющей перерабатывать попутный нефтяной газ в жидкое состояние. В настоящее время российские исследовательские институты разрабатывают опытные и стендовые установки, а

также активные каталитические системы для получения синтетических углеводородов из CO и H₂.

Актуальность применения технологии синтеза Фишера-Тропша обусловлена тем, что основные месторождения России удалены от газотранспортных сетей, и применение малотоннажных GTL установок позволит перерабатывать газ в ценные продукты, используемые на самом месторождении.

Синтез Фишера-Тропша является промышленно освоенной технологией, однако есть несколько открытых вопросов, касающихся определения механизма поверхностных реакций и модернизации имеющихся каталитических систем.

Целью данной научной работы является выявление каталитической активности ультрадисперсных порошков железа, полученных методом электрического взрыва проводника, в процессе синтеза жидких углеводородов и оксигенатов. Под пригодностью контакта понимается не только само по себе проявление каталитической активности порошка, но и проверка его возможной дезактивации в процессе его работы, характер изменения каталитических свойств. Важным параметром работоспособности катализаторной системы также является состав получаемого жидкого продукта.

Образцы порошков для исследования были получены методом электрического взрыва проводников заданного химического состава с использованием оборудования лабораторий Института физики высоких технологий Томского политехнического университета.[1]

Для исследования на лабораторной каталитической установке ультрадисперсный порошок подвергался предварительному брикетированию. В качестве связующего вещества использовался поливиниловый спирт с концентрацией до 10 % масс. На первом этапе ультрадисперсный порошок железа обрабатывался раствором связующего вещества, затем подвергался прессованию под давлением 21 МПа с временем выдержки 30 секунд. Полученные образцы выдерживались при комнатной температуре в течение суток для окончательной сушки. Для испытания на каталитической установке использовалась фракция катализатора 0,5-1 мм.

Опыт проводился на лабораторной каталитической установке, технологическая схема которой изображена на рисунке.

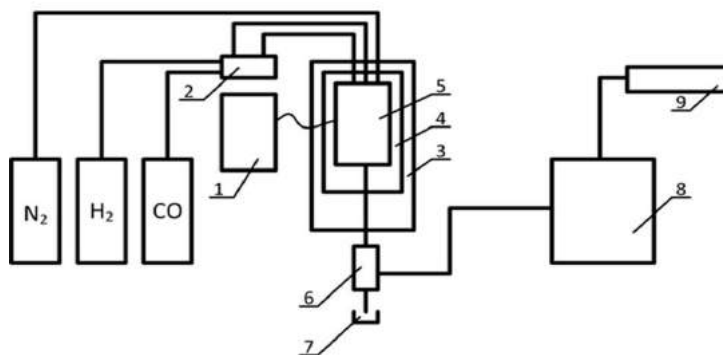


Рис. 1. Технологическая схема лабораторной каталитической установки 1 – регулятор температуры, 2 – блок дозирования газов, 3 – термошкаф, 4 – рубашка реактора, 5 – реактор, 6 – сепаратор, 7 – приёмник, 8 – хроматографический комплекс, 9 – вытяжка

Катализатор не подвергался предварительному восстановлению. В реактор загружался образец катализатора, после чего проводился прогрев реакционной зоны в среде азота, затем на катализатор подавалась смесь CO и H₂. Для проведения эксперимента было выбрано классическое соотношение реагентов CO:H₂=1:2. Расход CO и H₂ для эксперимента составлял 100 и 200 мл/мин. Синтез проводился при давлении 1 МПа. При проведении исследований значения температуры и давления процесса, гранулометрический состав катализатора, а так же соотношение реагентов оставались неизменными.

Проведение хроматографического анализа газов, выходящих из реактора в первые 15 минут опыта, показало, что катализатор не нуждается в предварительном восстановлении и начинает проявлять активность при заданных температуре и давлении. В первый час синтеза в продуктах преобладают газообразные углеводороды, в основном метан, но после 1,5 часов в газосепараторе начинают скапливаться жидкие продукты.

В жидком продукте синтеза содержится значительное количество изопарафинов, до 25,7 % масс. и ароматических углеводородов, до 27,2 % масс. Парафиновые углеводороды изостроения могут образоваться в продуктах синтеза на стадии роста углеводородной цепи в результате взаимодействия растущей цепи с другими углеводородными радикалами, находящимися на активной поверхности катализатора. Также образование изопарафинов связано с возможностью вторичной адсорбции олефинов, образующихся непосредственно в ходе синтеза из CO и H₂. Повторно адсорбирующиеся на поверхности катализатора непредельные углеводороды изомеризуются на его кислотных центрах с образованием разветвленных алканов. Высокое содержание ароматических углеводородов обусловлено протеканием реакций дегидрирования нафтеннов, а также циклизацией непредельных соединений. Побочными продуктами синтеза Фишера-Тропша являются диоксид углерода и метан. Диоксид углерода в дальнейшем нигде не используется, поэтому этот газ является побочным продуктом. К тому же возникает необходимость в затрате дополнительной энергии на отделение продуктовой смеси от CO₂. Образовавшийся в ходе синтеза метан необходимо также отделять от продуктовой смеси и возвращать на стадию

конвертации в синтез-газ. В таблице 6 приведено содержание в продуктах синтеза оксигенатов и нежелательных соединений.

Таблица 1

Анализ содержания оксигенатов в жидких продуктах синтеза

Компонент	Этанол	Пропанол -1	Метанол	Изопропанол	Бутанол-2	Бутанол-1	Итого
Концентрация, % об.	5,371	1,706	5,018	0,209	0,050	0,526	12,880

Таким образом, Ультрадисперсный порошок железа, промотированный оксидом алюминия обладает каталитической активностью в синтезе углеводородов из CO и H₂, о чем свидетельствует степень конверсии CO и состав получаемых жидких продуктов. В жидком продукте синтеза, полученном на промотированном катализаторе, в основном преобладают изопарафины и ароматические углеводороды, что свидетельствует о наличии кислотных центров на поверхности катализатора.

1. E.V. Popok, A.I. Levashova, T.M. Gladchenko, N.P. Burlutskiy, S.P. Zhuravkov Electro-explosive iron powders as a catalyst of synthesis liquid hydrocarbons from CO and H₂ in Fischer-Tropsch process Petroleum and Coal 58 (7) (2016) 715 – 720.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОАЛЕСЦЕНЦИИ

К.В. Золотухина, М.Е. Щетинина

Научный руководитель доцент О.Е. Мойзес

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В результате длительного эксплуатирования нефтяных месторождений обводненность нефти, поступающей на стадию подготовки, значительно увеличивается. Кроме того, повышенное содержание в нефти солей металлов, механических примесей (частицы глины, песка, металлов и известняка), асфальтенов и смол, являющихся природными эмульгаторами, наряду с высокой обводненностью приводит к образованию особо стойких эмульсий, которые трудно поддаются разделению [1]. Изменение содержания в нефти воды приводит к изменению физико-химических свойств, что, в свою очередь, приводит к необходимости реконструировании технологических схем и корректировке технологических параметров основных аппаратов процесса подготовки нефти.

Для обеспечения требований, предъявляемым к товарной нефти, необходимо производить глубокое обезвоживание. Данная процедура наиболее эффективна при воздействии на эмульсию электрического поля, что технологически осуществляется в электродегидраторах. Но эксплуатация электродегидраторов связана с определенными трудностями, так как данные аппараты чувствительны к изменению физико-химических свойств и величине обводненности нефти [2]. Наиболее эффективное исследование химико-технологических процессов возможно с применением моделирующих систем, основу для которых составляют физико-химические закономерности протекания процессов. Создание компьютерно-моделирующей системы работы электродегидратора позволяет производить оценку эффективности проведения процесса обезвоживания при изменении свойств и состава исходного сырья, а также производить оперативный поиск наилучших технологических параметров проведения процесса.

Разработанная на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики моделирующая система обессоливания нефти [3–5] позволяет производить расчет процесса электрокоалесценции с учетом напряженности электрического поля. Также в модель внедрена функция, учитывающая влияние количества вводимого в эмульсию дезэмульгатора на величину поверхностного натяжения (1) [6]:

$$\sigma = 0,0008 \cdot G - 0,2741 \cdot G + 31, \quad (1)$$

где σ - межфазное поверхностное натяжение, дин/см;

G - расход дезэмульгатора, г/т.

В данной работе проведено исследование влияния технологических параметров на эффективность процесса отделения солей и воды от нефти в электрическом поле.

С применением разработанной математической модели проведены исследования влияния на качество товарной нефти таких технологических параметров, как расход промывной воды, расход нефти и дезэмульгатора, начальная обводненность.

На рис. 1 приведены результаты исследований влияния расхода подаваемой в электродегидратор нефти на рекомендуемую напряженность внешнего электрического поля для достижения остаточной обводненности $\leq 0,5$ % масс., и остаточного содержания солей ≤ 50 мг/л. Показано (рис. 1), что с увеличением расхода эмульсии 100 – 340 т/ч для достижения товарных качеств нефти, требуемая напряженность на электродах должна возрастать