

ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Д.У. Бодыков, Р.Х. Салахов

РГП на ПХВ «Институт проблем горения», ул. Богенбай батыра, 172, Алматы, Казахстан

Дата поступления:
5 Ноября 2019

Принято на печать:
28 Января 2020

Доступно онлайн:
16 Марта 2020

УДК: 004.356.2, 662.1/4

АННОТАЦИЯ

В данном обзоре приведены работы по одному из видов комплексного экстремального воздействия на вещество электрогидравлического (ЭГВ) эффекта, который сочетает в себе одновременное воздействие на вещество сильного механического сжатия, мощного ультразвука, жесткого рентгеновского, УФ- и ИК-излучения. Последние годы электрогидравлической обработке нефти, нефтешлама посвящены ряд работ. Сущность этого способа состоит в том, что при осуществлении внутри объема жидкости, находящийся в открытом или закрытом сосуде, специально сформированного импульсного электрического разряда вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу. Электрогидравлический эффект – способ преобразования электрической энергии в механическую. В рассматриваемых работах разработаны отдельные узлы и установки ЭГВ разной конструкции и показана принципиальная возможность использования метода ЭГВ для повышения глубины переработки нефти. Установлено, что при ЭГ-воздействии с разрядным напряжением до 20 кВ на нефть повышается выход светлых фракций нефти на 4-6% и изменяются реологические параметры (плотность, вязкость) нефти, что может иметь значение при ее транспортировке и дальнейшем фракционировании. Влияние ЭГВ на смеси нефти с 5, 10, 15 об.% содержанием мазута приводит к увеличению выхода светлых фракций нефти. При использовании данного эффекта в основу переработки и утилизации нефтешламов получены светлые фракции, выкипающие при 180 °С до 20%, а фракции, выкипающие до 350 °С, составляло около 50%.

Ключевые слова: химия экстремальных воздействий, электрогидравлический эффект, разряд, переработка, импульс.

Введение

В последние десятилетия в области естественных наук появилось принципиально новое направление научных работ, связанных с изучением воздействия на вещество радиации, электромагнитного излучения, ультразвука, плазмы, высоких давлений, температур и т.д.

Перечисленные выше действующие факторы часто характеризуют термином «экстремальные воздействия». Несмотря на различные механизмы передачи энергии молекулам и атомам вещества общим критерием экстремальности воздействия может служить возникновение промежуточных высокоактивных состояний частиц вещества, что в итоге приводит к качественному изменению микро и макрохарактеристик обрабатываемого объекта, появлению новых свойств.

Учитывая, что в условиях экстремальности передача энергии в химических реакциях протекает по отличительным от классической химии тер-

модинамическим и кинетическим параметрам, принципиальными являются вопросы, связанные с инициированием этих процессов. По мнению автора [2, 3] инициирование в химии экстремальных воздействий может протекать по следующим путям: атомные и молекулярные соударения – при тепловых скоростях, при сверх тепловых скоростях; неупругие соударения с ускоренными электронами; неупругие соударения с ускоренными ионами; взаимодействие с нейтронами – передача кинетической энергии, захват ядром с последующей его перестройкой; взаимодействие с фотоном – поглощение, неупругое рассеяние; поглощение и рассеяние фонона; взаимодействие с электрическим полем – ионизация нейтральных молекул; ускорение, ионов и электронов; взаимодействие с магнитным полем; механическое воздействие – растяжение; сжатие; удар; ядерные превращения радионуклидов; фазовые превращения; передача энергии от электронно-возбужденного атома или молекулы; передача заряда и присоединение электрона.

В статье Л.Т. Бугаенко [1] написал: «Такое разнообразие условий протекания химических процессов создает благоприятные возможности для получения новых веществ и материалов, возможность модифицирования материалов, повышения экономичности синтетических процессов и решения других чисто химических и технологических задач».

Обзор литературы

Одним из видов комплексного экстремального воздействия является эффект высоковольтного коротко импульсного электрогидравлического разряда, который сочетает в себе одновременное воздействие на вещество сильного механического сжатия, мощного ультразвука, жесткого рентгеновского, УФ- и ИК-излучения. Образующиеся в процессе разряда электромагнитные поля также оказывают сильное влияние как на сам разряд, так и на ионные процессы, протекающие в окружающей его жидкости. Под их воздействием происходят разнообразные физические изменения и химические реакции в обрабатываемом материале.

Электрогидравлический эффект – промышленный способ преобразования электрической энергии в механическую [4]. Сущность этого способа состоит в том, что при осуществлении внутри объема жидкости, находящийся в открытом или закрытом сосуде, специально сформированного импульсного электрического разряда вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу. Если скорость расширения канала превышает скорость распространения звука в жидкости, тогда волна сжатия превращается в ударную волну. Электрический взрыв, проскакивающий между погруженными в жидкость электродами в определенных условиях, производит неожиданное действие. Если рядом с взрывом окажется твердое тело, оно будет измельчено в порошок, каким бы твердым оно ни было, а расположенный над искровым промежутком столб жидкости подбрасывается высоко вверх. В месте возникновения разряда мгновенно образуется давления в десятки и сотни тысяч атмосфер. Микроскопический канал, по которому проскакивает разряд, имеет чрезвычайно большую плотность энергии, мгновенная мощность достигает колоссальных величин. Вода, окружающая искру, с огромной скоростью разлетается в стороны, создавая первый гидравлический удар. Образуется пустота – полость, которая сразу заполняется водой; получается еще один мощный гидравлический удар – кавитационный. Электрическая энергия, таким образом, без всяких промежуточных звеньев переходит в механическую.

Основным идеологом и разработчиком данного эффекта явился Юткин [4], который теоретически

и экспериментально показал, что при электрогидравлическом воздействии на вещество внутри объема жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде, специально сформированным электрическим импульсом (искрового, кистевого и других форм разряда) вокруг зоны его образования направленно создаются сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу, сопровождающуюся комплексом физических и химических явлений. Так, например, согласно [3] резкого усиления действия гидравлических импульсов можно добиться при подаче тока на рабочий промежуток в виде короткого импульса при помощи мгновенного ударного подключения накопителя энергии (таблица 1) [4].

При этом была показана техническая возможность [4] изменить характер искрового разряда и, как следствие, усилить механические действия электрогидравлического эффекта, а именно:

- накапливать заданное количество энергии с импульсной подачей ее на рабочий промежуток;
- значительно сократить длительность импульса и предотвратить возникновение колебательных процессов;
- создавать крутой фронт импульса;
- исключить возможность перехода к дуговому разряду;
- получить при заданном основном межэлектродном промежутке любые из допустимых для используемого источника питания значения тока и напряжения;
- регулировать длину формирующегося промежутка;
- изменять форму импульса и характер разряда на рабочем промежутке в жидкости

Таким образом, электрогидравлический эффект относится к химии экстремальных воздействий, так как (согласно приведенной классификации Бугаенко [1]) инициирование химических реакций осуществляется (полностью или частично) в коротко импульсном (на уровне 10-20 мкс) диапазоне за счет: механического воздействия (сжатие, удар), атомных и молекулярных соударений при сверх тепловых полях, взаимодействия с электрическим полем, передачи кинетической энергии, поглощения ИК-, УФ- и рентгеновского излучения, фазовых превращений, появления кавитационных (УЗ) колебаний, холодной плазмы и т.д. и требует физико-химического изучения в области таких дисциплин, как: химия электрического разряда в жидкости и твердом теле, химия высоких и сверхвысоких давлений, химия ударных волн, звукохимия, плазмохимия, химия фазовых превращений, химия ИК- и СВЧ-излучений, механохимия, электрохимия, химия растворения активированных твердых тел и т.д.

Электрогидравлическому эффекту – новому высокоэффективному способу преобразования элек-

трической энергии в механическую, совершающийся без промежуточных механических звеньев посвящены работы Юткина [4], Лазаренко и сотр. [5], Севостьянова [6] и др. авторов [7-11].

В основе ЭГЭ лежит явление резкого увеличения гидравлического и гидродинамического эффектов и амплитуды ударного воздействия импульсным электрическим разрядом в ионопроводящей жидкости при условии максимального укорочения длительности импульса, максимально крутом его фронте и форме, близкой к аperiодической.

Высокие и сверхвысокие импульсные гидравлические давления, являющиеся основными действующими факторами ЭГЭ, приводят:

- к появлению ударных волн со звуковой и сверхзвуковой скоростями; значительным импульсным перемещениям объёмов жидкости, совершающихся со скоростями, достигающими сотен метров в секунду. При этом мощные импульсно возникающие кавитационные процессы, способны охватить большие объёмы жидкости;

- к возникновению инфра-, гамма- ультразвуковых, импульсных, нейтронных, интенсивных световых, тепловых, ультрафиолетовых, а также рентгеновских излучений, мощных электромагнитных полей;

- к появлению механических резонансных явлений с амплитудами, позволяющими осуществлять взаимное отслаивание друг от друга многокомпонентных твердых тел;

- к многократной ионизации соединений и элементов, содержащихся в жидкости.

Все перечисленные факторы оказывают на жидкость и объекты, помещенные в нее, разнообразные физические и химические воздействия. Ударные перемещения жидкости вблизи зоны разряда, возникающие при развитии и схлопывании кавитационных полостей, способны разрушать неметаллические материалы и вызывать пластические деформации металлических объектов. Мощные инфра- и ультразвуковые колебания:

- диспергируют уже измельченные материалы,
- вызывают резонансное разрушение крупных объектов на отдельные кристаллические частицы,
- осуществляют интенсивные химические процессы синтеза, полимеризации, обрыва сорбционных и химических связей.

Электромагнитные поля разряда также оказывают мощное влияние как на сам разряд, так и на ионные процессы, протекающие в окружающей его жидкости. Под их влиянием могут происходить разнообразные физические и химические изменения в обрабатываемом материале.

Форма разряда, вызывающая возникновение импульсных давлений, может быть самой разнообразной: искровой, кистевой, импульсный электрический ветер и т. д. Очень важно, что основой,

обеспечивающей многообразные технологические возможности ЭГЭ в проводящих жидкостях, является способ получения, так называемых, сверхдлинных искровых разрядов [4].

ЭГЭ может быть получен в результате предложенного Юткиным [4] метода «теплого взрыва», при котором искровой разряд между электродами, помещенными в жидкость, заменяется электрическим тепловым взрывом проводящего ток элемента, замыкающего электроды. Использование этого метода позволяет распространить область электрогидравлической обработки на высокотемпературные среды, в том числе на плазму и расплавы солей и металлов.

Высоковольтные искровые разряды легко возникают только в диэлектрических жидкостях, а в жидкостях с ионной проводимостью, это происходит лишь в случаях очень малой длины искрового промежутка и всегда сопровождается обильным газо- и парообразованием.

Механическое воздействие жидкости на объекты, помещенные вблизи канала разряда практически ничтожно для жидкостей с ионной проводимостью и сравнительно ощутимо лишь в среде жидких диэлектриков. Оно определяется весьма незначительными давлениями внутри парогазового пузыря, возникающего вокруг зоны разряда. Создающиеся в жидкости гидравлические импульсы имеют пологий фронт и значительную длительность протекания, при этом обладают небольшой мощностью.

Нужно найти условия, в которых действие гидравлических импульсов могло быть резко усилено. Чтобы достичь этих условий, нужно было разработать электрическую схему, которая обеспечила бы подачу тока на рабочий промежуток в виде короткого импульса при помощи мгновенного ударного подключения накопителя энергии.

Юткин [4] ввел в электрическую схему формирующий воздушный искровой промежуток, что позволило в жидкостях с ионной проводимостью изменить характер искрового разряда, резко усилить его механические действия. Это позволило:

- накапливать заданное количество энергии с импульсной подачей ее на основной промежуток;

- значительно сократить длительность импульса и предотвратить возникновение колебательных процессов; создавать крутой фронт импульса;

- исключить возможность перехода к дуговому разряду;

- получить при заданном основном межэлектродном промежутке любые из допустимых для используемого источника питания значения тока и напряжения;

- регулировать длины формирующего промежутка;

- изменять форму импульса и характер разряда на основном рабочем промежутке в жидкости.

Именно формирующий промежуток является основой импульса тока, позволившей перейти к напряжениям гораздо большим, чем напряжение пробоя рабочего промежутка в жидкости.

Один цикл ЭГЭ включает в себя следующие физико-химические процессы. Жидкость, получив ускорение от расширяющегося с большой скоростью канала разряда, перемещается от него во все стороны, образуя на том месте, где был разряд, значительную по объёму полость, названную кавитационной, и вызывая первый гидравлический удар. Затем полость с большой скоростью смыкается, создавая второй кавитационный гидравлический удар. В соответствии с заданной частотой, этот цикл может повторяться бесконечно [4, 5]. Развитие искрового разряда во времени происходит путём последовательного «прорастания» стримеров в межэлектродном пространстве. Растущий стример представляет из себя не один, а несколько каналов с многочисленными ответвлениями от них. Рост каждого отдельного «уса» стримера является ступенчато прерывным процессом и представляет собой разряжение гидроксильных ионов OH^- и все новых и новых и довольно больших объемов жидкости, лежащих на пути стримера. Образовавшийся канал стримера проходит в области, имеющей лишь разрядившиеся ионы OH^- и нейтральные к процессу роста стримеров ионы H^+ , т.е. в области электрически нейтральной, электрически изолирующей канал от окружающей среды.

Сырая нефть представляет собой естественную смесь широкого спектра легких и тяжелых углеводородов, таких как парафины, нафтены, ароматические соединения и асфальтены, которые должны быть выделены (например, дистиллированы) из сырой нефти.

Нефтепереработка на основе дистилляции до сих пор остается основным этапом переработки нефти и ключевым процессом нефтеперерабатывающего завода. Дистилляция представляет собой нагрев сырой нефти с последующей конденсацией испаренной фракции в дистилляционной колонне. Легкие фракции, такие как бензин, керосин и дизельное топливо, имеют более высокий приоритет из-за их огромного экономического значения, поскольку они составляют основу практически всех моторных топлив. К сожалению, прямая перегонка дает только 25-35% бензина, в то время как потребности только транспорта составляют не менее 50% выработки бензина из сырой нефти [12].

Для извлечения дополнительного бензина дистиллированные более тяжелые фракции (от тяжелого масла до битума) подвергают термическому или каталитическому крекингу, что предполагает, нагрев до 450-650 °C в присутствии порошка катализатора (такого как оксид алюминия) с последующей конденсацией паров в дистилляционной

колонне. Каталитический крекинг (или его вариации, такие как гидрокрекинг или паровое крекинг) позволяет повысить выход бензина до 50%, сопутствующие остальные фракции, – керосин (~ 5%), легкий и тяжелый мазут (~ 34%) и ~ 10 % остаток, такой как битум, асфальт и кокс [13]. В большинстве случаев каталитический крекинг позволяет извлекать все, за исключением 5-10% используемых углеводородов, содержащихся в сырой нефти. Тем не менее, не все нефтеперерабатывающие заводы оснащены современными системами каталитического крекинга, поскольку компаниям часто не хватает капитала или стимулов для перехода на новейший технологический процесс. Например, в России только 43% нефтеперерабатывающих заводов оснащены новейшей технологией каталитического крекинга против 58% США и 76% японских нефтеперерабатывающих заводов [14].

Типичные капитальные затраты, связанные со строительством современного нефтеперерабатывающего завода, оснащенного каталитическим крекингом, могут превышать 1 миллиард долларов США. Очевидно, что большие капитальные затраты, требуемые для оборудования для каталитического крекинга, а также существенные энергетические требования для обеспечения процесса каталитического крекинга и высокие эксплуатационные расходы (например, катализатор и печи подвержены коксованию) отрицательно влияют на экономику выделения легкой фракции. Более того, мировое истощение запасов малосернистой нефти заставляет нефтяные компании извлекать все больше и больше тяжелой нефти, которая, в свою очередь, либо дает меньше легких фракций в процессе переработки, либо требует более высоких затрат энергии и более дорогих технологий для извлечения такого же количества легких фракций в сравнении с легкой нефтью. Очевидно, что необходимо рассмотреть другие экономически оправданные альтернативы для увеличения выхода легкой фракции из сырой нефти и другие возможности максимизации эффективности переработки тяжелых остатков перегонки (например, тяжелого мазута, битума и асфальта).

Характерной особенностью современной нефтедобычи является увеличение в мировой структуре сырьевых ресурсов доли трудно извлекаемых запасов. Запасы таких видов нефти составляют не менее 1 трлн. тонн, что более чем в пять раз превышает объем остаточных извлекаемых запасов нефти малой и средней вязкости. Во многих промышленно развитых странах мира тяжёлая нефть рассматривается в качестве основной базы развития нефтедобычи на ближайшие годы. Наиболее крупными запасами тяжелой и битуминозной нефти располагает Канада и Венесуэла, а также Мексика, США, Кувейт, Китай. Россия также обладает значительными

ресурсами трудно извлекаемых запасов, и их объём составляет около 55% от общих запасов российской нефти. Казахстанские месторождения высоковязкой нефти расположены на западе республики.

В своей монографии Юткин [4] и другие авторы [15, 16], рассмотрели общие принципы конструирования электрогидравлических установок. Однако информация о конкретных технических решениях, дающих возможность, четко оценить входные и выходные параметры отдельных блоков или установок в целом практически отсутствует. Тем не менее, авторы убедительно показали, что от конструкции установок (величины рабочего напряжения; частоты следования разрядных импульсов, их продолжительности, повторяемости, стабильности, а также величины тока разряда; добротности соединительных электрических цепей; емкости блоков накопительных конденсаторов и т.д.) принципиально зависит эффективность влияния ЭГВ на конкретное вещество и механизм протекания химических реакций. Принципиальной является геометрия сформированного импульса электрического разряда, которая зависит от множества факторов и, прежде всего, от величины рабочего напряжения и электротехнической части.

Учеными Саратовского университета [17-20] разработаны отдельные узлы и установки ЭГВ разной конструкции и показана принципиальная возможность использования метода ЭГВ для повышения глубины переработки нефти.

Исходя из того, что нефть [21-24] содержит сотни индивидуальных углеводородов и актуальной задачей является ее более глубокая переработка, ученые провели исследования изучение возможности повышения выхода светлых нефтяных фракций с использованием метода электрогидравлического эффекта. Для этой цели использовали «мягкий» режим воздействия. Иными словами, каждый последующий электрический импульс по мощности и по своим характеристикам не превышал предыдущий. В реакторах применялось конструктивное расположение электродов типа «острие-острие» или «острие-дно».

Установлено (19), что

1. ЭГ-воздействие с разрядным напряжением до 20 кВ:

- повышает выход светлых фракций нефти на 4-6%:

- изменяет реологические параметры (плотность, вязкость) нефти, что может иметь значение при ее транспортировке и дальнейшем фракционировании.

2. ЭГ-обработка нефти при напряжении импульса 40 кВ (по сравнению с 50 кВ) является предпочтительной, т.к.:

- дает положительный результат по увеличению выхода светлых фракций, до $T \sim 180^\circ\text{C}$, что объясня-

ется большей интенсификацией крекинг-процессов и, как следствие, концентрированием в газовой фазе большего количества лёгких углеводородов;

- выход фракций, выкипающих в интервале $T \sim 330-350^\circ\text{C}$, несколько выше, чем при воздействии 50 кВ. Однако при 50 кВ наблюдается увеличение выхода фракций нефти выкипающих при $T = 260-320^\circ\text{C}$ на 4,0 об.%.

3. Влияние ЭГВ на смеси нефти с 5, 10, 15 об.% содержанием мазута приводит к увеличению выхода светлых фракций нефти по сравнению с фракционным составом соответствующих необработанных смесей.

Экспериментально найдено, что практически 20 импульсов достаточно для протекания конверсионных процессов. При количестве разрядов менее 5 эффекты ЭГВ проявляются достаточно слабо, а выше 30-35 наблюдается коксование нефти, т.е. образование частичек элементарного углерода. На основании полученных результатов ученые сделали вывод, что ЭГ-воздействие наиболее эффективно для высококипящих фракций углеводородов, где прочность связей С-С ослабевает по мере увеличения количества атомов углерода в цепи.

Воздействие импульсного электрического разряда на нефти с водой в кавитационной установке приводит к образованию ионных потоков и расщеплению сложных молекул углеводородов [15]. При кавитации нефти воздействием импульсного электрического разряда нарушаются С-С связи углеводородов – происходит разрыв связей и образование из одной, с большей вероятностью тяжелой молекулы, двух более легких и т.д., вследствие чего происходит изменение физико-химического состава нефти. Добавление воды в нефть позволит осуществить более глубокую конверсию углеводородного сырья в легкие фракции углеводородов. Сопутствующие эффекты ЭГЭ такие как гидроудары, электромагнитные излучения и кавитация, способствуют ионизации воды. Внутримолекулярные связи молекул воды рвутся с образованием свободных радикалов водорода, которые участвуют в образовании легких фракций углеводородов.

Нефть не обладает вязкостью, подчиняющейся законам Ньютона, Пуазейля, Стокса, так как длинные беспорядочно расположенные молекулы парафина и смол образуют некоторую гибкую решетку, в которой располагается раствор. Поэтому система оказывает значительное сопротивление силам сдвига. Кавитация разрывает непрерывную цепочку, разрушая связи между отдельными частями молекул. Связи эти сравнительно малы, поэтому необходимо незначительное воздействие акустических волн.

Анализ исследований показывает, что под воздействием кавитации большой интенсивности на протяжении длительного времени нарушаются С-С

связи в молекулах парафина, вследствие чего происходят изменения физико-химического состава (уменьшение молекулярного веса, температуры кристаллизации и др.).

В процессе крекинга энергия, выделяющаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, используется для разрыва химических связей между атомами больших молекул углеводородных соединений. Энергия разрыва связей изменяется в углеводородах в широких пределах, примерно от 40 до 400 кДж/моль. Прочность связи С-Н меньше, чем С-Н, т.е. атом водорода легче оторвать в середине молекулы нормального парафина, чем с конца. Энергия разрыва С-С связей в молекулах нормальных парафинов также несколько уменьшается к середине углеродной цепи, т.е. длинные углеводородные молекулы автоматически разрываются в средней части. Процесс крекинга протекает во всех нефтепродуктах. Поскольку кавитационные пузырьки можно генерировать с помощью интенсивного акустического излучения в любых жидкостях, то можно предположить, что разрыв химических связей, таким образом, можно осуществить в любом химическом соединении при интенсивности звука соответствующей прочности энергии связи. В месте обрыва химической связи должен быть подсоединен какой-либо радикал. При недостатке свободных радикалов в реакционной среде молекулы с ненасыщенной связью могут свернуться в кольцо, образуя циклические или ароматические соединения. Кроме процесса ароматизации в кавитационном активаторе можно осуществлять алкилирование, изомеризацию и другие процессы переработки нефти и нефтепродуктов. Данный способ позволяет осуществлять синтез легких нефтепродуктов из углеводородных газов. Это позволит вовлечь в процесс синтеза углеводородного топлива такие виды сырья, как газовый конденсат и природный газ.

В работах [25-29] использована установка для получения нефтепродуктов при переработке нефтешлама и для проведения исследовательских работ с целью определения параметров и режимов обработки исходного сырья.

Устройство выполнено в однокорпусном исполнении, на котором смонтировано все оборудование. Установка состоит из двух блоков. Первый – сама установка с ее электрической частью, технической защитой, возможностью выхода на необходимый электрический режим и т.д.; второй – устройство электрогидравлического разряда, т.е. химический реактор с кондиционером – дефлегматором-холодильником.

Рабочая камера представляет собой собранный из 3-х частей цилиндр, в верхней части которой расположен электроконтактный термометр, в средней зоне электроды рабочего разряда, в нижней зоне – сливной патрубков и электронагревательный эле-

мент. В реакторе применялось конструктивное расположение электродов типа «острие-острие».

Устройство основано на применении физико-механических факторов ЭГ-воздействия на вещество, осуществляемое при напряжении до 25 киловольт импульсными разрядами в рабочей камере, в которой исходный продукт переходит в жидкое смешанно-коллоидное состояние с дальнейшим разделением по фракциям в соответствии с плотностью содержащихся в исходном продукте веществ, их отбором для получения различных нефтепродуктов.

Для анализа продуктов переработки использованы методы газовой хроматографии, хромато-масс и ИК-спектроскопии. Состав жидкой фракций составляет парафины, изопарафины, ароматические углеводороды, нафтены, олефины и оксигенаты.

По данным спектров анализа светлой фракций (рисунки 2,3) обработанные ЭГ-ударами сильно отличается от анализов полученной светлой фракций без обработки ЭГ-ударами и по количеству, и по составу.

В составе светлой фракций полученного из обработанного ЭГ-ударами нефтешлама находится 171 видов углеводородов, в то же время, полученной светлой фракций из нефтешлама необработанным ЭГ-ударами получили 161 видов углеводородов, то есть на 10 видов углеводородов меньше. Здесь необходимо отметить, что по составу полученные светлые фракций существенно отличаются. Эфирных соединений в пробе светлой фракций обработанной ЭГ-ударами 2 раза больше, чем в пробе без обработки. Ко всему этому нужно добавить, что при обработке ЭГ-ударами дополнительно получили различные углеводороды в газообразных состояниях, а также после обработки выделяется больше светлой фракций.

Показана возможность использования данного эффекта в основу переработки и утилизации нефтешламов, высоковязких и высокосапывающих нефтей. А также получены следующие результаты:

1. Получены светлые фракции, выкипающие при 180 °С до 20%;
2. Установлено выделение газов;
3. Фракции, выкипающие до 350 °С, составляло около 50%.

Заключение

Роль нефти на современном этапе развития человечества остается исключительной. Нефть — это горючее для двигателей внутреннего сгорания, топливо для газовых турбин и котельных установок, смазочные и специальные масла, консистентные смазки, а также незаменимое сырье для химической промышленности. Характерной особенностью современной нефтедобычи является увеличение в

мировой структуре сырьевых ресурсов доли трудно извлекаемых запасов. Запасы таких видов нефти составляют не менее 1 трлн. тонн, что более чем в пять раз превышает объём остаточных извлекаемых запасов нефти малой и средней вязкости. Во многих промышленно развитых странах мира тяжёлая нефть рассматривается в качестве основной базы развития нефтедобычи на ближайшие годы. Поэтому применение электрогидравлического эффекта для повышения глубины переработки нефти является своевременной.

Список литературы

- [1]. Бугаенко Л.Т. Способы передачи энергии в химии экстремальных воздействий // Ж. Всес. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. – 1990, Т. 35, – № 5, – С. 532-533.
- [2]. Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак Л.С. Химия высоких энергий. – М.: Химия, 1988. – 364 с.
- [3]. Иванов В.В., Швец И.С., Иванов А.В. Подводные искровые разряды. – Киев: Наукова думка, 1982. – 190 с.
- [4]. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с.
- [5]. Лазаренко Б.Р., Факторович А.А., Дурадзи В.Н. О свойствах воды, подвергшейся воздействию электрических и магнитных полей // ЭОМ., 1970. – №3. – С. 3-7.
- [6]. Севостьянов В.П., Ракитин С.А. Экстремальные физические воздействия в технологии производства изделий знаковсинтезирующей электроники. – Саратов: Изд-во СГАП, 1999. – 224 с.
- [7]. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. – М.: Наука, 1966. – 232 с.
- [8]. Несветайлов Г.А., Серебряков В.А. Теория и практика электрогидравлического эффекта. – Минск: ИНТИП, 1966. – 36 с.
- [9]. Гулый Г.А. Электрогидравлический эффект и его применение. – М.: Машиностроение, 1981. – 153 с.
- [10]. Несветайлов Г.А., Серебряков В.А. Теория и практика электрогидравлического эффекта. – Минск: ИНТИП, 1966. – 36 с.
- [11]. Маргулис М.А. Исследование электрических явлений, связанных с кавитацией // Журн. физ. Химии. – 1985. – Т.59, – № 6. – С. 1497-1503.
- [12]. Ophardt С.Е. Virtual Chembook, Distillation oil refining, Elmhurst College, 2003, <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/513refining.html>
- [13]. Izatt, J., McKett, J.J. Asphalt, in Encyclopedia of Chemical Processing and Design. – New York, 1986. vol. 3, 421 p.
- [14]. Ковин и др. Развитие каталитического крекинга и его роль в современной российской нефтепереработке. Уфимский государственный нефтяной технологический университет, 2009.
- [15]. Промтов М.А. Кавитационная технология улучшения углеводородных топлив // Химическое и нефтегазовое машиностроение, – 2008. – № 2. – С. 6-8.
- [16]. Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Применение гидродинамических кавитационных технологий для обработки нефти и его сопровождающих элементов // Вестник КазНТУ. – 2012.
- [17]. Севостьянов В.П., Ракитин С.А., Пудовкин Н.Г. Установка электрогидравлического удара. // Приборы и техника эксперимента. – 2000. – № 3. – С. 321-324.
- [18]. Севостьянов В.П., Жукова Е.М., Холкина Т.В. Влияние электрогидравлического эффекта на кинетику гидролиза сложных эфиров карбоновых кислот // Изв. вузов. Серия химия и технология. – 2008. – Т.51. – №6. – С.21-22.
- [19]. Жукова Е. М., Воздействие высоковольтного электрогидравлического разряда на физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических. Саратов, 2008.
- [20]. Демахин А.Г., Жукова Е.М., Севостьянов В.П., Холкина Т.В. Влияние электрогидравлического воздействия на нефть // Современные проблемы АПК и природопользования. – Саратов: Изд-во СГСЭУ, – 2008. – Вып.3. – С.66-79.
- [21]. Сюняев З.И., Сафиева Р.З., Сюняев Р.З. Нефтяные дисперсные системы – М: Химия, – 1990. – 226 с.
- [22]. Куцуев К.А., Технология переработки эмульсионного нефтешлама // Автореферат, Уфа. – 2010.
- [23]. Золотухин В.А. Новая технология для переработки нефти и осадков нефтеперерабатывающих производств // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2004.
- [24]. Патент на изобретение №2149886 РФ. МКИ С10G 32/100. Способ обработки нефти, нефтепродуктов, углеводородов. Бюл. №7, – 2000.
- [25]. Бодыков Д.У., Абдикаримов М.С., Мансуров З.А. «Переработка нефтешлама с использованием электрогидравлического эффекта Юткина» // Горение и плазмохимия. – 2015, – Т.13, – №4, – С. 303-311.
- [26]. Патент на полезную модель №1729. Способ переработки нефтяных шламов / Бодыков Д.У., Абдикаримов М.С., Мирталипов Р.Т., Алиев Е.Т., Салахов Р.Х., Мансуров З.А. – Оpub. 30.09.2016; Бюл.№2.
- [27]. Bodykov D.U., Abdikarimov M., Mansurov Z.A., Nazhipkyzy M. Sludge processing using electrohydraulic effect // «Carbon», USA, 2016.
- [28]. Бодыков Д.У., Абдикаримов М.С., Сейтжанова

М.А., Елемесова Ж.К. Переработка нефтешлама с использованием электрогидравлического эффекта // Горение и плазмохимия. – 2017. – Т.15, – №2. – С.140-147.

- [29]. Bodykov D.U., Abdikarimov M.S., Seitzhanova M.A., Nazhipkyzy M., Mansurov Z.A., Kabdoldina A.O., Ualiyev Zh.R. Processing of oil sludge with the use of the electrohydraulic effect // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2017. – № 5.

Электрогидравликалық эффектін қолдану арқылы мұнайды қайта өңдеу

Д.У. Бодыков, Р.Х. Салахов

Жану проблемалары институты, Бөгенбай батыр көшесі, 172, Алматы қ., Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Бұл жұмыста электрогидравликалық эффект затына кешенді экстремальды әсер түрлерінің бірі бойынша жұмыстар келтірілген, ол қатты механикалық сығу, қуатты ультрадыбыс, қатты рентген, УК – және ИК-сәулелену электрогидравликалық әсер затына бірдей уақытта әсер етеді. Соңғы жылдары мұнай және мұнай шламын электрогидравликалық өңдеуге арналған бірқатар жұмыстар жүргізілуде. Бұл әдістің негізгі артықшылығы ашық немесе жабық ыдыстағы орналасқан сұйықтықтың ішкі көлемін жүзеге асыру кезінде, оның пайда болу аймағы айналасында арнайы құрылған импульсті электр разрядты жүргізу барысында ультра гидравликалық қысым пайда болады, пайдалы механикалық жұмыстарды жасауға қабілетті болуында. Электрогидравликалық эффект – электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру әдісі. Қарастырылып отырған жұмыста әртүрлі құрылымдағы ЭГӘ жеке тораптары мен қондырғылары жасалған және мұнайды өңдеу тереңдігін арттыру үшін ЭГӘ әдісін пайдаланудың принципті мүмкіндігі көрсетілген. Мұнайға 20 кВ дейінгі разрядты кернеуі бар ЭГ-әсер еткенде ашық түсті мұнай фракцияларының шығымдылығы 4-6% артады және мұнайды тасымалдаудың реологиялық параметрлері (тығыздығы, тұтқырлығы) өзгереді, бұл оны тасымалдау және одан әрі бөлу кезінде маңызды болуы мүмкін. Құрамында 5, 10, 15. көл.% мазуты бар мұнай қоспасына ЭГ әсер ету кезінде мұнайдың жеңіл фракциялар шығуының артуына әкеледі. Осы эффектін қолдана отырып, мұнай шламын қайта өңдеуге

және кәдеге жаратуға негіз ретінде 180 °С температурада 20%-ке дейін қайнаған жеңіл фракциялар алынды, ал 350 °С-қа дейін қайнаған фракциялар шамамен 50% құрады.

Түйінді сөздер: экстремальды әсер химиясы, электрогидравликалық эффект, разряд, өңдеу, импульс.

Oil refining using the electrohydraulic effect

D.U. Bodykov, R.Kh. Salakhov

Institute of Combustion Problems, 172, Bogenbay batyr str., Almaty, Kazakhstan

ANNOTATION

This review presents work on one of the types of complex extreme effects on the substance electrohydraulic effect, which combines the simultaneous effect on the substance of strong mechanical compression, powerful ultrasound, hard x-ray, UV and IR radiation. In recent years, a number of works have been devoted to the electro-hydraulic processing of oil and oil sludge. The essence of this method lies in the fact that when carrying out inside a volume of liquid, located in an open or closed vessel, of a specially formed pulsed electrical discharge around the zone of its formation, ultrahigh hydraulic pressures are able to perform useful mechanical work. The electrohydraulic effect is a way of converting electrical energy into mechanical energy. In the considered works, separate units and EHE units of various designs were developed and the fundamental possibility of using the EHE method to increase the depth of oil refining was shown. It was found that when EH-effects with a discharge voltage of up to 20 kV on oil, the yield of light fractions of oil increases by 4-6% and the rheological parameters (density, viscosity) of oil change, which may be important during its transportation and further fractionation. The influence of electrohydraulic effects on oil mixtures with 5, 10, 15 vol.% of the fuel oil results in the yield of light oil fractions. Using this effect, the basis for processing and disposal of oil sludge was obtained light fractions that boil away at 180 °C up to 20%, and fractions that boil away up to 350 °C were about 50%.

Keywords: extreme reaction chemistry, electrohydraulic effect, discharge, processing, momentum.