

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ**М. М. Орфанова**

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

ул. Карпатська, 15, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. E-mail: m.orfanova@gmail.com

Все более актуальным становится необходимость совершенствования технологических процессов переработки топливно-сырьевых ресурсов, поиск новых технологий и использование отходов нефтехимического и нефтегазоперерабатывающего производства как техногенных ресурсов. Проанализированы основные направления использования эффектов механической активации веществ на изменение состава и свойств углеводородных веществ. Рассмотрены возможности использования метода механоактивации вещества, как эффективного направления ускорения механохимических процессов, протекающих в углеводородном веществе вследствие интенсивных механических нагрузок. Обобщены результаты исследований по влиянию механоактивации на изменение состава и физико-химических свойств природного газа, горючих сланцев, нефтенасыщенных песков, мазута, гудрона, угля, торфа, каустобиолитов, нефти. Механоактивация углеводородных веществ проводилась на центробежно-планетарной мельнице. Исследовались направления механохимической преобразований и содержания фракций в нефти, мазуте, кубовом остатке, газовом бензине. Установлено, что деструкция одних углеводородных фракций сопровождается процессом синтеза других. В процессе механоактивации углеводородов происходит деструкция высокомолекулярных соединений, в результате чего увеличивается выход легких фракций, а процесс преобразования имеет цепной характер. Показано, что режимы обработки, время и механические нагрузки, влияют на процессы деструкции углеводородов, а ее результаты зависят от вида вещества. Исследования однозначно свидетельствуют, что, регулируя режимы обработки углеводородных веществ, можно получить разный объем выхода легких фракций. Процесс деструкции углеводородов под влиянием механоактивации является регулируемым. Результаты исследований свидетельствуют о перспективности использования эффектов механической активации в технологиях переработки углеводородных веществ. Показана возможность увеличения глубины переработки нефти. Метод механоактивации является перспективным для утилизации отходов нефтегазового комплекса, которые можно рассматривать как вторичное техногенное сырье.

Ключевые слова: механоактивация, кубовый остаток, газовый бензин, мазут, нефтешлам, нефть.

ВПЛИВ МЕХАНОАКТИВАЦІЇ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДНІВ**М. М. Орфанова**

Ивано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, м. Ивано-Франківськ, 76018, Україна. E-mail: m.orfanova@gmail.com

Все більш актуальним стає необхідність удосконалення технологічних процесів переробки паливно-сировинних ресурсів, пошук нових технологій та залучення відходів нафтохімічного і нафтогазопереробного виробництва як техногенних ресурсів. Проаналізовано основні напрямки використання ефектів механічної активції речовин на змінення складу і властивостей вуглеводневих речовин. Розглянуто можливості використання методу механоактивції речовини, як ефективного напряму прискорення механохімічних процесів, що відбуваються у вуглеводних речовинах внаслідок інтенсивних механічних навантажень. Узагальнено результати досліджень з впливу механоактивції на змінення складу і фізико-хімічних властивостей природного газу, горючих сланців та нафтонасичених пісків, мазуту, гудрону, вугілля, торфу, каустобіолітів, нафти. Лабораторні дослідження з механоактивції вуглеводневих речовин проводились на відцентрово-планетарному млині. Досліджувались напрямки механохімічних перетворень, змінення вмісту фракцій у нафті, мазуті, кубовому залишку, газовому бензині. Встановлено, що деструкція одних вуглеводневих фракцій супроводжуються процесом синтезу інших. У процесі механоактивції вуглеводнів відбувається деструкція високомолекулярних з'єднань, внаслідок чого збільшується вихід легких фракцій, а процес перетворення має ланцюговий характер. Показано, що режими обробки, час та механічні навантаження, впливають на процеси деструкції вуглеводнів, а її результати залежать від виду речовини. Дослідження однозначно свідчать, що, регулюючи режими обробки вуглеводнів, можна отримати різний об'єм виходу легких фракцій. Процес деструкції вуглеводнів під впливом механоактивції є регульованим. Результати досліджень свідчать про перспективність використання ефектів механічної активції в технологіях переробки вуглеводних речовин. Показана можливість збільшення глибини переробки нафти. Метод механоактивції є перспективним для утилізації відходів нафтогазового комплексу, які можна розглядати як вторинну техногенну сировину.

Ключові слова: механоактивация, кубовий залишок, газовий бензин, мазут, нафтошлам, нафта.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В последнее время в мире сохраняется тенденция увеличения использования основных топливно-энергетических ресурсов. Если темпы потребления угля в некоторой мере уменьшаются, то темпы потребления нефти и газа

неизменно постепенно увеличиваются. И такая тенденция за прогнозами Центра Разумкова будет сохраняться до 2035 року. Увеличение уровня потребления топливно-энергетических ресурсов приводит не только до возникновения дефицита топлива, а

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

также до увеличения уровня загрязнения окружающей среды.

В экономическом развитии Украины главное место принадлежит топливно-энергетическому комплексу. Основным сырьем для отраслевых предприятий есть углеводородное сырье, продукты переработки которого используют во многих отраслях промышленности для производства товаров широкого потребления.

Поэтому, важным вопросом на сегодняшний день есть усовершенствование существующих процессов рациональной и комплексной переработки минерального сырья, расширение сырьевой базы топливно-энергетических ресурсов, поиск альтернативных видов топлива, использование отходов, как техногенных топливно-энергетических ресурсов. Также не менее важным является вопрос повышение уровня требований к охране окружающей среды на всех объектах нефтехимического и нефтегазового производства. В связи с чем, актуальным возникает вопрос поиска нетрадиционных методов переработки углеводородного сырья, углубление процесса их переработки на основе изменения физико-химических свойств углеводородов, что также будет способствовать уменьшению объемов образования отходов.

Одним из перспективных направлений является использование метода механоактивации веществ. Технологии, которые основываются на эффектах механоактивации, являются довольно несложными в технической реализации, а также экономически эффективными, что в свою очередь позволяет снизить себестоимость продукции. На данный момент накоплен достаточный опыт возможностей использования эффектов механоактивации в технологиях переработки минерального сырья и отходов [1]. Но, в то же время, данный метод практически не используется в технологических процессах производства.

Целью статьи является исследование процессов механохимических преобразований, которые возникают в углеводородах в результате механоактивации.

МАТЕРИАЛЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Механическая активация веществ – это относительно новое направление ускорения физико-химических процессов, которые протекают в веществе в результате интенсивных механических нагрузок. За своим характером выделяют разнообразные виды механических нагрузок та воздействия на вещество.

Именно интенсивные механические нагрузки инициируют протекание в веществе механохимических процессов различного характера. Аввакумов С. Г. в результате исследований выделяет следующие процессы: механодеструкцию, механоструктурирование, механосинтез, механоактивацию и механохимическое пространственно-структурирование полимерных систем. Таким образом, механоактивация веществ – это один из типов механохимических процессов, которые отличаются, в первую очередь, от механодеструкции и механо-

синтеза тем, что механические силы воздействуют на энергию активации вещества в соответствии с затратами механической энергии. В зависимости от стадии протекания процесса механоактивации различают два ее вида:

– параллельную, которая протекает непосредственно в процессе воздействия механических сил на вещество активации;

– пост-активационную, когда эффект механической обработки проявляется при последующем взаимодействии активированного вещества с другим веществом.

На данный момент процессы, которые происходят в веществе в условиях интенсивной механической нагрузки, все еще мало изучены. Остаются актуальными вопросы о природе и механизме механохимических преобразований. Это связано с тем, что результаты этих преобразований, последствия механохимических реакций зависят не только от условий, видов и типов механических нагрузок, но и от агрегатного состояния и химического состава вещества.

Большинство исследований механоактивации веществ проводятся в направлении изучения процессов химических преобразований в неорганических веществах, закономерности изменения реакционной способности вещества, развития процессов дефектообразования в их структуре, скорости твердофазных переходов.

Первые теоретические положения механохимии высокомолекулярных соединений были изложены в научных работах Барамбойма М.К. Исследование процессов, которые протекают в высокомолекулярных соединениях в условиях интенсивных механических нагрузок, проводились в следующих направлениях:

- изучение механизмов образования свободных радикалов, ион-радикалов, свободных ионов, активных молекул и активных центров,
- изучение кинетики процесса механодеструкции у высокомолекулярных соединений,
- исследование воздействия процесса механохимической деструкции на свойства макромолекулярных соединений,
- исследование физического воздействия различного вида на свойства полимеров.

В целом, на данный час, для высокомолекулярных соединений установлены представления о механохимических явлениях, исследована их специфика, исследованы явления механодеструкции органических соединений. Установлено, что на изменение структуры полимеры имеет влияние не только температурный фактор, а также давление и сдвиг [2].

Однако, малоизученными остаются химические преобразования, что происходят в углеводородах в результате интенсивных механических нагрузок. Основные исследования воздействия механоактивации на состав углеводородов и их свойства можно объединить по таким направлениям.

Механоактивация газовых смесей. При механохимической преобразованиях гидратов природного

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

газа происходит увеличение углеводородной цепи [3]. Исследования показали, что в условиях механоактивации гидратов природного газа без присутствия минеральных добавок образуется газ, основным компонентом которого является водород. Использование минеральных добавок при активации непосредственно влияет на компонентный состав газа.

Основные исследования проводились в Институте химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск, РФ) Ломовским О.И., Мамыловым С.Г. и в Институте химии нефти Сибирского отделения РАН (г. Томск, РФ) Головко А.К., Гамолиным О.Е., Камьяновым В.Ф. Учеными было установлено, что при механоактивации газообразной пропан-бутановой смеси состав ее существенно меняется в зависимости от времени активации и присутствия минеральной добавки. Механоактивация смеси в присутствии кварца приводит к образованию метана, водорода и небольшого количества углерода. Если механоактивация проводится без присутствия кварца или другой минеральной добавки (силикагеля, окиси алюминия), то изменения в химическом составе менее выражены. Доказано, что степень превращения газообразных углеводородов в ряде нестабильных компонентов C_2-C_5 возрастает при переходе к более легким углеводородам, уменьшается средняя молекулярная масса и удельный вес газа, увеличивается его калорийность.

В исследованиях Орфановой М.Н. Мицкана В.М. показано, что в условиях механоактивации происходит процесс деструкции фракции CH_4 образованием свободного H_2 и увеличением содержания тяжелых фракций углеводородов в 3 раза.

Механоактивация горючих сланцев и нефтенасыщенных песков. Вследствие механоактивации происходит образование газообразных компонентов, что связано с разрушением кристаллической структуры минеральной составляющей сланцев и высвобождением органической составляющей [4]. Если активация происходит в присутствии воды, то процессы деструкции сланцев происходят более интенсивно.

Исследования с нефтенасыщенными песчаниками показали, что при механической обработке в присутствии аргона выход органических соединений уменьшается, а в присутствии водорода - не происходит существенных изменений в составе органических веществ. Однако механическая обработка нефтенасыщенных песчаников с последующим акваферментацией в сверхкритических условиях способствовала увеличению количества метана [5].

Механоактивация угля, угля и нефти, угля и мазута. Комплекс исследований показал, что механоактивация угля: меняет его физико-химические свойства и, соответственно, влияет на его реакционную способность в технологических процессах углепереработки, снижая их температурный режим [6]; увеличивает экстракцию гуминовых кислот [7]; увеличивает глубину переработки угля [8].

Учеными Института химии твердого тела и ме-

ханохимии (г. Новосибирск, РФ) и Института химии нефти (г. Томск, РФ) Сибирского отделения РАН Ломовским О.И., Игошиным В.А., Головко А.К. и Днепровским К.С. проводились исследования по одновременной переработки угля и нефти с целью получения мазутно-угольного топлива. Это позволило увеличить выход бензиновых и дизельных фракций и получить связывающий компонент для брикетирования угля. А одновременная активация угля и мазута позволило получить продукт, который может использоваться в подготовке материалов для дорожного строительства. В результате проведенных учеными исследований было доказано, что технологический процесс переработки угля и мазута, угля и нефти является регулируемым.

Механоактивация угольных асфальтенов в результате процессов деструкции приводит к одновременному образованию низкомолекулярных соединений и преасфальтенов. На эффективность механоактивации влияет структура соединений, входящих в состав угольных асфальтенов [9].

Механоактивация торфа. Исследования показали, что в результате механоактивации торфа увеличивается выход гуминовых кислот, уменьшается время перевода твердых компонентов в растворимое состояние, увеличивается их количество, уменьшается количество использования химических реагентов [10].

Механоактивация мазута и гудрона. Ломовским О.И. и Болдыревым В.В. установлено, что степень разрушения структуры мазута и гудрона растет с увеличением механической нагрузки. А в соответствующих условиях активации из гудрона можно получить битумы с пониженной температурой хрупкости. О возникновении процессов деструкции в мазуте и гудроне вследствие механоактивации свидетельствуют также процессы газовой выделения.

Механоактивация каустобиолитов. Из твердых каустобиолитов в условиях тонкого измельчения и активации микрочастиц возможно получение жидкого топлива [11]. При механоактивации каустобиолитов происходит также образование водорода с последующей гидрогенизацией углеводородного сырья. Установлено, что деструкция высокомолекулярных нефтяных компонентов зависит от физико-химических свойств твердой фазы и газовой среды, в которой происходит активация. А присутствие минеральной добавки (кварца) способствует образованию насыщенных углеводородов.

Механоактивация нефти. В результате исследований с парафинистой нефтью установлено, что увеличение механических нагрузок и времени активации приводит к увеличению содержания твердых парафинов [12], а процессы деструкции и конденсации углеводородов происходят одновременно в одинаковой степени [13]. Анализ исследований показал, что при механоактивации высокопарафинистой нефти в присутствии различных катализаторов происходят механохимические процессы, следствием которых является деструкция компонентов и образование низкомолекулярных соеди-

нений.

Таким образом, многочисленные исследования в направлении влияния механоактивации на углеводородные вещества показывают широкий отраслевой спектр этих исследований. И анализируя их результаты, можно сделать выводы, что на процессы механохимических превращений углеводородов влияют следующие факторы:

- химический состав углеводородного вещества, подлежащего механоактивационной обработке;
- газовая среда, в которой проводится механоактивационная обработка;
- присутствие минеральных добавок;
- время обработки.

С целью установления характера влияния механоактивации на физико-химические свойства углеводородов на кафедре экологии Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа проводились исследования с нефтью, мазутом, кубовым остатком, газовым бензином и нефтешламами.

Экспериментальные исследования в лабораторных условиях проводились на центробежно-планетарной мельнице АИР-0,015. В качестве активирующих тел использовались стальные шарики. Исследования проводились при комнатной температуре, различных нагрузках на углеводородное вещество и разным времени активационной обработки.

Исследования с нефтью. Анализ результатов лабораторных исследований показал, после механоактивационной обработки наблюдается следующие изменения:

- при открытии барабана с нефтью после активации наблюдалось выделение газа, что свидетельствует об образовании газовой фракции;
- увеличение количества легких фракций;
- уменьшение динамической вязкости нефти в 2-3 раза в зависимости от типа нефти;
- с увеличением времени активации нефти наблюдается постепенный рост вязкости нефти;
- установлено, что при меньших нагрузках время обработки увеличивается, а при больших - уменьшается.

Уменьшение вязкости нефти непосредственно связано с протеканием в ней механохимических процессов, как следствие активации. Результаты фракционной разгонки показали, что увеличение выхода фракций с температурой кипения до 205⁰С происходит за счет деструкции фракций с температурой кипения 280⁰С и выше (рис. 1).

Таким образом, механоактивационная обработка высоковязкой нефти приводит к процессам деструкции высокомолекулярных соединений с одновременным образованием фракций легких углеводородов и приводит также к снижению вязкости нефти [14].

Исследования с кубовым остатком фракционирования газа. Результаты фракционной разгонки показали, что увеличение выхода легких фракций происходит за счет деструкции фракций с температурой кипения более 340⁰С (рис. 3).

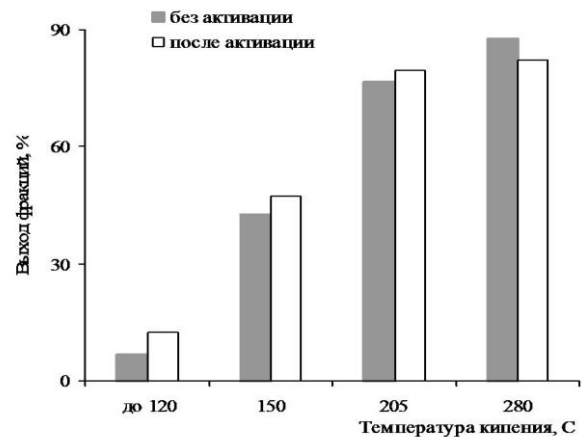


Рисунок 1 – Результаты фракционной разгонки нефти

Анализ результатов лабораторных исследований показал, что за счет регулирования механических нагрузок и времени обработки кубового остатка, можно дополнительно получить более 10% дизельного топлива.

Исследования с мазутом. Анализ результатов лабораторных исследований показал, что после механоактивации мазута происходит уменьшение тяжелых фракций углеводородов и образование легких углеводородных фракций, что свидетельствует о протекании процессов деструкции; при увеличении времени обработки происходит обратный процесс - уменьшение образования легких фракций. Регулируя время обработки мазута, можно добиться увеличения выхода фракций с температурой кипения до 280⁰С в 5-7 раз (рис. 2).

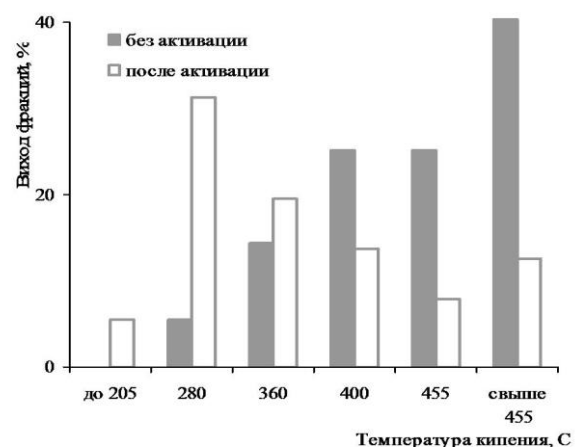


Рисунок 2 – Результаты фракционной разгонки мазута

Таким образом, процесс деструкции одних углеводородных фракций сопровождается процессом синтеза других фракций углеводородов [14].

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

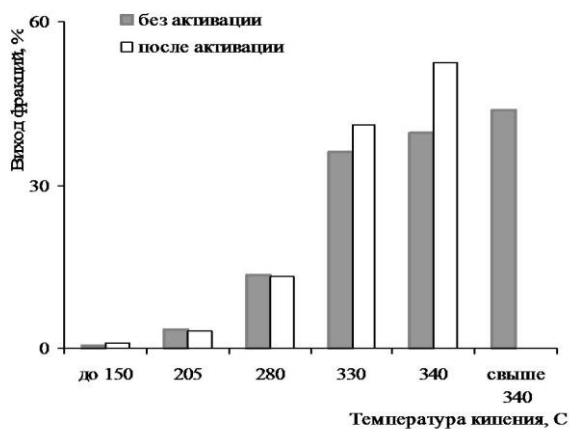


Рисунок 3 – Результаты фракционной разгонки кубового остатка

Исследования с газовым бензином. Анализ результатов лабораторных исследований показал, что в результате механоактивации при различных нагрузках однозначно происходит снижение температуры кипения, наблюдается перераспределение между фракциями газового бензина в основном за счет уменьшения содержания фракций выше C_7H_{16} и частично за счет фракций C_2H_6 - C_4H_{10} , что обуславливает увеличение содержания фракций C_5H_{12} – C_7H_{16} (рис. 4).

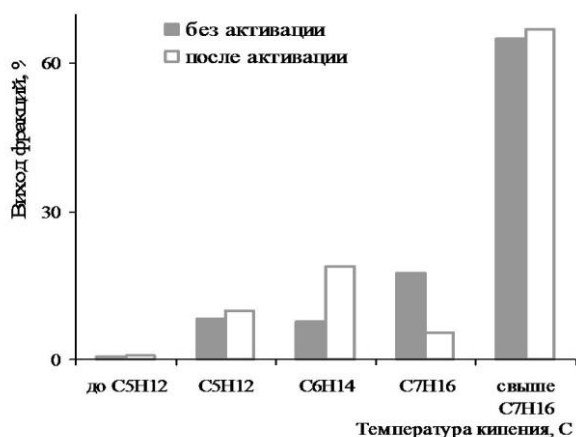


Рисунок 4 – Результаты фракционной разгонки

Таким образом, в результате процессов деструкции происходит выделение свободного водорода на одних уровнях и его перераспределение на другие уровни, что способствует стабилизации газового бензина.

Наблюдается, что при увеличении нагрузки при механоактивационной обработке происходит уменьшение содержания фракций C_6H_{14} - C_7H_{16} и увеличение содержания фракций выше C_8 . Такое перераспределение между углеводородными фракциями может свидетельствовать, что одновременно с процессами деструкции происходит синтез отдельных фракций газового бензина. Такое перераспределение фракций позволяет стабилизировать газовый бензин.

Исследования с нефтешламами. Механоактивации подвергались нефтешламы (донные осадки,

обогащенные нефтешламами), которые представляют собой трехфазную систему. Анализ результатов лабораторных исследований показал, что после 10-дневной выдержки проб в открытом тигле под действием атмосферных агентов следующее: набухание отсутствует, гомогенность не нарушилась, изменения цвета незначительны, при прожигании до $170^{\circ}C$ потери составляли в среднем не более 0,9% (частично за счет испарения сорбционной воды). Таким образом, можно утверждать, что в активированном нефтешламе релаксационные процессы не происходят. И это позволяет рассматривать его как минеральный компонент для асфальтобетонных смесей [14, 15].

Анализируя результаты исследований, процесс протекания механохимических преобразований в углеводных веществах можно представить в виде схемы (рис. 5). При проведении исследований было установлено, что процесс механоактивационной обработки нефтяного сырья является регулируемый, одновременно с процессами деструкции углеводородов происходит их синтез. Регулируя нагрузку и время активационной обработки углеводородов можно получить увеличение выхода определенных фракций углеводородов при минимальных энергозатратах. Деструкция нефтяных углеводородов инициируется именно процессами интенсивного механической нагрузки, что может быть достигнуто только в условиях механоактивации. В целом химические превращения в углеводородах имеют цепной характер.



Рисунок 5 – Схема механохимических преобразований в углеводородных веществах

Таким образом, общее представление о характере процесса механоактивации и механохимическая реакция углеводородной смеси можно изобразить в виде совокупности таких элементарных реакций.

ВЫВОДЫ.

Технологии на основе использования эффектов механоактивации веществ являются экологически чистыми. Разработка технологий позволит увеличить глубину переработки углеводородного сырья и использовать нетрадиционные виды топливных техногенных ресурсов. Перспективы механоактива-

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

ции связанные с возможностью регулирования физико-химических свойств веществ.

В настоящее время разработаны технические аппараты механоактивации, основанные на различных принципах воздействия на вещество, значительно расширяет возможности использования данного метода в промышленных масштабах. К тому же большинство из них являются малогабаритными и при этом высокоэффективными.

Исследования проводились на кафедре экологии Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Механические методы активации в переработке природного и техногенного сырья. Новосибирск : «Гео», 2009. 155 с.

2. Шутилин Ю.Ф., Щербакова М.С., Жучков А.В., Корыстин С.И. Механохимические превращения полимеров при многократном изменении температуры, давления и сдвига. *Вестник ВГУИТ*. 2012. № 1. С.122-125.

3. Kalacheva L.P., Fyodorova A.F., Shitz E.Yu. Directions of mechanochemical transformation of Natural gas hydrates. *Fundamental bases of mechanochemical technologies. FBMT-2009* : Program and abstracts III International conference, May 27-30, 2009, Novosibirsk (Russia) : Inst. of solid state chemistry and mechanochemistry SB RAS, 2009. P. 95.

4. Савельев В.В., Головкин А.К. Механодеструкция органического вещества горючих сланцев в среде воды и этанола. *Известия Томского политехнического университета*. 2012. Т. 321. № 3. С.153-156.

5. Savel'ev V. V., Pevneva G. S., Surkov V. G., Golovko A. K. Effects of mechanical treatment and water under supercritical conditions on oil-saturated sandstone. *Solid Fuel Chemistry*. 2011. № 2, P. 72–77. <https://doi.org/10.3103/S036152191102011X>.

6. Патраков Ю.Ф., Федорова Н.И., Гладкова О.С. Механохимические методы в углепереработке. *Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск*. 2008. № 12. С.95-100.

7. Уразова Т.С., Бычков А.П., Ломовский О.И.

Гуминовые кислоты бурого угля и их механохимическая модификация. *Журнал прикладной химии*. 2014. Т. 87. Вып. 5. С. 664-668.

8. Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т., Джелдыбаева И.М., Садыкова А.А. Экстракция угля с получением химических продуктов. *Международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию кафедры химико-технологических процессов филиала Уфимского государственного нефтяного университета в г. Салавате и году экологии / Материалы конференции*. Уфа : Изд-во УГРТУ, 2017. С. 28-30.

9. Пройдаков А.Г., Калабин Г.А., Пройдакова О.А. Деструкция природного органического сырья: монография : LAP Lambert Academic Publishing, 2016. 280 с.

10. Куликова М.П., Куулар Л.Л. Исследование химического состава торфа. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 4-1. С. 90-94.

11. Савельев В.В., Головкин А.К. Механодеструкция асфальтенов в среде различных газов и в присутствии твердых добавок. *Известия Томского политехнического университета*. 2010. Т. 316. № 3. С.68-71.

12. Сурков В.Г., Головкин А.К., Можайская М.В. Влияние условий механического воздействия на изменение состава парафинов нефти. *Известия Томского политехнического университета*. 2012. Т. 321. № 3. С. 148-152.

13. Дудкин Д.В., Кульков М.Г., Шестакова Е.Н., Якубенко А.А., Новиков А.А. Превращение углеводородов нефти при механохимическом воздействии. *Химия и технология топлив и масел*. 2012, № 2(570). С. 39-42.

14. Орфанова М.М., Семчук Я.М. Перспективи використання методів механоактивации для вирішення проблеми утилізації відходів. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*, 2013. №5 (82). С. 160-166.

15. Орфанова М.М. Використання нафтошламів у дорожнобудівельних матеріалах. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2014. № 4. С. 36-41.

INFLUENCE OF MECHANICAL ACTION ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF HYDROCARBONS

M. Orfanova

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

vul. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. E-mail: m.orfanova@gmail.com

Purpose. The need of improvement of technological processes of raw fuel resources processing, search of new technologies and involvement of petrochemical and petroleum production wastes as anthropogenic resources is becoming more and more urgent. We have analyzed the main directions of mechanical activation influence used for changing the composition and properties of hydrocarbons and considered the possibilities of use of the mechanical activation method as an efficient way of acceleration of mechanical and chemical processes that occur in hydrocarbons as a result of intensive mechanical loads. There were generalized the research results concerning the influence of mechanical activation on change of composition of oil shale, oil saturated sand, residual fuel oil, flux, coal, peat. **Methodology.** The laboratory research on mechanical activation of hydrocarbons was done using centrifugal planetary mixer. **Results.** We have investigated the areas of mechanical and chemical transformations, change of fraction content in residual oil, fuel oil, bottom products, oil sludge, natural gasoline. **Originality.** It has been established that destruction of one hydrocarbon fractions

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

is accompanied by the process of synthesis of others. The process of mechanical and chemical transformations has a chain nature. The processing regimes, time and mechanical loads have been demonstrated as such that influence the processes of hydrocarbons destruction, and results depend on the type of substance. The studies definitely prove that it is possible to receive different volume of light cut yield by regulating the regimes of hydrocarbons processing. The process of hydrocarbons destruction under the influence of mechanical activation is regulated. **Practical value.** Research results affirm the prospectivity of the mechanical activation effects application in hydrocarbons processing technologies. We have shown the possibility of increase of oil processing depth. The method of mechanical activation is perspective for recycling petroleum complex wastes which can be considered as secondary anthropogenic raw material.

References 15, figures 5.

Key words: mechanical activation, bottoms products, fuel oil, oil sludge, oil.

REFERENCES

1. Avvakumov, E.G., Gusev, A.A. (2009), *Mechanicheskie metody aktivatsii v pererabotke prirodnogo i tehnogennogo syr'ya* [Mechanical activation methods in the processing of natural and man-made materials], Geo, Novosibirsk. 155 p.
2. Shutilin, Yu.F., Scherbakova, M.S., Zhuchkov, A.V., Koryistin, S.I. "Mehanohimicheskie pre-vrascheniya polimerov pri mnogokratnom izmeneniyah temperatury, davleniya i sdviga" [Mechanochemical transformations of polymers with multiple changes in temperature, pressure and shear] . *Vestnik VGUIT*. 2012. № 1. pp.122-125.
3. Kalacheva, L.P., Fyodorova, A.F., Shitz, E.Yu. Directions of mechanochemical transformation of Natural gas hydrates. *Fundamental bases of mechanochemical technologies. FBMT-2009* : Program and abstracts III International conference, May 27-30, 2009, Novosibirsk (Russia) : Inst. of solid state chemistry and mechanochemistry SB RAS, 2009. P. 95.
4. Savelev, V.V., Golovko, A.K. "Mehanodestruktsiya organicheskogo veshchestva goryuchih slantsev v srede vody i etanola" [Mechanical destruction of the oil shale organic matter in water and ethanol]. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta*. 2012. T. 321. № 3. pp.153-156.
5. Savel'ev, V.V., Pevneva, G.S., Surkov, V. G., Golovko A. K. Effects of mechanical treatment and water under supercritical conditions on oil-saturated sandstone. *Solid Fuel Chemistry*. 2011. № 2, pp. 72–77. <https://doi.org/10.3103/S036152191102011X>.
6. 7. Patrakov, Yu.F., Fedorova, N.I., Gladkova, O.S. Mehanohimicheskie metody v uglepererabotke [Mechanochemical methods in coal processing]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten. Otdelnyy vyipusk*. 2008. № 12. P.95-100.
7. Urazova, T.S., Byichkov, A.P., Lomovskiy, O.I. Guminovyye kisloty burogo uglya i ih mehanohimicheskaya modifikatsiya [Humic acids of brown coal and their mechanochemical modification]. *Zhurnal prikladnoy himii*. 2014. T 87. Vyip. 5. P. 664-668.
8. Kairbekov, Zh.K., Eshova, Zh.T., Dzheldyibaeva, I.M., Sadyikova, A.A. "Ekstraktsiya uglya s polucheniem himicheskikh produktov". *Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, posvyaschennoy 40-letiyu kafedry himiko-technologicheskikh protsessov filiala Ufimskogo gosudarstvennogo neftyanogo universiteta v g. Salavate i godu ekologii. Materialy konferentsii* [Extraction of coal to produce chemical products. International Scientific and Technical Conference dedicated to the 40th anniversary of the Department of Chemical-Technological Processes of the branch of Ufa State Oil University in Salavat and the year of ecology / Conference materials], Ufa : Izd-vo UGRTU, 2017. pp. 28-30.
9. Proydakov, A.G., Kalabin, G.A., Proydakova, O.A. *Destruktsiya prirodnogo organicheskogo syr'ya* [Destruction of natural organic raw materials], LAP Lambert Academic Publishing, 2016. 280 p.
10. Kulikova M.P., Kuular L.L. "Issledovanie himicheskogo sostava torfa" [The study of the peat chemical composition] *Fundamentalnyye issledovaniya*. 2013. № 4-1. pp. 90-94.
11. Savelev, V.V., Golovko, A.K. "Mehanodestruktsiya asfaltenov v srede razlichnykh gazov i v prisutstvii tverdykh dobavok" [Mechano-destruction of asphaltenes in the environment of various gases and in the presence of solid additives]. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta*. 2010. T. 316. № 3. pp. 68-71.
12. Surkov, V.G., Golovko, A.K., Mozhayskaya, M.V. "Vliyanie usloviy mehanicheskogo vozdeystviya na izmenenie sostava parafinov nefti" [Effect of mechanical impact on the change in the composition of oil paraffins]. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta*. 2012. T. 321. № 3. pp. 148-152.
13. Dudkin, D.V., Kulkov, M.G., Shestakova, E.N., Yakubenok, A.A., Novikov, A.A. "Prevrashchenie uglevodorodov nefti pri mehanohimicheskom vozdeystvii" [The transformation of petroleum hydrocarbons with mechanochemical impacts]. *Himiya i tehnologiya topliv i masel*. 2012. № 2(570). pp. 39-42.
14. Orfanova, M.M., Semchuk, Ya.M. "Perspektyvy vykorystannya metodiv mexanoaktyvacyi dlya vyreshennya problemy utylizatsiyi vidxodiv" [Prospects for the mechanical activation method to solve the problem of waste disposal]. *Visnyk KrNU im. M. Ostrogradskogo*, 2013. №5 (82). pp. 160-166.
15. Orfanova, M.M. "Vykorystannya naftoshlamiv u dorozhnoбудивel'nykh materialakh" [The use of sludge in road building materials]. *Energotehnologii i resursosberezhenie*. 2014. № 4. pp. 36-41.