

НЕФТЯНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ: «МЯГКОСТЬ», НАНОСТРУКТУРА, ИЕРАРХИЯ, ФАЗОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Multum in Parvo (лат.) – «Многое в малом»

В этой статье изложен итог размышлений Рустэма Загидуллоевича Сюняева, достойного сына своего отца, о дальнейшем направлении развития теории и практики нефтяных дисперсных систем (НДС). Максимально полно сохранен его неповторимый авторский стиль. Как соавтор и сестра, могу сказать, что эта статья своего рода манифест, в котором изложены основные направления будущего развития теории и практики НДС.

Ключевые слова: нефтяные дисперсные системы, «мягкие материалы», нефтяная промышленность.

Современные нефтяные технологии требуют максимально полной и точной информации о нефтяных дисперсных системах (НДС). Описание строения и структуры НДС необходимо проводить с точки зрения современных физических концепций как о наноструктурах, эволюционирующих в открытых системах.

Нобелевский лауреат Ж.-П. де Жен дал многофазным гетерогенным средам, частично упорядоченным средам, сложным или комплексным материалам (метаматериалам, созданных человеком) название «мягкие материалы». Существует значительная корреляция между свойствами «мягких» материалов на микро-, мезо- и макроуровнях их организации. Разнообразие структурных элементов и наличие спектра величин межмолекулярных взаимодействий обуславливают морфологическое разнообразие надмолекулярных структур на всех масштабах. Эти процессы получили название самосборки и самоорганизации и они являются ключевыми моментами, определяющими основы нанохимии – физической химии межмолекулярных взаимодействий, созданной Ж.-М. Леном.

Открытость систем подразумевает возможность формирования пространственно-временных структур. Это синергетический подход, разработанный блестящим физико-химиком, нобелевским лауреатом И. Пригожиным. Состояние «мягких» объектов определяется стремлением систем к упорядочению под действием сил межмолекулярных взаимодействий (притяжения) и разупорядочивающего фактора – стремлением любой системы к дезинтеграции, хаосу, распаду. Вот эта конкуренция порядка и хаоса и определяет состояние «мягких» объектов.

Вне всякого сомнения, нефтяные системы относятся к объектам «мягкого состояния». Межмолекулярные силы приводят к значительному разнообразию надмолекулярных структур (сложных структурных единиц ССЕ) в НДС. В технологическом процессе происходят фазовые превращения, что приводит к нелинейному экстремальному изменению физико-химических и технологических параметров. Внешние воздействия становятся управляющими параметрами, что позволяет регулировать выход и качество нефтепродуктов. Основы направления были изложены Сюняевым З.И с соавторами в монографии в «Нефтяные дисперсные системы», изданной в 1991 г. В 2007 году вышла книга «Физико-химические свойства нефтяных дисперсных систем и нефтегазовые технологии», в которой представлены результаты работ исследователей из 13 стран.

Вопросы строения НДС ежегодно обсуждаются на кон-

ференции «Фазовое поведение нефти и отложения» (“Petroleum Phase Behavior and Fouling”), впервые проведенной в 1999 году в США. В России накоплен огромный объем информации по основным регулярным темам конференции: высокомолекулярные компоненты нефти – асфальтены, смолы, парафины, водонефтяные эмульсии, тяжелые нефти и битумы, механизмы формирования отложений, сохранение стабильности потоков (Flow Assurance).

За рубежом это научное направление получило название **петролеомика** по аналогии с геномикой. Строение нефтяных компонентов и потенциалы их взаимодействия определяют реакционную активность нефтяной системы. Фраза нобелевского лауреата Ф. Крика, открывшего ДНК, – «хотите знать функцию, изучайте строение» абсолютно уместна для построения концепции многообразного мира нефтяных нано- и микрообъектов. В итоге таких фазовых превращений изменяются свойства на макроуровне. Причиной невысокой эффективности ряда нефтяных технологий является игнорирование многокомпонентности и гетерогенности самих НДС, различий в структуре, строении, свойствах молекул компонентов.

Фазовое состояние и дисперсная структура нефтяных систем являются определяющими факторами в процессах нефтяной технологии на всех этапах, включая добычу, транспортировку и переработку нефти и использование конечных продуктов. При целенаправленном изменении внешних воздействий появляется возможность регулирования степени дисперсности, параметров фазовых переходов и макроэкономических, технологически важных характеристик.

В соответствии с обобщенными принципами химической кибернетики, распространяющимися и на процессы нефтяной индустрии, технологический процесс рассматривается как передача и закрепление в материале информации, которая и определяет комплекс его свойств.носителем информации является структура исходного материала. В замкнутом технологическом цикле: $I \cdot E = \text{const}$, где I – уровень информации, заложенный в исходном сырье, а E – энергетические затраты на технологической стадии. Чем больше информации заложено в исходном сырье, тем меньше необходимо затратить энергии для достижения необходимого уровня конечных свойств. В данном случае информация – это наши знания об эволюции НДС в процессе воздействия внешних факторов. Многие способы химического модифицирования свойств НДС, имеющие сегодня практическое применение, отойдут в прошлое в связи с тем, что мало изучено воздействие физико-хими-

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ

В статье предложены основные направления геоинформационной стратегии планирования методов воздействия на пласт при освоении месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, включающие дифференциацию запасов нефти на активные и трудноизвлекаемые и рекомендации по применению и анализу методов воздействия на продуктивный пласт.

Ключевые слова: месторождение, трудноизвлекаемые запасы, методы повышения нефтеотдачи.

Значительная степень выработки высокопродуктивных месторождений, находящихся в длительной эксплуатации, открытие месторождений с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ) нефти, связанных с низкопроницаемыми и малотолщинными коллекторами, нефтями высокой вязкости, залежами с обширными подгазовыми и водоплавающими зонами, приводит к ухудшению качественного состояния сырьевой базы нефтедобывающей промышленности. В создавшейся ситуации поддержание и увеличение уровней добычи нефти возможно за счет оптимизации и совершенствования систем разработки, выбора метода увеличения нефтеотдачи (МУН). Для решения задач по эффективной выработке трудноизвлекаемых запасов требуется разработка геоинформационной стратегии, которая базируется на интегрированной методологии (Лукьянов и др., 2008; Шпильман, Деревягин, 2007) освоения ТРИЗ нефти, включающей:

– методологическую основу технологии – применение принципов системного геотехнологического анализа и прогнозирования;

– информационную базу – банк технологий повышения нефтеотдачи, интенсификации добычи и снижения обводненности продукции, программные комплексы дизайна технологических параметров процессов нефтеизвлечения;

– технологическую и реагентную базу – комплекс ад-ресных технологий освоения ТРИЗ с использованием гидродинамического, газового, физико-химического, термического, микробиологического и комплексного воздействия на пласт.

Основные направления геоинформационной стратегии планирования методов воздействия на пласт при освоении ТРИЗ заключаются в следующем:

– создание научных основ применения комплексных технологий освоения ТРИЗ (физическое, математическое и геолого-статистическое моделирование процессов нефтеизвлечения с применением новых реагентов);

– геоинформационное обеспечение технологий (структурирование запасов, геолого-гидродинамическое моделирование и проектирование разработки объектов, картирование геолого-геофизических и технологических параметров и запасов, обоснование и прогноз эффективности МУН, технико-экономический анализ сценариев воздействия);

– создание комплексных гибких технологий освоения ТРИЗ комплексное геолого-технологическое, инженерно-техническое и экологическое сопровождение применения технологий; проведение ОПР и разработка рекомендаций по широкому применению МУН; промышленное внедрение технологий на месторождениях нефтяных компаний.

Окончание статьи [Сюняева Р.З.], Сафиевой Р.З. «Нефтяные дисперсные системы: «мягкость», наноструктура, иерархия, фазовое поведение»

ческих полей на структуру и свойства НДС в области мягкого состояния. Одним из таких перспективных способов является воздействие электромагнитных полей на лабильную структуру НДС, а следовательно, и свойства.

Единый интегрированный подход, основанный на анализе и управлении нано- и микроструктурой «мягких» нефтяных дисперсий открывает возможности регулирования свойств промежуточных и конечных продуктов в технологической цепочке нефтяной промышленности.

R.Z. Syunyaev, R.Z. Safieva. **Oil dispersed systems: «softness», nanostructure, hierarchy, phasic behavior.**

The present article is concerned with summary of thoughts of Sunayev Rustem Zagidullovich, dignified son of his father, regarding further tendency of the oil dispersed systems theory and practice. Inimitable author's style is saved to the extent possible. As a co-

author and sister, I can say, that this article is a sort of manifesto, in which main directions of future development of the oil dispersed systems theory and practice are represented.

Key words: oil dispersed systems, petroleum industry.

Рустэм Загидуллович Сюняев

Профессор кафедры физики, д.физ.-мат.н.

26 марта 1959 – 10 мая 2012

Рафия Загидулловна Сафиева

Профессор кафедры органической химии и химии нефти, декан факультета повышения квалификации преподавателей.

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина. 119991, Москва, Ленинский проспект, 65. Тел.: (499) 137-88-69.