



ФИЛИАЛ РОССИЙСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА  
(НИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

ISSN 2181-1482

DOI JOURNAL 10.26739/2181-1482

# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ТОМ 2, НОМЕР 1

## INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

VOLUME 2, ISSUE 1



ТАШКЕНТ-2021

# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

№1 (2021) DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2181-1482-2021-1>

**Главный редактор | Chief Editor:**

**МАГРУПОВ АБДУЛЛА МАХМУДОВИЧ**

заместитель директора – исполнительный директор  
Филиала Российского государственного университета  
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

**Технический редактор | Technical Editor:**

**МАХМУДОВА ШАХНОЗА АБДУВАЛИЕВНА**

старший преподаватель отделения  
«Общепрофессиональные дисциплины» Филиала  
Российского государственного университета нефти и газа  
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**ИОНУСОВ САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ**

доктор технических наук,  
профессор, заместитель директора  
по научным работам и инновациям  
Филиала Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина в городе Ташкенте

**ХАИРОВА ДИНАРА РИМОВНА**

кандидат экономических наук,  
профессор кафедры  
"Экономика нефти и газа" Филиала  
Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ) имени  
И.М. Губкина в г. Ташкенте

**КАДЫРБЕКОВА ДУРДОНА ХИКМАТУЛЛАЕВНА**

доктор философии (PhD) по филологическим  
наукам, доцент кафедры  
"Иностранные языки Филиала  
Российского государственного  
университета нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

**ХАШАЕВ МУСЛИМ МУСАГИТОВИЧ**

доктор философии (PhD), доцент  
отделения «Физика, электротехника и  
теплотехника» Филиала Российского  
государственного университета нефти и газа  
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

**АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ**

кандидат технических наук, профессор  
отделения разработки нефтяных, газовых  
и газоконденсатных месторождений Филиала  
Российского государственного университета нефти  
и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

**ЭШМАТОВ БАХТИЁР ХАСАНОВИЧ**

кандидат физико-математических наук,  
доцент отделения «Математика и  
информатика» Филиала Российского  
государственного университета нефти и газа  
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

**УЗАКОВА ЗАРИНА ФУРКАТОВНА**

доктор философии (PhD), начальник  
учебно-методического отдела Филиала  
Российского государственного  
университета Нефти и газа (НИУ) имени  
И.М. Губкина в г. Ташкенте

**НУРАЛИЕВ АЛМУХАН КАЛПАКБАЕВИЧ**

кандидат технических наук, доцент  
Ташкентского Государственного  
технического университета  
имени И.А.Каримова

**ГЛЕБОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА**

доктор технических наук,  
профессор, заведующая кафедрой  
Промышленной безопасности  
и охраны окружающей среды  
Российского государственного  
университета нефти и газа  
(НИУ) имени И. М. Губкина (г. Москва)

**АЗИМОВ ДИЛМУРОД**

доктор технических наук (DSc), профессор  
Гавайского университета в Манао (США)

**ЭШМАТОВ АЛИМЖОН ХАСАНОВИЧ**

PhD, профессор факультета  
«Математика и статистика»  
Университета Толедо (США)

DESIGN-PAGEMAKER | ДИЗАЙН - ВЕРСТКА: ХУРШИД МИРЗАХМЕДОВ

КОНТАКТ РЕДАКЦИЙ ЖУРНАЛОВ. [WWW.TADQIQOT.UZ](http://WWW.TADQIQOT.UZ)

ООО Tadqiqot город Ташкент,  
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)

Тел: (+998-94) 404-0000

EDITORIAL STAFF OF THE JOURNALS OF [WWW.TADQIQOT.UZ](http://WWW.TADQIQOT.UZ)

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,  
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)

Phone: (+998-94) 404-0000

## СОДЕРЖАНИЕ | CONTENT | МУНДАРИЖА

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Абидов Кудрат, Зарипов Одилжон, Зарипова Шахло</b><br>АНАЛИЗ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА<br>ОДНОВРЕМЕННО САМОЗАПУСКАЕМЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК<br><br>ANALYSIS OF THE CALCULATION TECHNIQUE WHEN DETERMINING<br>THE NUMBER OF SIMULTANEOUSLY STARTING PUMPING UNITS<br><br>БИР ВАҚТДА ЎЗ-ЎЗИДАН ИШГА ТУШИРИЛАДИГАН НАСОС ҚУРИЛМАЛАР<br>СОНИНИ АНИҚЛАШНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛУРИНИ ТАҲЛИЛ ЭТИШ.....  | 5  |
| <b>2. Загребельская Милена</b><br>ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОДАЖ И ОПЕРАЦИЙ (S&OP) КАК ИНСТРУМЕНТ<br>ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО<br>ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА<br><br>PLANNING OF SALES AND OPERATIONS (S&OP) AS A TOOL FOR OPTIMIZING THE<br>PROCESS OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF THE OIL AND GAS COMPLEX<br><br>НЕФТ ВА ГАЗ КОМПЛЕКСИНИНГ МАТЕРИАЛ ВА ТЕХНИКА ҚЎЛЛАБ-ҚУВВАТЛАШ<br>ЖАРАЁНИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ ВОСИТАСИ СИФАТИДА СОТИШ ВА<br>ОПЕРАЦИЯЛАРНИ РЕЖАЛАШТИРИШ (С&ОП)..... | 11 |
| <b>3. Матякубова Парахат, Исматуллаев Патхулла, Авезова Назокат, Махмуджонов Миролим</b><br>АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОЦЕНКА СУММАРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ТПВЖ.<br><br>ANALYSIS OF ERRORS AND ESTIMATION OF THE TOTAL ERROR OF TPVJ<br><br>СУЮҚЛИКЛАРДАГИ СУВ МИҚДОРНИ АНИҚЛАШ ТЕРМОЎЗГАРТГИЧИНИНГ<br>УМУМИЙ ХАТОЛАРНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ ВА ХАТОСИНИ БАҲОЛАШ.....  | 17 |
| <b>4. Мавлянкареев Бахтияр</b><br>ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА<br>УЗБЕКИСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ<br><br>FIRE SAFETY OF OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES IN UZBEKISTAN:<br>PROBLEMS AND SOLUTIONS<br><br>ЎЗБЕКИСТОН НЕФТ-ГАЗ КОМПЛЕКСИ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЁНГИН<br>ХАВФСИЗЛИГИ: МУАММОЛАРИ ВА ЕЧИМЛАРИ.....  | 23 |
| <b>5. Матякубова Парахат, Кулуев Руслан</b><br>РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ<br>ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ<br><br>CALCULATION OF THE BASIC AND ADDITIONAL ERRORS OF THE MOISTURE<br>METER OF GRAIN AND GRAIN PRODUCTS<br><br>ДОН ВА ДОН МАХСУЛОТЛАРИНИНГ НАМЛИГИ ЎЛЧОВИНИНГ АСОСИЙ ВА<br>ҚЎШИМЧА ХАТОЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.....  | 29 |
| <b>6. Махмудова Шахноза, Алимбабаева Зулхумор, Исламова Гульноза</b><br>ВОДОСНАБЖЕНИЕ - САМАЯ ВАЖНАЯ ОТРАСЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА<br><br>WATER SUPPLY IS THE MOST IMPORTANT BRANCH OF THE ECONOMIC COMPLEX<br><br>СУВ ТАЪМИНОТИ - ИҚТИСОДИЙ КОМПЛЕКСНИНГ ЭНГ МУҲИМ БЎҒИМИДИР.....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| <b>7. Нуралиев Алмухан, Джабаров Азиз</b><br>ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ<br>FEATURES OF THE METHOD OF CHARGING THE BATTERY BATTERY<br>АККУМУЛЯТОР БАТАРЕЯСИНИ ЗАРЯДЛАШ УСУЛИ ХУСУСИЯТЛАРИ.....  | 43 |
| <b>8. Тилабов Баходир, Алимбабаева Зулхумор</b><br>ОПТИМАЛЬНАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ<br>МАШИН С ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ<br>OPTIMAL HARDENING TREATMENT OF CAST PARTS OF MACHINES WITH A<br>HARD-ALLOY WEAR-RESISTANT COATING<br>МАШИНАЛАРНИНГ ҚУЙМА ДЕТАЛЛАРИНИ ЕЙИЛИШГА ЧИДАМЛИ ҚАТТИҚ<br>ҚОТИШМАЛИ ҚОПЛАМАЛАР БИЛАН ҚОПЛАШ ВА ОПТИМАЛ МУСТАХКАМЛОВЧИ<br>ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ.....   | 48 |
| <b>9. Тилабов Баходир, Исаев Саидаббос, Шербўтаев Жамшид, Жўрақулов Ихтиёр</b><br>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ<br>THEORETICAL AND PRACTICAL BASIS OF ROLLED PRODUCTS<br>МЕТАЛЛ ПРОКАТ МАҲСУЛОТЛАРИНИ<br>ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ АСОСЛАРИ.....   | 55 |
| <b>10. Уринов Собир, Собирова Паризода, Добычина Светлана</b><br>УМЕНЬШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ, СОДЕРЖАЩЕЙ КОЛЛОИДНЫЕ ЧАСТИЦЫ,<br>НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ, НА ПРИМЕРЕ КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЯ<br>УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ<br>REDUCING THE VISCOSITY OF OIL CONTAINING COLLOIDAL PARTICLES<br>ON THE BASIS OF THE FRACTAL THEORY ON THE EXAMPLE OF PRESSURE<br>OSCILLATIONS BY ULTRASONIC IMPACT<br>ЧУҚУР НЕФТ, ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ ҚУДУҚЛАРИНИ БУРФИЛАШ УЧУН<br>ЮҚОРИ САМАРАЛИ ГИЛЛИ БУРФИЛАШ ЭРИТМАСИ..... | 61 |
| <b>11. Усманова Азизахон</b><br>АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБЩЕСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО<br>РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА<br>ACTUALIZATION OF EDUCATION IN THE CONDITIONS OF SOCIAL AND ECONOMIC<br>DEVELOPMENT OF UZBEKISTAN<br>ЎЗБЕКИСТОН ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ РИВОЖЛАНИШИ ШАРОИТИДА<br>ТАЪЛИМНИНГ ДОЛЗАРБЛИГИ.....  | 67 |



# ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

## INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Уринов Собир Насиллоевич**

Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» в городе Ташкенте, старший преподаватель

**Сабилова Паризода Музаффар кизи**

Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» в городе Ташкенте, 2 курс бакалавра

**Добычина Светлана Олеговна**

Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» в городе Ташкенте, 2 курс бакалавра

### УМЕНЬШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ, СОДЕРЖАЩЕЙ КОЛЛОИДНЫЕ ЧАСТИЦЫ, НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ, НА ПРИМЕРЕ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

 <http://dx.doi.org/10.26739/2181-1482-2021-1-10>

#### АННОТАЦИЯ

В статье содержится получение из высоковязкой нефти нефть с меньшей вязкостью, с целью роста нефтеотдачи. Исходя из того, что в настоящее время наиболее актуальным вопросом является рост добычи нефти – был рекомендован метод увеличения нефтеотдачи на основе фрактальной теории колебания давления изучаемой жидкости. Данный анализ показывает, что уменьшение вязкости нефти можно получить только при малых значениях амплитуды колебаний при предельно – длительном времени.

**Ключевые слова:** Высоковязкая нефть, коллоидные частицы, фрактальный агрегат (ФА), ультразвуковое воздействие, фрактальная теория, скорость сдвига, колебание давления.

**Urinov Sobir Nasilloevich**

Branch of the Russian state university of oil and gas (NRU) named after I.M. Gubkin in Tashkent, senior lecturer

**Sabirova Parizoda Muzaffar kizi**

Branch of the Russian state university of oil and gas (NRU) named after I.M. Gubkin in Tashkent, 2-year bachelor

**Dobychina Svetlana Olegovna**

Branch of the Russian state university of oil and gas (NRU) named after I.M. Gubkin in Tashkent, 2-year bachelor

### REDUCING THE VISCOSITY OF OIL CONTAINING COLLOIDAL PARTICLES ON THE BASIS OF THE FRACTAL THEORY ON THE EXAMPLE OF PRESSURE OSCILLATIONS BY ULTRASONIC IMPACT

## ANNOTATION

The content of the work consists in obtaining from high-viscosity oil, oil with a lower viscosity, in order to increase oil recovery. Proceeding from the fact that today the most pressing issue is the growth of oil production, a method for increasing oil recovery was recommended based on the fractal theory, pressure fluctuations of the studied fluid. This analysis shows that a decrease in oil viscosity can be obtained only at small values of the amplitude of oscillations for a definite long time.

**Key words:** High-viscosity oil, colloidal particles, fractal aggregate (FA), ultrasonic action, fractal theory, shear rate, pressure fluctuation.

**Уринов Собир Насиллоевич**

И.М. Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети (МГУ) нинг Тошкент филиали, катта ўқитувчи

**Сабирова Паризода Музаффар кизи**

И.М. Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети (МГУ) нинг Тошкент филиали, 2- курс бакалавр

**Добычина Светлана Олеговна**

И.М. Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети (МГУ) нинг Тошкент филиали, 2-курс бакалавр

**ЧУҚУР НЕФТ, ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ ҚУДУҚЛАРИНИ БУРҒИЛАШ УЧУН  
ЮҚОРИ САМАРАЛИ ГИЛЛИ БУРҒИЛАШ ЭРИТМАСИ**

## АННОТАЦИЯ

Ишнинг мазмуни нефт бера олувчанликни ошириш мақсадида юқори қовушқоқли нефтдан қовушқоқлиги паст булган нефт олишдан иборат. Бугунги кунда энг долзарб масала – нефт қазиб олиш ҳажмининг ўсиши эканлигидан келиб чиқиб, фрактал назарияга асосланган, ўрганилаётган суюқликда босим тебранишини ҳисобига нефт бера олувчанликни ошириш усули тавсия этилди. Ушбу таҳлил шуни кўрсатадики, нефт қовушқоқлигининг пасайишига фақат тебранишлар амплитудасининг кичик қийматларида маълум-узоқ вақт давомида эришиш мумкин.

**Калит сўзлар:** Юқори қовушқоқли нефт, коллоид заррачалар, фрактал агрегат (ФА), ультратовушли таъсир, кратал назария, силжиш тезлиги, босим тебраниши

Рост вязкости нефти при перекачке её в трубопроводах и на извлечение её из горной породы станет причиной возрастанию затрат во всех смыслах этого слова. В связи с этим разработка или совершенствование существующих методов снижения вязкости остаётся актуальной задачей для нефтепромысла.

Как правило, такие коллоидные жидкие растворы как нефть и её продукты имеют высокую вязкость и проявляют свойства неньютоновских жидкостей. неньютоновскими называют те жидкости, вязкость которых уменьшается под действием градиента скорости  $VdV/dx = G$ , где  $G$  – скорость сдвига. Ньютоновской жидкостью принято называть те жидкости, вязкость которых очень слабо зависит от скорости сдвига при диапазоне больших значений  $G$ .

В добавок вышесказанным нужно отметить, что по сравнению с легкой нефтью, добыча тяжелой нефти происходит с некоторыми осложнениями, например, может произойти снижение межремонтного периода работы скважин примерно в 2 раза, снижение производительности установок вследствие неполного заполнения насоса и больших растягивающих нагрузок на штанги, повышение давления нагнетания рабочей жидкости в гидропоршневых насосных агрегатах (ГПНА), а также может отразиться на неблагоприятной транспортировке. Во избежание вышеперечисленных недостатков и дальнейшего их устранения, нами предлагается применить метод уменьшения вязкости добываемого продукта колебанием его давления ультразвукового воздействия на основе фрактальной теории. Нефтегазовая промышленность

играет одну из важных ролей в развитии экономики государства, следственно добыча и развитие его останетса всегда вопросом актуальным.

Далеко известно, что составная часть дисперсных систем – агрегаты коллоидных частиц, т.е. один из первых объектов, для представления которых была привлечена теория фрактальной геометрии. На сегодняшний день фрактальные агрегаты бесспорно остаются лидерами по степени посвященности их исследованию фракталов. Данный факт следует от того, что данные агрегаты характеризуются разнообразными структурами, которые достаточно легко выявляются в реальных экспериментах. Также рост ФА моделирует множество процессов, на первый взгляд не имеющих ничего общего с агрегацией частиц.

Являясь составной частью различных систем, свойства ФА во много предопределяют основные физико-химические характеристики этих систем в целом.

Сущность метода заключается в получении низковязкой нефти, воздействуя на скорость сдвига ультразвуковыми волнами, тем самым уменьшая размеры коллоидных частиц и увеличивая рост дебита. При этом нужно учесть, что изменения должны быть незначительными, ибо кардинальное изменение скорости сдвига и амплитуды ультразвуковых волн приведут к падению дебита.

Для проведения подсчетов и анализа нам необходимо иметь следующие данные: частоту и амплитуду колебаний давления, которые производятся ультразвуковым воздействием, фрактальные размерности агрегата, а именно зависимость массы от инерциального радиуса, массу и усредненный радиус коллоидных частиц, первоначальные значения градиента скорости жидкости (скорость сдвига), история воздействия на скорость сдвига.

Влияние внешних воздействий на физические свойства фрактальных агрегатов на сегодняшний день достаточно изучены методикой спектроскопического рассеяния фотонов.

Вследствие чего нужно отметить, что фрактальный агрегат характеризуется зависимостью массы «M» от инерциального радиуса «R» в виде  $M = m(R/a) \cdot D$  (в формуле «D» – фрактальная размерность агрегата, настоящая размерность имеет пределы:  $1 \leq D \leq 3$ , m – масса коллоидной частицы, a – радиус коллоидной частицы).

ФА также можно охарактеризовать следующими параметрами: проницаемость, зависимость размерности D от скорости роста и разрушения под действием скорости сдвига и температуры, малая энергия связи между частицами в агрегате. Последняя позволяет разрушать ФА слабыми внешними физическими воздействиями [2]. К подобным воздействиям может служить примером напряжение сдвига, которая возникает благодаря градиенту скорости сдвига. Предложенная теория связывает вязкость  $\eta$  с радиусом R:

$$\eta = \eta_{\infty} (1 + K_a^3 \cdot n \cdot (R/a)^{\lambda}), \quad (1)$$

Где a – радиус коллоидной частицы,  $\eta_{\infty}$  – вязкость при бесконечной скорости сдвига, K и  $\lambda$  – постоянные, зависящие от размерности ФА и истории внешнего воздействия, n – концентрация ФА. Параметр  $R/a$  при данной температуре зависит, в том числе, от скорости сдвига G [2]:

$$G = 0,64\nu A / R_s, \quad (2)$$

где  $\nu$  – частота колебаний подающихся волн, A – амплитуда колебаний частиц среды,  $R_s$  текущий размер фрагмента на поверхности фрактального агрегата.

В целях снижения вязкости  $\eta$  применяют колебания давления, которая создается в свою очередь пьезомагнитными источниками ультразвука, которые, как правила сопровождаются и колебаниями градиента скорости сдвига, следовательно за счёт возвратнопоступательного движения частиц жидкости в ультразвуковой волне. При

достаточно длительном воздействии такими колебаниями можно добиться значительного снижения вязкости на десятки процентов [2, 5].

В представленной работе авторы большое внимание уделяют обзорному изучению процесса влияния колебаний давления в жидкости на вязкость нефти на основе фрактальной теории вязкости.

В литературе [3] во время исследовании фильтрации нефти с высокой вязкостью, что обуславливается высоким содержанием асфальтенов и смол, сделан вывод о том, что соответствующее фрактальному агрегату ( $1 < D < 2$ ) линейные структуры образуются из-за коллоидных частиц асфальтенов. Настоящие линейные структуры являются адсорбированными на поверхности порового пространства и разрываются под действием напряжения сдвига, которая возникает при фильтрации нефти. Этим обуславливается следственное явление нелинейной зависимости скорости фильтрации нефти  $Q$  от перепада давления  $\Delta P$  вида  $Q \sim (\Delta P)^a$ , где  $a \approx 2$  [1, 4].

При изучении литературы [1] выявлено, что воздействие скорости сдвига может привести к значительному росту скорости фильтрации за счет снижения вязкости нефти в результате уменьшения  $R$ , только той нефти, которая имеет в своём составе коллоидные частицы. При этом стоит отметить минимизацию энергии свободного типа коллоидной системы, чему соответствует формирование ФА в виде плотно упакованного шара с размерностью  $D = 3$ , что и наблюдается как медленный рост величины  $D$  при постоянной температуре.

Процесс колебания давления, имеющая гармонический характер  $P \sin(2\pi vt)$  можно обуславливать амплитудами частиц среды и скоростью частиц среды. Выразить данную закономерность будет справедлива следующим соотношением:

$$P = 2\pi \cdot v \cdot \rho \cdot C \cdot A = 2\pi \cdot \rho \cdot C \cdot v, \quad (3)$$

где  $\rho$  – плотность среды,  $v$  – частота колебаний ( $s^{-1}$ ),  $C$  – скорость звука ( $C$  в нефти – 1300 м/с),  $A$  – амплитуда колебаний частиц среды,  $v$  – амплитуда скорости колебаний частиц среды. Следовательно

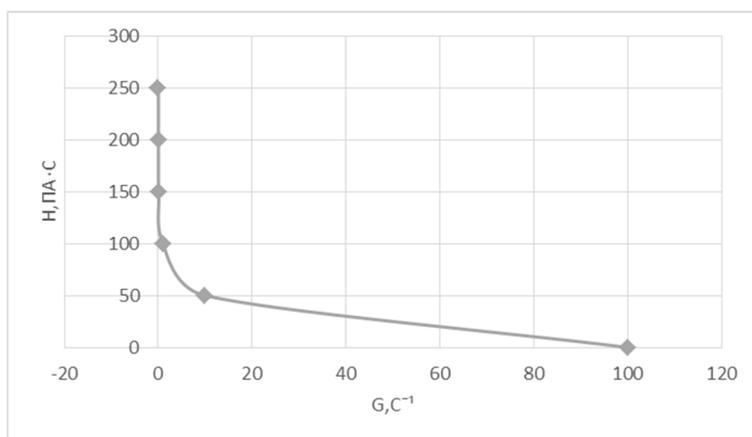
$$v = v \cdot A = P / (2\pi \cdot \rho \cdot C), \quad (4)$$

Среднее значение модуля скорости за период колебаний  $|v'| = (2/\pi) \cdot v \cdot A$ , или  $|v'| \approx 0,64 \cdot v \cdot A$ .

С помощью вышеперечисленных данных оцениваем скорость сдвига, влияющую на уменьшение радиуса ФА. В свою очередь изменение радиуса ФА действует на уменьшение вязкости нефти. По мере изменения скорости сдвига, вязкость также изменяется и стационарного значение достигает лишь по истечении нескольких десятков секунд, а может быть и нескольких часов, до установления предела. Следственно можно построить график зависимости вязкости от скорости сдвига  $\eta(G)$ , подсчитываемой в процессе работы, учитывая историю воздействия скорости сдвига. В целях осуществления наглядности данной зависимости получим график (рис. 1), сделанный по расчетам [2].

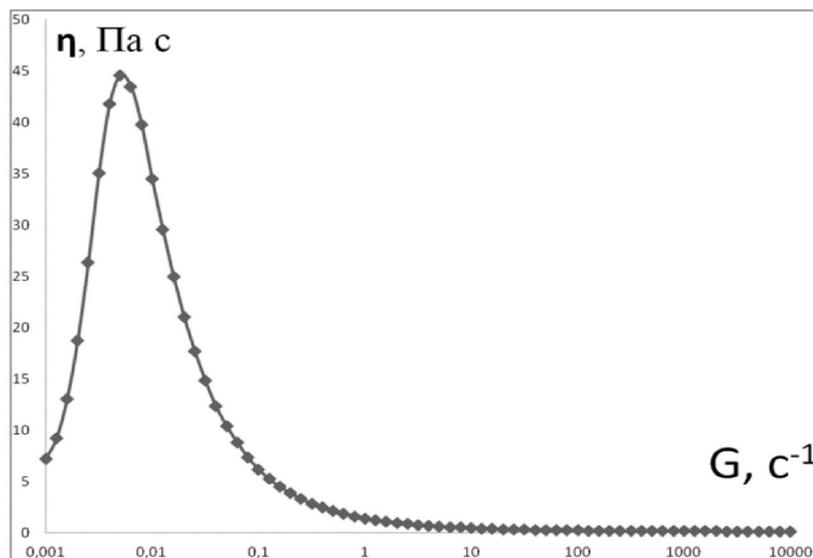
**Рисунок 1. Уменьшение значения вязкости нефти по мере изменения скорости сдвига при температуре  $11^\circ C$ .  $\eta$  – вязкость нефти, Па · с;  $G$  – скорость сдвига,  $s^{-1}$ .**

Важно принять во внимание, что значение амплитуда ультразвука должно быть порядка  $10^{-6}$  см, а амплитуда колебания давления –  $10^{-3}$  дин/см<sup>2</sup>. При несоблюдении



вышеперечисленных параметров процесс может пойти не на уменьшение вязкости, а наоборот – на увеличение, потому что скорость сдвига в любое время может принять нулевые значения, что может привести к отсутствию реакции и падению дебита [2].

Во время проведенных исследований в лабораторных условиях выявлены моменты увеличения вязкости под действием ультразвука на нефть. В частности, анализируя результаты лабораторных исследований Ануфриева Р.В., Волковой Г.И. замечен неоднократный рост вязкости по сравнению с исходной после воздействия ультразвука в течение первых нескольких минут. Продолжение воздействия сопровождалось падением примерно на 40% возросшей величины вязкости. Диапазон продолжительности воздействия составлял несколько десятков минут.



**Рисунок 2. Зависимость вязкости от скорости сдвига для тяжелой нефти при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ .  $\eta$  – вязкость нефти,  $\text{Па} \cdot \text{c}$ ;  $G$  – скорость сдвига,  $\text{c}^{-1}$ .**

На рисунке 2 приведен пример зависимости  $\eta(G)$ , полученный для тяжелой нефти, хранившейся при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , после охлаждения до температуры  $5^{\circ}\text{C}$ . Измерения вязкости проводились сразу после достижения образцом температуры  $5^{\circ}\text{C}$  после помещения образца на термостатируемую поверхность измерительной ячейки геометрии плита–конус. Понижение температуры сопровождается снижением вязкости нефти и изменением параметров ФА коллоидных частиц

На основе анализов проведенных исследований выявлено, что результат воздействия колебаний давления сильно зависит от состояния нахождения дисперсной составляющей (а именно ФА) в нефти после воздействий температуры и скорости сдвига.

Также возможности значительного по величине изменения вязкости нефти, содержащей коллоидные частицы можно достичь благодаря воздействию колебаний давления на вязкость, которая основывается на фрактальной теории. Более конкретно, уменьшение вязкости может достигаться при воздействии амплитуды, с малыми значениями, колебаний в течение значительно долгого времени.

Данный метод нефтеотдачи применим в таких нефтяных месторождениях, где глубина залегания породы представлена в значительно большей протяженности, так как нефть должна быть тяжелой. Подобные случаи на территории Республики Узбекистана встречаются в Сурхандарьинском нефтегазоносном регионе, а в частности на нефтяном месторождении Жаркурган.

Методы фрактальной теории широко используют в естественных науках. Изученный в данной работе и в обзоре материалы показали, что исследования фрактальных структур

ведутся достаточно интенсивно. Из-за чрезмерно большого количества публикаций многие аспекты физикохимии поверхностных явлений и коллоидных систем не затронуты в данной работе.

Таким образом в представленной статье осуществлена аналитическая работа на основе проведенного нами анализа фрактальной теории согласно существующим выводам по известным экспериментальным данным по уменьшению вязкости путем добавления химических реагентов и воздействию физических полей. Приведено обоснование применения химических соединений различного типа, переменных и постоянных электромагнитных полей, и механических воздействий для снижения вязкости нефти путем разрушения агрегатов коллоидных частиц фрактального строения. Получен вывод, что значительное снижение вязкости может быть достигнуто как результат полного разрушения фрактальных агрегатов на мелкие частицы, так и как результат формирования плотных фрактальных агрегатов, устойчивых к внешним воздействиям.

Исходя из вышесказанного применение рекомендуемой методики снижения вязкости тяжелой нефти на объектах разработки Республики Узбекистан может способствовать увеличению коэффициента извлечения нефти (КИН) месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

## Литература

---

1. Гальцев В.Е., Аметов И.М., Дзюбенко Е.М., Кузнецов А.М., Ковалев А.Г., Сальников Д.И. Влияние образования надмолекулярных структур на фильтрацию нефти в пористой среде // Коллоидный журнал. 1995. Т. 57, № 5. С. 660–665.
2. Жюльен Р. Фрактальные агрегаты // Успехи физических наук. 1989. Т. 157, № 2. С. 339–357.
3. Лесин В.И., Лесин С.В. Влияние колебаний давления на вязкость нефти, содержащей коллоидные частицы // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 1(24). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art11>.
4. Лоскутова Ю.В., Прозорова И.В., Юдина Н.В., Рикконен С.В. Изменение реологических свойств нефтяных дисперсных систем при вибрационной обработке // Коллоидный журнал. 2005. Т. 67, № 5. С. 663–667.
5. Муллакаев М.С., Абрамов В.О., Печков А.А. Ультразвуковое оборудование для восстановления продуктивности нефтяных скважин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. № 3. С. 12–17.

**ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**  
ТОМ 2, НОМЕР 1

**INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**  
VOLUME 2, ISSUE 1

**Editorial staff of the journals of [www.tadqiqot.uz](http://www.tadqiqot.uz)**  
Tadqiqot LLC the city of Tashkent,  
Amir Temur Street pr.1, House 2.  
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Phone: (+998-94) 404-0000

**Контакт редакций журналов. [www.tadqiqot.uz](http://www.tadqiqot.uz)**  
ООО Тадqiqот город Ташкент,  
улица Амира Темура пр.1, дом-2.  
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: [info@tadqiqot.uz](mailto:info@tadqiqot.uz)  
Тел: (+998-94) 404-0000