

УДК 628.334.5.336.43

**Урмитова Назия Салиховна**

кандидат технических наук, доцент

E-mail: [urmitova.50@gmail.com](mailto:urmitova.50@gmail.com)

**Абитов Рунар Назилович**

кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: [a\\_runar@mail.ru](mailto:a_runar@mail.ru)

**Низамова Аида Ханифовна**

старший преподаватель

E-mail: [nizamova\\_a\\_h@mail.ru](mailto:nizamova_a_h@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Шагиева Лилия Дамировна**

инженер

E-mail: [mimosa-05@rambler](mailto:mimosa-05@rambler)

**АО Нефтехимпроект**

Адрес организации: 420061, Россия, г. Казань, ул. Н. Ершова, д. 29

### **Исследование процессов фильтрации и коалесценции нефтяной эмульсии в лабораторных условиях**

#### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Для увеличения нефтеотдачи и интенсификации процесса добычи нефти широко применяется метод поддержания пластового давления (ППД), который осуществляется путем заводнения нефтяных пластов. Для этих целей, в основном, используются нефтесодержащие сточные воды (НСВ), которые образуются при добыче и подготовке нефти. С целью предотвращения засорения поровых каналов нефтеносных горизонтов НСВ необходимо подвергать очистке от нефтепродуктов и механических примесей. Данная статья посвящена отработке методики отбора проб во время пуско-наладочных работ, а также во время эксплуатации установок очистки НСВ с крупнозернистыми гранулированными коалесцирующими насадками в производственных условиях.

*Результаты.* Основные результаты данных исследований состоят в определении момента отбора проб во время эксперимента, полидисперсности нефтяной эмульсии после коалесцирующей насадки и эффективности процесса коалесценции.

*Выводы.* Значимость полученных результатов исследования для строительной отрасли при проектировании очистки сооружений водоотведения заключается в определении времени пребывания частиц нефти в коалесцирующей загрузке, что позволило отработать методику постановки экспериментов исследования процесса коалесценции нефтяных частиц в крупнозернистых гранулированных коалесцирующих насадках в производственных условиях.

**Ключевые слова:** методика постановки эксперимента, нефтесодержащие сточные воды (НСВ), полидисперсность, эффект коалесценции, отстаивание, предварительная обработка, коалесценция, коалесцирующая насадка, гидрофобизированный, напорный коалесцирующий фильтр, нефтяная эмульсия.

#### **Введение**

В современном мире остро ощущается потребность в утилизации больших объемов нефтесодержащих сточных вод. Развитие нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, увеличение объемов перевозки, хранения и использовании нефтепродуктов неизбежно связаны с образованием значительного количества нефтесодержащих сточных вод, повторное использование которых или сброс в водоем возможны только при соответствующей очистке. Наибольший вклад в загрязнение водных объектов вносят предприятия жилищно-коммунального хозяйства,

нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. В Республике Татарстан имеется огромное количество крупнейших промышленных предприятий химии и нефтехимии, энергетики и машиностроения, строительного комплекса, которые устойчиво развиваются. С развитием экономики и с недостаточным вниманием к экологии относительно быстро загрязняются поверхностные и подземные воды, воздух и почва. По состоянию на 01.01.2017 нефтедобывающими предприятиями Республики Татарстан обеспечены объемы [1]:

- добычи нефти в объеме 35,51 млн. т (при годовом плане 33,75 млн. т);
- эксплуатационного бурения – 1179,0 тыс. м (при годовом плане 1036,0 тыс. м);
- поисково-разведочного и оценочного бурения – 39,9 тыс. м (при годовом плане 25,6 тыс. м).

Около 90 % нефти добывается на месторождениях с использованием методов заводнения нефтяных пластов для поддержания пластового давления. Однако применение методов заводнения приводит к росту обводненности добываемой нефти и объемов пластовых вод, попутно извлекаемых с нефтью. При добыче нефти с обводненностью до 95-99 % и подготовке нефти в нефтедобывающей промышленности по стране образуется огромное количества нефтесодержащих сточных вод (НСВ), т.е. более 1,2 млрд. м<sup>3</sup>/год [1, 2, 6]. При разработке нефтяных месторождений и заводнении нефтяных пластов часть нефтесодержащих вод попадают в водоносные пласты. Поэтому подземные воды Республики Татарстан загрязнены примерно на 1,5 % вредными веществами. В состав нефтесодержащих стоков входят: пластовые (82-85 %), промышленные (12-15 %) и поверхностные (1,5-3 %) воды [1-3]. Метод заводнения нефтяных пластов решает сразу два вопроса: это – увеличение нефтеотдачи пласта и утилизация нефтесодержащих сточных вод с целью защиты окружающей среды.

#### **Требования к качеству НСВ, закачиваемых в пласт**

К качеству закачиваемой в нефтяные горизонты очищенной нефтесодержащей сточной воды предъявляются требования, которые зависят, в основном, от применяемой технологии заводнения. Основными критериями к качеству закачиваемой в нефтеносные горизонты НСВ являются стабильное обеспечение вытеснения нефти из пласта, а также обеспечение необходимого оптимального давления при вытеснении нефти, должной приемистости нагнетательных скважин при необходимых объемах очищенных НСВ для данного объекта. Качество очистки НСВ должно быть связано с проницаемостью и трещиноватостью пласта, размерами трещин, мощностью пласта, наличием поверхностно-активных веществ (ПАВ), нефтепродуктов, механических примесей. Качество очистки НСВ из-за сложных физико-химических процессов взаимодействия нагнетаемой очищенной воды с нефтяным пластом, большим диапазоном коллекторских свойств пласта необходимо рассматривать для определенного объема заводнения для каждого объекта по отдельности. Для заводнения нефтеносных горизонтов из нефтесодержащих стоков, в основном, удаляют только плавающую нефть и механические примеси, а растворенную нефть не удаляют, так как она не влияет на приемистость нагнетательных скважин. В практике очистки НСВ больше всего используется метод очистки сточных вод отстаиванием, так как он наиболее простой, дешевый и наиболее простой при эксплуатации [2, 3].

#### **Интенсификация процессов очистки НСВ**

Интенсифицировать процесс очистки нефтесодержащих сточных вод можно путем предварительной гидродинамической обработки НСВ перед сооружениями очистки при турбулизации потока в различных установках, аппаратах. К перспективным направлениям интенсификации работы отстойных сооружений относится использование в них коалесцирующих насадок, способствующих уменьшению дисперсности нефтепродуктов и повышению качества воды. Турбулентные пульсации способствуют протеканию в объеме потока НСВ следующих процессов: ослаблению бронирующих оболочек и межмолекулярных связей между компонентами бронирующих оболочек глобул нефти, способствует снижению прочности и разрушению оболочек в результате их деформации

(растяжения, сжатия) при дроблении капель; улучшению условия взаимного эффективного столкновения и коалесценции в связи с возникновением турбулентных пульсаций и струйных потоков разной интенсивности, а увеличение же жесткости контакта капель при столкновении их увеличивает частоту эффективных столкновений.

Предварительная обработка НСВ уменьшает количества тонкодиспергированных полидисперсных частиц нефти в осветляемой воде и увеличивает количество монодисперсных частиц, что интенсифицирует процесс отстаивания в 2 и более раза [2-4].

### **Виды коалесцирующих насадок**

Для интенсификации процесса коалесценции и повышения качества очистки НСВ отстаиванием широко применяются гидродинамические и контактные коалесцирующие насадки различных конструкций из гранулированных, пористых и волокнистых полимерных материалов в различных конструкциях отстойников.

### **Гидродинамические коалесцирующие насадки**

Принцип действия гидродинамических насадок основан на принудительном сближении диспергированных в воде частиц нефтепродуктов при фильтрации эмульсии через пористые перегородки (насадки). При этом за счет энергии потока и небольшого размера пор частицы контактируют и, сливаясь, выходят из насадки более крупные. В качестве таких насадок использовали битое стекло, битую черепицу, твердые породы камня, металлическую стружку, стеклянные шарики, кольца Рашига. Эффект коалесценции в таких насадках во многом зависит от режима течения жидкости в нем. Так, небольшая скорость движения жидкости в поровых каналах может не обеспечить условий для слияния частиц, так как энергии потока недостаточно для разрушения их бронирующих оболочек. Очень высокая скорость вызывает вторичное диспергирование частиц, что отрицательно влияет на процесс их отделения при отстаивании. Из-за сложности обеспечения оптимальных гидродинамических условий в потоке жидкости в очистных сооружениях этот тип насадок не нашел широкого применения.

### **Контактные коалесцирующие насадки**

Принцип действия контактных коалесцирующих насадок основан на использовании явления адгезии и смачивания дисперсной фазы при контакте ее с поверхностью материала насадки. Адгезия и смачивание характеризуются поверхностным натяжением контактирующих тел и краевым углом смачивания, который является мерой смачивания и служит одним из основных его показателей. Величина краевого угла смачивания определяется соотношением сил притяжения жидкости к твердой поверхности и сил взаимного притяжения частиц самой жидкости. Связь между молекулярным взаимодействием жидкости и твердого тела и характером смачивания выявляется особенно отчетливо при избирательном смачивании, когда с твердой поверхностью одновременно контактируют две жидкости, различные по молекулярной природе, т.е. полярная жидкость – вода и неполярная – масло (нефтепродукты).

Более стабильным показателем свойств твердой поверхности при взаимодействии ее с жидкостью служит поверхностное натяжение твердого тела, по которому поверхности классифицируют на высокоэнергетические и низкоэнергетические. К высокоэнергетическим относят металлы, поверхности которых характеризуются поверхностным натяжением в пределах от 100 до 500 мДж/м<sup>2</sup>. Низкоэнергетическими свойствами обладают поверхности твердых полимеров и органических соединений, у которых поверхностное натяжение менее 100 мДж/м<sup>2</sup>.

Энергетические свойства поверхности материала в значительной мере определяют степень избирательной смачиваемости жидкостями. Так, высокоэнергетические поверхности хорошо смачиваются водой и относятся к гидрофильным поверхностям, низкоэнергетические предпочтительно смачиваются нефтепродуктами, т.е. являются гидрофобными.

Высокая избирательная смачиваемость полимерных материалов нефтепродуктами послужила основанием для использования их в коалесцирующих насадках. В качестве

материалов насадок преимущественное распространение получили полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и другие полимеры этой группы.

Эффективность насадок во многом зависит от поверхностного натяжения на границе раздела фаз. Снижение поверхностного натяжения способствует замедлению коалесценции и вызывает образование стойких тонкодисперсных эмульсий.

Таким образом, эффективность насадок зависит от многих факторов, в том числе от физико-химических свойств эмульсии, скорости фильтрации и структуры материала насадки.

По структуре применяемого материала гидрофобные коалесцирующие материалы можно классифицировать на следующие основные типы: волокнистые, вязаные, пористые и гранулированные. В насадках первого типа используются волокнистые материалы предпочтительно с ворсистой поверхностью волокон. Вязаные насадки образованы плетением из полимерных нитей специальной пористой структуры. При изготовлении вязаных насадок в отдельных случаях используются комбинированные материалы, например полимерные и стальные нити. В качестве материалов пористых насадок могут служить жесткие материалы, специально изготовленные путем прессования или склеивания полимеров, и эластичные материалы типа пенополиуретанов. В гранулированных насадках используются гранулированные полимерные или гидрофобизированные материалы.

Выбор типа насадок определяется прежде всего требованиями к качеству очистки жидкости, ее составом и свойствами, режимом фильтрации. Важными факторами, определяющими эффективность применения насадок, являются продолжительность сохранения фильтрующей способности, возможность и простота регенерации. Так, волокнистые и вязаные насадки при их значительном воздействии на качество очистки стойких нефтесодержащих эмульсий склонны к быстрому загрязнению и сложны в эксплуатации. Поэтому они применяются в основном в технологических процессах обработки стойких, тонкодиспергированных эмульсий, свободных от механических примесей.

Более универсальны гранулированные насадки, отличающиеся меньшей чувствительностью к изменению состава эмульсии, условий загрузки и выгрузки материала, простотой регенерации. Для них предпочтительна более высокая скорость фильтрации, что препятствует накоплению механических примесей в теле насадки и обеспечивает длительную эксплуатацию без восстановления фильтрующей способности. Этот тип насадок наиболее приемлем для очистки нефтепромысловых сточных вод, когда условия эксплуатации очистных устройств требуют максимально возможной продолжительности работы без регенерации.

Из-за отсутствия эффективных коалесцирующих материалов метод ускорения отстаивания нефтесодержащих вод за счет применения контактных насадок некоторое время широко не применялся. С появлением полимерных материалов на основе углеводородных соединений, обладающих ярко выраженными гидрофобными свойствами, интерес к коалесцирующим насадкам резко возрос. Они стали применяться при очистке нефтесодержащих сточных вод предприятий добычи и переработки нефти, балластных, льяльных и промывных вод на судах и нефтеперевалочных базах.

Среди гранулированных полимерных материалов на основе углеводородных соединений, выпускаемых отечественной промышленностью, наиболее доступными и целесообразными для использования в насадках с экономической точки зрения и обладающие высокими гидрофобными свойствами и достаточной стойкостью к температурному и химическому воздействию сточных вод, являются полиэтилен, полипропилен и полистирол, близкие по смачиваемости и адгезионным свойствам. Наименее дефицитный и дешевый из них – полиэтилен, характеризующийся следующими свойствами: теплостойкость к размягчению 100-110 °С; краевой угол смачивания в системе вода-полиэтилен равняется 114<sup>0</sup>; насыпная объемная масса 500-550 кг/м<sup>3</sup>; средний диаметр гранул 4 мм.

Полимерные материалы, которые могут быть использованы в качестве коалесцирующих загрузок выпускаются в стране диаметром 2-5 мм, а диаметром более 5 мм не выпускаются, что бы решило сложный вопрос саморегенерации коалесцирующих насадок [3, 4].

При очистке НСВ контактные коалесцирующие насадки применяют как предварительный этап обработки сточных вод перед отстойниками, а также они используются вместе с тонкослойными блоками, гидроциклонами, цилиндрическими камерами, жидкой контактной массой, флотацией, сепарацией и др. [4-10].

### Результаты разработки и изготовления новых коалесцирующих материалов

С целью дальнейших исследований процессов фильтрации и коалесценции в коалесцирующих насадках с крупными гранулированными материалами в КГАСУ на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» были разработаны ряд коалесцирующих загрузок: полиэтилен вторичный (ПЭВ) фракций – 5-7 мм, 5,5-10 мм; гидрофобизированный дробленый керамзит (ГДК) фракций 3-5 мм, 5-10 мм; гидрофобизированный недробленый керамзит (ГНДК) фракций 10-15 мм, 15-20 мм, 20-25 мм; 25-40 мм; керамический наполнитель, покрытый полиэтиленом фракций (КЗСППЭ) 15-20 мм [2, 3].

### Описание экспериментальной установки

С целью дальнейших исследований процесса коалесценции в крупнозернистых гранулированных загрузках в КГАСУ на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» была запроектирована, разработана технологическая схема экспериментальной установки исследования процессов фильтрации и коалесценции. Были разработаны и изготовлены рабочие чертежи напорного коалесцирующего фильтра (рис.), изготовлен и смонтирован напорный коалесцирующий фильтр.

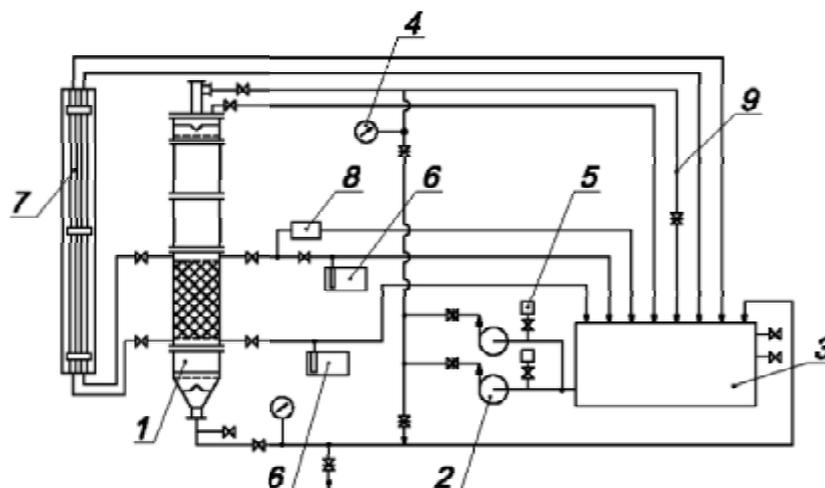


Рис. Технологическая схема экспериментальной установки исследования процессов фильтрации и коалесценции: 1 – напорный коалесцирующий фильтр; 2 – насосы; 3 – емкость для исходной нефтяной эмульсии; 4 – образцовые манометры; 5 – устройство дозирования нефти; 6 – узлы диспергированного контроля; 7 – пьезометр; 8 – узел измерения и фиксации концентрации индикатора; 9 – линия опорожнения установки (иллюстрация авторов)

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Водоснабжение и водоотведение» в двух направлениях, т.е. сначала проводились исследования структуры потока воды, далее исследования по определению процесса коалесценции с нефтяной эмульсией.

Напорный коалесцирующий фильтр диаметром 309 мм состоит из трех частей: верхней – распределителя; средней – в зависимости от высоты загрузки (0,6; 0,8; 1,0 м) из нескольких секций; нижней – днища. Верхняя и нижняя части фильтра оборудованы центрально расположенным отражателем и распределителем потока.

Для отбора проб разработаны специальные щелевые пробоотборники и установлены пробковые краны с круглым, проходным сечением.

С целью исключения пристеночного эффекта, возникающего при фильтрации рабочей жидкости, а также создания шероховатости, внутренняя поверхность фильтра покрыта эпоксидной смолой с последующим приклеиванием гранулированного материала.

Для определения дисперсионного состава эмульгированной нефти отбирались пробы в седиментационные цилиндры Спильнера за выбранные промежутки времени.

Концентрация нефтепродуктов в эмульсии определялась экстрагированием четыреххлористым углеродом и определением на лабораторном фотоэлектрическом абсорбциометре нефелометре ЛМФ-69.

Все анализы определялись согласно методикам определения данных показаний.

### **Исследование процессов фильтрации**

Первоначально, для правильного отбора проб эмульсии на выходе из коалесцирующей загрузки с учетом времени пребывания частиц нефти в загрузке, исследовалась структура фильтрационного потока. Для определения времени пребывания частиц нефти в коалесцирующей загрузке экспериментальная установка была оборудована узлом для ввода измерения и фиксации концентрации индикатора. В качестве индикатора применялся химически чистый хлористый натрий.

Для исследования структуры потока использовались полиэтилен фракции 3-5 мм и гидрофобизированный недробленый керамзит фракции 10-15 мм при высоте слоя коалесцирующей загрузки 0,6 и 0,8 м. При этом скорость фильтрации через коалесцирующую насадку колебалась от 15 до 140 м/ч.

На основе результатов опытов по определению структуры потока получена возможность определения момента отбора проб эмульсии в исследованиях процесса коалесценции.

Экспериментальные исследования показали, что для обеспечения надежности и достоверности результатов анализов нужно отбирать в области среднего времени пребывания частиц в загрузке.

### **Исследование процессов коалесценции**

Для исследования процесса коалесценции в напорном коалесцирующем фильтре была подготовлена нефтяная эмульсия на основе нефти Павловского цеха комплексной подготовки и перекачки нефти нефтегазодобывающего управления (НГДУ) «Актюбанефть» ПО «Татнефть» РТ.

Исследования процесса коалесценции с нефтяной эмульсией в напорном коалесцирующем фильтре в лабораторных условиях проводились следующим образом: принята загрузка – полиэтилен (ПЭ) фракции 3-5 мм, высота слоя загрузки – 0,6; 0,8 и 1,0 м; ГДК фракции 3-5 мм, высота слоя загрузки – 0,8 и 1,0 м; ПЭВ фракции 5-7 мм, высота слоя загрузки – 0,8 м.

Скорость фильтрации колебалась от 15,44 до 129,73 м/ч; плотность нефтяной эмульсии составляла 0,997-0,999 г/см<sup>3</sup>; плотность нефти 0,897-0,904 г/см<sup>3</sup>; концентрация нефти в эмульсии составляла 32,24 до 1086,38 мг/л, температура нефтяной эмульсии менялась от 10-и до 25-и градусов.

Результаты экспериментальных исследований процесса коалесценции в лабораторных условиях представлены в таблице.

Данные результатов экспериментальных исследований показывают, что независимо от сложных изменяющихся условий эксперимента коэффициент полидисперсности на выходе из коалесцирующей насадки в зависимости от вида загрузки уменьшается до 2-х и более раза, т.е. наблюдается сглаживание полидисперсности внутренней фазы эмульсии и увеличивается монодисперсность нефтяных частиц, что увеличивает эффект отстаивания.

Таблица

**Результаты исследований процесса коалесценции нефтяных частиц  
в коалесцирующей насадке**

Коалесцирующая загрузка, фракционный состав	Высота загрузки, $H_z$ , м	Скорость фильтрации, $V$ , м/ч	Температура эмульсии, $t$ , °С	Концентрация нефти, мг/л		Коэффициент полидисперсности		Эффект коалесценции, $\Theta_k$
				на входе в насадку	на выходе из насадки	на входе в насадку	на выходе из насадки	
ПЭ фракции 3-5 мм	0,6	15,44	24,5	188,05	170,72	7,92	10,46	0,65
		32,98	25,0	244,72	212,17	9,40	9,89	1,23
		65,96	25,0	100,99	93,62	10,44	9,89	0,83
		92,66	21,5	78,66	51,63	10,53	11,10	1,26
		117,94	20,0	76,80	95,91	10,30	8,24	2,04
	0,8	19,46	10,5	95,04	52,91	9,44	12,42	0,77
		48,65	10,0	78,53	55,96	9,92	6,94	1,47
		97,30	16,0	423,68	453,24	9,39	8,31	1,14
		108,11	10,0	32,24	28,62	10,82	8,81	1,26
		121,62	21,0	63,88	65,02	7,69	5,71	1,67
ГДК фракции 3-5 мм	0,8	22,19	17,5	240,39	119,62	7,00	8,40	0,81
		43,89	18,0	679,62	373,51	5,07	5,78	1,17
		75,28	18,0	860,73	645,17	11,56	11,56	1,24
		97,00	18,0	1004,82	1023,37	7,78	11,05	0,86
ПЭВ фракции 5-7 мм	0,8	29,94	17,0	407,54	312,82	5,44	6,84	0,96
		55,60	17,0	543,17	203,76	5,72	7,85	1,27
		87,20	17,0	1086,37	824,16	9,22	8,15	1,52
		129,73	17,0	911,96	974,24	9,22	10,60	0,84

### Заключение

Экспериментальные исследования в лабораторных условиях структуры потока, а также процесса коалесценции в напорном коалесцирующем фильтре позволили отработать методику постановки экспериментов исследования процесса коалесценции нефтяных частиц в крупнозернистых гранулированных коалесцирующих насадках в производственных условиях, а также определить наиболее выгодные скорости фильтрующего потока, высоту слоя загрузки и ряд других параметров.

### Список библиографических ссылок

1. [www.eco.tatarstan.ru](http://www.eco.tatarstan.ru). Годовой отчёт за 2016 год по экологическому состоянию территорий и использование природных ресурсов Республики Татарстан.
2. Урмитова Н. С., Абитов Р. Н., Низамова А. Х., Хабибуллин Р. Р. Использование крупнозернистых коалесцирующих материалов в установках очистки нефтепромысловых сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 4. С. 20–24.
3. Урмитова Н. С., Абитов Р. Н., Низамова А. Х. Предварительная обработка нефтесодержащих сточных вод в коалесцирующих насадках перед отстаиванием : сб. трудов IX Международного конгресса «Чистая вода. Казань». Казань : ООО «Новое знание», 2018. С. 48–51.
4. Урмитова Н. С., Абитов Р. Н., Низамова А. Х. Коалесцирующие материалы, применяемые в насадках установок очистки нефтесодержащих сточных вод: сб. трудов XII Международной научно-технической конференции памяти академика РАН С. В. Яковлева «Яковлевские чтения» / НИУ МГСУ. Москва, 2017. С. 912.
5. Бусарев А. В., Селюгин А. С., Каюмов Ф. Ф. Исследование процессов очистки нефтепромысловых сточных вод в напорных гидроциклонах, работающих со свободным изливом // Вода: химия и экология. 2015. № 11. С. 30–34.

6. Busarev A. V., Selyugin A. S., Abitov R. N.. Highly-watered oil dehydration with the treatment of separated stratal water in hydrocyclone units // *Water and Ecology*. 2015. № 4. P. 62–67.
7. Бусарев А. В., Селюгин А. С., Шешегова И. Г., Урмитова Н. С. Гидроциклонные установки подготовки воды для заводнения нефтяных горизонтов с целью повышения их нефтеотдачи // *Нефтегазовое дело*. 2015. № 4. С. 199–215.
8. Sheng-Ming B., Chi, Robin R. Oder. Particulate separations by electrostatic coalescence // PATENTS.GOOGLE.COM daily. Internet-edit. 1992. URL: <https://patents.google.com/patent/US5147045> (дата обращения: 23.10.2018).
9. Liu Yanghong. Separation of Water – in – Heavy oil emulsions using porous particles in coalescence column // PRISM.UCALGARY.CA : daily. Internet-edit. 2014. URL: <https://prism.ucalgary/handle/11023/1376> (дата обращения: 23.10.2018).
10. Coalescing oil water separators : patent 5,266,191 of the United States of America. № 5,433,845 ; decl. 27.08.1992.

**Urmitova Naziya Salihovna**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [urmitova.50@gmail.com](mailto:urmitova.50@gmail.com)

**Abitov Runar Nazilovich**

candidate of pedagogical sciences, associate professor

E-mail: [a\\_runar@mail.ru](mailto:a_runar@mail.ru)

**Nizamova Aida Khanifovna**

senior lecturer

E-mail: [nizamova\\_a\\_h@mail.ru](mailto:nizamova_a_h@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Shagieva Liliya Damirovna**

engineer

E-mail: [mimosa-05@rambler](mailto:mimosa-05@rambler)

**AO Neftehimproekt**

The organization address: 420061, Russia, Kazan, N. Ershova st., 29

**Investigation of filtration and coalescence processes oil emulsion in the laboratory****Abstract**

*Problem statement.* For increasing oil recovery and intensifying the process of oil production, the method of reservoir pressure maintenance (PPM) is widely used, which is carried out by water flooding of oil reservoirs. For these purposes, mainly used oily wastewater (NSW), which are formed during the extraction and preparation of oil. In order to prevent the pore channels of the oil-bearing horizons from clogging, the NSV must be cleaned of petroleum products and mechanical impurities. This article is devoted to the development of sampling techniques during commissioning, as well as during the operation of the NWS purification plants with coarse-grained granular coalescing nozzles in a production environment.

*Results.* The main results of these studies are to determine the moment of sampling during the experiment, the polydispersity of the oil emulsion after the coalescing packing, and the efficiency of the coalescence process.

*Conclusions.* The significance of the results obtained for the construction industry in the design of wastewater treatment plants is to determine the residence time of oil particles in a coalescing load, which allowed us to work out a methodology for conducting experiments to study the process of coalescence of oil particles in coarse grained granular coalescing packing in production conditions.

**Keywords:** experimental design, oily wastewater (NSV), polydispersity, coalescence effect, settling, pretreatment, coalescence, coalescing packing, water-repellent, pressure coalescing filter, oil emulsion.

## References

1. [www.eco.tatarstan.ru](http://www.eco.tatarstan.ru). Annual report for 2016 on the ecological status of the territories and the use of natural resources of the Republic of Tatarstan.
2. Urmitova N. S., Abitov R. N., Nizamova A. Kh., Khabibullin R. R. Using coarse materials in oilfield wastewater treatment plants. // Water Supply and Sanitary Engineering. 2018. № 2. P. 20–24.
3. Urmitova N. S., Abitov R. N., Nizamova A. Kh. Pre-treatment of oily wastewater in coalescing nozzles before settling : collection of works of IX International Congress «Clean Water. Kazan». Kazan : New Knowledge LLC, 2018. P. 48–51.
4. Urmitova N. S., Abitov R. N., Nizamova A. Kh. Coalescing materials used in the nozzles of plants for the treatment of oily wastewater: collection of works of the XII International Scientific and Technical Conference in Memory of Academician of the Russian Academy of Sciences Sergey Yakovlev «Yakovlev Readings» / National Research University MGSU. Moscow, 2017. P. 912.
5. Busarev A. V., Selyugin A. S., Kayumov F. F. Investigation of oilfield wastewater treatment processes in pressure hydrocyclones working with a free spout // Water: chemistry and ecology. 2015. № 11. P. 30–34.
6. Busarev A. V., Selyugin A. S., Abitov R. N.. Highly-watered oil dehydration with the treatment of separated stratal water in hydrocyclone units // Water and Ecology. 2015. № 4. P. 62–67.
7. Busarev A. V., Selyugin A. S., Sheshegova I. G., Urmitova N. S. Hydrocyclone installations preparation of water for flooding of oil-bearing horizons in order to increase their oil recovery // Oil and Gas Business. 2015. № 4. P. 199–215.
8. Sheng-Ming B., Chi, Robin R. Oder. Particulate separations by electrostatic coalescence // PATENTS.GOOGLE.COM daily. Internet-edit. 1992. URL: <https://patents.google.com/patent/US5147045> (reference date: 23.10.2018).
9. Liu Yanghong. Separation of Water – in – Heavy oil emulsions using porous particles in coalescence column // PRISM.UCALGARY.CA : daily. Internet-edit. 2014. URL: <https://prism.ucalgary/handle/11023/1376> (reference date: 23.10.2018).
10. Coalescing oil waterseparators : patent 5,266,191 of the United States of America. № 5,433,845 ; decl. 27.08.1992.