

## РАЗРАБОТКА СЕЛЕКТИВНЫХ ТАМПОНАЖНЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

### DEVELOPMENT OF SELECTIVE GROUTING COMPOSITIONS BASED ON BITUMINOUS EMULSIONS FOR WATER INSULATION WORKS

**В. А. Стрижнев**  
**Vladimir A. Strizhnev**

ООО «Уфимский  
Научно-Технический Центр»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa Scientific  
and Technical Center LLC,  
Ufa, Russian Federation

**Д. В. Каразеев**  
**Dmitry V. Karazeev**

ООО «Уфимский  
Научно-Технический Центр»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa Scientific  
and Technical Center LLC,  
Ufa, Russian Federation

**Э. Г. Теляшев**  
**Elshad G. Telyashev**

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**Р. Р. Асадуллин**  
**Rustem R. Asadullin**

Уфимский государственный  
нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**Л. Е. Ленченкова**  
**Lyubov E. Lenchenkova**

Уфимский государственный  
нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**А. Г. Телин**  
**Aleksey G. Telin**

ООО «Уфимский  
Научно-Технический Центр»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa Scientific  
and Technical Center LLC,  
Ufa, Russian Federation

**И. Р. Арсланов**  
**Ildar R. Arslanov**

ООО «Уфимский  
Научно-Технический Центр»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa Scientific  
and Technical Center LLC,  
Ufa, Russian Federation

**Ю. А. Кутьин**  
**Yuri A. Kutynin**

АО «Институт  
нефтехимпереработки»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Institute of Petrochemical  
Processing JSC,  
Ufa, Russian Federation

Для повышения эффективности работ по изоляции водопритока в нефтяных скважинах предпочтение отдается селективным тампонажным составам. Применение методов селективной изоляции предусматривает избирательное закупоривание каналов притока воды с сохранением проницаемости нефтенасыщенных интервалов пласта. Показан механизм реализации селективности для различных групп тампонажных составов. Отмечается, что на селективность действия указанных составов существенное влияние оказывает проницаемостная неоднородность пласта. В этом случае вода в первую очередь поступает по высокопроницаемым пропласткам, куда и будет закачиваться тампонажный состав в большем объеме, чем в низкопроницаемый пропласток при проведении водоизоляционных работ.

В работе продолжены исследования селективных тампонажных составов, которые закупоривают поровое пространство материалом, растворимым впоследствии в нефти и нерастворимым в воде. Проанализирована возможность применения битумных эмульсий,

#### Ключевые слова

водоизоляция; селективные тампонажные составы; проведение работ по схеме селективной изоляции; битумные эмульсии; акриловые дисперсии; фильтрационные исследования

в том числе промышленно выпускающихся дорожных эмульсий. Использование битумных эмульсий в качестве водоизолирующих составов имеет ряд преимуществ: за счет невысокой вязкости прямой эмульсии она легко проникает в пористую среду. При этом битумные эмульсии обладают высокой термостабильностью. Образующаяся пленка битума непроницаема для воды и достаточно устойчива к воздействию агрессивных сред (кислот и щелочей).

В качестве объектов исследования использовалась битумная дорожная эмульсия катионная марки ЭБДК Б-52 и акриловые дисперсии, которые предназначались для увеличения сцепления битума с поверхностью горной породы и металла. В качестве акриловых дисперсий применялись промышленно производимые реагенты марок Лакротэн (Э-081, Э-31, Э-082, Э-43), Lacryl 4443.

Проведены исследования битумных эмульсий и акриловых дисперсий на предмет сцепления с поверхностью металла, карбонатной и терригенной горных пород, из которых следует, что акриловые дисперсии с низким рН (3,0–3,6) являются эффективным средством обработки образцов.

Фильтрационные исследования свидетельствуют о селективных свойствах битумной эмульсии. При закачке битумной эмульсии Б-52 как для насыпной модели, так и для модели идеальной трещины наблюдается общая тенденция снижения проницаемости по воде: 32,8 % – для насыпной модели и 33,6 % – для модели идеальной трещины. При проведении фильтрационных исследований с первоначальной закачкой акриловой дисперсии с последующим нагнетанием эмульсии во всех экспериментах наблюдается затухание фильтрации как в водонасыщенной, так и нефтенасыщенной моделях пласта.

По результатам проведенных исследований, для изоляции водонасыщенных пропластков предлагается проведение работ по схеме селективной изоляции с использованием битумной эмульсии Б-52; а при проведении работ по ликвидации заколонных перетоков, отключению обводненных пластов и устранению негерметичности эксплуатационных колонн в муфтовых соединениях предусматривается последовательная закачка акриловой дисперсии и битумной эмульсии.

To increase the efficiency of water inflow isolation in oil wells, selective grouting compositions are preferred. The use of selective isolation methods provides for selective clogging of water inflow channels while maintaining the permeability of oil-saturated reservoir intervals. The mechanism of selectivity realization for different groups of grouting compositions is shown. It is noted that the selectivity of the action of these compositions is significantly affected by the permeability heterogeneity of the formation. In this case, the water primarily flows through the high-permeable interlayers, where the grouting composition will be pumped in a larger volume than in the low-permeable interlayer during water insulation works.

In this paper, we continue to study selective grouting compositions that clog the pore space with a material that is subsequently soluble in oil and insoluble in water. The possibility of using bitumen emulsions, including commercially available road emulsions, is analyzed. The use of bituminous emulsions as water-insulating compositions has a number of advantages: due to the low viscosity of the direct emulsion, it easily penetrates into the porous medium. At the same time, bituminous emulsions have high thermal stability. The resulting bitumen film is impervious to water and is sufficiently resistant to aggressive media (acids and alkalis).

The objects of the study were used bitumen road emulsion cationic grade EBDK B-52 and acrylic dispersions, which were intended to increase the adhesion of bitumen to the surface of rock and metal. Commercially produced reagents of the Lacroten brands (E-081, E-31, E-082, E-43), Lacryl 4443 were used as acrylic dispersions.

Studies of bituminous emulsions and acrylic dispersions for adhesion to the surface of metal, carbonate and terrigenous rocks have been carried out, from which it follows that acrylic dispersions with a low pH (3.0–3.6) are an effective means of processing samples.

## Keywords

water insulation;  
selective grouting compositions;  
carrying out works according  
to the scheme of selective  
insulation; bituminous emulsions;  
acrylic dispersions;  
filtration studies

Filtration studies indicate the selective properties of the bitumen emulsion. When injecting B-52 bitumen emulsion for both the bulk model and the ideal crack model, there is a general tendency to reduce water permeability: 32.8 % for the bulk model and 33.6 % for the ideal crack model. When conducting filtration studies with the initial injection of acrylic dispersion followed by injection of the emulsion, in all experiments, filtration attenuation is observed in both the water-saturated and oil-saturated reservoir models.

According to the results of the conducted studies, for the isolation of water-saturated interlayers, it is proposed to carry out works according to the scheme of selective isolation using bituminous emulsion B-52; and when carrying out works on the elimination of behind-the-casing flows, disconnecting water-filled layers and eliminating the leakage of production columns in the coupling joints, sequential injection of acrylic dispersion and bituminous emulsion is provided.

С появлением воды в продукции добывающих скважин начинается отсчет в проведении лабораторных изысканий высокоэффективных тампонажных составов и организации работ по водоизоляции [1]. При этом с самого начала поисков предпочтение отдается селективным тампонажным составам. Применение методов селективной изоляции предусматривает избирательное закупоривание каналов притока воды с сохранением проницаемости нефтенасыщенных интервалов пласта [2]. В этой связи селективными называются тампонажные составы, которые избирательно снижают проницаемость обводненных пропластков и сохраняют прежнюю проницаемость нефтенасыщенных интервалов, в то время как неселективные тампонажные составы снижают проницаемость продуктивного пласта независимо от его насыщенности нефтью или водой.

В свою очередь, в зависимости от механизма закупоривания пористой среды, методы селективной изоляции делятся на группы. Так, к первой группе можно отнести селективные тампонажные составы, которые образуют закупоривающий поровое пространство материал, растворимый впоследствии в нефти, не растворимый в воде. Ко второй группе относятся тампонажные составы селективного действия, которые образуют закупоривающий поровое пространство материал только при смешении с пластовой водой и не образуют при смешении с пластовой нефтью.

В последние годы под термином «селективность» все чаще понимают перераспределение притока флюидов после воздействия тампонажного состава на проницаемостно-неоднородный пласт. В этом случае предполагается, что вода в первую очередь поступает по высокопроницаемым пропласткам, куда и будет закачиваться тампонажный состав в большем объеме, чем в низкопроницаемый

пропласток при проведении водоизоляционных работ. Именно на этом основан метод отключения обводненных интервалов пласта по схеме селективной изоляции, предусматривающий закачку составов по всей мощности пласта [2]. По этой схеме в неоднородных пластах возможно применение как селективных, так и неселективных составов.

Возможность проведения работ по схеме селективной изоляции подтверждается исследованиями полимерных гелей (растворы полимера и сшивателя). Различные исследователи на основании результатов лабораторного тестирования указывают на способность полимерных гелей снижать проницаемость пористой среды по воде больше, чем по нефти [3, 4]. Более того, нефтенасыщенные интервалы пласта имеют тенденцию к восстановлению проницаемости при фильтрации нефти [3], что приводит к постепенному восстановлению продуктивности скважины по нефти после обработки. Подобное явление получило название «неравномерное снижение проницаемости».

На наш взгляд, данный подход к проведению водоизоляции целесообразно применять при закачке тампонажных составов в небольших объемах при глубине проникновения в пласт не более 1 м. В этом случае при необходимости возможно восстановление проницаемости нефтенасыщенных, как правило, низкопроницаемых пропластков после изоляционных работ. При проведении объемных работ по закачке тампонажного состава с глубиной проникновения в пласт более 1 м вероятно закупоривание как водонасыщенных высокопроницаемых, так и нефтенасыщенных низкопроницаемых пропластков. Эта проблема может существовать при проведении вышеуказанных работ в горизонтальных скважинах, где возможность закупорки пласта при закачке боль-

шеобъемных составов достаточно велика [4]. В указанной работе продолжены исследования селективных тампонажных составов, применение которых снижает риски, возникающие при проведении водоизоляционных работ. В первую очередь, продолжен поиск селективных составов, которые закупоривают поровое пространство материалом, растворимым впоследствии в нефти и нерастворимым в воде. Первые исследования в этом направлении показали возможность использования самой нефти в качестве селективного реагента для изоляции водонасыщенных интервалов за счет адсорбции на поверхности породы смолисто-асфальтеновых веществ.

Однако данный метод имеет недостатки, связанные с быстрым выносом нефти из пласта [5]. В этой связи предлагались различные технологии применения отходов переработки нефти с большим содержанием смолисто-асфальтеновых веществ, но в связи с тем, что такие составы имеют высокую вязкость, их применение технологически затруднено.

В настоящей работе нами проанализирована возможность применения для водоизоляции различных битумных эмульсий, в том числе промышленно выпускающихся дорожных эмульсий. Битумными эмульсиями называются коллоидно-дисперсные системы, в которых битум в виде мельчайших капелек размерами от 1 до 10 мкм диспергирован в воде, не смешиваясь с ней. В эмульсиях содержание битума составляет 50–65 %. Так как устойчивость эмульсии зависит от величины поверхностного натяжения на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды, то для получения устойчивых битумных эмульсий вводят эмульгаторы, понижающие поверхностное натяжение. В качестве эмульгаторов применяют поверхностно-активные, катионогенные и анионогенные водорастворимые вещества. Эмульсии с анионоактивными эмульгаторами называют щелочными, с катионоактивными — кислыми [6, 7]. При контакте с поверхностью горной породы эмульсии распадаются на составные части — битум и водный раствор.

Использование битумных эмульсий в качестве водоизолирующего состава имеет ряд преимуществ. Так, образующаяся пленка битума непроницаема для воды и достаточно устойчива к воздействию агрессивных сред (кислот и щелочей). За счет невысокой вязкости эмульсии легко проникают в пористую

среду, хорошо смешиваются с минеральными материалами и связывают их частицы, обладают высокой термостабильностью (130–140 °С). Все эти свойства битумных эмульсий дают возможность применения их в изоляционных работах, в том числе и при высоких температурах [8]. В частности, в данной работе рассматривается битумная эмульсия, представляющая собой дисперсию битума в водном растворе и ПАВ. Способ обработки предусматривает закачку в пласт указанного битумсодержащего реагента или его смеси с углеводородным растворителем и/или минеральным порошком; в качестве углеводородного растворителя используют нефть или кубовые остатки производства этилбензола и стирола — смолу, а в качестве минерального порошка — бентонитовую глину.

Изучению процессов эмульгирования битумов и свойств битумных эмульсий посвящены работы [9–11]. Битумы обычно хорошо эмульгируются, если в их составе соотношение смол к асфальтенам находится в пределах 0,5–2,0, а при соотношении менее 0,5 эмульгирование протекает неудовлетворительно. По данным работ [12, 13], эмульгируемость битумов зависит от структуры битума, свойств применяемого эмульгатора и режима эмульгирования.

В работе [14] для водоизоляции предлагается битумная эмульсия, содержащая жидкий углеводород, маслорастворимые ПАВ, в качестве которых используются сложные эфиры кислот таллового масла и триэтаноламина, водорастворимое ПАВ, водноспиртовой раствор алкилсиликоната натрия и вода. Показано, что добавление к битумной эмульсии углеводородных растворителей позволяет увеличить проникающую способность битумной эмульсии глубже в пласт за счет растворения битумных частиц и уменьшения скорости адсорбции, а добавление к битумной эмульсии и ее смесям бентонитовой глины увеличивает прочность изоляционного экрана в трещинах.

Общим недостатком вышеописанных битумных эмульсий является многокомпонентность предлагаемых составов и сложность их приготовления в промышленных условиях.

В настоящей работе в качестве объектов исследования нами использовалась битумная дорожная эмульсия катионная марки ЭБДК Б-52 (предоставлена специалистами АО «Институт Нефтехимпереработки») и



акриловые дисперсии, которые предназначались для увеличения сцепления битума с поверхностью горной породы и металла.

Эмульсия битумная дорожная катионная изготавливается по ГОСТ Р 55420-2013. Применяется для устройства поверхностной обработки, устройства оснований дорожных одежд методом пропитки, приготовления черного щебня, приготовления складированных смесей и холодной регенерации покрытий [15].

Акриловые дисперсии — это полимеры эфиров этиленкарбоновой (или акриловой) кислоты с добавлением стабилизаторов и эмульгаторов. В качестве акриловых дисперсий применялись промышленно производимые составы марок Лакротэн (Э-081, Э-31, Э-082, Э-43), а также Lacryl 4443.

Предоставленные битумные эмульсии исследовались на предмет сцепления с поверхностью металла, а также с поверхностью карбонатной и терригенной горных пород. Сущность тестирования заключалась в оценке степени сохранности пленки битума на поверхности пород после кипячения в пресной воде [15, 16]. Для анализа одной пробы битумной эмульсии брались четыре предварительно очищенных образца каждой породы и металла. Штангенциркулем измерялись длина, ширина и высота. Поверхности образцов протирались ацетоном. После высушивания и взвешивания каждый тестируемый образец поочередно погружался в заранее приготовленный раствор акриловой дисперсии заданной концентрации (5 %, 10 %, 20 % и 30 %) на

30 мин, затем стряхивали капли и образец сразу окунали 2–3 раза в испытуемую эмульсию. Затем образцы подвешивались на штативе без контакта друг с другом. Через сутки образцы погружали в кипящую дистиллированную воду на 30 мин. По истечении указанного времени их вынимали, высушивали при  $110 \pm 5$  °С и снова взвешивали до постоянной массы. Поверхность образцов осматривали и проводили оценку качества сцепления эмульсии по степени сохранности пленки.

По результатам замеров построены графики зависимости массы выделившегося на образцах битума от концентрации различных дисперсий (рисунки 1–3).

Из результатов проведенных исследований следует, что дисперсии с низким рН (3,0–3,6) являются наиболее эффективным средством обработки образцов. Предварительная обработка всеми акриловыми дисперсиями приводит к увеличению выпадения битума по сравнению с необработанными образцами. Наибольшая масса выпавшего осадка наблюдается на терригенных образцах, наименьшая — на карбонатных (рисунки 2 и 3).

Фильтрационные исследования эмульсий проводились на установке СМП-ФЕС2Р с использованием насыпной модели и модели идеальной трещины. При создании модели идеальной трещины применялись практически непроницаемые образцы гидрофильного керна. КERN распилили вдоль, затем половины подобрали так, чтобы модель была цилиндрической формы.

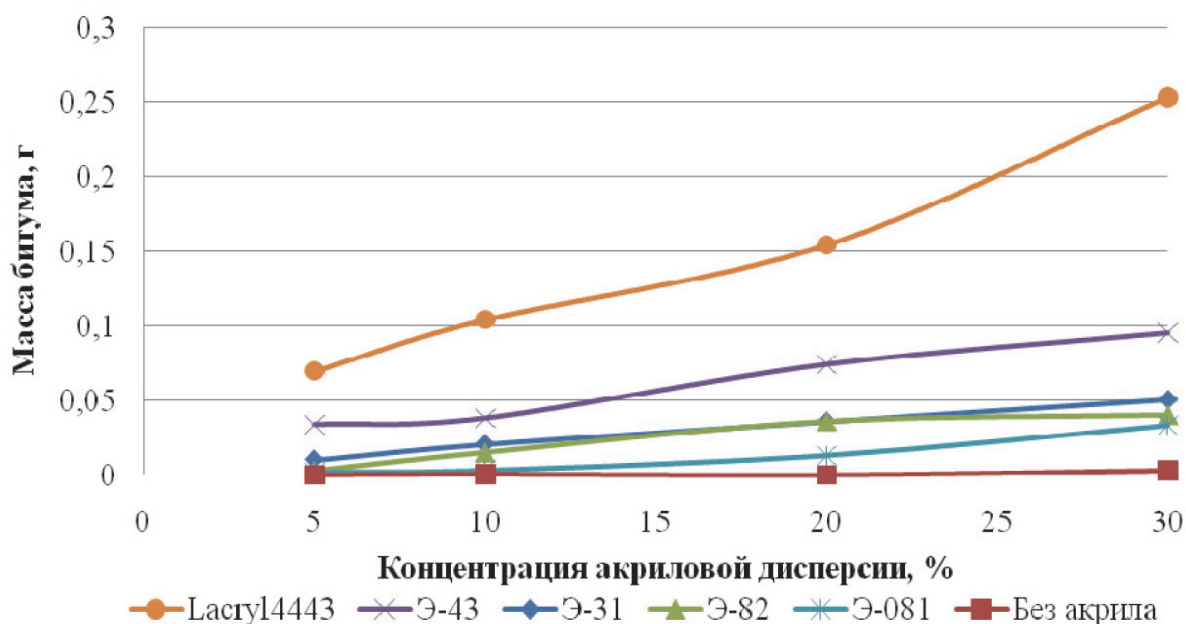


Рисунок 1. Зависимость массы выпавшего битума на металле от концентрации различных дисперсий

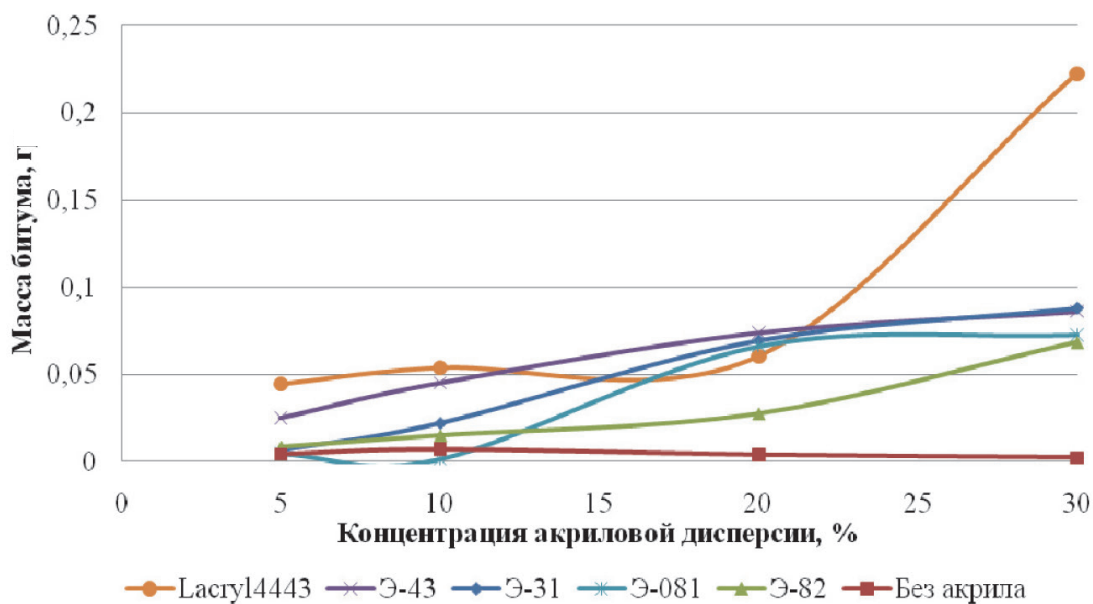


Рисунок 2. Зависимость массы выпавшего битума на терригенной породе от концентрации различных дисперсий

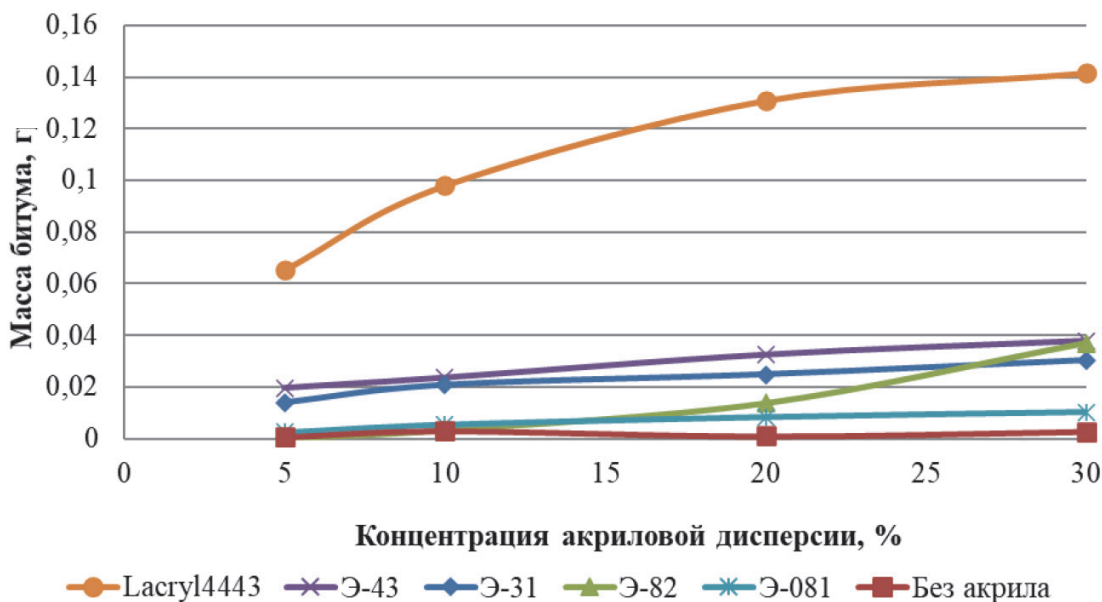


Рисунок 3. Зависимость массы выпавшего битума на карбонатной породе от концентрации различных дисперсий

Исследования проводились с постоянным расходом фильтрующейся жидкости (воды). Во всех экспериментах фильтрацию воды осуществляли с начальным расходом 0,1 см<sup>3</sup>/мин, после чего расход увеличивали ступенчато до 1,0 см<sup>3</sup>/мин. Как видно из таблицы 1, при закачке битумной эмульсии Б-52 как для насыпной модели, так и для модели идеальной трещины наблюдается общая тенденция снижения проницаемости по воде. В целом результаты очень близки: 32,8 % — для насыпной модели и 33,6 % — для модели идеальной трещины. При этом для насыпной модели степень снижения проницаемости прак-

тически не зависит от скорости фильтрации. На модели идеальной трещины наблюдается тенденция снижения эффекта изоляции от скорости фильтрации, что свидетельствует о дополнительном выносе битумных частиц из системы трещин. Если в нефтенасыщенной модели при расходе 0,1 см<sup>3</sup>/мин наблюдается снижение проницаемости (эксперимент № 3), то при увеличении расхода проницаемость образца восстанавливается.

Полученные результаты свидетельствуют о селективных свойствах битумной эмульсии.

При проведении фильтрационных исследований с первоначальной закачкой акриловой

Таблица 1. Результаты фильтрационных исследований

№ эксперимента	Расход, см <sup>3</sup> /мин	Проницаемость, *10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>		Состав	Модель	Снижение проницаемости, %
		до	после			
Насыпная модель						
1	0,1	19,59	12,78	Битумная эмульсия Б-52	Водонасыщенная	34,8
	0,5	29,44	19,60			33,4
	1,0	29,31	19,71			32,8
Щелевая модель						
1	0,1	272,20	100,81	Битумная эмульсия Б-52	Водонасыщенная	63,0
	0,5	330,20	196,36			40,5
	1,0	354,20	235,17			33,6
2	0,1	269,81	0,00	30 % Lacryl 4443 + битумная эмульсия Б-52	Водонасыщенная	100,0
	0,5	274,20	0,00			100,0
	1,0	294,45	0,00			100,0
3	0,1	205,41	151,00	Битумная эмульсия Б-52	Нефтенасыщенная	26,5
	0,5	235,29	235,29			0,00
	1,0	236,01	236,01			0,00
4	0,1	174,12	0,15	30 % Lacryl 4443 + битумная эмульсия Б-52	Нефтенасыщенная	99,9
	0,5	179,97	0,00			100,0
	1,0	183,31	0,00			100,0
5	0,1	231,15	0,80	30 % Lacryl 4443 + битумная эмульсия Б-52	Водонасыщенная	99,7
	0,5	249,75	0,00			100,0
	1,0	256,01	0,00			100,0

дисперсии с последующим нагнетанием эмульсии во всех экспериментах наблюдается затухание фильтрации как в водонасыщенной, так и нефтенасыщенной моделях пласта. В качестве примера на рисунке 4 представлены результаты фильтрационного эксперимента на водонасыщенной модели идеальной трещины (в таблице 1 — эксперимент номер 2 для щелевой модели). Для различных скоростей

фильтрации проницаемость трещины снижается до нуля. Максимальный градиент давления, при котором происходит прорыв воды по трещине, составил 59,33 МПа/м. При разборке модели идеальной трещины после закачки акриловой дисперсии с последующей закачкой эмульсии обнаружен смоляной (битумный) осадок.

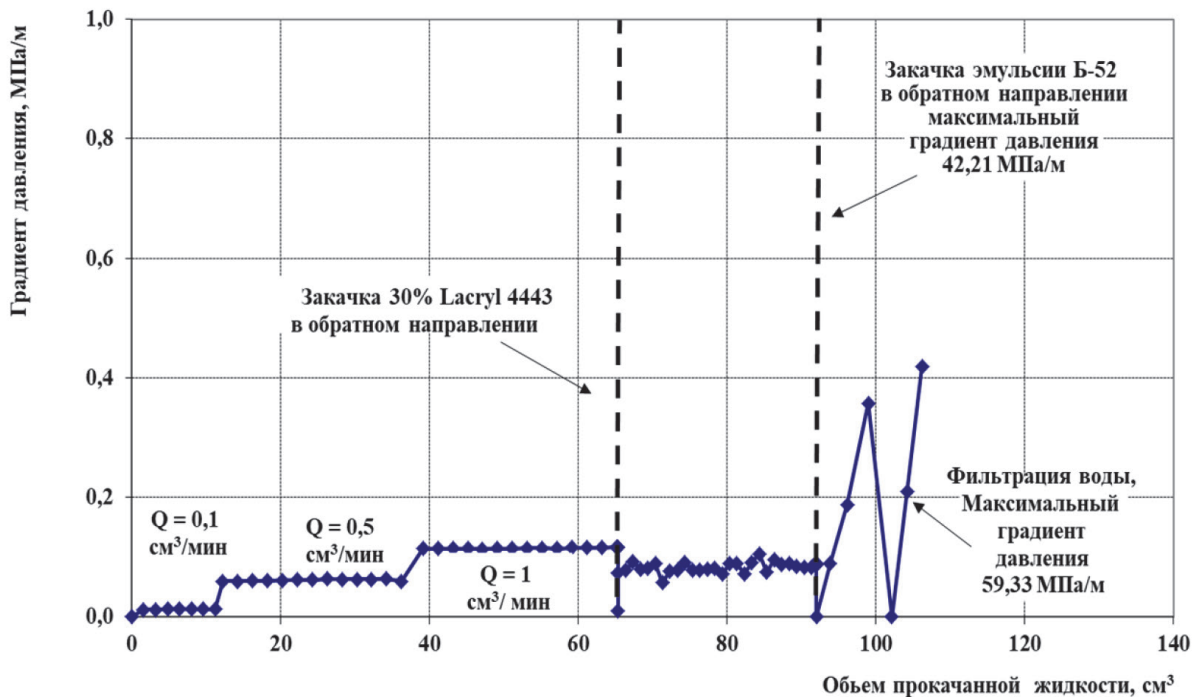


Рисунок 4. Результаты фильтрационного эксперимента на водонасыщенной модели идеальной трещины

**Выводы**

По результатам проведенных исследований предлагаются следующие технологические схемы водоизоляции в нефтяных скважинах. Для изоляции водонасыщенных пропластков, в том числе и в горизонтальных скважинах, предлагается проведение работ по схеме селективной изоляции с использованием битумной эмульсии Б-52. Выбор объема состава и последовательность закачки определяются в каждом конкретном случае с использованием программного продукта «Дизайн

РИР», разработанного специалистами ООО «Уфимский НТЦ» [17].

При проведении работ по ликвидации закоронных перетоков, отключению обводненных пластов и устранению негерметичности эксплуатационных колонн в муфтовых соединениях предусматривается последовательная закачка акриловых дисперсий и битумной эмульсии.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90087 «Аспиранты».*

**СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Уметбаев В.Г., Стрижнев В.А. Капитальный ремонт скважин на поздней стадии разработки месторождений // Нефтяное хозяйство. 2002. № 4. С. 71-75.
2. Блажевич В.А., Умрихина Е.Н., Уметбаев В.Г. Ремонтно-изоляционные работы при эксплуатации нефтяных месторождений. М.: Недра, 1981. 232 с.
3. Seright R.S. Cleanup of Oil Zones After a Gel Treatment // SPE Production and Operations. 2006. Vol. 21. Issue 2. P. 237-244. DOI: 10.2118/92772-PA.
4. Нигматуллин Т.Э., Борисов И.М., Корнилов А.В., Политов М.Е., Телин А.Г. Лабораторное тестирование материалов для ремонтно-изоляционных работ в горизонтальных скважинах // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». 2012. № 2 (27). С. 12-15.
5. Орлов Г.А., Кендис М.Ш., Глущенко В.Н. Применение обратных эмульсий в нефтедобыче. М.: Недра, 1991. 222 с.
6. Аскалонов В.В. Классификация способов закрепления грунтов // Теоретическим основам технической мелиорации грунтов: тр. совещания. М.: МГУ, 1961. С. 41-44.
7. Tallard G.R., Caron C. Chemical Grouts for Soils: Final Report. Vol. 1. Available Materials. Washington: Federal Highway Administration, 1977. 233 p.
8. Пат. 2230900 РФ, МПК Е 21 В 43/32. Битумсодержащий реагент для повышения нефтеотдачи пластов и ограничения водопритокков в нефтяные скважины и способов обработки нефтяного пласта / М.И. Рудь, М.А. Силин, Л.А. Магадова, И.А. Сидоров, В.Б. Губанов, Д.Ю. Елисеев, Г. Чекалина, Р.С. Магадов, В.Н. Мариненко, Е.Г. Гаевой. 2002104474/03, Заявлено 21.02.2002; Опубл. 20.06.2004. Бюл. 17.
9. Никишина М.Ф., Эвентов И.М., Архипова А.П. Дорожные эмульсии. М.: Транспорт, 1964. 172 с.
10. Никишина М.Ф. Использование фосфорных и ацетатных соединений для увеличения времени распада и адгезии анионных битумных эмульсий // Улучшение битумов добавками высокополимеров, взаимодействие битума с минеральными материалами, битумные эмульсии: тр. СоюзДорНИИ. М.: СоюзДорНИИ, 1971. Вып. 50. С. 121-125.
11. Никишина М.Ф. Выбор нефтяных битумов для производства дорожных эмульсий // Пути улучшения свойств асфальтобетонных и других битумоминераль-

ных смесей: тр. СоюзДорНИИ. М.: СоюзДорНИИ, 1971. Вып. 44. С. 160-180.

12. Никишина М.Ф., Назаров В.В., Челухина Г.А. Выбор оптимальных условий приготовления катионных эмульсий в машинах непрерывного действия // Исследование и применение дорожных эмульсий: тр. СоюзДорНИИ. М.: СоюзДорНИИ, 1972. Вып. 57. С. 25-37.

13. Абдуллин А.И. Универсальные водо-битумные эмульсии: дис. ... канд. техн. наук. Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2005. 129 с.

14. Фам Хоанг Кыонг Разработка состава устойчивой битумной эмульсии для селективной изоляции притока вод в добывающие скважины: дис. ... канд. техн. наук. М.: Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина, 2010. 131 с.

15. Кутын Ю.А., Теляшев Э.Г. Битумы и битумные материалы. Нормативы, качество, технологии. Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2018. 272 с.

16. Джейкок М., Парфит Дж. Химия поверхностей раздела фаз / пер. с англ. В.Ю. Гаврилова, В.Б. Фенелона. М.: Мир, 1984. 269 с.

17. Свидетельство № 2013610105. Программа «NGT. Дизайн РИР в нефтяных скважинах» / Правообладатель ООО «Уфимский НТЦ». № 2012619640, заявл. 07.11.2012; опубл. 09.01.2013 г.

**REFERENCES**

1. Umetbaev V.G., Strizhnev V.A. Kapital'nyi remont skvazhin na pozdnei stadii razrabotki mestorozhdenii [Workover of Wells at a Late Stage of Field Development]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2002, No. 4, pp. 71-75. [in Russian].
2. Blazhevich V.A., Umrikhina E.N., Umetbaev V.G. *Remontno-izolyatsionnye raboty pri ekspluatatsii neftnykh mestorozhdenii* [Repair and Insulation Works During the Operation of Oil Fields]. Moscow, Nedra Publ., 1981. 232 p. [in Russian].
3. Seright R.S. Cleanup of Oil Zones After a Gel Treatment. *SPE Production and Operations*, 2006, Vol. 21, Issue 2, pp. 237-244. DOI: 10.2118/92772-PA.
4. Nigmatullin T.E., Borisov I.M., Kornilov A.V., Politov M.E., Telin A.G. Laboratornoe testirovanie materialov dlya remontno-izolyatsionnykh rabot v gorizontaľnykh skvazhinakh [Some Aspects of Filtration Testing of Agents for Water Shutoff in Horizontal Wells]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik OAO «NK «Rosneft'» — Scientific and*



*Technical Bulletin of «Rosneft»*, 2012, No. 2 (27), pp. 12-15. [in Russian].

5. Orlov G.A., Kendis M.Sh., Glushchenko V.N. *Primenenie obratnykh emul'sii v neftedobyche* [Application of Inverse Emulsions in Oil Production]. Moscow, Nedra Publ., 1991. 222 p. [in Russian].

6. Askalonov V.V. *Klassifikatsiya sposobov zakrepleniya gruntov* [Classification of Soil Consolidation Methods]. *Trudy soveshchaniya «Teoreticheskim osnovam tekhnicheskoi melioratsii gruntov»* [Proceedings of the Meeting «Theoretical Foundations of Technical Land Reclamation»]. Moscow, MGU Publ., 1961, pp. 41-44. [in Russian].

7. Tallard G.R., Caron C. *Chemical Grouts for Soils: Final Report. Vol. 1. Available Materials*. Washington, Federal Highway Administration, 1977. 233 p.

8. Rud M.I., Silin M.A., Magadova L.A., Sidorov I.A., Gubanov V.B., Eliseev D.Yu., Chekalina G., Magadov R.S., Marinenko V.N., Gaevoi E.G. *Bitumsoderzhashchii reagent dlya povysheniya nefteotdachi plastov i ogranicheniya vodopritokov v neftyanye skvazhiny i sposobov obrabotki neftyanogo plasta* [Bituminous Reagent for Enhanced Oil Recovery and Restriction of Water Inflows into Oil Wells and Methods for Treatment of an Oil Reservoir]. Patent RF, No. 2230900, 2004. [in Russian].

9. Nikishina M.F., Eventov I.M., Arkhipova A.P. *Dorozhnye emul'sii* [Road Emulsions]. Moscow, Transport Publ., 1964. 172 p. [in Russian].

10. Nikishina M.F. *Ispol'zovanie fosfornykh i atsetatnykh soedinenii dlya uvelicheniya vremeni raspada i adgezii anionnykh bitumnykh emul'sii* [The Use of Phosphorus and Acetate Compounds to Increase the Disintegration Time and Adhesion of Anionic Bitumen Emulsions]. *Trudy SoyuzDorNII «Uluchshenie bitumov dobavkami vysokopolimerov, vzaimodeistvie bituma s mineral'nymi materialami, bitumnye emul'sii»* [Proceedings of SoyuzDorNII «Improvement of Bitumen by Adding High Polymers, Interaction of Bitumen with Mineral Materials, Bitumen Emulsions»]. Moscow, SoyuzDorNII Publ., 1971, Issue 50, pp. 121-125. [in Russian].

11. Nikishina M.F. *Vybor neftyanykh bitumov dlya proizvodstva dorozhnykh emul'sii* [Selection of Petroleum Bitumen for the Production of Road Emulsions]. *Trudy SoyuzDorNII «Puti uluchsheniya svoystv asfal'tobetonnykh i drugikh bitumomineral'nykh smesei»* [Proceedings of SoyuzDorNII «Ways to Improve the Properties of Asphalt Concrete and other Bitumen-Mineral Mixtures»]. Moscow, SoyuzDorNII Publ., 1971, Issue 44, pp. 160-180. [in Russian].

12. Nikishina M.F., Nazarov V.V., Chelukhina G.A. *Vybor optimal'nykh uslovii prigotovleniya kationnykh emul'sii v mashinakh nepreryvnogo deistviya* [Selection of Optimal Conditions for the Preparation of Cationic Emulsions in Continuous Machines]. *Trudy SoyuzDorNII «Issledovanie i primeneniye dorozhnykh emul'sii»* [Proceedings of the SoyuzDorNII «Research and Application of Road Emulsions»]. Moscow, SoyuzDorNII Publ., 1972, Issue 57, pp. 25-37. [in Russian].

13. Abdullin A.I. *Universal'nye vodo-bitumnye emul'sii: dis. kand. tekhn. nauk* [Universal Water-Bitumen Emulsions: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Kazan, Kazan. gos. tekhnol. un-t Publ., 2005. 129 p. [in Russian].

14. *Fam Khoang Kyong Razrabotka sostava ustoichivoi bitumnoi emul'sii dlya selektivnoi izolyatsii pritoka vod v dobyvayushchie skvazhiny: dis. kand. tekhn. nauk* [Development of a Stable Bitumen Emulsion Composition for Selective Isolation of Water Inflow into Production Wells: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Moscow, Ros. gos. un-t nefti i gaza im. I.M. Gubkina Publ., 2010. 131 p. [in Russian].

15. Kutin Yu.A., Telyashev E.G. *Bitumy i bitumnye materialy. Normativy, kachestvo, tekhnologii* [Bitumen and Bituminous Materials. Standards, Quality, Technology]. Ufa, GUP INKhP RB Publ., 2018. 272 p. [in Russian].

16. Dzheikov M., Parfit Dzh. *Khimiya poverkhnostei razdela faz* [Chemistry of Interfaces]. Translation from English by V.Yu. Gavrilova, V.B. Fenelonova. Moscow, Mir Publ., 1984. 269 p. [in Russian].

17. *Programma «NGT. Dizain RIR v neftyanykh skvazhinakh»* [NGT. Design of RIR in Oil Wells]. Certificate No. 2013610105, 2013. [in Russian].

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### ABOUT THE AUTHORS

**Стрижнев Владимир Алексеевич**, канд. техн. наук, эксперт отдела ремонтно-изоляционных работ и скважинных технологий, ООО «Уфимский Научно-Технический Центр», г. Уфа, Российская Федерация

**Vladimir A. Strizhnev**, Candidate of Engineering Sciences, Expert of Repair and Insulation Works and Borehole Technologies Department, Ufa Scientific and Technical Center LLC, Ufa, Russian Federation

e-mail: striznevva@ufntc.ru

**Асадуллин Рустэм Рустямович**, аспирант кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

**Rustem R. Asadullin**, Post-Graduate Student of Oil and Gas & Oil Field Development and Operation Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

e-mail: yorkerbridge@mail.ru

**Арсланов Илдар Робертович**, начальник отдела ремонтно-изоляционных работ и скважинных технологий, ООО «Уфимский Научно-Технический Центр», г. Уфа, Российская Федерация

**Ildar R. Arslanov**, Head Repair and Insulation Works and Borehole Technologies Department, Ufa Scientific and Technical Center LLC, Ufa, Russian Federation

e-mail: arslanovir@ufntc.ru

**Каразеев Дмитрий Владимирович**, руководитель департамента нефтепромысловой химии и сервисных услуг, ООО «Уфимский Научно-Технический Центр», г. Уфа, Российская Федерация

**Dmitry V. Karazeev**, Head of Oilfield Chemistry and Services Department, Ufa Scientific and Technical Center LLC, Ufa, Russian Federation

e-mail: karazeevdv@ufntc.ru

**Ленченкова Любовь Евгеньевна**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Lyubov E. Lenchenkova**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Oil and Gas & Oil Field Development and Operation Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: LenchenkovaL@mail.ru

**Кутын Юрий Анатольевич**, канд. техн. наук, заведующий отделом битумов, АО «Институт нефтехимпереработки», г. Уфа, Российская Федерация

**Yuri A. Kutyin**, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Bitumen Department, Institute of Petrochemical Processing JSC, Ufa, Russian Federation

e-mail: anatolich.ku@yandex.ru

**Теляшев Эльшад Гумерович**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Газохимия и моделирование химико-технологических процессов», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Elshad G. Telyashev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Gas Chemistry and Modeling of Chemical Engineering Processes Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: telyashev@inhp.ru

**Телин Алексей Герольдович**, канд. хим. наук, заместитель директора по научной работе, ООО «Уфимский Научно-Технический Центр», г. Уфа, Российская Федерация

**Alexey G. Telin**, Candidate of Chemical Sciences, Deputy Director for Scientific Work, Ufa Scientific and Technical Center LLC, Ufa, Russian Federation

e-mail: telinag@ufntc.ru