

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРОВ БЛИЖНЕГО И ДАЛЬНОГО ЗАРУБЕЖЬЯ В СРАВНЕНИИ С ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ РЕАГЕНТАМИ ДЛЯ ПРОМЫВочНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

УДК 622.246

POLYMERS' INVESTIGATION OF NEIGHBOURING COUNTRIES AND BEYOND IN COMPARISON WITH DOMESTIC REAGENTS FOR DRILLING WASHING FLUIDS

Петров Н. А.
Уфимский государственный
нефтяной
технический университет,
г. Уфа Российская Федерация

N. A. Petrov
Ufa State Petroleum Technological
University,
Ufa, the Russian Federation

Нидерландская фирма AVEBE предоставила для исследований реагенты Stabilose LV (Стабилаза ЛВ) и Boyramyl BR (Борамил БР), а из Узбекистана получили натриевую карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) марки 85/700. Эти импортные полимеры предназначены для регулирования показателя фильтрации буровых растворов, при этом довольно часто происходит изменение в сторону увеличения структурно-механических и реологических свойств дисперсных систем. Данные реагенты хорошо растворяются в воде, поэтому их можно добавлять в раствор в сухом (товарном) виде. Рабочие концентрации нидерландских полимеров в глинистых растворах находятся в диапазоне 0,3-0,5%. Причем снижение показателя фильтрации более эффективно происходит при обработке реагентом Boyramyl BR (примерно на 1/2) по сравнению с реагентом Stabilose LV (примерно на 1/3). В пресных глинистых растворах добавки реагентов Stabilose LV и Boyramyl BR вызывают кратное увеличение реологических и структурно-механических свойств. Структурно-реологические свойства глинистой суспензии с добавкой 5% NaCl при последующей обработке 1,5% Boyramyl BR существенно не повышаются, но при этом происходит достаточно эффективное снижение показателя фильтрации.

Добавки 0,5% КМЦ (Узбекистан) в искусственный и естественный глинистые растворы приводят к более эффективному снижению показателя фильтрации до необходимых величин (5 см³/30 мин). Данный реагент предпочтительнее использовать при бурении скважины под кондуктор, когда требуется высокая вязкость глинистого раствора. А при бурении скважины под эксплуатационную колонну КМЦ следует применять в промывочной жидкости совместно с разжижителем (НТФ).

Исследования отечественных полимеров Родонол-23П и ПАП показали конкурентоспособность с вышеперечисленными зарубежными реагентами при несколько повышенной их концентрации (около 0,7%) в глинистых растворах.

Dutch company AVEBE has presented reagents Stabilose LV and Boyramyl BR for the investigation and from Uzbekistan we've got potassium carboxymethylcellulose (KMTS) brandname 85/700. These imported polymers are designated for the regulation of filtration indices of the drilling fluids, with this, the change towards the increase of the structural-mechanical and reological properties of dispersion systems occurs very often. These reagents dissolve in water fairly well that is why they can be added to the solution in a dry (commercial) form. The working concentrations of the Dutch polymers in the clay solutions are in the range of 0, 3-0, 5%. Besides, the decrease of the filtration index occurs more efficiently with Boyramyl BR reagent treatment (about 1/2) in comparison with Stabilose LV reagent (about 1/3). In the fresh clay solutions the reagents' additives Stabilose LV and Boyramyl BR cause multiple increase of the structural mechanical and reological properties. Structural reological properties of the clay suspension with the addition of the 5% NaCl with further treatment by 1, 5% Boyramyl BR do not increase substantially but at the same time the decrease of the filtration index occurs.

Additives of 0, 5% of KMTS (Uzbekistan) into the artificial and natural clay solutions lead to a more effective filtration index decrease up to the needed values (5 cm³/30 min). This reagent is preferred in the drilling of the well for the conductor when a high viscosity of the solution is needed. When drilling the well for the exploitation column KMTS should be used together with the dilution agent (NTF) in the washing fluid.

The investigation of the domestic polymers Rodonol 23 P and PAP have shown competitiveness with the above-mentioned foreign reagents with somehow increased concentration (about 0,7%) in the clay solutions.

Ключевые слова: карбоксиметилцеллюлоза, полисахариды, крахмал, глинистая суспензия, естественный буровой раствор, реологические свойства, вязкость, показатель фильтрации, устойчивость к минеральным солям.

Key words: carboxymethyl cellulose, polysaccharides, starch, clay suspension, the natural drilling fluid rheology, viscosity, filtration rate, resistance to mineral salts.

Во второй половине 90-х годов прошлого века и в нулевые 21-го века многие зарубежные компании поставляли российским нефтегазодобывающим

предприятиям широкий спектр химических реагентов. В том числе и в Ноябрьский нефтегазовый регион Западной Сибири поступали химические реагенты для буровых растворов (БР). Химпродукты с помощью которых регулируют структурно-реологические свойства и фильтрацию буровых растворов относят к реагентам общего назначения. Органические природные и синтетические полимеры для данных целей широко применяются в буровых растворах на водной основе в Ноябрьском регионе Западной Сибири [1-9]. При этом соли простого эфира целлюлозы и полисахариды имеют предпочтение при выборе из широкого спектра

существующих реагентов. Эти реагенты представляют собой порошок. Причем растворы крахмала подвергаются бактериальному разложению. Следует уделять внимание выбору оптимальных концентраций и конкретной области применения реагентов.

В условиях импортозамещения вполне естественно необходимо знать свойства тех химических веществ, которые следует замещать. Безусловно, среди большого объема химпродуктов, поставляемых из-за рубежа были как, достаточно эффективные, так и довольно таки посредственные реагенты. Тем не менее, необходимо изучать свойства химических веществ и при этом выявлять положительные и отрицательные качества, чтобы наилучшие аналоги в дальнейшем производить и применять на практике.

Вначале рассмотрим результаты исследований реагентов Stabilose LV (Стабилоза ЛВ) и BougamylBR (Борамил БР), производимых фирмой AVEBE (Нидерланды).

Стабилоза ЛВ – это экологически безопасный природный карбоксиметиллированный полимер. Реагент используется как понизитель фильтрации во всех буровых растворах, но наиболее эффективен в пресных малоглинистых и минерализованных по хлористому натрию растворах. В сопроводительной информации правил безопасности работы с химическим продуктом Стабилоза ЛВ дана следующая информация.

Продукт Стабилоза ЛВ

Химический состав: желатинизированный карбоксиметилловый эфир из натуральных полимеров.

1. Физические свойства

1.1. Температура разложения – 140°C
1.2. pH (раствора) – 11,5 (100 г на 1 л дистил. воды)

1.3. Физическая форма – порошок
1.4. Цвет/запах – белый/специфический
1.5. Насыпной (объемный) вес – 0,7 кг/1000 см³

2. Устойчивость при хранении и работе

2.1. Специальные меры предосторожности при транспортировке и работе: отсутствуют

2.2. Рекомендации условий хранения – хранить в сухом, прохладном закрытом помещении

2.3. Специальные меры защиты – избегать контактов с водой до окончательного использования

2.4. Меры при рассыпании – собрать сухой порошок насколько возможно, остальное вымыть горячей водой.

2.5. Размещение – обеспечивать контроль загрузки в местах, предназначенных для этой цели (в зависимости от местных инструкций)

3. Воспламенение и горение:

3.1. Температура вспышки – 125°C
3.2. Рекомендуемые средства тушения – вода (распыленная)

3.3. Специальные меры безопасности при пожаре использовать средства защиты органов дыхания, так как при горении образуется угарный газ (CO₂)

3.4. Специальные меры против взрывоопасности – в случае работы на открытом воздухе опасность взрыва пыли отсутствует.

4. Токсические свойства:

4.1. Раздражение кожи – отсутствует

4.2. Раздражение глаз – в случае легкого раздражения промыть водой

4.3. Опасность при попадании в рот, несмотря на отсутствие несчастных случаев при проглатывании небольших количеств, не рекомендуется принимать пищу при работе с реагентом

5. Область применения: продукт может быть использован только для буровых работ.

Проведённые исследования показали, что оптимальные добавки Стабилозы ЛВ в зависимости от требуемого показателя фильтрации колеблются от 0,3 до 1,5% (об.). По внешнему виду – это свободно текущий порошок белого цвета, насыпной плотностью 600 кг/м³. Реагент хорошо и быстро растворяется в теплой и холодной воде, термостоек до 110-130 °C.

Результаты исследований реологических свойств водного раствора Стабилозы ЛВ в стеклянной и металлической посуде:

pH 1%-го водного раствора		10,7
Вязкость: 1%-го водного раствора, сохраняемого в стеклянной емкости (мПа·с) через:	1 сут	10,876
	4 сут	6,216
	5 сут	4,660
1%-го водного раствора, сохраняемого в металлической емкости (мПа·с) через:	1 сут	5,320
	2 сут	4,065
	5 сут	3,230.

Борамил БР – производится на основе крахмала, защищенного биоцидом. Реагент используется в буровых растворах на пресной и морской воде для уменьшения гидравлических потерь низковязких флюидов. Химпродукт является ингибитором гидратации глинистых сланцев.

Результаты исследований физико-химических характеристик Борамила БР:

внешний вид – крупнозернистый порошок.

растворимость – быстрорастворим во всех типах буровых растворов.

насыпная плотность – около 600 кг/м³.

вязкость 1%-го водного раствора, мПа·с – 2,716.

pH 1%-го водного раствора – 8,3.

Реагент Борамил БР необходимо использовать в объеме 1% от общего объема бурового раствора.

Определение устойчивости 1%-х водных растворов Стабилозы ЛВ и Борамила БР, а также фильтратов бентонитовой суспензии (БС), также обработанных данными реагентами в количестве 1%,

Таблица 1. Влияние различных солей на 1%-е водные растворы Стабилозы ЛВ и Борамила БР, а также фильтраты бентонитовой суспензии (БС) с 1 %-й добавкой данных реагентов (соотношение 1:1)

Состав раствора		Технологическая жидкость			
		NaCl, $\rho = 1122 \text{ кг/м}^3$	CaCl ₂ , $\rho = 1203 \text{ кг/м}^3$	Al ₂ (SO ₄) ₃ , $\rho = 1116 \text{ кг/м}^3$	FeCl ₃ , 5%
1.	1%-й раствор Стабилозы ЛВ	Раствор прозрачный	Белые хлопья во всем объеме		
2.	1%-й раствор Борамила БР	То же	Мутный раствор	Белые хлопья во всем объеме	
3.	Фильтрат БС+ 1% Стабилозы ЛВ	-«-	На дне слабая опалесценция	Хлопья по всему объему	Белые хлопья
4.	Фильтрат БС +1% Борамила БР	-«-	То же	Хлопья и сгустки по объему	Белые хлопья на дне
После термостатирования при 80°C в течение 1 ч					
1.	1%-й раствор Стабилозы ЛВ	Слабая муть во всем объеме	Белые хлопья в: верхней части пробирки	Плотные раздробленные сгустки	Хлопья и сгустки
2.	1%-й раствор Борамила БР	Слабая муть во всем объеме		Крупные хлопья по всему объему	То же
3.	Фильтрат БС + 1% Стабилозы ЛВ	То же		Хлопья по всему объему	
4.	Фильтрат БС + 1% Борамила БР	-«-		То же	

Таблица 2. Изменение параметров бентонитовой суспензии при обработке реагентами Стабилоза ЛВ и Борамил БР

Состав раствора		Добавка, %		Свойства раствора							
		Стабилоза ЛВ	Борамил БР	УВ, с	ρ , кг/м ³	ПФ, см ³ /30 мин	К, мм	pH	η , мПа·с	τ_0 , дПа	СНС _{1/10} , дПа
1.	БС из глины ПБМВ	-	-	21	1034	14	1,0	8,90	2	11	7/10
2.	-//-	-	0,05	28	1034	12	1,0	8,95	4	21	20/28
3.	-//-	-	0,1	30	1034	11	1,0	8,95	4	24	
4.	-//-	-	0,3	35	1034	8	1,0	8,95	5	29	
5.	-//-	-	0,5	38	1034	7	1,0	8,95	5	35	
6.	-//-	-	1,0	52	1034	6	1,0	9,00	7	42	
7.	БС + 5% NaCl	-	1,5	29	1112	7,5	расслоился	8,05	2	11	7/10
8.	БС из глины ПБМВ	0,05	-	20	1032	12	1,0	8,95	6	14	18/23
		0,1	-	26	1032	11	1,0	8,95	5	15	15/22
9.	-//-	0,3	-	28	1032	9	0,5	8,75	8	20	17/24
10.	-//-	0,5	-	42	1035	8	0,5	8,75	15	24	17/30
11.	-//-	1,0	-	160	1032	6	0,5	8,70	14	62	18/62
12.	БС + 5% NaCl	1,5	-	120	1114	9	расслоился	8,05	14	37	18/18

Примечание: УВ – условная вязкость, ρ – плотность, ПФ – показатель фильтрации, К – толщина корки, pH – уровень водородного показателя, η – пластическая вязкость, τ_0 – динамическое напряжение сдвига, СНС_{1/10} – статическое напряжение сдвига через 1 и 10 мин

к солевой агрессии приведено в таблице 1. Результаты исследований влияния добавок реагентов Стабилозы ЛВ и Борамила БР на изменение свойств искусственно-приготовленной бентонитовой суспензии приведено в таблице 2.

На основании проведенных исследований можно сделать следующее заключение.

Реагент Стабилоза ЛВ, производимый фирмой AVEBE (Нидерланды) является маловязким понизителем показателя фильтрации, быстрорастворим при перемешивании в воде, рабочие концентрации находятся в диапазоне 0,3-0,5%. К недостаткам можно отнести достаточно быструю потерю вязкости водных растворов при хранении.

Реагент Борамил БР, производимый фирмой AVEBE (Нидерланды) – низковязкий понизитель фильтрации, быстрорастворим в воде, при концентрации 0,3-0,5% активно снижает фильтрацию, не повышая реологических свойств бентонитовой

суспензии и минерализованного по NaCl до 5% бурового раствора.

Перейдем к рассмотрению результатов исследований реагента КМЦ (натрий карбоксиметилцеллюлоза) марки 85/700 ТШ-6-55-40-90 из Узбекистана (г. Наманган).

Физико-химические характеристики реагента:

– внешний вид – зернистый порошок кремового цвета.

– растворимость в воде – быстрорастворим;

– кинематическая вязкость 1%-го раствора КМЦ, сСт – 11,35;

– pH 1%-го раствора КМЦ – 10,95.

Полученные данные влияния добавок реагента КМЦ (г. Наманган) на основные свойства искусственно приготовленного и естественного (наработанного, намывного) бурового раствора приведены в таблице 3. Из таблицы 3 следует, что реагент КМЦ эффективно снижает показатель фильтрации, но вместе с тем приводит к повышению структурно-

Таблица 3. Влияние добавок реагента КМЦ (г. Наманган) на основные свойства бурового раствора

Состав раствора		Свойства раствора								
		УВ, с	ρ , кг/м ³	ПФ, см ³ /30 мин	К, мм	рН	η , мПа·с	$\tau_{0,2}$, дПа	СНС _{1/10} , дПа	$K_{тр}$
1.	БС	20,5	1038	16	1,0	8,75	2	9	7/8	0,201
2.	Исх. 1+0,1% КМЦ	23	1038	11	1,0	8,75	4	10	5/15	0,198
3.	Исх. 1+0,3% КМЦ	36	1038	7	0,5	8,75	8	15	7/20	0,200
4.	Исх. 1 + 0,5% КМЦ	45	1038	6	0,5	9,05	12	26	12/27	0,176
5.	Исх. 1 + 0,7% КМЦ	64	1038	5,5	0,3	9,20	14	29	12/29	0,200
6.	Исх. 1 + 1,0% КМЦ	168	1038	5	0,2	9,60	14	45	15/40	0,141
7.	БР со скв. 534/куст 35, забой 1800 м. Обработка: Кем-Пас, Поликем Д, НТФ.	21	1135	7,0	0,5	9,20	5	9	0/8	0,231
8.	Исх. 7 + 0,1% КМЦ	31	1135	6,0	0,5	9,20	8	12	5/42	0,176
9.	Исх. 7 + 0,3% КМЦ	56	1135	6,0	0,5	9,35	9	30	40/84	0,141
10.	Исх. 7 + 0,5% КМЦ	164	1135	5,0	0,3	9,30	11	47	49/106	-
11.	Исх. 9 + 0,01% НТФ	24	1135	6,0	0,5	9,10	4	5	0/5	-
12.	Исх. 10+0,05% НТФ	28	1135	5,0	0,3	9,05	4	8	0/8	-

Примечание: $K_{тр}$ – коэффициент трения глинистой корки

Таблица 4. Физико-химические свойства реагентов

Показатель		Родонол - 23П	ПАП (порошкообразный акриловый полимер)
1.	Внешний вид	Порошок мелкодисперсный кремового цвета	Материал в виде плоских до 5 мм чешуек оранжевого цвета
2.	Растворимость в воде	Растворяется в течение 2 ч.	Хорошо растворяется
3.	Кинематическая вязкость, сПз: 0,3%-го раствора; 1%-го раствора	15,448 Нетекучий	4,91 9,82
4.	рН 0,3%-го водного раствора	7,5	9,2
5.	Воздействие электролитов на 1%-й водный раствор:		
	NaCl, $\rho = 1140$ кг/м ³	Растворение полное, раствор прозрачный	
	AXH, $\rho = 1150$ кг/м ³	Полное растворение, раствор прозрачный	
	CaCl ₂ , $\rho = 1203$ кг/м ³	Образование мутного раствора с хлопьями по всему объему	
	Al ₂ (SO ₄) ₃ , $\rho = 1160$ кг/м ³	Образование белого мутного раствора	

Примечание: AXH – аминированный хлористый натрий

механических и реологических свойств раствора, при этом уровень рН изменяется незначительно. Однако при комплексной обработке раствора реагентами КМЦ и НТФ структурно-реологические свойства изменяются незначительно.

Проведенные исследования узбекского КМЦ позволили разработать следующие рекомендации по применению реагента на нефтяных промыслах Ноябрьского региона:

- для бурения скважины под кондуктор добавка КМЦ в буровой раствор составляет 0,3-0,5%;

- для эксплуатационного бурения скважины следует обрабатывать буровой раствор реагентом КМЦ также в количестве 0,3-0,5%, но совместно с 0,01-0,05% НТФ.

В заключении рассмотрим результаты исследований отечественных полимеров Родонол-23П и ПАП из ВНИИБТ (г. Москва). Полученные данные физико-химических исследований проб реагентов приведены в таблице 4.

Результаты обработки бентонитовой суспензии различными добавками реагентов Родонол-23П и ПАП представлены в таблице 5.

На основании проведенных лабораторных работ можно сделать следующее резюме.

Добавки реагента Родонол-23П в буровой раствор приводят к повышению структурно-реологических свойств и уменьшению показателя фильтрации. По параметру вязкости реагент в количестве 0,15% и более вполне может применяться при бурении скважин под кондуктор.

Добавки реагента ПАП в буровой раствор в количестве 0,15-0,5% более эффективно снижают показатель фильтрации, практически не изменяя других параметров за рамки приемлемых величин. Реагент может применяться как при бурении под кондуктор (в количестве 0,7% и более), так и – под эксплуатационную колонну.

Выводы

При обработке бентонитовой суспензии добавкой 0,5% Стабилозы ЛВВ происходит снижение показателя фильтрации на 50%, а добавкой 0,5% Борамил БР – на 33%. Уровень рН раствора при увеличении концентрации реагента Стабилоза ЛВВ уменьшается, а реагента Борамил БР – увеличивается. Условная

Таблица 5. Влияние добавок реагентов Родонол 23П и ПАП на основные свойства глинистой суспензии

Состав раствора		Свойства раствора							
		УВ, с	ρ , кг/м ³	рН	ПФ, см ³ /30 мин	К, мм	η , мПа·с	$\tau_{0,5}$, дПа	СНС _{1/10} , дПа
1.	Искусственно-приготовленная суспензия из бентонита марки ПБМВ	20	1032	9,2	16	1,0	3	6	5/8
2.	Исх. 1 + 0,05% Родонола23П	29	1032	9,2	13	2,0	6	18	8/10
3.	Исх. 1 + 0,10% Родонола 23П	52	1032	9,2	11	1,0	8	32	10/12
4.	Исх. 1 + 0,15% Родонола 23П	58	1032	9,2	10	1,0	9	39	12/14
5.	Исх. 1 + 0,30% Родонола 23П	84	1032	9,2	9,5	1,0	10	42	15/17
6.	Исх. 1 + 0,50% Родонола 23П	168	1032	9,2	9	1,0	14	83	35/39
7.	Исх. 1 + 0,05% ПАП	32	1032	9,2	11,5	1,0	7	11	0/12
8.	Исх. 1 + 0,07% ПАП	32	1032	9,1	10	1,0	7	11	0/10
9.	Исх. 1 + 0,10% ПАП	32	1032	9,1	9	1,0	7	11	0/3
10.	Исх. 1 + 0,15% ПАП	30	1032	9,12	8,5	1,0	8	14	0/0
11.	Исх. 1 + 0,30% ПАП	34	1032	9,2	7	0,7	9	14	0/0
12.	Исх. 1 + 0,50% ПАП	40	1032	9,15	6	0,5	12	17	0/0
13.	Исх. 1 + 1,00% ПАП	60	1032	9,2	5	0,5	18	27	2/7

вязкость при обработке бентонитовой суспензии реагентом Стабилоза ЛВ в концентрации 1% примерно в 3 раза выше, чем реагентом Борамил БР. При увеличении концентрации реагентов в глинистой суспензии пластическая вязкость и динамическое напряжение сдвига также более эффективно повышаются при обработке реагентом Стабилоза ЛВ. Вместе с тем статическое напряжение сдвига при увеличении концентрации реагента Стабилоза ЛВ кратно увеличивается (примерно в 2,5-3,0 раза), но чуть меньше, чем при обработке реагентом Борамил БР. Кроме того, реагент Борамил БР в концентрации 1,5% более эффективен в использовании при минерализации бентонитовой суспензии по хлористому натрию.

Наманганский КМЦ можно применять в концентрации 0,3-0,5% не только для бурения основного ствола скважины, но и при бурении скважины под кондуктор, так как его добавки в естественный глинистый раствор приводят к значительному (вплоть на порядок) повышению структурно-механических свойств. При этом происходит очень эффективное снижение показателя фильтрации в бентонитовой

суспензии (на 2/3) и достаточное уменьшение до приемлемых величин в естественных буровых растворах. Примечательно, что наряду с увеличением концентрации КМЦ в глинистом растворе происходит значительное уменьшение коэффициента трения его фильтрационной корки.

При обработке бентонитовой суспензии отечественными реагентами более эффективное снижение показателя фильтрации происходит с добавкой 0,5% ПАП (примерно на 2/3), чем с добавкой 0,5% Родонола 23П (примерно на 1/3). Причем структурно-реологические свойства более значительно (кратно) наоборот повышаются при обработке реагентом Родонол 23П. Поэтому последний целесообразно применять при бурении под кондуктор, а ПАП предпочтительнее при бурении основного ствола скважины под эксплуатационную колонну с минимальными значениями статического напряжения сдвига промывочной жидкости. Данные отечественные реагенты при условии доработки (доводки) рецептур буровых растворов в композиции с другими реагентами вполне могут заменить зарубежные аналоги.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Химреагенты и материалы для буровых растворов: обзор. информ. / Н.А.Петров, Ш.Х.Сагдеев, А.И.Есипенко и др. М.: ВНИИОЭНГ, 1997. Ч. 1. С. 64.

2 Регулирование основных и специальных свойств буровых растворов: обзор. информ. / Н.А.Петров, Ш.Х.Сагдеев, А.И.Есипенко и др. М.: ВНИИОЭНГ, 1998. С. 32.

3 Катионоактивные ПАВ – эффективные ингибиторы в технологических процессах нефтегазовой промышленности / Н.А. Петров, Б.С. Измухамбетов, Ф.А. Агзамов, Н.А. Ногаев; Под ред. Ф.А. Агзамова. СПб.: Недра, 2004. 408 с.

4 Повышение качества первичного и вторичного вскрытия нефтяных пластов / Н.А. Петров, В.Г. Султанов, И.Н. Давыдова, В.Г. Конесев; под ред. проф. Г.В. Конесева. СПб.: ООО «Недра», 2007. 544 с.

5 Совершенствование технологии вскрытия полимиктовых коллекторов, освоения и ремонта нефтяных скважин: монография / Н.А. Петров, Р.А. Исмаков. Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. 433 с.

6 Петров Н.А., Исмаков Р.А., Давыдова И.Н. Зарубежные реагенты и буровые промывочные композиции: монография. Уфа: Издательство УГНТУ, 2015. 332 с.

7 Петров Н.А. Исследование солейстойчивых полимерных реагентов //

Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн./ УГНТУ. 2016. №2. С.38-54. URL: http://ogbus.ru/issues/2_2016/ogbus_2_2016_p38-54_PetrovNA_ru.pdf

8 Петров Н.А. Исследование свойств глинистых буровых растворов, обработанных реагентом Унифлок // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн./УГНТУ. 2016. №2. С.55-70. URL: http://ogbus.ru/issues/2_2016/ogbus_2_2016_p55-70_PetrovNA_ru.pdf.

9 Петров Н. А. Сравнительные исследования некоторых отечественных и зарубежных полимерных реагентов в составе буровых растворов Западной Сибири // Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн./ УГНТУ. 2016. №1. С.30-42.

REFERENCES

- 1 Petrov N. A., Sagdeev SH.H., Esipenko A.I. i dr. *Himreagenty i materialy dlya burovyyh rastvorov*. [Chemical reagents and materials for drilling fluids]. Moscow, VNIIOEHNG Publ., 1997. CH. 1. 64 p. [in Russian].
- 2 Petrov N. A., Sagdeev SH.H., Esipenko A.I. i dr. *Regulirovanie osnovnykh i special'nykh svoystv burovyyh rastvorov*. [Regulation of basic and special properties of drilling fluids]. Moscow, VNIIOEHNG Publ., 1997, 1998. 32p. [in Russian].
- 3 Petrov N.A., Izmuhambetov B.S., Agzamov F.A., Nogaev N.A. *Kationoaktivnye PAV – ehffektivnye ingibitory v tekhnologicheskikh processah neftegazovoy promyshlennosti*. [Cationic surfactants – inhibitors are effective in technological processes of oil and gas industry]. SPb., Nedra Publ., 2004. 408 p. [in Russian].
- 4 Petrov N.A., Sultanov V.G., Davydova I.N., Konesev V.G. *Povyshenie kachestva pervichnogo i vtornogo vskrytiya neftyanyh plastov*. [Improving the quality of primary and secondary tapping oil reservoirs]. SPb., Nedra Publ., 2007. 544 p. [in Russian].
- 5 Petrov N.A., Ismakov R.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii vskrytiya polimiktovykh kollektorov, osvoeniya i remonta neftyanykh skvazhin*. [Improving the technology of opening polymictic reservoirs, development and repair of oil wells]. Ufa, RIC UGNTU Publ., 2014. 433 p. [in Russian].
- 6 Petrov N.A., Ismakov R.A., Davydova I.N. *Zarubezhnye reagenty i burovye promyvochnye kompozicii: monografiya*. [Improving the technology of opening polymictic reservoirs, development and repair of oil wells]. Ufa: UGNTU Publ., 2015. 332 p. [in Russian].
- 7 Petrov N.A. The study of salt-resistant polymer reagents *Neftegazovoe delo- Oil and gas business*, 2016, no. 2. pp.38-54. [in Russian] Available at: http://ogbus.ru/issues/2_2016/ogbus_2_2016_p38-54_PetrovNA_ru.pdf
- 8 Petrov N.A. The study of the properties of clay drilling muds treated with the reagent Unifloc. *Neftegazovoe delo- Oil and gas business*, 2016, no. 2. pp. 55-70. [in Russian] Available at: http://ogbus.ru/issues/2_2016/ogbus_2_2016_p55-70_PetrovNA_ru.pdfst.
- 9 Petrov N. A. Comparative study of some domestic and foreign polymer in the reagent composition of drilling fluids in Western Siberia *Neftegazovoe delo- Oil and gas business*, 2016, no. 1. pp. 30-42. [in Russian]

Петров Н. А., д-р техн. наук, д-р хим. наук, профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация
N. A. Petrov, Doctor of Engineering Sciences, Doctor of Chemistry Sciences, Professor of the Chair «Oil and Gas Wells Drilling», FSBEI HE USPTU, Ufa, the Russian Federation
тел.: +7 9273133264, e-mail: napetroff@mail.ru