

УПОРЯДОЧЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИТОКА ВОДЫ В ДОБЫВАЮЩИЕ СКВАЖИНЫ В АСПЕКТЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ РЕАГЕНТОВ

Е.Д. Подымов, О.А. Мехеева

Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть», Бугульма, Россия

Рассмотрены технологии ограничения притока воды в части использованных реагентов. Выполнена оценка технологической привлекательности процессов водоограничения, основанных на использовании наиболее употребительных реагентов. По результатам анализа составы реагентов проранжированы, и определены доминирующие. Даны рекомендации к определению назначения мероприятий с учётом использованных реагентов, выполнению анализа их эффективности и, в необходимых случаях, оформлению руководящих документов по наиболее перспективным технологическим процессам. С учётом указанного представляется целесообразным уточнить действующий Классификатор геолого-технических мероприятий.

Ключевые слова: химреагенты, технологическая привлекательность, ранжирование технологических процессов

DOI: 10.18599/grs.18.3.12

Для цитирования: Подымов Е.Д., Мехеева О.А. Упорядочение представлений о технологических процессах ограничения притока воды в добывающие скважины в аспекте используемых реагентов. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 3. Ч. 2. С. 218-221. DOI: 10.18599/grs.18.3.12

В ПАО «Татнефть» применяется широкий спектр различных технологий ограничения водопритока в добывающие скважины. Работы классифицированы в соответствии с принятым классификатором. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что по составу реагентов при производстве работ используется гораздо более широкая номенклатура химреагентов, чем предусматривается в регламентирующей документации. Это свидетельствует о том, что реальные потребности производства опережают решения, предлагаемые в документации, и поиск оптимальных составов идёт интуитивно.

Рассматривалось 8071 мероприятие, номинально проведенное с целью ограничения притока воды по пласту, на предмет уточнения состава использованных реагентов. Предварительный анализ показал, что по 1035 мероприятиям состав реагентов не содержит компонент, характерный для технологий ограничения притока воды из пласта; по 1370 мероприятиям состав реагентов свидетельствует о проведении работ по изоляции водопроводящих каналов не в пласте, а за эксплуатационной колонной (в состав входят такие реагенты, как цемент, резиновая крошка, песок, кварц и т.д.).

Использовалось не менее 58 реагентов. Наиболее употребительными оказались: полиакриламиды – использованы в 2221 мероприятии; сшиватели – 1786; СНПХ-9633 – 1492; глина – 1136; жидкое стекло – 426; РДН – 623. В большинстве случаев закачиваемые составы были комплексными, сочетающимися обычно два ключевых реагента, определяющих водоограничивающую сущность воздействия (например, полиакриламид и сшиватель). Водоограничивающая сущность воздействия сводилась к снижению проницаемости коллектора путём создания малоподвижной высоковязкой эмульсии (СНПХ-9633, нефтенол, гипан); солеотложения в поровом пространстве

(жидкое стекло, щелочь); закачки в поровое пространство мелкодисперсной суспензии (глина, мука); отключения части порового пространства за счёт гелеобразования (полимер со сшивателем). Каждое из направлений не свободно от недостатков. Так, подвижные эмульсии с вводом скважину в работу могут частично возвращаться в скважину, создавая осложнения при транспортировке продукции скважин. Солеотложения не полностью перекрывают поровое пространство. Закачка глины существенно меняет коллекторские характеристики; закачиваемая мука не проникает глубоко в пласт. Гелеобразование перекрывает не только водопроводящие, но и нефтепроводящие каналы и недолговечно вследствие деструкции. Потребности преодоления указанных проблем определяют большое разнообразие используемых реагентов.

В ходе анализа однотипные по составу реагентов мероприятия были сгруппированы, что позволило далее рассматривать их в качестве условных технологических процессов.

После отбраковки по указанным причинам осталось 4917 мероприятий. Некоторые составы весьма употребительны (сотни мероприятий). Однако 542 малочисленные (менее 5 мероприятий) и представляют интерес разве что как отражение попыток подобрать состав, позволяющий выполнить задачу ограничения притока воды в конкретных геолого-промысловых условиях скважины. Само по себе количество технологических процессов чрезмерно велико и, самое главное, в большинстве случаев не соответствует принятым в установленном порядке руководящим документам, т.е. нелегитимно. Представляется актуальным определиться с назначением мероприятий с учётом использованных реагентов, выполнить анализ их эффективности и в необходимых случаях оформить руководящий документ по наиболее перспективным техноло-

гическим процессам. С учётом указанного представляется целесообразным уточнить действующий Классификатор геолого-технических мероприятий.

Вначале выполнялась подготовка и дополнительная обработка информации базы данных. Из всего массива данных о мероприятиях по интересующим технологиям исключались мероприятия с сомнительным составом реагентов, с физически некорректными данными о дебитах и обводнённости продукции. Для получения более адекватной характеристики технологии из рассмотрения исключались мероприятия со слишком коротким сроком проявления эффекта (менее трёх месяцев – эффект ещё не вполне проявился) и со слишком длинным сроком проявления эффекта (более 60 мес. – точность определения момента окончания эффекта ухудшается со временем, прошедшим с даты мероприятия). По оставшимся мероприятиям проводилось контрольное тестирование на предмет учёта изменения производительности насоса после мероприятия (сумма дебита нефти до воздействия и среднего за период проявления эффекта прироста дебита нефти не должна превышать дебит жидкости до воздействия).

Условные технологические процессы были отранжированы по параметру технологической привлекательности, рассчитываемому по формуле (1):

$$P_T = H \cdot K_{TV} \cdot \log M_T \quad (1)$$

где P_T – показатель технологической привлекательности, ед.; H – относительное увеличение дебита нефти за счёт мероприятия, ед.; K_{TV} – коэффициент технологической успешности, ед.; $\log M_T$ – логарифм количества мероприятий, рассматривавшихся для определения технологической привлекательности, ед.

Коэффициент технологической успешности рассчитывается по формуле (2):

$$K_{TV} = \frac{M_d}{M_T} \quad (2)$$

где K_{TV} – коэффициент технологической успешности, ед.; M_d – количество мероприятий с относительным приростом дебита нефти, превышающим пороговый, ед.; M_T – общее количество мероприятий, рассматривавшихся для определения технологической привлекательности, ед.

Отметим, что настоящий анализ преднамеренно отстранён от экономической характеристики результатов мероприятий во избежании смещения акцента к вопросу – оправданы или нет инвестиции. Для ответа на него необходимо дополнительно провести серьёзную трудоёмкую оценку технологических и экономических результатов мероприятий.

В табл. 1 представлены ранжированные результаты применения некоторых технологических процессов.

Общая картина применения технологических процессов водоограничения показывает, что доминирующую роль по числу мероприятий играют составы на основе глины, СНПХ-9633, полиакриламида (Табл. 2).

Представляет интерес рассмотрение более узких групп технологических процессов, в которых используются распространённые реагенты.

Глина входит в состав многих технологических процессов, применяющихся для водоограничения. В

технологиях используется свойство глины снижать проницаемость коллектора за счёт заиливания. Однако закачка глины имеет негативную сторону, а именно, снижение проницаемости происходит навсегда, закрывая нефтепроводящие каналы для тока нефти в будущем. Применение таких технологий при низкой обводнённости влечёт за собой неполную выработку запасов нефти.

Весьма большое количество мероприятий успешно выполняется с использованием реагента СНПХ-9633. В основном используется две основных разновидности составов СНПХ-9633 – с минерализованной водой и с глиной. Дополнительный анализ показывает, что глина служит для дозакрепления в пласте закачанного состава СНПХ-9633 с целью предотвращения его выноса в скважину при пуске её в работу (особенно в трещиноватых коллекторах). Главным достоинством состава на основе СНПХ-9633 является их селективность в отношении водонасыщенных (образование высоковязких эмульсий при контакте с минерализованной водой) и нефтенасыщенных коллекторов (отмывание нефти). Опыт показывает, что основным сдерживающим фактором применения технологий на основе эмульсий (СНПХ-9633 и др.) является их стоимость. Представляется целесообразной активизация работ по созданию более дешёвых технологий-аналогов.

Имеются свои преимущества и у менее распространённых технологических процессов, основанных на использовании стекла. Используется главным образом две разновидности составов: с жидким стеклом и соляной кислотой и с полиакриламидом для загущения закачиваемого состава, а также с добавлением к ним ещё и муки для предотвращения выноса состава в скважину (во избежание гелирования и солеобразования непосредственно в скважине). Преимуществами технологий со стеклом является относительная экологическая чистота и то, что коллектор не запечатывается наглухо, оставляя возможность дальнейшей работы с пластом.

Большое разнообразие наблюдается в технологических процессах, основанных на использовании сшитых полимеров (полиакриламид, биополимер, ксантан и т. п.). Их достоинством является надёжное запирающее водопродвижающих каналов. Однако воздействие не селективно, и могут быть запорты также и нефтепроводящие каналы. Лидирующие позиции по объёму выполненных работ занимают составы, содержащие полиакриламид, сшиватель и РДН (другие составы, не содержащие РДН, им заметно уступают). Составы, содержащие другие виды полимеров (биополимеры БП-92, ксантан, целлюлоза), по объёмам работ существенно уступают составам с полиакриламидом. Отметим, что привлекают внимание высокие рейтинги составов на основе полиакриламида с РДН, применение которых ведёт свою историю со времён сотрудничества нефтяников Татарстана с институтом «Гипровостокнефть». Представляется целесообразным провести тщательную углублённую технологическую и экономическую оценку результатов этих мероприятий на месторождениях Татарстана. При подтверждении высокой эффективности представляется целесообразным вернуться к изучению состава и свойств химреагентов, входящих в композиции продуктов серии РДН, имея в виду разработку собственных технологий-аналогов.

Наименование технологии	Кол-во объектов	Ранг	Относительное увеличение дебита нефти, ед.	Технологическая привлекательность, ед.	Успешность технологическая, %
Глина, мин_вода	114	1	9,6	19,9	100
Глина, мин_вода, СНПХ-9633	465	2	6,5	17,3	100
Глина, МЛ, мин_вода	17	3	11,1	14,0	100
Нефть, глина, полиакриламид_загуш, пр_вода	31	4	7,5	11,2	100
НСI, МЛ, мин_вода, СНПХ-9633	6	5	12,9	10,9	100
Глина, мука, полиакриламид_сш, сшиватель	12	6	10,1	10,3	92
Мин_вода, СНПХ-9633	498	7	3,9	10,2	96
Полиакриламид_сш, МЛ, сшиватель, мин_вода	21	8	8,4	9,7	86
МЛ, мин_вода, СНПХ-9633	95	9	4,9	9,6	99
Нефть, глина, полиакриламид_сш, сшиватель, пр_вода	73	10	5,1	9,5	99
Полиакриламид_сш, сшиватель, мин_вода	100	11	5,3	9,5	90
СНПХ-9633	231	12	4,4	9,0	92
Полиакриламид_сш, сшиватель, мин_вода, гуар	29	14	4,6	6,8	100
Нефть, глина, полиакриламид_сш, сшиватель, мин_вода	30	15	4,6	6,7	100
НСI, продукт-119, НФ, мин_вода, пр_вода	8	18	7,1	6,4	100
Нефть, нефтенол, мин_вода	5	19	7,9	6,1	100
Полиакриламид_сш, РДН, сшиватель, пр_вода	151	21	2,9	6,0	94
Нефть, НСI, НФ, РМД	11	24	5,1	5,5	100
РБК, сшиватель, пр_вода	7	31	5,0	4,2	100
НСI, цеолит, пр_вода	17	35	3,7	3,8	82
Продукт-119	42	36	3,0	3,8	79
Биополимеры, сшиватель, пр_вода	116	37	1,9	3,7	96
Стекло, гипан	13	40	4,6	3,5	77
Глина, алюмохлорид, полиакриламид_сш, МЛ, сшиватель, пр_вода	6	42	4,0	3,4	100
Нефть, стекло, НСI, полиакриламид_загуш	8	45	3,8	3,2	87
НСI, продукт-119	23	48	2,6	3,0	91
Стекло, НСI, полиакриламид_загуш, МЛ, пр_вода	5	53	3,5	2,7	100
Биополимеры, сшиватель	52	54	1,8	2,7	87
ВНП	8	61	3,0	2,5	87
Стекло, НСI	37	62	2,3	2,5	70
NaOH, полиакриламид_загуш, АЦФ-75, мин_вода, пр_вода	28	70	1,7	2,2	89
Сшиватель, КФ-Ж, пр_вода	18	76	1,8	2,0	89
Цеолит	13	81	1,8	1,9	92
Мука, полиакриламид_сш, сшиватель	10	87	2,1	1,7	80
Гипан, пр_вода	10	88	2,7	1,7	60
Стекло, НСI, мука, полиакриламид_загуш, мин_вода, пр_вода	13	89	2,1	1,7	69
Нефть, агидрон, мин_вода	16	90	1,4	1,7	94
Полиакриламид_загуш, МЛ, неонол_АФ, прочие, пр_вода	5	103	1,7	1,3	100
Сшиватель, ксантан, пр_вода	9	105	1,4	1,2	89
Полиакриламид_сш, МЛ, неонол_АФ, прочие, сшиватель, пр_вода	5	113	1,2	0,9	100
Нефть, нефтенол, дистиллят, CaCl ₂	6	120	1,3	0,7	67
Карфас	5	123	1,5		60

Табл. 1. Результаты применения некоторых технологических процессов. Примечание: полиакриламид_загуш используется для предотвращения преждевременной седиментации компонент состава, полиакриламид_сш используется для образования геля.

№ п/п	Состав реагентов	Кол-во объектов
1	мин_вода, СНПХ-9633	498
2	глина, мин_вода, СНПХ-9633	466
3	СНПХ-9633	232
4	нефть, РМД	187
6	полиакриламид_сш, РДН, сшиватель	143
7	биополимеры, сшиватель, пр_вода	117
8	глина, мин_вода	115
9	полиакриламид_сш, сшиватель, мин_вода	101

Табл. 2. Рассмотренные технологические процессы.

Выводы

1. По составу реагентов при производстве работ используется гораздо более широкая номенклатура химреагентов, чем предусматривается в регламентирующей документации. Это свидетельствует о том, что реальные потребности производства опережают решения, предлагаемые в документации, и поиск оптимальных составов идёт интуитивно.

2. Количество технологических процессов чрезмерно велико и в большинстве случаев не соответствует принятым в установленном порядке руководящим документам. Представляется актуальным определить с назначением мероприятий с учётом использованных реагентов, выполнить анализ их эффективности и в необходимых случаях оформить руководящие документы по наиболее перспективным технологическим процессам. С учётом указанного представляется целесообразным уточнить действующий Классификатор геолого-технических мероприятий.

3. Доминирующую роль по числу мероприятий играют составы на основе глины, СНПХ-9633, полиакриламида. Однако закачка глины, несмотря на дешевизну, имеет негативную сторону – снижение проницаемости происходит навсегда, закрывая нефтепроводящие каналы для тока нефти в будущем. Главным достоинством состава на основе СНПХ-9633 является их селективность в отношении водонасыщенных и нефтенасыщенных коллекторов; основным сдерживающим фактором является стоимость. Главным недостатком составов на основе сшитого полиакриламида является неселективность в отношении водонасыщенных и нефтенасыщенных коллекторов.

4. Целесообразно проведение углублённой оценки результатов мероприятий для более адекватной оценки достоинств технологий.

Сведения об авторах

Евгений Дмитриевич Подымов – заведующий лабораторией проектирования методов увеличения нефтеотдачи, Отдел увеличения нефтеотдачи пластов Института «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть»

Россия, 423236, Республика Татарстан, Бугульма, ул. М. Джалыля 32

Тел: +7 (85594)78-619

Олеся Александровна Мехеева – младший научный сотрудник лаборатории проектирования методов увеличения нефтеотдачи, Отдел увеличения нефтеотдачи пластов Института «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть»

Россия, 423236, Республика Татарстан, Бугульма, ул. М. Джалыля 32

Тел: +7 (85594)78-569, e-mail: mekheevaova@tatnipi.ru

Статья поступила в редакцию 12.05.2016

Arrangement of Concepts About Technological Processes of Limiting Water Inflow into Production Wells in terms of Reagents Used

E.D. Podymov, O.A. Mekheeva

Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPIneft) PJSC Tatneft, Bugulma, Russia

Abstract. We consider water inflow control technology in terms of reagents used. The estimation of technological attractiveness vodoogranicheniya processes based on the use of the most commonly used reagents. According to the analysis reagent compositions are ranked and determined dominant. Recommendations are given to determine the purpose of measures in view of the reagents used, to analyze their effectiveness and, where appropriate, issue guidelines on the most promising technological processes. In view of this it seems appropriate to clarify the current classifier of geological and technical measures.

Keywords: chemicals, technological attractiveness ranking of technological processes

For citation: Podymov E.D., Mekheeva O.A. The Arrangement of Concepts About Technological Processes of Limiting Water Inflow into Production Wells in terms of Reagents Used. *Georesursy = Georesources*. 2016. V. 18. No. 3. Part 2. Pp. 218-221. DOI: 10.18599/grs.18.3.12

Information about authors

Evgeniy D. Podymov – PhD, Head of the EOR Methods Design Laboratory, EOR Department

Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPIneft) PJSC Tatneft

Russia, 423236, Tatarstan Republic, Bugulma, M. Dzhaliya str. 32

Phone: +7 (85594)78-619

Olesya A. Mekheeva – Junior Research Assistant, EOR Methods Design Laboratory, EOR Department

Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPIneft) PJSC Tatneft

Russia, 423236, Tatarstan Republic, Bugulma, M. Dzhaliya str. 32

Phone: +7 (85594)78-619, email: mekheevaova@tatnipi.ru

Manuscript received May 12, 2016