

# АНАЛИЗ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКА ВЯЗКИМИ УПРУГИМИ СОСТАВАМИ НА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ ВОЗЕЙСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*А.В. Цымбал<sup>1)</sup>, О.В. Савенок<sup>2)</sup>*

1) студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Россия, [andrey1cool@gmail.com](mailto:andrey1cool@gmail.com)

2) д.т.н., профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и подземной гидромеханики ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Россия, [olgasavenok@mail.ru](mailto:olgasavenok@mail.ru)

**Аннотация:** в процессе разработки залежи возникает необходимость в отключении отдельных обводнённых пластов при разработке многопластовых объектов, отказа от дальнейшей эксплуатации объекта по тем или иным причинам и использования скважины для эксплуатации выше- или нижележащих объектов (горизонтов), иногда с углублением скважины. Поэтому встаёт вопрос об успешной изоляции (отключения) обводнившихся пластов. Для достижения данной цели одним из наиболее распространённых является метод установки цементного моста путём спуска в скважину на заданную глубину насосно-компрессорных труб и закачки через них цементного раствора или другой тампонирующей смеси. Этот метод прост в исполнении, но трудоёмок и имеет низкую эффективность. Более эффективно использование цементных и пеноцементных суспензий, вязкоупругих составов на основе ПАА.

**Ключевые слова:** анализ изоляции водопритока вязкими упругими составами; ограничение водопритока вязкими упругими составами; реагенты для проведения ремонтно-изоляционных работ; технология проведения ремонтно-изоляционных работ с использованием вязкоупругих составов; анализ изоляции водопритока вязкими упругими составами.

## ANALYSIS OF ISOLATION OF WATER INFLUX BY VISCOUS ELASTIC COMPOSITIONS ON THE COAL DEPOSIT OF THE VOZEISKOYE OIL FIELD

*Andrey V. Tsymbal<sup>1)</sup>, Olga V. Savenok<sup>2)</sup>*

1) student training direction 21.03.01 «Oil and gas engineering» Ukhta state technical university, Ukhta, Russia, [andrey1cool@gmail.com](mailto:andrey1cool@gmail.com)

2) doctor of technical sciences, professor of the department of development and operation of oil and gas fields and underground hydromechanics Ukhta state technical university, Ukhta, Russia, [olgasavenok@mail.ru](mailto:olgasavenok@mail.ru)

**Abstract:** In the process of reservoir development, it becomes necessary to turn off individual watered layers in the development of multi-layer objects, to refuse further operation of the object for one reason or another, and to use the well for the operation of higher or lower-lying objects (horizons), sometimes with a deepening of the well. Therefore, the question arises about the successful isolation (shutdown) of flooded formations. To achieve this goal, one of the most common is the method of installing a cement bridge by lowering tubing into the well to a given depth and pumping cement slurry or other plugging mixture through them. This method is simple to implement, but laborious and has low efficiency. More efficient use of cement and foam cement slurries, viscoelastic compositions based on polyacrylamide.

**Keywords:** analysis of isolation of water influx with viscous elastic compounds; limiting water inflow with viscous elastic compositions; reagents for repair and insulation works; technology of carrying out repair and insulation works using viscoelastic compounds; analysis of isolation of water influx with viscous elastic compounds; feasibility study of water isolation.

### **Технология проведения ремонтно-изоляционных работ с использованием вязкоупругих составов**

Перед началом проведения работ необходимо выполнить комплекс промысловых геофизических исследований (ПГИ) с целью определения источника обводнения и целостности эксплуатационной колонны, а также провести испытание скважины на приёмистость на трёх режимах с получением режимных коэффициентов приёмистости.

После обнаружения источника обводнения составляется технологический план на проведение работ. Производится переезд на скважину, расстановка и обвязка оборудования согласно утверждённой схемы. Нагнетательная линия опрессовывается на полутора кратное давление от ожидаемого давления закачки.

### **Технология изоляции подошвенных вод в добывающих скважинах**

Закачка тампонирующего состава может быть произведена как через весь существующий интервал перфорации, так и направленно с отсечением нефтенасыщенного интервала пласта при помощи пакеров или установки временного цементного моста или песчаной пробки.

Объём закачиваемого тампонирующего состава рассчитывается по формуле:

$$V = \pi \cdot R_{обр}^2 \cdot h \cdot m, \quad (1)$$

где  $V$  – объём тампонирующего состава, м<sup>3</sup>;  $R_{обр}$  – радиус обработки, м;  $m$  – пористость, доли ед.;  $h$  – эффективная толщина изолируемого интервала, м.

Радиус обработки  $R_0$  определяют по формуле:

$$R_0 = \frac{\Delta P}{\text{grad } P}, \quad (2)$$

где  $\Delta P$  – депрессия на пласт в процессе эксплуатации скважины, МПа;  $\text{grad } P$  – градиент давления сдвига тампонажного состава (определяется на модели пласта), МПа/м.

Объём тампонирующего состава можно также рассчитать на основании эмпирической зависимости:

$$V = 20 + 5 \cdot H, \quad (3)$$

где  $V$  – объём тампонирующего состава, м<sup>3</sup>;  $H$  – эффективная перфорированная толщина изолируемого интервала, м.

Способ закачки вязкоупругого состава (через весь интервал перфорации или направленно в отдельный интервал пласта) выбирается в зависимости от коллекторских свойств нефтенасыщенных и водонасыщенных пропластков. Наиболее эффективен направленный способ закачки, так как он предотвращает попадание тампонирующего состава в нефтенасыщенную зону пласта, сохраняя его первоначальные коллекторские свойства. Изоляция подошвенных вод в скважинах выполняется по следующим технологическим схемам:

- закачка вязкоупругого состава;
- закачка в интервал подошвенных вод оторочки вязкоупругого состава и оторочки подкрепляющего состава.

Для закрепления оторочки вязкоупругого состава применяются твердеющие тампонажные составы, образующие высокопрочную структуру во всём объёме. В качестве таких составов используются цементные и нефцементные растворы, кремнийорганические реагенты (АКОР Б100, Этилсиликат-40, Продукт 119 и др.), лигносульфонатные составы на основе ССБ и КССБ со структурообразователями и др. Рецептура и объём закрепляющего состава подбирается для конкретных геолого-промысловых условий с учётом пластовой температуры, глубины скважины, совместимости используемой рецептуры с пластовыми флюидами, приёмистости скважины. Операция по закачке в призабойную зону закрепляющего состава производится в тех случаях, когда водоизолирующий экран из вязкоупругого состава не способен противодействовать перепаду давления (депрессии на пласт) и вымывается при эксплуатации скважины. Закачка закрепляющего состава обязательна при изоляции водопритока, в трещиноватых коллекторах, а также в скважинах с терригенным коллектором, в призабойной зоне которых образованы открытые техногенные трещины (например, после гидравлического разрыва пласта). Кроме того, в отдельных случаях закачка подкрепляющего состава необходима в высокопористых и кавернозных пластах. Необходимость закачки закрепляющего состава для конкретных геолого-промысловых условий определяется по данным специальных промысловых исследований по контролю выноса индикаторов, закачиваемых с тампонажными материалами.

Объём закачки закрепляющего состава определяется экспериментальным путём и составляет на практике от 1,5 до 8 м<sup>3</sup>. Выбор технологической схемы закачки закрепляющего состава зависит от конкретных задач по отключению отдельных интервалов эксплуатационного объекта. Закачка за-

крепляющего состава осуществляется с продавкой из эксплуатационной колонны и интервала перфорации в полном объёме или частичной продавкой в пласт с оставлением моста и структурообразованием в интервале перфорации. После ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ) выполняют полное или частичное разбуривание установленного моста в интервале перфорации эксплуатационной колонны, перестрел (кумулятивная или гидромеханическая щелевая перфорация) нефтенасыщенных интервалов и освоение скважины.

#### **Анализ изоляции водопритока вязкими упругими составами**

За 2018 год на каменноугольной залежи Возейского месторождения изоляция водопритока закачкой вязкого упругого состава проводилась на 47 скважинах при проведении капитального ремонта. Комплекс работ включает в себя:

- подготовка эксплуатационной колонны для работы с пакерами и проведения геофизических исследований;
- геофизические исследования по оценке технического состояния эксплуатационной колонны, определения профиля притока до и после обработки, определение остаточной нефтенасыщенности;
- закачка вязкого упругого состава с последующим закреплением цементным раствором;
- разбуривание цементного моста, обычно не ниже расчётного ВНК на глубине – 1510 м;
- перфорация эксплуатационной колонны (в основном щелевая гидромеханическая перфорация);
- спуск подземного оборудования.

В среднем капитальный ремонт занимал 26,5 сут. Всего было проведено 47 обработок, из них 4 на нагнетательных скважинах, 7 – перевод в нагнетание; 5 скважин до капитального ремонта находились в действующем фонде, остальные в длительном бездействии или консервации. В добычу после КРС было запущено 25 скважин, из них на 6 скважинах (№№ 1635, 1654, 1665, 1585, 1697 и 1873) дополнительно были спущены двухпакерные компоновки для изоляции негерметичности эксплуатационной колонны. Не запущены в добычу 11 скважин (8 – по негерметичности эксплуатационной колонны, 2 – ожидание двухпакерных компоновок, 1 – смещение эксплуатационной колонны).

Для расчёта эффективности использовались данные месячных отчётов по добывающим скважинам. Базовый режим учитывался только по скважинам действующего фонда. Расчёт эффективности изоляции приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты проведения изоляции водопритоков ВУС на каменноугольной залежи Возейского месторождения в 2018 году

№№ п/п	№ скважины	Состояние по фонду до обработки	Режим до применения метода			Дополнительная добыча нефти, тонн	Время работы, сут.	Удельная эффективность, тонн/сут.	Примечание
			$Q_{ж}$	$Q_n$	%				
1	391	д/ф	103,9	1,6	98,5	588,20	141,63	4,2	ОПЗ, ГМЦП

2	1635	консервация				820,00	199,62	4,1	ПК, СКО двухпакерная
3	1519	б/д				1159,00	202,59	5,7	ЦМ, СКО, ГМЩП
4	1510	консервация				1097,00	193,91	5,7	ЦМ, ГМЩП
5	1516	консервация				335,00	190,05	1,8	ЦМ, СКО, ГМЩП
6	1626	б/д				722,00	163,84	4,4	ЦМ, СКО, перфорация
7	1724	консервация				644,00	176,16	3,7	ГМЩП, СКВ
8	1844	д/ф	53,5	2,4	95,4	199,69	165,71	1,2	ЦМ, ГМЩП, СКВ
9	1518	консервация				1480,00	175,00	8,5	ЦМ, ГМЩП, СКВ
10	1654	консервация				190,00	124,67	1,5	СКВ двухпакерная
11	1583	консервация				919,00	135,58	6,8	ГМЩП
12	853	б/д				292,00	106,87	2,7	ГМЩП (негерметичность муфтовых соединений)
13	1665	консервация				988,00	104,59	9,4	ПС, СКО двухпакерная (негерметичность НКТ)
14	1575	б/д				1226,00	104,00	11,8	ГМЩП
15	854	консервация				302,00	70,80	4,3	ГМЩП, СКО
16	1517	консервация				640,00	85,00	7,5	
17	1585	консервация				179,00	65,13	2,7	ГМЩП, СКО (уксусная) 2 пакера
18	1612	б/д				348,00	62,96	5,5	ЦМ, СКО двухпакерная (заколонное сообщение)
19	1697	консервация				414,00	72,71	5,7	ГМЩП, СКО двухпакерная
20	1845	д/ф	102,8	2,2	97,9	376,81	61,96	6,1	ГМЩП (фльтрация по пластам)
21	1873	б/д				350,00	80,00	4,4	ГМЩП, СКО двухпакерная
22	852	консервация				32,00	29,46	1,1	ГМЩП, СКО (уксус- ная)
23	558	д/ф	68,8	1,9	97,2	3,77	14,00	0,3	ГМЩП, ЦМ
24	855	консервация				3,00	3,00	1,0	ГМЩП, СКО
25	1725	д/ф	107,4	3,4	96,9	25,48	10,00	2,5	ПК (фльтрация по пласту)

### **Технико-экономическое обоснование изоляции водопритока на каменноугольной залежи Возейского месторождения**

Если сравнивать средние показатели работы скважин каменноугольной залежи Возейского месторождения в 2018 году и усреднённые показатели после изоляции водопритока, то видно, что удельная эффективность меньше чем в среднем за 2017 год (6,2 тонн/сут. против 4,9 тонн/сут.). В то же время добывается меньше жидкости (30-45 тонн/сут. против 61,2 тонн/сут.), что говорит об уменьшении обводнённости (75-85 % против 89,9 %).

Из 25 скважин, которые после обработки были запущены в добычу только 5 – из действующего фонда. 20 скважин находились длительное время в бездействии или консервации по причине высокой обводнённости и были после ремонта вовлечены в процесс разработки. Всего по запущенным в 2018 году в добычу скважинам было дополнительно добыто 13334 тонн нефти при удельной эффективности 4,9 тонн/сут.

#### **Список использованных источников:**

1. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин»: в 4 томах: учебное пособие. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2013-2014. – Т. 1-4.

2. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин: в 4 томах. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2012-2015. – Т. 1-4.

3. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.

4. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.