

- Крайне нежелательное увеличение числа мелких подвижных частей;
- Большие потери на трение;
- Трудноосуществимое вращение червячного штока (в червячном варианте).

Исходя из вышеизложенного ясно, что необходимо найти решение, которое объединит достоинства предложенных конструкций, исключит недостатки и будет удовлетворять требованиям технологического процесса шароструйного бурения. Кроме того, ЗУ должно отвечать условиям хорошего выноса шлама и уменьшения гидравлических сопротивлений. Поэтому вопрос гидродинамики протекания процесса, влияния формы элементов на потери также подлежит исследованию.

В ходе работы были предложены устройство и способ приведения ЗУ в рабочее и транспортное положение, что дает возможность осуществлять подпитку при помощи ранее предложенного УПУ, которое в свою очередь обеспечит повышение рейсовой скорости.

В дальнейшем планируется:

- проработать альтернативные способы обеспечения подвижности ЗУ;
- согласовать способ приведения ЗУ в «рабочее» и «транспортное» положение со способом воздействия, осуществленном в конструкции шаропитателя;
- изучить гидродинамику процесса, влияние формы элементов ЗУ на потери давления.

#### Литература

1. Уваков А.Б. Шароструйное бурение. – М.: Недра, 1969. – 207 с.
2. Заурбеков С.А. Повышение эффективности призабойных гидродинамических процессов при шароструйном бурении скважин: автореф. дис. ... канд. техн. наук – Алматы, 1995. – 18 с.
3. Kovalyov A.V. Designing the ejector pellet impact drilling bit for hard and tough rock drilling [Электронный ресурс] / A.V. Kovalyov, S.Ya. Ryabchikov, Ye.D. Isaev, F.R. Aliev, M.V. Gorbenko, A.B. Strelnikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/24/1/012016>.
4. Kovalyov A.V. Pellet impact drilling operational parameters: experimental research [Электронный ресурс] / A.V. Kovalyov, S.Ya. Ryabchikov, Ye.D. Isaev, F.R. Aliev, M.V. Gorbenko, A.V. Baranova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/24/1/012015>.
5. Ковалев А.В., Симон А.А., Яцкив А.А., Исаев Е.Д. Исследование влияния геометрических параметров шароструйно-эжекторных буровых снарядов на эффективность их работы // Труды XVIII Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – С. 408-411.
6. Ковалев А.В., Исаев Е.Д., Алиев Ф.Р., Яцкив А.А., Якушев Д.А. Методика проведения экспериментов на лабораторном стенде при исследовании процессов шароструйного бурения // Труды XVII Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – С. 398-401.
7. Eckel I.E., Deily F.H., Ledgerwood L.W. Development and testing of jet pump pellet impact drill bits // Transaction AIME. – Dallas, 1956. – Vol. 207. – p. 15.
8. А.В. Ковалев, Е.Д. Исаев, В.В. Урниш Разработка улавливающе-подпитывающего устройства для повышения рейсовой скорости шароструйного бурения // Труды XIX Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2015. – С. 397-399.
9. Патент №275918 E21B7/16 Забойный шаропитатель // Ковалев А.В. заявл. 01.07.2013; опубл. 27.21.2014
10. Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин - М.: "Недра-Бизнесцентр", 2003 - 556 с.
11. Патент №2292438 E21B7/28. Скважинный расширитель / Башкатов А.Д., Керимов В.А. и др. заявл. 01.07.2005; опубл. 27.21.2007

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДНОГО БУРОВОГО РАСТВОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЬГАТОРА ЭМ-4

А. Д. Фензель

Научный руководитель, доцент К. М. Минаев

*Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

В строительстве нефтегазовых скважин, а также подводных переходов методом наклонно – направленного бурения в качестве буровых растворов используют суспензии, являющиеся дисперсными системами на водной основе. При вскрытии пласта таким раствором вода просачивается в пласт, тем самым повышая его водонасыщенность, таким образом, обводнение пласта отрицательно сказывается на нефтеотдаче. При разработке и эксплуатации нефтяных месторождений необходимо применять меры для предохранения нефтяных пластов и забоев скважин от преждевременного обводнения. При проникновении в породу фильтрата бурового раствора возрастает водонасыщенность в призабойной зоне пласта (ПЗП), что значительно уменьшает относительную проницаемость пород для нефти и, как следствие, уменьшается дебит скважины, усложняется и замедляется процесс освоения скважины. Водные фильтраты промывочных жидкостей имеют обычно гидрофильную природу, хорошо смачивают и прочно удерживаются породами пласта. Удаление их из ПЗП затруднено даже при повышенных депрессиях [1]. В целях сохранения коллекторских свойств пластов, и предупреждения осложнения при бурении в неустойчивых разрезах были разработаны и стали применяться в промышленных масштабах буровые растворы на углеводородной основе (РВО). Они предназначены для

вскрытия и освоения продуктивных пластов, а также бурения соляных отложения с пропластками калийно-магниевого солей [2].

Помимо воды и углеводородной части (чаще всего дизельного топлива (ДТ), незаменимой частью РУО является эмульгатор. Присутствие в эмульсии поверхностно-активного эмульгатора приводит к снижению межфазного натяжения на границе вода-нефть и тем самым обеспечивает образование стабильной микроэмульсии. На технологические свойства эмульсионного бурового раствора существенное влияние оказывает соотношение фаз, концентрация эмульгаторов и условия приготовления [4].

Данная работа посвящена сравнению свойств нефтяного бурового раствора при использовании нового эмульгатора ЭМ-4 (разработка ООО «СпецХимТехнология») с промышленным эмульгатором DDP.

Устойчивость РУО оценивали на основании экспериментальных данных по электростабильности эмульсий. Как комплексная характеристика, электростабильность позволяет оперативно оценить агрегативную стабильность эмульсионного бурового раствора, его устойчивость к фазовому обращению [3].

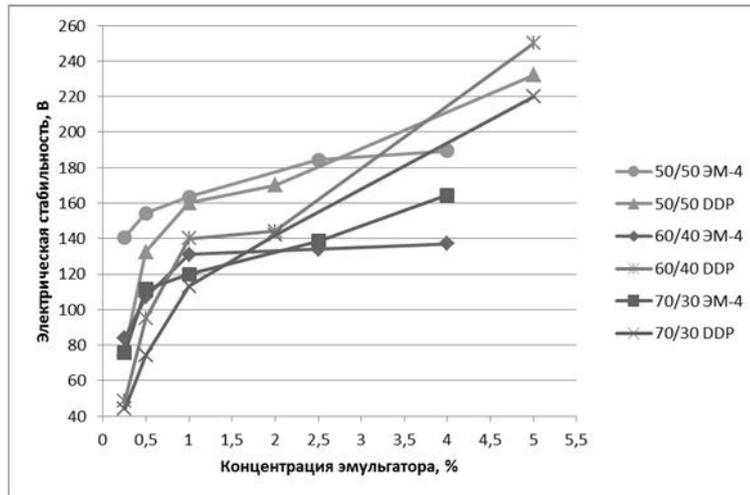


Рисунок 1. Зависимость электрической стабильности от концентрации эмульгатора при разном соотношении воды и ДТ

На основании экспериментальных данных, можно сделать вывод, что электростабильность эмульсий на основе эмульгатора ЭМ-4 значительно выше при низких концентрациях эмульгатора (до 1%), по сравнению с эмульгатором DDP. Дальнейшее увеличение концентрации эмульгатора в системе приводит к выходу на плато электростабильности эмульсии, в то время как показатель электростабильности эмульсий с использованием эмульгатора DDP имеет тенденцию к дальнейшему росту. При добавлении эмульгатора в эмульсию, происходит изменение границы раздела фаз: эмульгатор связывает на себе полярные воду и дизель, тем самым образуя эмульсию. При этом сначала стабильность такой эмульсии резко возрастает за счёт ненасыщенности поверхности раздела фаз молекулами ЭМ-4, при дальнейшей увеличении концентрации эмульгатора идёт насыщение межфазной пленки молекулами ПАВ и стабильность такой эмульсии растёт гораздо медленней.

Вязкость бурового раствора при бурении оказывает влияние главным образом на качество очистки забоя от выбуренной породы. Вязкая жидкость плохо проникает под выбуренный шлам, недостаточно быстро освобождает и поднимает его с забоя в восходящий поток.

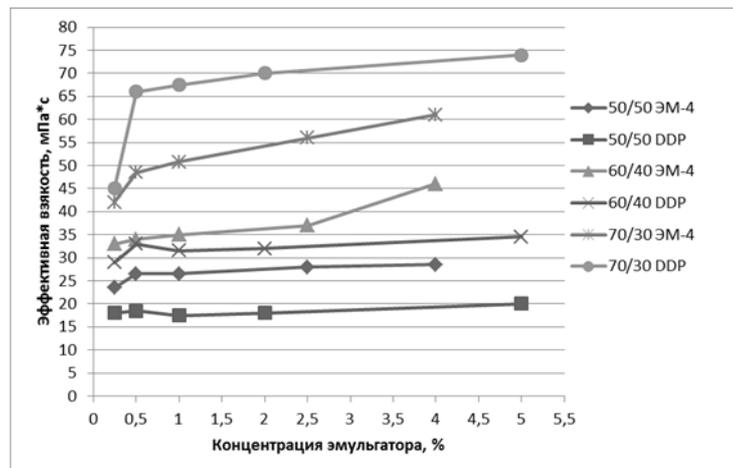


Рисунок 2. Зависимость эффективной вязкости от концентрации эмульгатора

Проведенное изучение зависимости эффективной вязкости от концентрации эмульгатора при разном соотношении воды и ДТ показало, что с ростом концентрации воды в эмульсии эффективная вязкость увеличивается в различной степени. Отмечено, что при соотношении вода/ДТ 50/50 и 50/60 эффективная вязкость эмульсии при использовании эмульгатора ЭМ-4 выше по сравнению с эмульгатором DDP, что обеспечивает хорошую выносящую способность бурового раствора. При соотношении вода/ДТ 70/30 эффективная вязкость эмульсии с эмульгатором ЭМ-4 значительно ниже в сравнении с DDP, что позволяет создавать системы РУО с низким содержанием углеводородной основы, обеспечивая необходимые реологические параметры, в то время как применение эмульгатора DDP приведет к избыточному увеличению вязкости эмульсии и соответственно к росту гидродинамического сопротивления движению промывочной жидкости по всему контуру циркуляции. Это потребует соответствующего увеличения давления прокачки бурового раствора, что не всегда возможно по техническим причинам. Уменьшение содержания дорогостоящего ДТ в эмульсии при сохранении основных технологических параметров РУО позволит значительно снизить стоимость бурения, а также улучшить экологические последствия от применения данного типа бурового раствора.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы: эмульсии с использованием эмульгатора ЭМ-4 показывают высокую электростабильность и высокую вязкость при низких концентрациях, но уступают по данным показателям эмульгатору DDP при высоких концентрациях. В дальнейшем следует провести сравнительные исследования эмульсий при различных температурах и составах РУО, с целью получения растворов приближенных к реальным системам, а также провести промышленные испытания эмульгатора ЭМ-4 и на основании полученных данных делать выводы о целесообразности практического применения эмульгатора ЭМ-4 в промышленном масштабе.

#### Литература

1. Сваровская Н. А. Физика пласта: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2003. – 156 с.
2. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учебное пособие для ВУЗов. – Москва: ОАО Издательство «Недра», 1999. – 424 с.: ил.
3. Попов С.Г., Нацепинская А.М. Новый тип эмульсионных буровых растворов. Реверсивно-инвертируемый буровой раствор. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, № 4, – 2012. С. 15-20.
4. Ананьев А.Н., Пенькова А.И. Учебное пособие для инженеров по буровым растворам – Волгоград, 2000. – 139 с.

### ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА КУЮМБИНСКОМ ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ

**А. А. Харитонов**

Научный руководитель, профессор Н. Г. Квеско  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Запасы Куюмбинского нефтегазоконденсатного месторождения, открытого в Красноярском крае в 1973 году, составляют порядка 281,7млн. тонн нефти (категорий АВС1+С2). В 2017 году планируется ввести месторождение в промышленную разработку. На первом этапе эксплуатации предполагается добыть 295 тысяч тонн нефти. Месторождение характеризуется удаленностью расположения, экстремальными климатическими условиями, а так же сложными геологическими и технологическими условиями бурения. При строительстве скважин в данном регионе работ отмечены катастрофические поглощения промывочной жидкости, сложный геологический разрез, в том числе интрузии, представленные долеритами. В связи с этим, необходимо совершенствовать технологию бурения скважин на этом месторождении.

#### Направление

При бурении ряда скважин было вскрыто катастрофическое поглощение бурового раствора практически сразу после начала бурения на глубине 12 метров, после чего переходили с бурового раствора на техническую воду и продолжали бурить без выхода циркуляции с минимальным расходом промывочной жидкости. Подобный подход значительно увеличивает расход технической воды, что в свою очередь ведет к увеличению срока строительства скважины. При достижении проектной глубины 30 метров общий объем поглощенной воды может составлять до 400 м<sup>3</sup>. Данный способ бурения – минимальный расход промывочной жидкости - не позволяет полностью произвести очистку забоя от выбуренной породы, что приводит к риску недоспуска обсадной колонны.

#### Инженерно-технологические решения:

- разработка и подбор состава наполнителей крупных фракций, включающий в себя кордовое волокно, резиновую крошку и волокнистые материалы, для успешной кольтматации кровли поглощающего пласта;
- установка в КНБК полноразмерных калибраторов для увеличения ее жесткости, более тщательного проведения проработок мест посадок и затяжек, а также обеспечения вымыва шламовой подушки с забоя скважины;
- прокачка вязких пачек для очистки забоя для исключения образования шламового стакана.