



УДК 622.244.5/622.245.42

## КОЛЬМАТАЦИЯ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН

### COLMATATION OF BOTTOMHOLE FORMATION ZONE WITH PROCESS FLUIDS DURING WELL CONSTRUCTION

**Уляшева Надежда Михайловна**

кандидат технических наук, профессор,  
заведующая кафедрой бурения,  
Ухтинский государственный технический университет  
nulyasheva@ugtu.net

**Дуркин Василий Вячеславович**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и  
газовых месторождений и подземной гидромеханики,  
Ухтинский государственный технический университет  
vdurkin@ugtu.net

**Михеев Михаил Александрович**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры бурения,  
Ухтинский государственный технический университет  
miheev\_ma@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы управляемой кольматации призабойной зоны скважины компонентами бурового раствора при первичном вскрытии. Представлены экспериментальные методы оценки степени влияния твердой фазы и химических реагентов, входящих в состав буровых растворов на водной основе, на коллекторские свойства продуктивного пласта.

**Ключевые слова:** призабойная зона скважины, буровой раствор, кольматация, дисперсность, материалы, химические реагенты, пористая среда, глубина проникновения.

**Ulyasheva Nadezhda Mikhaelovna**

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Manager of Department of Drilling,  
Ukhta State Technical University  
nulyasheva@ugtu.net

**Durkin Vasily Vyacheslavovich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Manager of Department of Development and  
Operation of Oil and Gas Wells and  
Underground Hydromechanics,  
Ukhta State Technical University  
vdurkin@ugtu.net

**Mikheev Mikhail Aleksandrovich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of Drilling,  
Ukhta State Technical University  
miheev\_ma@mail.ru

**Annotation.** The paper deals with the issues of controlled clogging of the bottomhole zone of the well with the components of the drilling fluid during the initial opening. Experimental methods for assessing the degree of influence of the solid phase and chemical reagents in the composition of water-based drilling fluids on the reservoir properties of a productive formation are presented.

**Keywords:** bottomhole zone of the well, drilling mud, clogging, dispersion, materials, chemical reagents, porous medium, penetration depth.

Состояние призабойной зоны продуктивного пласта, в значительной степени зависящее от степени ее загрязнения (кольматации), во многом определяет эффективность скважинной разработки нефтяных и газовых месторождений. При этом кольматация призабойной зоны пласта происходят на всех этапах строительства и эксплуатации скважины, от первичного вскрытия и освоения до завершающей стадии эксплуатации. Процессы изменения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) продуктивных пластов при первичном вскрытии продуктивного пласта бурением, заканчивании скважины и освоении изучены достаточно хорошо. Тем не менее, как показал анализ литературных источников, к настоящему времени отсутствуют научно обоснованные рекомендации по определению степени и радиуса загрязнения ПЗП для различных фильтрационно-емкостных свойств пористой среды, методические разработки, обосновывающие степень очищения загрязненной зоны при освоении скважины. Особенно это относится к случаям высокой неоднородности продуктивных пропластков, вскрытии пласта горизонтальными скважинами, когда вопросы загрязнения практически вообще не изучены. Одним из перспективных направлений предупреждения негативных процессов является использование технологии управляемой кольматации призабойной зоны скважины.

С учетом особенностей технологического процесса и требований вскрытия пластов оптимальный вариант рациональной кольматации может быть достигнут за счет применения буровых суспензий, обладающих вполне определенными физико-химическими свойствами. В частности, при вскрытии продуктивного пласта с целью сохранения его коллекторских свойств целесообразно обеспечить



быстрое формирование на поверхности фильтрации тонкой плотной непроницаемой фильтрационной корки при незначительном поступлении в поровое пространство породы частиц твердой фазы и фильтрата из суспензии. Как известно, при вскрытии продуктивных пластов обработка буровых растворов грубодисперсными наполнителями, обеспечивающими именно этот процесс, позволяет в определенной степени положительно влиять на коллекторские свойства пласта. Этот факт является интересным для более глубоких исследований. Как правило, в качестве грубодисперсных наполнителей используется карбонатная мука, которая одновременно выполняет функцию утяжелителя. При добавлении таких материалов принудительно снижается содержание коллоидной фазы для предупреждения чрезмерного загустевания бурового раствора, что также оказывает положительное влияние на формирование зоны кольтматации и восстановление свойств пласта при освоении.

На кафедре Бурения проведен комплекс исследований, направленных на оценку степени влияния состава дисперсной фазы и химической обработки полимерными реагентами различной природы. Для этого были созданы физические модели, имитирующие призабойную зону продуктивного пласта: модели кругового пласта и единичной трещины. Модель кругового пласта [1, с. 9] позволяет оценить изменение проницаемости гранулярного коллектора при прямой и обратной промывке (рис. 1).

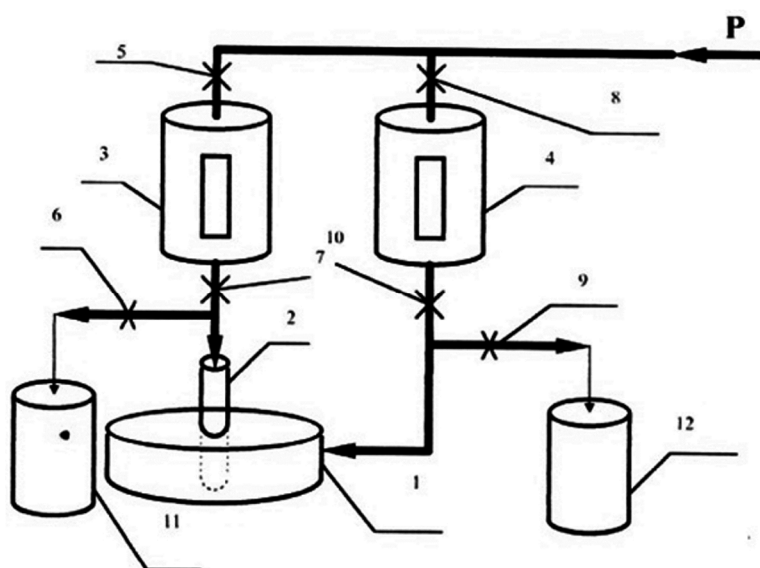


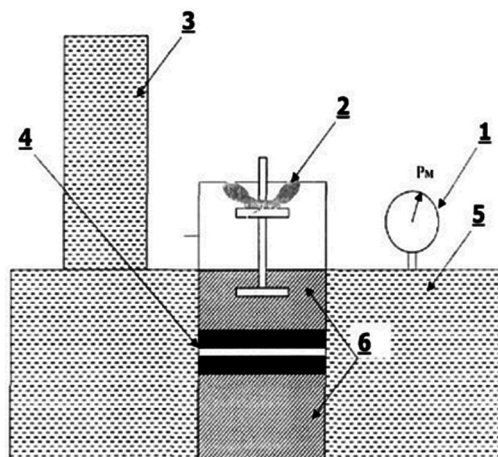
Рисунок 1 – Модель кругового пласта

Для изучения фильтрационных потоков дисперсных систем при вскрытии порово-трещинных коллекторов была разработана физическая модель на базе модели Уоррена-Рута [2, с. 246], реализующая течение жидкости по единичной трещине [3, с. 26].

В разработанной установке (рис. 2) был реализован принцип сообщающихся сосудов. Пористый блок, рассеченный трещиной, устанавливается в кернодержатель, расположенный между двумя камерами: нагнетательной и приемной. Кернодержатель состоит из двух частей: верхней (подвижной) и нижней (неподвижной), в которые устанавливаются части пористого блока, выпиленные из пористого известняка в виде брусочков шириной 12 мм и длиной 120 мм. Верхняя часть кернодержателя крепится к регулировочному винту, при помощи которого регулируется раскрытость трещины.

В установке была реализована модель единичного пористого блока, рассеченного трещиной. В ходе эксперимента на один торец блока воздействовали испытываемым буровым раствором, на другом торце блока при помощи манометра измеряли давление.

Полученные результаты на лабораторных установках различного типа показали, что полимерные реагенты – эфиры целлюлозы (вне зависимости от страны производителя), особенно при повышенных температурах, обладают высокой проникающей способностью [4, с. 29]. В отсутствие минеральной (твердой) фазы такой процесс может увеличить глубину проникновения фильтрата в породу и оказать определенное негативное воздействие на коллекторские свойства пласта, что подтверждает предположение ряда исследователей о необходимости присутствия незначительного количества глинистой составляющей, а также кольтматирующего материала определенной дисперсности. При этом дисперсность кольтматанта необходимо выбирать в соответствии с диаметрами поровых каналов, таким образом, обеспечивая формирование непроницаемой фильтрационной корки в зоне кольтматации. На основе анализа лабораторных и аналитических исследований на кафедре Бурения УГТУ была разработана методика определения относительной глубины проникновения бурового раствора в пористую среду, что обеспечило сделать вывод о значительном влиянии на кольтматацию призабойной зоны пласта не только состава дисперсной фазы, но и реологических свойств бурового раствора.



**Рисунок 2** – Схема установки, моделирующей течение бурового раствора по единичной трещине:  
 1 – манометр, 2 – устройство, регулирующее раскрытость щели,  
 3 – нагнетательная линия с испытуемым раствором, 4 – щель,  
 5 – камера с жидкостью, вязкость которой идентична вязкости испытуемого раствора,  
 6 – кернодержатель

### Литература:

1. Михеев, М.А. Исследование загрязнения продуктивного пласта растворами на водной основе с использованием модели кругового пласта [Текст] // НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». – М. : ОАО «ВНИИОЭНГ», 1999. – № 8–9. – С. 8–10.
2. Warren J.E., Root P.J. The behavior of naturally fractured reservoirs // Soc. Petrol. Eng., 1963. – P. 245–255.
3. Уляшева Н.М., Патракова Е.Е. Моделирование процесса фильтрации при вскрытии карбонатных коллекторов порово-трещинного типа [Текст] // Известия вузов. Нефть и газ. – 2002. – № 2. – С. 24–32.
4. К вопросу регулируемой кольматации призабойной зоны скважины [Текст] / А.М. Шишов [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море: Научно-технический журнал. – М. : ВНИИОЭНГ. – 2020. – № 12. – С. 28–31.

### References:

1. Mikheev M.A. Research of productive formation contamination with water-based solutions using circular reservoir model // Newspaper «Construction of oil and gas wells onshore and offshore». – M. : VNIIOENG, 1999. – № 8–9. – P. 8–10.
2. Warren J.E., Root P.J. The behavior of naturally fractured reservoirs // Soc. Petrol. Eng., 1963. – P. 245–255.
3. Ulyasheva N.M., Patrakova E.E. Modeling of filtration process during opening of carbonate collectors of pore-crack type Text // Izvestia Vuzov. Oil and gas. – 2002. – № 2. – P. 24–32.
4. To a question of regulated well bottomhole zone sealing / A.M. Shishov [et al.] // Construction of oil and gas wells onshore and offshore: Scientific-technical magazine. – M. : VNIIOENG. – 2020. – № 12. – P. 28–31.