



УДК 622.245.67

## ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА

### STUDY OF VISCOELASTIC SYSTEMS BASED ON POLYACRYLAMIDE

**Аглиуллин Радмир Уралович**

магистрант,  
Уфимский государственный  
нефтяной университет

**Логинова Марианна Евгеньевна**

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин»,  
Уфимский государственный  
нефтяной университет  
ufamel@yandex.ru

**Аннотация.** Основным критерием качества окончания скважины определяются качеством цементирования обсадных колонн. Влияние геологических условий, сложности профиля строительства скважины и большой отход увеличивают сложность цементирования таких скважин. Возникает необходимость в дополнительных специализированных элементах компоновок обсадной колонны, тем самым увеличивается контроль за креплением скважины. Для решения проблем с перетоками пластового флюида в цементном камне, разобщением пластов с большими разностями по давлению применяют заколонные пакера. Однако из-за специфики работы пакера и ограничения по применению их, целесообразным и перспективным методом становится применение буферных жидкостей на основе вязкоупругих систем.

**Ключевые слова:** буферная жидкость, затрубное пространство, вязкоупругие системы, полимер, ферромагнитный наполнитель, сетчатая структура.

**Agliullin Radmir Uralovich**

Ufa State Petroleum Technological University

**Loginova Marianna Evgenievna**

Candidate of physico-mathematical Sciences,  
Associate Professor of the Chair  
«Drilling oil and gas wells»,  
Ufa State Petroleum Technological University  
ufamel@yandex.ru

**Annotation.** The main criterion for the quality of the end of the well will determine the quality of the cementing casing. However, the influence of the geological conditions, the complexity of the well construction profile and the large waste increase the complexity of cementing wells. There is a need for additional specialized elements of the casing string, increasing control over the mounting of the well. To solve problems with the flow of reservoir fluid in the cement stone, the separation of layers with large differences in pressure is used. back packers. However, due to the specifics of the work of the packer and restrictions on their use, the use of buffer liquids based on viscoelastic systems becomes an expedient and promising method.

**Keywords:** buffer fluid, annulus, viscoelastic systems polymer, ferromagnetic filler, mesh structure.

**В**язкоупругие системы (ВУС) представляют собой структурную сетку полимерных молекул скреплёнными ионами поливалентных металлов. Из всех буферных жидкостей, вязкоупругие системы выделяются, из-за специфичных особенностей обладать как вязкими, так и упругими свойствами, обусловленные наличием нормальных напряжений. Данная система не является ньютоновской, что дает необычные результаты в исследовании этой системы [1].

Для исследования вязкоупругих системы были рассмотрены буферные жидкости на основе полиакриламида. Свойства данных полимерных систем легко регулируются вводом наполнителей и добавок [2].

Основные требования, предъявляемые буферной жидкости:

- очистка стенок скважины и обсадной колонны от образовавшиеся корки бурового раствора;
- минимальное влияние на адгезионную способность цементного камня;
- быть физико-химическими инертным к буровому и тампонажному растворам;
- не ухудшать реологические параметры буровых и тампонажных растворов;
- быть агрегативно и седиментационно устойчивыми;
- отделять тампонажный раствор от промывочной жидкости.

Для приготовления буферной жидкости применяли:

– в качестве структурообразователя использовали полиакриламид Flodril PAM 1040. Данный полимер показал отличную структурообразование и время удерживания связанной воды в структурной сетке;

- в качестве поливалентного металла были применены три соли  $MgCl_2$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Na_2Cr_2O_7$ ;
- техническая вода.

Способ приготовления:

– техническую воду отмеряем 300 мл, и нагреваем ее с помощью нагревательного элемента до температуры 60–80 градусов;



- в этот объём добавляем 1 % соли поливалентного металла, на низких частотах оборота перемешиваем до полного растворения соли;
- в этот объём вводим медленно 4 % полиакриламид Flodril PAM 1040 и интенсивно перемешиваем на больших скоростях;
- оставляем буферную жидкость в покое в течение 20–30 минут.

Определение готовности буферной жидкости определяли упругой характеристикой ВУСа, получаемую конусом Реббиндера.

Чтобы определить наиболее качественный поливалентный металл был проведен ряд экспериментов с различными концентрациями солей металлов (рис. 1). Было определено, что высоковалентные металлы как  $Cr^{+6}$  предпочтительнее, так как они образуют необходимую гелиевую структуру при меньших концентрациях и намного дольше сохраняет ее, удерживая воду в полимерной сетке.

Стоит заметить, что при очень больших концентрациях высоковалентных металлов, система становится агрегативно не устойчива, полимер коагулируется и выпадает в осадок. Обоснованием служит очень плотная сетчатая структура из полимеров, где мало ячеек для ассимилирования воды.

Для исследования выполнения требований к буферным жидкостям была поставлена задача о предотвращении язычкового течения тампонажного раствора длительное время. Буферная жидкость с многовалентным ионом металла хрома в течение 14 суток не изменила свою агрегативную устойчивость и упругие свойства, в отличие от других многовалентных ионов металла.



$MgSO_4$



$Al_2(SO_4)_3$



$Na_2Cr_2O_7$

**Рисунок 1** – Вязко-упругие системы со сшивателями

Также стоит отметить, хорошие изоляционные способности данной буферной жидкости. Металлический наполнитель не заржавел в течение всего хода исследований. Из этого следует, что коррозионное воздействие на обсадную трубу минимально, что увеличивает срок службы обсадной колонны. Основным недостатком этих буферных жидкостей на основе полимеров является образование пленки на стенках обсадной колонны. Из-за этого недостатка ВУСы не отвечают на требования к буферным жидкостям. Однако, степень влияния ее до конца не изучена.



через 24 часа



через 7 суток



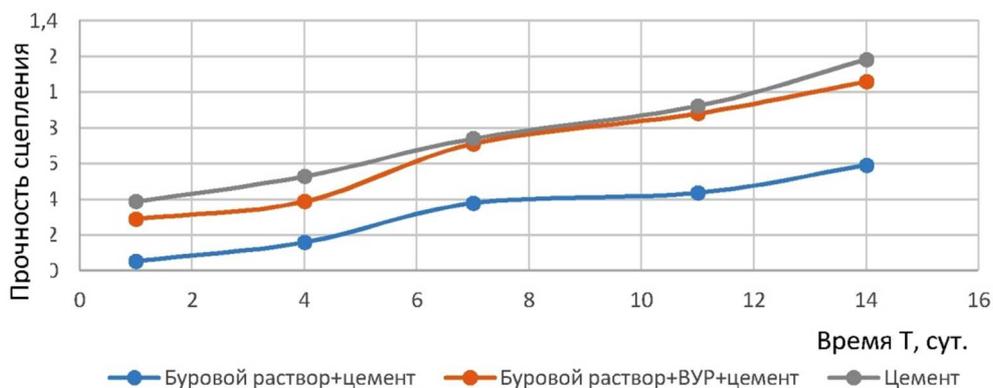
через 14 суток

**Рисунок 2** – Буферная жидкость с сшивателем  $Na_2Cr_2O_7$  и с ферромагнитный наполнителем



Для исследования этого вопроса был поставлен эксперимент с применением буферного раствора на основе полиариламида, тампонажного раствора и глинистого бурового раствора. Были рассмотрены три случая: а) случай, когда тампонажный раствор соприкасается с обсадной колонной без глинистой корки; б) случай, когда тампонажный раствор соприкасается с обсадной колонной, имеющей на поверхности глинистую пленку; в) случай, когда перед тампонажным раствором был прокачан ВУС для очистки стенок обсадной колонны от глинистой пленки.

Прочность сцепления цементного камня с обсадной колонной определялась по выдавливанию цементного камня из металлической обоймы. Полученные результаты представлены на рисунке 3.



**Рисунок 3** – Влияние среды на сцепление цементного камня с обсадной колонной

Основываясь на результатах эксперимента, можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние в вязко-упругих системах на адгезионную способность цементного камня оказывается на начальных этапах твердения. И со временем влияние полимерной пленки уменьшается.

Степень негативного влияния пленки, можно связать с расширением цементного камня при твердении в воде и дегидратации полимерной структуры из-за контракционных свойств цементного камня [3].

### Литература:

1. Логинова М.Е., Агзамов Ф.А. Математическая модель подбора реологических свойств тампонажного материала // Тезисы научно-технической конференции «Юбилейная конференция нефтяных вузов России – 75 лет нефтяному образованию в Республике Башкортостан», УГНТУ, 2018. – С. 41.
2. Применение вязкоупругих подвижных пакеров при креплении скважин / Ф.А. Агзамов [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2018. – № 10. – С. 42–44.
3. Платицын И.Е., Токунова Э.Ф. Повышение качества цементирования скважин снижением контракции цементного раствора // Нефтяная провинция. – 2018. – № 3 (15). – С. 96–105.

### References:

1. Loginova M.E., Agzamov F.A. a Mathematical model for the selection of the rheological properties of the back-fill material // Abstracts of scientific-technical conference «International scientific conference of petroleum universities in Russia – 75 years oil education in the Republic of Bashkortostan», Ufa state petroleum technological University, 2018. – P. 41.
2. Use of viscoelastic moving packers when fixing / F.A. Agzamov [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2018. – № 10. – P. 42–44.
3. Platitsyn I.E., Tokunova E.F. improving the quality of cementing by reducing the contraction of the cement solution // Petroleum province. – 2018. – № 3 (15). – P. 96–105.