



УДК 622.24

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВОВ ДЛЯ ГЛУШЕНИЯ СКВАЖИН



### STUDIES TO DETERMINE THE PHYSICAL PARAMETERS OF WELL KILLING COMPOSITIONS

**Климанова Дарья Александровна**

магистрант кафедры  
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,  
Самарский государственный  
технический университет  
klimanova.dasha.97@mail.ru

**Мозговой Георгий Сергеевич**

старший преподаватель кафедры  
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,  
Самарский государственный  
технический университет  
gsmozgovoi@mail.ru

**Никитин Василий Игоревич**

кандидат технических наук,  
старший преподаватель кафедры  
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,  
Самарский государственный  
технический университет  
nikitin@list.ru

**Аннотация.** В качестве цели исследования выбран подбор рецептуры жидкости глушения, исходя из её стабильности в водной и нефтяной среде, реологических характеристик, а также восстановления проницаемости породы для нефти после контакта с технологической жидкостью. На основании экспериментов по фильтрации жидкости глушения через образцы пористого материала рассчитан коэффициент восстановления проницаемости.

**Ключевые слова:** глушение скважин; жидкость глушения; эмульсия; фильтрация; восстановление проницаемости.

**Klimanova Daria Alexandrovna**

Master's Degree Student of the department  
«Drilling of oil and gas wells»,  
Samara State Technical University  
klimanova.dasha.97@mail.ru

**Mozgovoy Georgy Sergeevich**

Lecturer of the department  
«Drilling of oil and gas wells»,  
Samara State Technical University  
gsmozgovoi@mail.ru

**Nikitin Vasily Igorevich**

Ph.D. of Technical Science,  
lecturer of the department  
«Drilling of oil and gas wells»,  
Samara State Technical University  
nikitin@list.ru

**Annotation.** At the same time, the purpose of the study was chosen to select the well-killing fluid formulation based on its stability in the water and oil environment, rheological characteristics, and also the restoration of rock permeability for oil after contact with the process fluid. Based on experiments on filtering well-killing fluid through core samples, the permeability recovery coefficient was calculated.

**Keywords:** well-killing operation, well-killing fluid; emulsion; filtration; permeability build-up.

Глушение скважины является достаточно распространённой операцией не только при проведении спуска в скважину специального оборудования, но и при проведении ремонтных работ [1, 2]. Важной задачей является выбор жидкости глушения, которая обеспечивала бы безаварийность и общую технологичность процесса.

Объектом исследования являются эмульсионные жидкости глушения. Цель данной работы – провести исследование и определить физические параметры составов глушения.

В процессе работы проводились исследования следующих параметров составов глушения скважин: внешнего вида, время приготовления эмульсии, стабильность эмульсии, термостабильность, расход реагентов, необходимость в применении дополнительных реагентов, тип эмульсии, вязкость, плотность. Проведена работа по исследованию совместимости составов глушения скважин с пластовой водой и нефтью, и исследования по фильтрации жидкостей на фильтр-прессе через фильтрационную бумагу. Определялось восстановление фазовой проницаемости для нефти после воздействия жидкости глушения и реологические параметры исследуемых составов.

Для выявления подходящих нам эмульсий были приготовлены и протестированы 12 составов на основе эмульгаторов различной рецептуры.

Было проведено 36 лабораторных исследований по определению термостабильности блокирующих составов при температурных условиях 12 °С, 20 °С, 25 °С, оставленных на определённый срок. В результате исследований были выявлены жидкости с признаками разрушения блокирующего состава. На основании



этих наблюдений рекомендовано исключить образцы под номерами 4, 5 и 7 из дальнейших исследований. Образцы с применением остальных эмульгаторов не имели признаков разрушения (расслоения). Было проведено сравнение образцов между собой по заявленным критериям [3].

На основании проведённых исследований была составлена сравнительная таблица, в которой каждой эмульсии в соответствии с определённым критерием были присвоены баллы от 0 до 3, где:

- 0 – эмульсия не соответствует требованиям;
- 1 – эмульсия частично соответствует требованиям;
- 2 – эмульсия имеет некоторые отклонения от идеального соответствия;
- 3 – эмульсия полностью соответствует требованиям.

**Таблица 1** – Сравнительная таблица проведенных исследований

|                              | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 | № 5 | № 6 | № 7 | № 8 | № 9 | № 10 | № 11 | № 12 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1.Время приготовления        | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   | 2   | 0   | 2   | 3   | 3    | 2    | 3    |
| 2.Стабильность               | 3   | 3   | 2   | 0   | 0   | 2   | 0   | 2   | 3   | 3    | 3    | 3    |
| 3.Термостабильность          | 3   | 3   | 2   | 0   | 0   | 2   | 0   | 2   | 2   | 2    | 3    | 3    |
| 4.Расход реагентов           | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2    | 3    | 2    |
| 5. Применение доп. реагентов | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 3    | 3    |
| 6.Тип эмульсии               | 3   | 3   | 2   | 0   | 0   | 2   | 0   | 3   | 3   | 3    | 2    | 3    |
| 7.Вязкость                   | 3   | 3   | 3   | 0   | 1   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3    | 3    | 3    |
| Итого:                       | 21  | 20  | 16  | 5   | 5   | 14  | 3   | 15  | 17  | 17   | 19   | 19   |

Далее были проведены опыты по оценке рисков образования нерастворимых осадков. Исследования проводились путем смешивания исследуемых блокирующих жидкостей глушения скважин с пластовой водой и нефтью в соотношениях 75/25, 50/50, 25/75.

Определение показателя фильтратоотдачи производился на фильтр-прессе, основной деталью которого является цилиндрическая фильтровальная ячейка, с внутренним диаметром 76,2 мм, также составляющем диаметр фильтрационной бумаги, контактирующей с исследуемой жидкостью. Для испытания на фильтратоотдачу был использован фильтр-пресс Fann 300 LPLT Filter Press с фирменной фильтровальной бумагой компании Fann. Тест на фильтрацию проходил при комнатной температуре в 25 градусов Цельсия в течении 30 минут, перепад давлений создавался газом и составлял 100 psi (0,69 МПа).

В результате тестирования жидкостей глушения на фильтр-прессе Fann 300 LPLT Filter Press определено, что жидкости под номерами 3, 8, 9, 10, 11, 12 обладают высокой способностью к фильтрации через фильтровальную бумагу. Наименьшие показатели фильтрации у жидкостей под номерами 1, 2 и 6. При этом наименьший показатель фильтрации обнаружен у жидкости 2.

В результате экспериментов также была составлена сравнительная таблица 2.

**Таблица 2** – Сравнительная таблица проведенных исследований

|                               | № 1 | № 2 | № 3 | № 6 | № 8 | № 9 | № 10 | № 11 | № 12 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1.Стабильность в водной среде | 3   | 3   | 0   | 0   | 1   | 2   | 2    | 3    | 3    |
| 2.Стабильность в нефти        | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3    | 2    | 3    |
| 3.Показатель фильтрации       | 2   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 2    |
| Итого:                        | 8   | 9   | 5   | 5   | 6   | 7   | 7    | 7    | 8    |

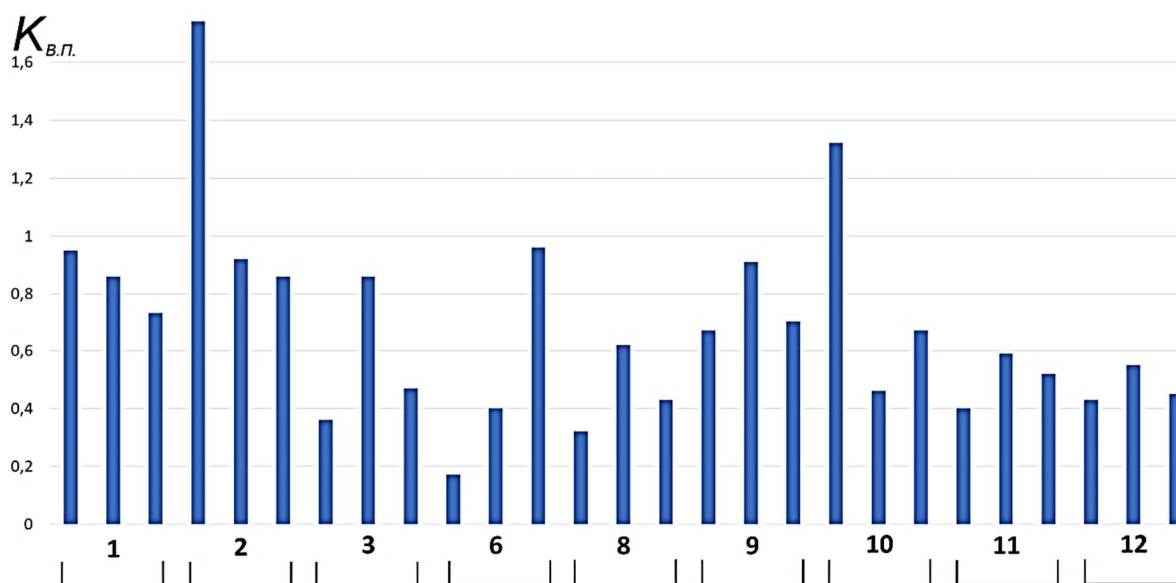
Следует отметить, что помимо скорости фильтрации основным параметром является коэффициент восстановления проницаемости, который определяется путём фильтрации через образцы натуральной горной породы.

Фильтрационный эксперимент для определения коэффициента восстановления проницаемости производился с использованием установки ПИК-ОФП-1-40-АР/РР компании АО «Геологика» в комплектации ФГБОУ ВО СамГТУ. Эксперимент состоял из следующих этапов: насыщение образцов кернового материала пластовой водой; определение исходной проницаемости породы для нефти; моделирование процесса проникновения жидкости глушения; определение проницаемости породы для нефти после проникновения жидкости глушения; определение коэффициента восстановления фазовой проницаемости по нефти.

В подавляющем большинстве случаев установлено, что жидкость глушения не фильтруется через керновые образцы, что связано не только с высокими вязкостями составов глушения, но



механическим блокированием частицами эмульсии фильтрационных каналов малого диаметра, в том числе в местах их сужения и искривления. Фильтрация установлена только на образцах с высокой проницаемостью. Наибольшее восстановление проницаемости установлено у жидкостей под номерами 1, 2, 9, 10 – Рисунок 1.



**Рисунок 1** – Значения коэффициента восстановления проницаемости для эмульсионных составов.

На основании совокупной оценки технологических свойств исследованных систем, к опытно-промышленному внедрению рекомендуются составы под номерами 1 и 2. В качестве дополнительных альтернативных систем с несколько худшими показателями можно рекомендовать 9 и 10. Выбор данных композиций как приоритетных обусловлен: рецептурой и небольшой продолжительностью приготовления рабочих растворов; низкой фильтруемостью получаемых эмульсий в керны; общими высокими блокирующими характеристиками; лучшей степенью восстановления проницаемости кернов после воздействия эмульсиями и прокачке УВ-жидкости.

### Литература

1. Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технологические основы освоения и глушения нефтяных и газовых скважин : учеб. для вузов. – М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 543 с.
2. Вагина Т.Ш. Разработка блокирующего состава для глушения скважин на месторождениях Западной Сибири с учетом современных требований // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2014. – № 6. – С. 38–41.
3. Климанова Д.А., Мозговой Г.С., Никитин В.И. Обоснование применения эмульсионных составов для щадящего глушения скважин // Нефть. Газ. Новации. – 2020. – № 1.

### References

1. Basarygin Yu.M., Budnikov V.F., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Technological foundations of development and killing of oil and gas wells: Textbook. For universities. – M. : Nedra-Business Center LLC, 2001. – 543 p.
2. Vagina T.Sh. Development of blocking composition for killing wells in Western Siberian fields, taking into account modern requirements // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2014. – № 6. – P. 38–41.
3. Klimanova D.A., Mozgovoy G.S., Nikitin V.I. The rationale for the use of emulsion compositions for gentle killing wells // Oil. Gas. Novation. – 2020. – № 1.