

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ТАМПОНАЖНОГО РАСТВОРА С ЦЕЛЬЮ
ПОЛУЧЕНИЯ ОБЛЕГЧЁННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ
ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКОВ».**

**«INVESTIGATION OF CEMENT SLURRY FOR DEVELOPING A
LIGHTWEIGHT MIXTURE TO EFFECTIVELY ISOLATE WATER
INFLUXES».**

Ешмуратов А.Б. (Phd., доцент Каракалпакского государственного университета имени Бердаха), Орипов А.А. (докторант ТГТУ имени Ислама Каримова), Пышненко Д.Н. (докторант ТГТУ имени Ислама Каримова), Шукуров С.С. (докторант ТГТУ имени Ислама Каримова)

Eshmuratov A.B. (PhD, Associate Professor, Karakalpak State University named after Berdakh), Oripov A.A. (Doctoral Student, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov), Pyshnenko D.N. (Doctoral Student, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov), Shukurov S.S. (Doctoral Student, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov).

АННОТАЦИЯ

Проведены исследования по разработке облегчённого тампонажного раствора с добавлением вермикулита для изоляции водопритоков. Установлено, что добавка снижает плотность раствора до 1,44 г/см³ и увеличивает сроки схватывания без потери прочности. Полученный состав рекомендован для применения на месторождениях УДП «Шуртаннефтегаз».

ABSTRACT

A lightweight cement slurry with vermiculite was developed to improve water influx isolation. The additive reduced the slurry density to 1.44 g/cm³ and extended setting time without compromising strength. The resulting composition is recommended for use in the fields of UDP "Shurtanneftegaz".

***Ключевые слова:* тампонажный раствор, вермикулит, облегчённая смесь, водоприток, плотность, сроки схватывания, цементирование скважин.**

Одной из ключевых задач при цементировании скважин является обеспечение надёжной изоляции водоносных пластов и предотвращение межпластовых перетоков. Особенно актуальной становится проблема

изоляции водопритоков в условиях сложных горно-геологических и термобарических параметров. Для решения этой задачи в последние годы внимание уделяется разработке облегчённых тампонажных растворов с пониженной плотностью и высокой герметизирующей способностью [1, 2]. Классические цементные смеси при избыточной плотности могут вызывать разгерметизацию слабых пластов, что приводит к дополнительным водопритокам. Использование облегчённых тампонажных смесей позволяет снизить гидростатическое давление на стенки скважины и тем самым предотвратить разрывы и миграцию пластовых вод [3]. В литературе описаны различные подходы к снижению плотности тампонажных растворов, включая применение лёгких наполнителей (перлит, вермикулит, микросферы), а также газообразующих добавок (алюминиевая пудра, перекись водорода и др.) [4, 5].

Особое внимание уделяется обеспечению устойчивости и однородности облегчённого раствора, так как несоблюдение этих условий может привести к расслоению, потере прочности и неэффективной изоляции. Исследования показывают, что включение пластифицирующих, стабилизирующих и водоудерживающих добавок позволяет достичь оптимального баланса между сниженной плотностью и необходимыми физико-механическими характеристиками [6]. Как подчёркивает Умедов Ш.Х. в своих работах, важно учитывать совместимость всех компонентов раствора с условиями конкретного месторождения, что существенно влияет на эффективность тампонажа [7]. Исходя из этого проведена расширенная исследования по разработке облегченной тампонажной смеси на основе вермикулита, предназначенной для предупреждения и ликвидации водопротоков, для увеличения долговечности эксплуатации скважина. В качестве наполнителя предложен минерал местного производства вермикулит.

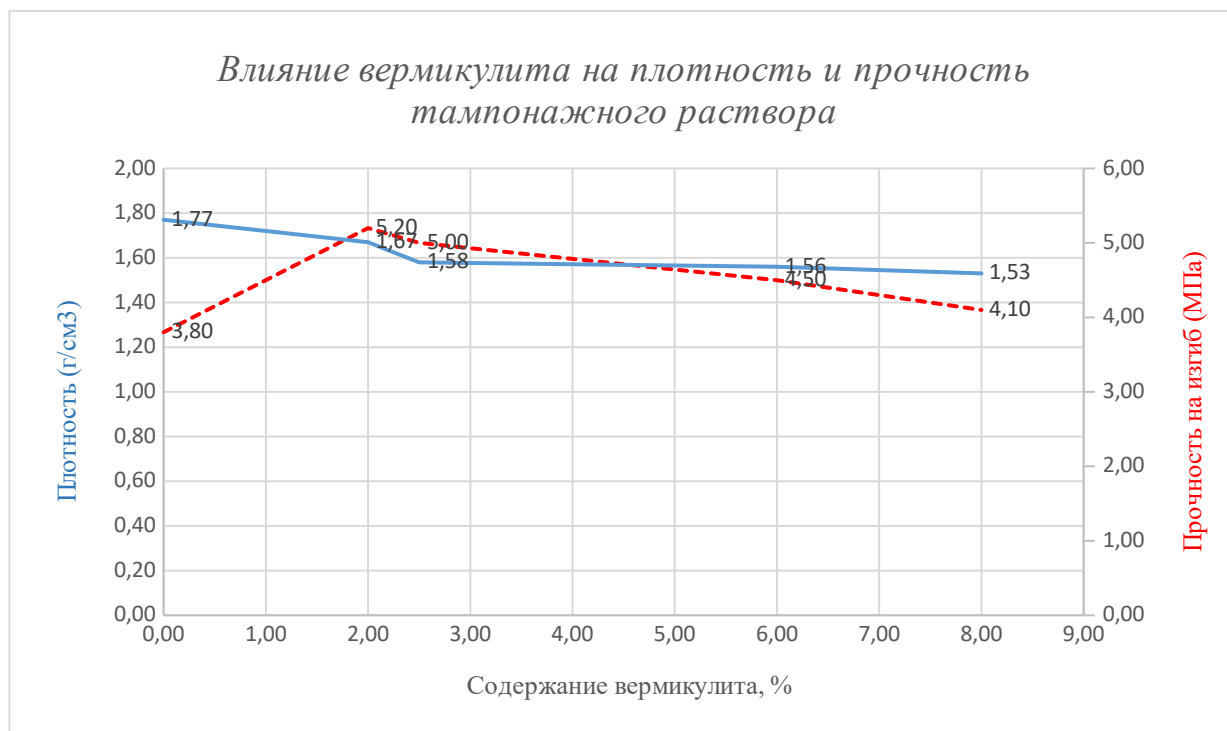
Таблица 1.

*Лабораторный анализ цемента с добавкой вермикулита при температуре 80 °C
(в/ц=0,5)*

№	Вязуци е ПЦТ, %	Добавка вермикулита, %	Растекаемость R, см	Плотност ь г, см ³	Время загустевания на КЦ-3, час-мин	Сроки схватывания		Прочность на изгиб, МПа
						начало , час- мин	конец, час- мин	
1	100	-	23,5	1,77	1-35	1-40	2-10	3,8
2	98	2	21,5	1,67	1-45	1-55	2-15	5,2
3	96	2,5	20,0	1,58	2-10	2-15	2-30	5,0
4	94	6	19,0	1,56	2-20	2-25	2-35	4,5
5	92	8	18,5	1,53	2-35	2-30	2-50	4,1

В таблице 1 приведено результаты анализа цемента с вермикулитом. Добавка вермикулита как минерального происхождения, которые в обычных условиях незначительно взаимодействует с основными веществами портландцемента в процессе твердения. Плотность тампонажного раствора с 1,74 г/см³ снижается до 1,53 г/см³, время загустевания с 1 час 30 минут увеличивается до 2 час 30 минут.

График 1.



Также на графике видно с увеличением содержания вермикулита в цементном растворе наблюдается устойчивое снижение плотности с 1,77 до 1,53 г/см³, что способствует снижению гидростатического давления на стенки скважины. Максимальная прочность на изгиб (5,2 МПа) достигается при добавке 2% вермикулита. При дальнейшем увеличении содержания наполнителя прочность уменьшается. Оптимальное соотношение между сниженной плотностью и высокой прочностью достигается при дозировке 2–2,5%, что делает такой состав перспективным для изоляции зон водопритоков.

Таблица 2.

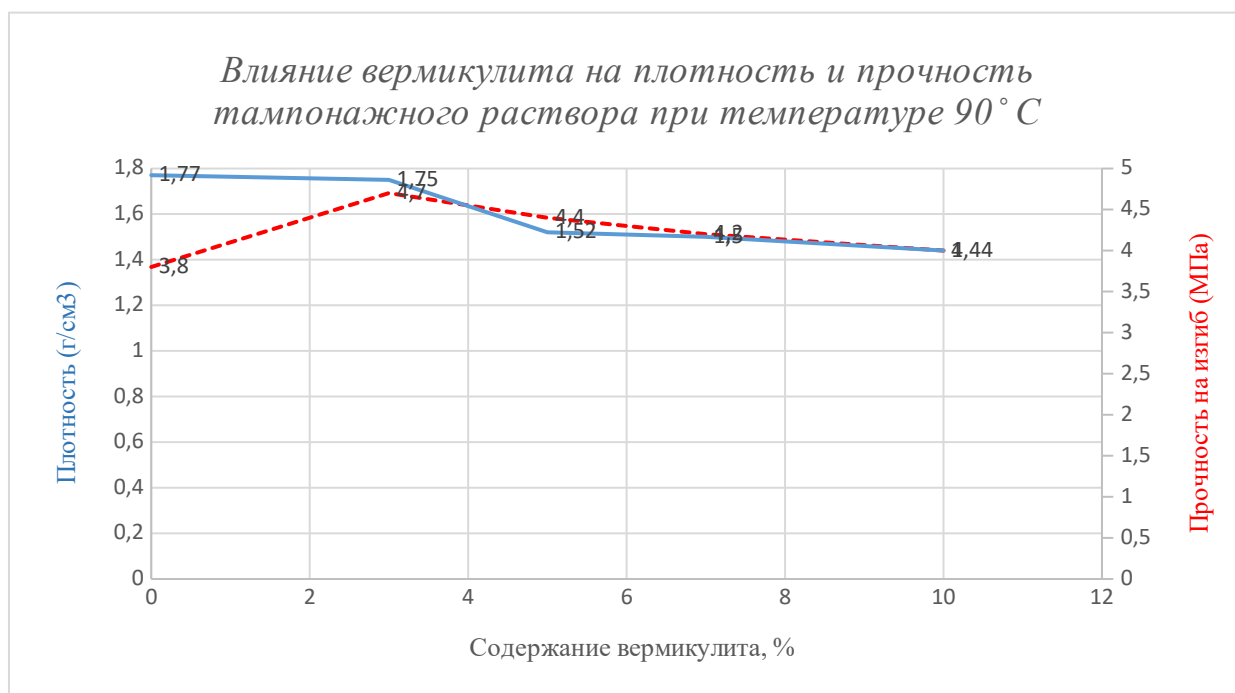
**Лабораторный анализ цемента с добавкой вермикулита при
температуре 90 °С (в/ц=0,6).**

№	Вязуши	Добавка	Растекаемость	Плотность	Время	Сроки	Прочность

	е ПЦТ, %	вермикулита, %	R, см	ь ρ, г/см ³	загустевания на КЦ-3, час-мин	схватывания		на изгиб, МПа
						начало , час- мин	конец, час- мин	
1	100	-	25	1,77	1-40	1-35	2-15	3,8
2	97	3	24,0	1,75	1-55	1-45	2-25	4,7
3	95	5	21,5	1,52	1-50	1-55	2-40	4,4
4	93	7	20	1,50	2-05	2-00	3-15	4,2
5	90	10	22	1,44	2-15	2-20	3-35	4,0

В таблице 2 приведены результаты анализа цемента с вермикулитом на сроки схватывания и плотность тампонажного раствора. Добавка вермикулита с 3% увеличивается до 10%, плотность снижается с 1,77 г/см³ до 1,44 г/см³, а сроки схватывания увеличиваются с 1 час 30 мин до 2 час 30 мин без добавки замедлителя.

График 2.



С увеличением содержания вермикулита с 0% до 10% наблюдается стабильное снижение плотности цементного раствора — с 1,77 до 1,44 г/см³. Это подтверждает эффективность вермикулита как облегчителя. Прочность на изгиб при этом сначала возрастает до максимума (4,7 МПа при 3% вермикулита), а затем постепенно снижается до 4,0 МПа при 10% добавки. Это указывает на наличие оптимальной дозировки в диапазоне 3–5%, при которой достигается наилучший баланс между снижением плотности и сохранением механических характеристик.

Как видно, из приведенных, лабораторных изыскан применения вермикулита снижает прочность цементного камня. Рекомендованный состав тампонажного раствора с использованием вермикулита, модифицированный по результатам прочности может повысить с 5,1 МПа до 6,1 МПа.

Проведенными лабораторными исследованиями получено облегченный тампонажный раствор на основе вермикулита и имеет вполне приемлемые реологические и технологические параметры, что позволяет его рекомендовать для изоляции зон водопритоков продуктивных горизонтов на месторождениях УДП «Шуртаннефтегаз».

Список использованных источников:

1. Носов В. А., Залялов Р. Р. Цементирование скважин: Учебное пособие. — Уфа: УГНТУ, 2019. — 124 с.
2. Бурин С. Г. Облегчённые тампонажные растворы: состояние и перспективы применения // Нефтегазовое дело. — 2020. — №3. — С. 65–71.
3. Котлярова Л. В., Савин А. В. Современные материалы и технологии в цементировании скважин. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2021. — 143 с.
4. Юнусов И. Ш., Муртазин А. Х. Использование газогенерирующих добавок при цементировании скважин // Вестник Казанского технологического университета. — 2022. — №5. — С. 89–94.

5. Ahmed, R. A., & Smith, M. T. Lightweight Cement Systems for Zonal Isolation: A Review // SPE Drilling & Completion. — 2018. — Vol. 33, No. 1. — pp. 10–19.
6. Юмашев С. А., Галеев Р. Р. Повышение устойчивости облегчённых цементных растворов // Нефтехимия и нефтепереработка. — 2019. — №2. — С. 51–56.
7. Умедов Ш.Х. Технологические особенности применения облегчённых тампонажных растворов в условиях нестабильных пластов // Труды УзНИИнефть. — 2023. — №4. — С. 102–107.