

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТЬЮ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

***Аннотация:** В процессе строительства скважины буровой раствор способен проникать в микропоры и микротрещины породы. Это явление называют фильтрационными потерями или поглощением бурового раствора. При этом значительно увеличивается стоимость промывочной жидкости и, как следствие, общая стоимость строительства скважины. Также поглощение бурового раствора приводит к нарушению устойчивости стенок скважины, образованию каверн и увеличению коэффициента трещиноватости горных пород. Для предотвращения этих явлений необходимо снизить проницаемость стенок скважин.*

***Ключевые слова:** Параметры бурового раствора, утечки бурового раствора, показатель фильтрации раствора, наночастицы, микрочастицы, нанодобавки.*

***Annotation:** During the construction of the well, the drilling fluid is able to penetrate into micropores and microcracks of the rock. This phenomenon is called filtration losses or absorption of drilling mud. At the same time, the cost of the washing liquid increases significantly and, as a result, the total cost of well construction. Also, the absorption of drilling mud leads to a violation of the stability of the walls of the well, the formation of cavities and an increase in the fracturing*

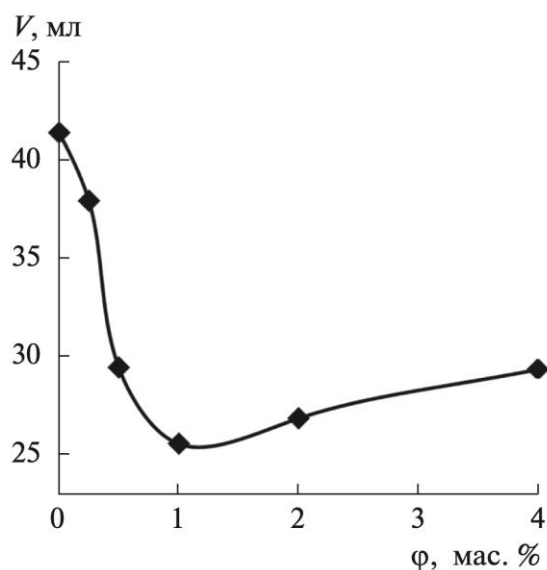
*coefficient of rocks. To prevent these phenomena, it is necessary to reduce the permeability of the walls of wells.*

**Key words:** *Drilling fluid parameters, drilling fluid leaks, filtration rate of the solution, nanoparticles, microparticles, nanoadditives.*

Для предотвращения поглощений бурового раствора и в дальнейшем нарушения устойчивости стенок скважины, необходимо снизить проницаемость стенок скважины. Обычно для этого используют кольматанты – микродисперсные наполнители, которые закупоривают горную породу. Однако в породах с низкой проницаемостью (с размером пор 0.1–1 мкм), использование микрокольматантов не целесообразно. В связи с тем, что в последнее время активно исследуются возможности разработки низкопроницаемых месторождений, использование буровых суспензий с добавкой наноразмерных кольматантов имеет огромный практический интерес.

Например, исследования показывают, что при добавлении в буровой раствор 2 мас. % наночастиц оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) показатель фильтрации бурового раствора снижается примерно на 22 %, а при введении наночастиц диоксида титана ( $TiO_2$ ) этот параметр уменьшается до 38 % [1], а при больших температурах и высоком давлении показатель фильтрации снижается почти в 10 раз.

Зависимость показателя фильтрации от наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) представлена на рисунке 1.



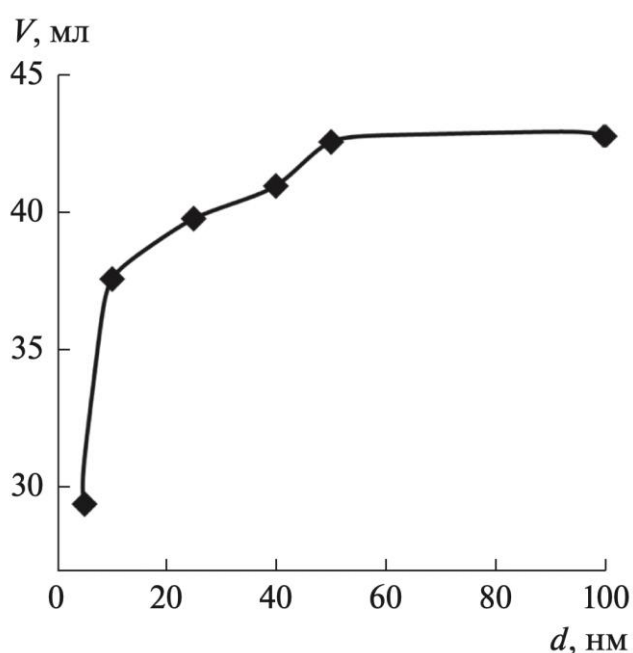
**Рисунок 1. Зависимость показателя фильтрации от содержания в растворе наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ )**

Как видно из рисунка 1, наилучший эффект снижения показателя фильтрации происходит при концентрации 1 мас. % наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) в растворе, дальнейшее увеличение концентрации оказывает уже обратный эффект, хоть и незначительно. Также стоит отметить, что добавление наночастиц влияет на толщину и структуру глинистой корки.

При отсутствии в буровом растворе наночастиц, глинистая корка получается более рыхлой, толщиной приблизительно 10 мм. Применение наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) привело к образованию более тонкой и достаточно плотной глинистой корки, толщина которой варьируется в пределах (2-3) мм. Это можно объяснить следующим образом: глинистая корка бурового раствора (без добавления наночастиц) на фильтрационной бумаге получается из микроскопических и глинистых частиц, которые обладают достаточно высокой проницаемостью, а в растворе, с содержанием наночастиц, эти поры заполняются наночастицами, и корка получается плотнее, и, следовательно, проницаемость корки снижается.

Для изучения зависимости показателя фильтрации от дисперсности наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) использовалась концентрация 2 мас. %. С уменьшением размера наночастиц снижается и показатель фильтрации, однако наночастицы дисперсностью более 50 нм почти никак не оказывают воздействие на показатель фильтрации бурового раствора. Влияние наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) на показатель фильтрации представлена на рисунке 2.

При разных размерах наночастиц, глинистая корка тоже имела отличие. Например, при использовании наночастиц размером меньше 40 нм, глинистая корка получилась более плотной, и толщина её составляла приблизительно (2-3) мм, а при использовании наночастиц размером более 40 нм, образовалась более рыхлая и толстая корка, толщиной более 4 мм.



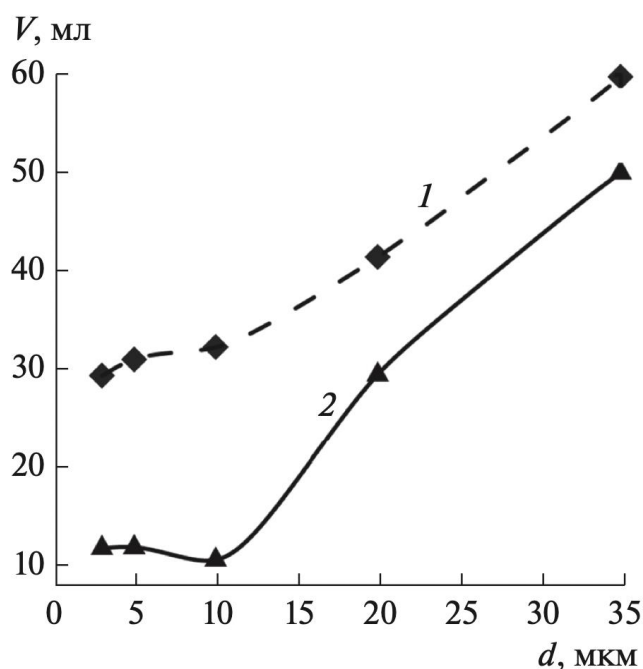
**Рисунок 2. Зависимость показателя фильтрации от размера наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ )**

На утечки буровой жидкости также оказывает влияние проницаемость горных пород и размер пор. Для проведения эксперимента были применены наночастицы диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) дисперсностью 5 нм с концентрацией 2 мас. %. Исследования показали, что при увеличении размера пор горной

породы увеличиваются и утечки бурового раствора, как с применением наночастиц, так и без них. Однако характеристика их поведения немного разная: при использовании наночастиц – фильтрация бурового раствора всё равно ниже, чем при их отсутствии (рисунок 3).

Исходя из рисунка 3, можно сделать вывод, что при увеличении размера пор закономерно увеличиваются показатели фильтрации для обоих растворов. Наилучший эффект снижения фильтрации бурового раствора в горную породу происходит при размерах пор до 10 нм, этот показатель снижается практически в 3 раза, по сравнению с раствором без добавления наночастиц.

Отсюда важно отметить тот факт, что с помощью применения наночастиц есть возможность уменьшить вероятность дифференциального прихвата. Например, при добавлении в буровой раствор наночастиц с концентрацией 0,5 мас. % уменьшается значение крутящего момента страгивания почти на 20 %, а если повысить концентрацию до 2 мас. %, то этот показатель снижается уже на 40 %.



**Рисунок 3. Зависимость показателя фильтрации от размера пор горной породы: 1 – без добавления наночастиц; 2 – с добавлением 2 мас. % наночастиц диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ )**

Таким образом, показано, что нанодобавки снижают фильтрационные потери буровых растворов независимо от отношения размеров микрочастиц к размерам пор фильтра. Добавка в буровой раствор наночастиц позволит существенно облегчить работу по подбору фракционного состава кольматантов, поскольку нанодобавки уменьшают зависимость фильтрационных потерь от соотношения размеров частиц кольматанта и размера пор керна.

#### **Использованные источники:**

1. Ismail A.R., Seong T.C., Buang N.A., Sulaiman W.R.W. // Proc. 5th Sriwijaya Int. Seminar on Energy and Environmental Science and Technology. Palembang, Indonesia. 2014. P. 43.