

UDC 622.24(07)

**Author: AGZAMOV Farit Akramovich**, Doctor of Engineering, Professor, Professor of Department «Oil and Gas Well Drilling», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov st. 1, Ufa, Russia, 450062, faritag@yandex.ru;

**Author: KONESEV Gennady Vasilevich**, Doctor of Engineering, Professor, Professor of Department «Oil and Gas Well Drilling», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov st. 1, Ufa, Russia, 450062, 9406622@mail.ru;

**Author: HAFIZOV Airat Rimovich**, Doctor of Engineering, Professor, Professor of Department «Oil and Gas Well Drilling», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov st. 1, Ufa, Russia, 450062, hafizov57@mail.ru

---

## APPLICATION OF DISINTIGRATORY TECHNOLOGY FOR THE MODIFICATION OF MATERIALS USED IN THE CONSTRUCTION OF WELLS. PART II

---

### EXTENDED ABSTRACT:

Disintegrator technology was widely used in the construction industry and in the oil and gas industry. In the process of drilling wells, powdery materials are used, the quality of which often determines the results of the well construction as an engineering structure. The application of disintegrator technology in the processing of clay powders which are one of the main components used to produce washing liquids has shown the high efficiency of this technology.

One of the main multi-tonnage materials used in the construction of deep wells for oil and gas is Portland cement. However, the specific conditions of the well and work performance technology establish additional requirements for both grouting cement and also mortar and stone which are obtained from this binder. That refers to high water-cement ratios, rigid frames for density, water loss, sedimentation stability of solutions, high strength and low permeability of the stone. High corrosive activity of reservoir fluids and high temperatures, which often exceeds 100–150°C, set increased requirements to corrosion and thermal resistance of hardening products. The use of modifying additives and mechanoactivation of cements and grouting mixtures allows us to effectively solve these problems.

The results of the study how mechanochemical activation of siliceous additives effects on the structure of their surfaces are presented and the increase in the rate of interaction of silica with calcium hydroxide, which is necessary for



increasing the life of a plugging stone, is experimentally proven. Improved structure of the produced cement stone after the disintegration treatment of cement is shown.

**Key words:** clay powder, disintegrator activation, rate of interaction of lime with silica, electron-microscopic studies.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108)

#### MACHINE-READABLE INFORMATION ON CC-LICENSES (HTML-CODE) IN METADATA OF THE PAPER

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" property="dct:title">Application of disintegratory technology for the modification of materials used in the construction of wells. Part II.</span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://nanobuild.ru/en_EN/stroitel'stve" style="font-size: small;">Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 3, pp. 96–108. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R. </a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>.<br />Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-3-2017/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-3-2017/</a>.<br />Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="mailto:faritag@yandex.ru" rel="cc:morePermissions">faritag@yandex.ru</a>.
```

#### References:

1. *Hint I.A.* Osnovy proizvodstva silikal'citnyh izdelij [Basics of production of silicalcitic products]. Gosstroyizdat, Moscow, Leningrad. 1962. 601 p. (In Russian).
2. *Danyushevsky V.S.* Proektirovanie optimal'nyh sostavov tamponazhnyh cementov [Designing the optimal composition of oil-well cement]. Publishing House Nedra, Moscow. 1978. 293 p. (In Russian).
3. *Karimov N.Kh., Rakhmatullin T.K., Ivanov V.V.* Tehnologija prigotovleniya tamponazhnyh smesey dezintegratornym sposobom s razlichnymi fiziko-mehanicheskimi svojstvami [The technology of preparation of oil-well mixtures with a disintegrator method with various physical and mechanical properties]. VIEMS, Moscow. 1979. 77 p. (In Russian).
4. *Agzamov F.A., Karimov N.Kh., Izmukhambetov B.S.* Sostojanie i perspektivy primenenija dezintegratornoj tehnologii pri stroitel'stve skvazhin [The state and the prospects of the use of disintegrator technology in the construction of wells]. Oil Industry No. 3, 2003, p. 40–43. (In Russian).
5. *Izmukhambetov B.S., Agzamov F.A., Umraliev B.T.* Primenenie dezintegratornoj tehnologii pri poluchenii poroshkoobraznyh materialov dlja stroitel'stva skvazhin [The use of disintegrator technology in the production of powdered materials for the construction of wells]. Nedra, Saint-Petersburg, 2007. 464 p. (In Russian).



6. *Boldyrev V.V.* Jeksperimental'nye metody v mehanohimii tverdyh neorganicheskikh veshhestv [Experimental methods in mechanochemistry of solid inorganic substances]. Nauka, Novosibirsk. 1983. (In Russian).
7. *Butyagin P.Yu.* Aktivnaja poverhnost' tverdyh tel [Active surface of solids]. Proc. of the 1<sup>st</sup> All-Union Symposium on the Active Surface of Solids. Publishing House AN SSSR, Moscow, 1975. (In Russian).
8. *Agzamov F.A., Izmukhambetov B.S., Tokunova E.F.* Himija tamponazhnyh i promyvochnykh rastvorov [Chemistry of plugging and washing solutions]. Nedra, Saint-Petersburg. 2011. 245 p. (In Russian).
9. *Kister E.M.* Himicheskaja obrabotka burovyyh rastvorov [Chemical treatment of drilling fluids]. Nedra, Moscow 1972. 391 p. (In Russian).
10. *Akhmadeev R.G., Danyushevsky V.S.* Himija promyvochnykh i tamponazhnykh zhidkostej [Chemistry of washing and plugging fluids]. Nedra, Moscow. 1981 (In Russian).
11. Certificate of authorship No. 717119 USSR «Method to produce clay powders for drilling muds». Lityaeva Z.A., Ryabchenko V.I., Voevodin L.I. et al. Publ. in Bul. No. 7, 1980. (In Russian).
12. *Lityaeva Z.A., Allik A.E., Gavrilov S.N., Makaryan A.S.* Vlijanie vlazhnosti, razmera kуска gliny i rezhima izmel'chenija ee v dezintegratore na tehnologicheskie svojstva glinoporoshka dlja burovyyh rastvorov [The effect of moisture, size of a piece of clay and the regime of its grinding in a disintegrator on the technological properties of mud powder for drilling muds]. Disintegrator technology. Abstracts of the V All-Union Seminar. Tallinn, 1987, p. 103. (In Russian).
13. *Karimov N.Kh., Rakhmatullin T.K., Ivanov V.V. et al.* Tehnologija prigotovlenija tamponazhnykh smesej dezintegratornym sposobom s razlichnymi fiziko-mehaničeskimi svojstvami [The technology of preparation of oil-filled mixtures with a disintegrator method with various physical and mechanical properties]. VIEMS, 1979, p. 76–77. (In Russian).
14. *Danyushevsky V.S., Aliev R.M., Tolstykh I.F.* Spravochnoe rukovodstvo po tamponazhnym skvazhinam [Reference Guide for oil wells]. The 2<sup>nd</sup> edition. Nedra, Moscow, 1987. 373 p. (In Russian).
15. *Kuznetsova T.V.* Aljuminatnye i sul'foaljuminatnye cementy [Aluminate and sulphoaluminous cements]. Stroyizdat, Moscow. 1986. 208 p. (In Russian).
16. *Agzamov F.A., Akbulatov T.O., Aksenova N.A., Anashkin A.E. et al.* Tehnologija burenija neftjanyh i gazovyh skvazhin [Technology of drilling oil and gas wells]. In 5 volumes, Edited by V.P.Ovchinnikova. Tyumen, 2014. Vol. 1. 418 p. (In Russian).
17. Tehnologija burenija neftjanyh i gazovyh skvazhin [Technology of drilling oil and gas wells] Popov A.N., Spivak A.I. et al. Textbook, Ed. by of Prof. A.I.Spivak. Moscow, 2007. Ser. Higher education (3<sup>rd</sup> edition, revised and enlarged).
18. ISO 10426-2: 2003, Petroleum and natural gas industries Cements and materials for well cementing. Part 2: Testing of well cements, 2003. 172 p. (In Russian).
19. *Royak S.M., Royak G.S.* Special'nye cementy [Special cements]. Stroizdat, Moscow. 1983. 278 p. (In Russian).
20. *Ovchinnikov V.P., Aksenova N.A., Agzamov FA, Nagarev O.V.* Zakanchivanie skvazhin [Completion of wells]. Textbook for high schools. Tyumen, 2011. 452 p. (In Russian).
21. *Agzamov F.A., Izmukhambetov B.S.* Dolgovečnost' tamponazhnogo kamnja v korrozionnoaktivnyh sredah [Durability of plugging stone in corrosive environments]. Nedra, Saint-Petersburg. 2005. 318 p. (In Russian).
22. *Babkov V.V., Mokhov V.N., Davletshin M.B.* Tehnologicheskie vozmožnosti povyšhenija udarnoj vynoslivosti cementnyh betonov [Technological possibilities of increasing the



- shock endurance of cement concretes]. *Building materials*. 2000. No. 10, pp. 19–20. (In Russian).
23. *Agzamov F.A., Tikhonov M.A., Karimov I.N.* Vliyanie fibroarmirovaniya na svoystva tamponazhnykh materialov [Influence of fibre-reinforcement on the properties of oil wells]. *Territory Neftegaz*. 2013. No. 4. p. 24–25. (In Russian).
  24. *Agzamov F.A., Babkov V.V., Karimov I.N.* O neobhodimoy velichine rasshirenii tamponazhnykh materialov [About the necessary size expansion of plugging materials]. *Territory of Neftegaz*. No. 8, 2011, p. 14 (In Russian).
  25. *Moskvin V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Guzeev E.A.* Korrozija betona i zhelezobetona, metody ih zashhity [Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection]. *Stroiizdat, Moscow*. 1980. 536 p. (In Russian).
  26. *Sh. Zhou, G. Li.* Research on the corrosive mechanism of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S mixture to cement stone. *SOCAR Proceedings*, 2014. №2, p. 12–20.
  27. *Kravtsov V.M., Kuznetsov Yu.S., Mavlyutov M.R., Agzamov F.A.* Kreplenie vysokotemperaturnykh skvazhin v korrozionno-aktivnykh sredah [Fastening of high-temperature wells in corrosive environments]. *Nedra, Moscow*, 1987. 190 p. (In Russian).
  28. *Babushkin V.I., Matveyev G.M., Mchedlov-Petrosyan O.P.* Termodinamika silikatov [Thermodynamics of silicates]. *Stroiizdat, Moscow*. 1986. 408 p. (In Russian).
  29. *Butt Yu.M., Rashkovich L.N.* Tverdenie vjzhushhih pri povyshennykh temperaturah [Hardening of binders in increased temperatures]. *Stroyizdat, Moscow*, 1965. 224 p. (In Russian).
  30. *Massalimov I.A., Yanakhmetov M.R., Chuykin A.E.* Strength and durability of concrete modified by sulfur-based impregnating compounds. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2015, Vol. 7, no. 3, pp. 61–75. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-3-61-75](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-3-61-75). (In Russian).
  31. *Yanakhmetov M.R., Chuykin A.E., Massalimov I.A.* Pore structure modification of cement concretes by impregnation with sulfur-containing compounds. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2015, Vol. 7, no. 1, pp. 63–72. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-63-72](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-63-72). (In Russian).

**DEAR COLLEAGUES!**

**THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R.* Application of disintegratory technology for the modification of materials used in the construction of wells. Part II. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2017, Vol. 9, no. 3, pp. 96–108. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108). (In Russian).

The part 1 of the paper by *Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R.* «Application of disintegratory technology for the modification of materials used in the construction of wells» has been published in the issue 2/2017 in the Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction».



УДК 622.24(07)

**Автор:** АГЗАМОВ Фарит Акрамович, д.т.н., проф., профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «УГНТУ»; ул. Космонавтов 1, г. Уфа, Россия, 450062, faritag@yandex.ru;

**Автор:** КОНЕСЕВ Геннадий Васильевич, д.т.н., проф., профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «УГНТУ»; ул. Космонавтов 1, г. Уфа, Россия, 450062, 9406622@mail.ru;

**Автор:** ХАФИЗОВ Айрат Римович, д.т.н., проф., профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «УГНТУ»; ул. Космонавтов 1, г. Уфа, Россия, 450062, hafizov57@mail.ru

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗИНТЕГРАТОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН. ЧАСТЬ II

---

### АННОТАЦИЯ К СТАТЬЕ (АВТОРСКОЕ РЕЗЮМЕ, РЕФЕРАТ):

Дезинтеграторная технология имела широкое распространение в строительной индустрии и нефтегазовой промышленности. В процессе бурения скважин используются порошкообразные материалы, качество которых часто определяет результаты строительства скважины как инженерного сооружения. Применение дезинтеграторной технологии при обработке глино-порошков, являющихся одним из основных компонентов, используемых для получения промывочных жидкостей, показало высокую эффективность данной технологии.

Одним из основных многотоннажных материалов, используемых при строительстве глубоких скважин на нефть и газ, являются тампонажные портландцементы. Однако специфические условия скважины и технологии проведения работ обуславливают дополнительные требования как к тампонажному цементу, так и к раствору и камню, получаемому из этого вяжущего. Это касается высоких водоцементных отношений, жестких рамок по плотности, водоотдаче, седиментационной устойчивости растворов, высокой прочности и низкой проницаемости камня. Высокая коррозионная активность пластовых флюидов и высокие температуры, часто превышающие 100–150°C, предъявляют повышенные требования по коррозионной и термической стойкости продуктов твердения. Применение модифицирующих добавок и меха-





ноактивации цементов и тампонажных смесей позволяет эффективно решать указанные проблемы.

Приведены результаты исследования влияния механохимической активации кремнеземистых добавок на структуру их поверхности и экспериментально доказано происходящее при этом повышение скорости взаимодействия кремнезема с гидроксидом кальция, необходимое для повышения долговечности тампонажного камня. Показано улучшение структуры получаемого цементного камня после дезинтеграторной обработки цемента.

**Ключевые слова:** глинопорошок, дезинтеграторная активация, скорость взаимодействия извести с кремнеземом, электронно-микроскопические исследования.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108)

#### МАШИНОЧИТАЕМАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СС-ЛИЦЕНЗИИ В МЕТАДАННЫХ СТАТЬИ (HTML-код):

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br />Произведение «<span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">Применение дезинтеграторной технологии для модификации материалов, используемых при строительстве скважин. Часть II</span>» созданное автором по имени <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная</a>. <br />Основано на произведении с <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-3-2017/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-3-2017/</a>. <br />Разрешения, выходящие за рамки данной лицензии, могут быть доступны на странице <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="mailto:faritag@yandex.ru" rel="cc:morePermissions">faritag@yandex.ru</a>.
```

**П**одтверждением повышенной активности кремнезема после механохимической активации являются результаты оценки скорости его взаимодействия с гидроксидом кальция при различных температурах.

В исследованиях в качестве кремнеземсодержащих компонентов были использованы кварцевый песок ( $\beta$ -кварц), горелая порода и зола ТЭЦ.

Кварцевый песок содержал в своем составе 84,60%  $\text{SiO}_2$ . Зола и горелая порода имели 56–60%  $\text{SiO}_2$  и 25–28%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при удельной поверхности 4000–6000  $\text{см}^2/\text{г}$ .



Обработка материалов в дезинтеграторе (ударно-дезинтеграторная активация – УДА) проводилась при скоростях соударения частиц 180–200 м/с.

Эксперименты показали, что уменьшение количества свободного оксида кальция в растворах зависит как от вида цементного состава, так и от температуры твердения. Более интенсивно процесс связывания CaO идет в смесях с добавкой золы, предварительно обработанной в дезинтеграторе, а также в растворах с добавкой золы без дезинтеграторной обработки. Этот эффект более ярко проявляется при температуре твердения до 80°C, когда наблюдается общая тенденция ускорения фазообразования с повышением температуры. По данным рентгенофазового анализа состав продуктов твердения представлен, кроме гидроксида кальция и кремнезема, следующими минералами:  $C_2SH_2$ ,  $C_4AH_{13}$ ,  $CSH(B)$ ,  $C_3ASxH_{(6-2x)}$ .

Анализ полученных данных показывает, что с наибольшей скоростью связывания CaO во всем исследуемом интервале температур идет с золой, предварительно обработанной в дезинтеграторе (рис. 16). Немногим меньше, но больше, чем в остальных случаях, скорость взаимодействия оксида кальция с золой, обработанной в дезинтеграторе. Значительно отличаются друг от друга скорости взаимодействия с известью песка, без и после дезинтеграторной обработки, причем с увеличением температуры от 20 до 100°C возрастание скорости взаимодействия компонентов проявляется все сильнее. Отсюда можно сделать вывод об очевидном влиянии дезинтеграторной обработки на процессы взаимодействия извести и модифицирующих кремнеземистых добавок при твердении цементов при высоких температурах.

Наивысшие показатели получаются в случае предварительной дезинтеграторной обработки отдельно кремнеземистого компонента с последующим смешением его с известью. Полученные результаты подтвердили более высокую активность золы по сравнению с кварцевым песком при температуре менее 100°C, объясняемую большей аморфизированностью кремнезема в золе.

Без использования методов активации при температурах до 120°C более эффективно применение аморфизированных форм кремнезема. Использование кварцевого песка в тампонажных материалах становится выгодным при более высоких температурах. В то же время, дезинтеграторная активация понижает порог применения кварцевого песка до



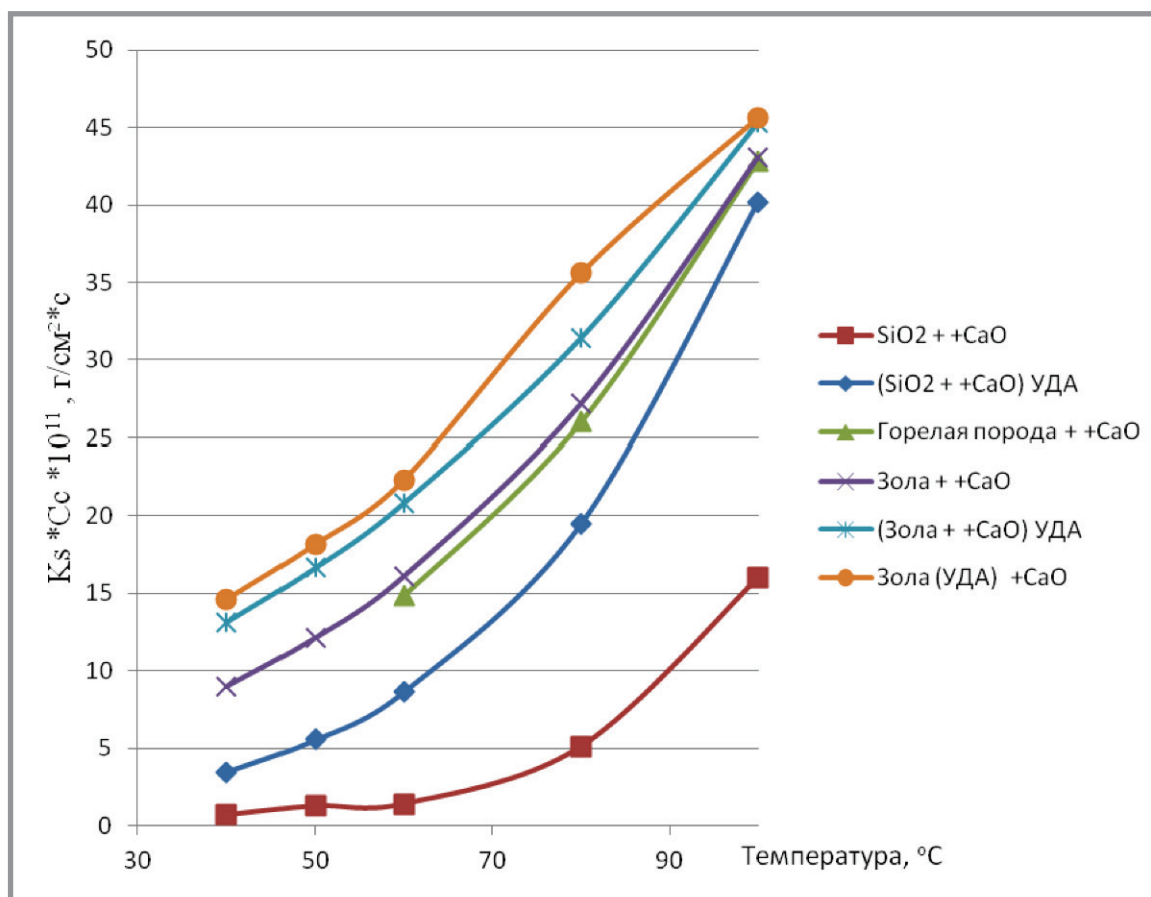


Рис. 16. Скорость взаимодействия CaO с кремнеземистыми добавками

температур 60...80°C, тогда как аморфизированные же модификации кремнезема могут использоваться с дезинтеграторной обработкой при температурах 40...50°C.

### 3. Управления структурой цементного камня

В общем случае структура цементного камня будет определяться начальным водосодержанием раствора (водоцементным отношением) и степенью гидратации цемента. Поэтому воздействие на эти два фактора и лежит в основе управления структурой цементного камня [21, 30, 31].

Снижение В/Ц наиболее эффективно, однако при этом почти всегда снижается подвижность тампонажных растворов, сокращается время их загустевания и схватывания, а также повышается плотность раствора. Поэтому при использовании данного технологического приема





целесообразно применение пластификаторов, однако необходимо помнить, что при этом возможна потеря седиментационной устойчивости раствора и рост плотности.

Повышение степени гидратации всегда будет способствовать улучшению структуры цементного камня, однако необходимо правильно регулировать процесс загустевания и твердения цементного раствора с учетом продолжительности процесса цементирования.

При рассмотрении роли структуры цементного камня на получение герметичной крепи скважин следует помнить, что наибольшую опасность представляют открытые поры, через которые может происходить миграция флюидов. Цементный камень, переставленный замкнутыми порами, даже при значительной общей пористости может обладать хорошими изоляционными характеристиками. Это означает, что при невозможности снижения пористости надо стремиться к перераспределению пор путем перевода открытых пор в закрытые и уменьшением их среднего размера.

Такого перевода можно достичь использованием дезинтеграторной обработки цементов [4, 5]. В табл. 1 и рис. 17 приведены результаты определения пористости цементного камня, полученного из цементов, обработанных в дезинтеграторе, и необработанных цементов.

При определении структурных характеристик камня определялись общая и дифференциальная пористость, площадь поверхности пор, максимальный суммарный объем пор.

Наименьшую пористость (22,2%) имеют образцы дезинтеграторного приготовления, твердевшие при нормальной температуре. С повышением температуры пористость этих образцов несколько возрастает, но в меньшей степени, чем у образцов обычного приготовления. Наиболее высокой пористостью обладает цементный камень ручного приготовления, твердевший при температуре 75°C (31,5%).

Анализ порограмм камня из цемента обычного приготовления при температуре 22°C (рис. 17) показывает, что по характеру пористой структуры его можно отнести к бидисперсному телу, которое характеризуется двумя максимумами на дифференциальной кривой: первый – в интервале радиусов 0,01...0,04 мкм, а второй – в интервале радиусов 0,1...0,4 мкм. Объем пор радиусом менее 0,1 мкм составляет около 6% от общей пористости, однако макропоры (радиусом более 1 мкм) здесь практически отсутствуют. На порограммах цементного камня дезин-



Таблица 1  
Характеристики структуры цементного камня ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ )

Способ приготовления	Пористость, %	Поверхность пор, $\text{м}^2/\text{г}$	Объем пор, $\text{мм}^3/\text{г}$
Ручное смешение	23,9	10,431	120,045
Дезинтеграторное	21,7	10,215	112,757

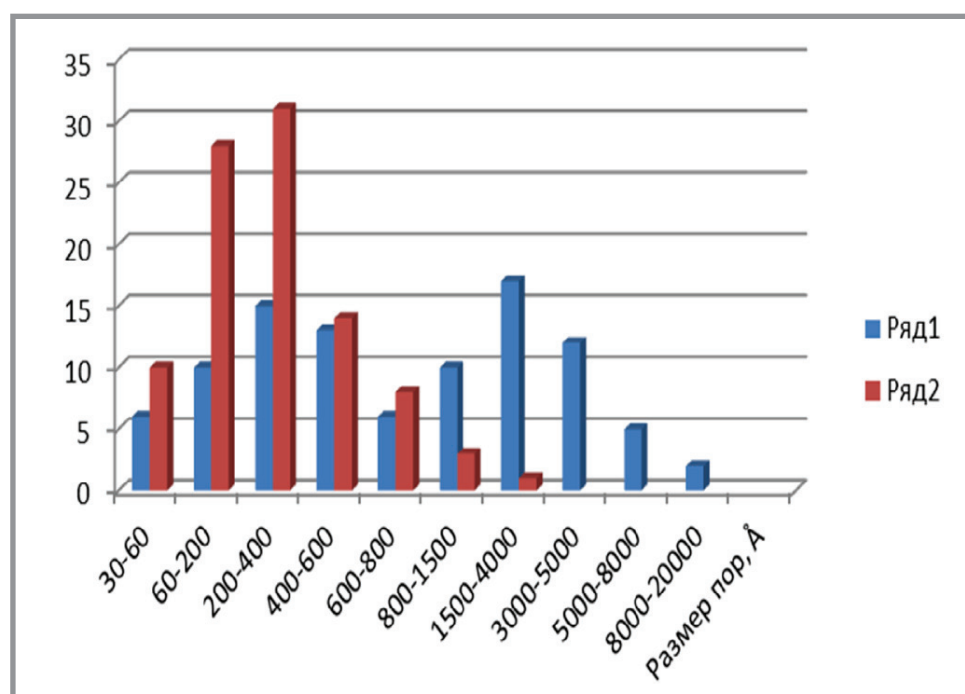


Рис. 17. Влияние способа приготовления тампонажной композиции на структуру камня: 1 – ручное (механическое) смешение компонентов; 2 – дезинтеграторное смешение компонентов

теграторного приготовления наблюдается один максимум в интервале  $0,008...0,04$  мкм, характерный для промежуточной пористости. Камень содержит 10% пор размером  $0,005...0,01$  мкм, 4% пор размером более  $0,1$  мкм.

Следовательно, цементный камень дезинтеграторного приготовления обладает весьма однородной структурой, характеризующейся подавляющим большинством пор радиусом  $0,01...0,05$  мкм. Структура



камня дезинтеграторного приготовления, затвердевшего при температуре 75°C, также характеризуется одним максимумом в области промежуточной пористости. Наблюдается небольшой сдвиг интервала максимального содержания пор в сторону увеличения их радиуса, в данном случае максимум лежит в области пор размером 0,01...0,05 мкм. Количество пор не менее 0,01 мкм равно 9%, более 0,1 мкм – 6%. Большая часть объема пор (80%) приходится на интервал радиусов от 0,01 мкм до 0,1 мкм.

Поры указанных размеров непроницаемы для пластовых флюидов, что предопределяет повышенную стойкость цементного камня к различным видам коррозии.

## Заключение

Приведенные результаты исследований убедительно показывают, что дезинтеграторная обработка является одним из эффективных методов управления качеством материалов, используемых при строительстве скважин.

---

## Библиографический список:

1. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. – М.-Л.: Госстройиздат, 1962. – 601 с.
2. Данюшевский В.С. Проектирование оптимальных составов тампонажных цементов. – М.: Недра, 1978. – 293 с.
3. Каримов Н.Х., Рахматуллин Т.К., Иванов В.В. Технология приготовления тампонажных смесей дезинтеграторным способом с различными физико-механическими свойствами. – М.: ВИЭМС, 1979. – 77с.
4. Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. Состояние и перспективы применения дезинтеграторной технологии при строительстве скважин // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 3. – с. 40-43
5. Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Умралиев Б.Т. Применение дезинтеграторной технологии при получении порошкообразных материалов для строительства скважин. – СПб.: Недра, 2007. – 464 с.
6. Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. – Новосибирск: Наука, 1983.
7. Бутягин П.Ю. Активная поверхность твердых тел: сб. Тр.1 Всесоюзного симпозиума по активной поверхности твердых тел. – М.: Изд. АН СССР, 1975.



8. *Агзамов Ф. А., Измухамбетов Б.С., Токунова Э.Ф.* Химия тампонажных и промывочных растворов. – С-Пб.: ООО «Недра», 2011. – 245 с.
9. *Кистер Э.М.* Химическая обработка буровых растворов. – М.: Недра, 1972. – 391 с.
10. *Ахмадеев Р.Г., Данюшевский В.С.* Химия промывочных и тампонажных жидкостей. – М.: Недра, 1981.
11. *Литяева З.А., Рябченко В.И., Воеводин Л.И. и др.* Способ получения глинопорошка для буровых растворов. – А.С. № 717119 СССР. – Оpubл. в БИ № 7. – 1980.
12. *Литяева З.А., Аллик А.Э., Гаврилов С.Н., Макарян А.С.* Влияние влажности, размера куска глины и режима измельчения ее в дезинтеграторе на технологические свойства глинопорошка для буровых растворов // Дезинтеграторная технология. Тезисы докладов V Всесоюзного семинара. – Таллин, 1987. – С. 103.
13. *Каримов Н.Х., Рахматуллин Т.К., Иванов В.В. и др.* Технология приготовления тампонажных смесей дезинтеграторным способом с различными физико-механическими свойствами. – ВИЭМС, 1979. – с. 76–77.
14. *Данюшевский В.С., Алиев Р.М., Толстых И.Ф.* Справочное руководство по тампонажным скважинам. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 373 с.
15. *Кузнецова Т.В.* Аллюминатные и сульфоллюминатные цементы. – М.: Стройиздат, 1986. – 208 с.
16. *Агзамов Ф.А., Акбулатов Т.О., Аксенова Н.А., Анашкина А.Е. и др.* Технология бурения нефтяных и газовых скважин / под общей ред. В. П. Овчинникова. – В 5 томах. – Тюмень, 2014. – Том 1. – 418 с.
17. *Попов А.Н., Спивак А.И. и др.* Технология бурения нефтяных и газовых скважин / Учебник под общей редакцией профессора А.И Спивака. – Москва, 2007. – Сер. Высшее образование. – 3-е изд., испр. и доп.
18. ISO 10426-2: 2003, Petroleum and natural gas industries – Cements and materials for well cementing – Part 2: Testing of well cements, 2003. – 172 p.
19. *Рояк С.М., Рояк Г.С.* Специальные цементы. – М.: Стройиздат, 1983. – 278 с.
20. *Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Агзамов Ф.А., Нагарев О.В.* Заканчивание скважин // Учебное пособие для вузов. – Тюмень, 2011. – 452 с.
21. *Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С.* Долговечность тампонажного камня в коррозионно-активных средах. – С-Пб.: ООО «Недра», 2005. – 318 с.
22. *Бабков В.В., Мохов В.Н., Давлетшин М.Б.* Технологические возможности повышения ударной выносливости цементных бетонов // Строительные материалы. – 2000. – № 10. – С. 19–20.
23. *Агзамов Ф.А., Тихонов М.А., Каримов И.Н.* Влияние фиброармирования на свойства тампонажных материалов // Территория Нефтегаз. – 2013. – № 4. – С. 24–25.
24. *Агзамов Ф.А., Бабков В.В., Каримов И.Н.* О необходимой величине расширении тампонажных материалов // Территория Нефтегаз. – 2011. – № 8. – С. 14.
25. *Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гусев Е.А.* Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
26. *Sh. Zhou. G. Li.* Research on the corrosion mechanism of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S mixture to cement stone. SOCAR Proceedings. 2014. № 2. С. 12–20.
27. *Кравцов В.М., Кузнецов Ю.С., Мавлютов М.Р., Агзамов Ф.А.* Крепление высокотемпературных скважин в коррозионно-активных средах. – М.: Недра, 1987. – 190 с.



28. *Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П.* Термодинамика силикатов. – М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.
29. *Бутт Ю.М., Рашкович Л.Н.* Твердение вяжущих при повышенных температурах. – М.: Стройиздат, 1965. – 224 с.
30. *Янахметов М.Р., Чуйкин А.Е., Массалимов И.А.* Модифицирование поровой структуры цементных бетонов пропиткой серосодержащими растворами // Нанотехнологии в строительстве. – 2015. – Том 7, № 1. – С. 63–72. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-63-72](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-63-72).
31. *Массалимов И.А., Янахметов М.Р., Чуйкин А.Е.* Прочность и долговечность бетона, модифицированного пропиточными составами на основе серы // Нанотехнологии в строительстве. – 2015. – Том 7, № 3. – С. 61–75. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-3-61-75](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-3-61-75).

**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА ДАННОЙ СТАТЬИ  
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:**

*Агзамов Ф.А., Конесев Г.В., Хафизов А.Р.* Применение дезинтеграторной технологии для модификации материалов, используемых при строительстве скважин. Часть II // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 3. – С. 96–108. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108).

**DEAR COLLEAGUES!**

**THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R.* Application of disintegratory technology for the modification of materials used in the construction of wells. Part II. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 3, pp. 96–108. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-3-96-108). (In Russian).

Часть 1 статьи Агзамова Ф.А., Конесева Г.В., Хафизова А.Р. «Применение дезинтеграторной технологии для модификации материалов, используемых при строительстве скважин» читайте в номере 2/2017 Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве».

