

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-6-19>

УДК 622.276.6

ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНОГО ГИДРОСИЛИКАТА НАТРИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ (ОБЗОР)

А. В. АНТУСЁВА^{1,3+}, Е. Ф. КУДИНА^{2,3}, Д. В. ТКАЧЁВ¹

¹РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, ул. Чонгарской дивизии, 18, 246007, г. Гомель, Беларусь

²Белорусский государственный университет транспорта, ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель, Беларусь

³Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

Рассмотрены современные композиционные материалы и технологии, практически применяемые для повышения нефтеотдачи в настоящее время. Приведены преимущества и недостатки используемых материалов. Показана перспективность применения дисперсного силиката натрия с добавками кислотных модификаторов для получения новых водоизолирующих материалов. Исследовано влияние типа модификатора на физико-химические и технологические показатели гелеобразующих композиций на основе дисперсного гидросиликата натрия. Приведен сравнительный анализ модификаторов на изменение вязкости и времени гелеобразования модифицированных растворов. Установлены оптимальные концентрационные соотношения реагентов, которые обеспечивают эффективность применения гелеобразующих композиций в геолого-физических условиях белорусских нефтяных месторождений.

Ключевые слова: композиционный материал, гидросиликат натрия, гелеобразование, нефтеотдача пластов, трудноизвлекаемые запасы, водоизоляция, потокоотклоняющая композиция, фильтрационные потоки, профиль приемистости.

GEL-FORMING COMPOSITE MATERIALS BASED ON DISPERSED SODIUM HYDROSILICATE TO INCREASE OIL RECOVERY (REVIEW)

A. V. ANTUSEVA^{1,3+}, E. F. KUDINA^{2,3}, D. V. TKACHEV¹

¹RUE Production Association «Belorusneft» BelNIPIneft, Chongar Division St., 18, 246007, Gomel, Belarus

²Belarusian State University of Transport, Kirov St., 34, 246653, Gomel, Belarus

³V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

Modern composite materials and technologies that are practically used to enhance oil recovery at the present time are considered. The advantages and disadvantages of the materials used are given. It is shown that the use of dispersed sodium silicate with the addition of acid modifiers is promising for the production of new waterproofing materials. The influence of the type of modifier on the physicochemical and technological parameters of gel-forming compositions based on dispersed sodium hydrosilicate was investigated. A comparative analysis of modifiers for changes in viscosity and gelation time of modified solutions is presented. The optimal concentration ratios of reagents have been established, which ensure the effectiveness of the use of gel-forming compositions in the geological and physical conditions of Belarusian oil fields.

Keywords: composite material, sodium hydrosilicate, gelation, oil recovery, hard-to-recover reserves, water isolation, flow diverting composition, filtration flows, intake profile.

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: a.antuseva@beloil.by

Поступила в редакцию 27.10.2020

© А. В. Антусёва, Е. Ф. Кудина, Д. В. Ткачëв, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)

Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com

Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Антусёва А. В., Кудина Е. Ф., Ткачëв Д. В. Гелеобразующие композиционные материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 4. С. 6–19. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-6-19>

Citation sample:

Antuseva A. V., Kudina E. F., Tkachev D. V. Geleobrazuyushchie kompozitsionnye materialy na osnove dispersnogo gidrosilikata natriya dlya povysheniya nefteotdachi (obzor) [Gel-forming composite materials based on dispersed sodium hydrosilicate to increase oil recovery (review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 4, pp. 6–19. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-6-19>

Литература

- Лисовский Н. Н. Вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти // Повышение нефтеотдачи пластов и интенсификация добычи нефти: материалы 10-ой юбилейной международной научно-практической конференции. Самара, 2006. С. 22–25.
- Боксерман А. А., Гришин П. А., Исаев А. В. Интеграция методов увеличения нефтеотдачи для повышения их эффективности // Проблемы и перспективы нефтедобычи в мире : тезисы докладов Международной научно-практической конференции (Речица, 1–4 октября 2013 г.). Речица, 2013. С. 21–26.
- Бескопыйный В. Н., Демяненко Н. А., Карташ Н. К., Кибаш М. Ф. Проблемы разработки месторождений нефти и пути их решения в Беларуси // Нефтяное хозяйство. 2004. № 11. С. 20–21.
- Приоритетные методы увеличения нефтеотдачи пластов и роль супертехнологий : труды научно-практической конференции, посвященной 50-летию открытия девонской нефти Ромашкинского месторождения (Бугульма, 25–26 ноября 1997 г.). Казань : Новое Знание, 1998. 360 с.
- Басарыгин Ю. М., Булатов А. И., Дадька В. И. Материалы и реагенты для ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. М. : Недра, 2004. 349 с.
- Жданов С. А., Крянев Д. Ю. Эффективные технологии разработки залежей углеводородов // Проблемы и перспективы нефтедобычи в мире : тезисы докладов Международной научно-практической конференции (Речица, 1–4 октября 2013 г.). Речица, 2013. С. 5–9.
- Повжик П. П., Кудряшов А. А., Огнев А. Г. Результаты внедрения передовых технологий разработки залежей углеводородов Беларуси // Проблемы и перспективы нефтедобычи в мире: тезисы докладов Международной научно-практической конференции (Речица, 1–4 октября 2013 г.). Речица, 2013. С. 20–24.
- Бескопыйный В. Н. Главные задачи поисков и разработки залежей углеводородов Беларуси на 2007–2015 годы // Эффективные пути поисков, разведки и разработки залежей нефти Беларуси : материалы научно-практической конференции (Гомель, 2006). Гомель: Белоруснефть, 2007. С. 7–32.
- Геология Беларуси / редкол.: Махнач А. С., Гарецкий Р. Г., Матвеев А. В. (отв. ред.) [и др.]. Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
- Хисамов Р. С., Газизов А. А., Газизов А. Ш. Увеличение охвата продуктивных пластов воздействием. М. : ВНИИОЭНГ, 2003. 568 с.
- Мерзляков В. Ф. Совершенствование технологий разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. М. : Недра, 2004. 97 с.
- Сафонов Е. Н., Лозин Е. В. Методы увеличения нефтеотдачи: реальность, перспективы, научные проблемы // Нефтяное хозяйство. 2003. № 4. С. 46–48.
- Маньрин В. Н., Швецов И. А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи при заводнении. Самара : Самарский дом печати, 2002. 392 с.
- Сургучев М. Л., Горбунов А. Т., Забродин Д. П., Зискин Е. А., Малютина Г. С. Методы извлечения остаточной нефти. М. : Недра, 1991. 347 с.
- Ибатуллин Р. Р., Ибрагимов Н. Г., Тахаутдинов Ш. Ф., Хисамов Р. С. Увеличение нефтеотдачи на поздней стадии разработки месторождений. Теория. Методы. Практика. М. : Недра, 2004. 292 с.

16. Макаревич А. В., Господарев Д. А., Паркалов С. В. Полимерные и полимер-минеральные композиции для повышения нефтеотдачи карбонатных пластов // Нефтепромысловая химия: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (Москва, 23–24 июня 2011 г.). Москва, 2011. С. 99–102.
17. Макаревич А. В., Господарев Д. А., Гилязитдинов Т. Д. Композиции для увеличения добычи нефти в условиях месторождений Припятского прогиба // Нефтяник Полесья. 2013. № 1(23). С. 88–94.
18. Круль Л. П., Шахно О. В., Гринюк Е. В., Скаковский Е. Д., Тычинская Л. Ю., Господарев Д. А., Макаревич А. В. Исследование механизма взаимодействия карбоксилированного полиакриламида с ацетатом хрома (III) методом спектроскопии ЯМР ¹³C // Журнал общей химии. 2013. Т. 83, № 11. С. 1829–1834.
19. Круль Л. П., Шахно О. В., Гринюк Е. В., Скаковский Е. Д., Тычинская Л. Ю., Господарев Д. А., Макаревич А. В. Состав комплексных соединений в полиэлектролитных гидрогелях, используемых для повышения нефтеотдачи пластов // Нефтехимический комплекс : научно-технический бюллетень : приложение к журналу «Вестник Белнефтехима». 2012. № 2(9). С. 3–7.
20. Якимцова Л. Б., Ларинова С. Н., Господарев Д. А., Макаревич А. В. Термическая устойчивость сульфонируемого полиакриламида // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии : материалы XXVI Международной научно-технической конференции (2–4 октября 2012 г.). Минск, 2012. С. 51.
21. Алтунина Л. К., Кувшинов В. А. Применение термотропных гелей для повышения нефтеотдачи // Нефтеотдача. 2002. № 5. С. 28–35.
22. Господарев Д. А., Антусева А. В., Мельгуй А. В., Макаревич А. В. Регулирование заводнения структурно-неоднородных нефтяных пластов с применением полимерных и силикатных гелей // Инженерная практика. 2013. № 8. С. 106–108.
23. Господарев Д. А., Макаревич А. В., Давыденко С. С. Повышение эффективности заводнения структурно-неоднородных нефтяных пластов гелеобразующими растворами метилцеллюлозы // Реагенты и материалы для строительства, эксплуатации и ремонта нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин: производство, свойства и опыт применения. Экологические аспекты нефтегазового комплекса : тезисы докладов XVIII Международной научно-практической конференции. Владимир : ВлГУ, 2014. С. 32–35.
24. Алтунина Л. К. Применение на месторождениях России физико-химических технологий увеличения нефтеотдачи, разработанных институтом химии нефти СО РАН (обзор) // Территория НЕФТЕГАЗ. 2013. № 1. С. 22–32.
25. Ленченкова Л. Е. Повышение нефтеотдачи пластов физико-химическими методами. М. : Недра, 1998. 394 с.
26. Муслимов Р. Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности. Казань : ФЭН, 2005. 688 с.
27. Кудина Е. Ф., Печерский Г. Г., Шаповалов В. М. Гелеобразующие технологии и материалы водоизоляционного назначения для нефтедобывающей промышленности (обзор) // Материалы, технологии, инструменты. 2010. Т. 15, № 4. С. 62–74.
28. Патент 2397195 РФ, МПК С09К8/575. Гелеобразующие составы для ограничения водопритока в скважину / Е. Ф. Кудина, Г. Г. Печерский, О. А. Ермолович, Е. В. Гартман, Н. С. Полещук. N 2009101573/03; заявл. 19.01.2009; опубл. 20.08.2010.
29. Клещенко И. И. Гелеобразующие составы на основе силиката щелочного металла // Нефтепромысловое дело. 1997. № 8–9. С. 15–16.
30. Поддубный Ю. А., Сазонова В. М., Сидоров И. А. Применение новых водоизолирующих материалов для ограничения водопритока в нефтяные скважины // Нефтепромысловое дело. 1977. № 5. С. 63–69.
31. Старковский А. В., Старковский В. А. Изоляция притока воды в нефтяных скважинах щелочными силикатными гелями // Нефтяное хозяйство. 2008. № 9. С. 34–36.
32. Девятов В. В., Алмаев Р. Х. Исследование эффективности применения нефтewытесняющих композиций на основе силиката натрия // Нефтепромысловое дело. 1996. № 3–4. С. 31–33.
33. Рогова Т. С. Обоснование технологии выравнивания профиля приемистости нагнетательных скважин на нефтяных месторождениях композициями на основе щелочных силикатно-полимерных гелей: автореферат дис. канд. техн. наук : 25.00.17. М., 2007. 25 с.
34. Баранов Ю. В., Маликов М. А., Нигматуллин И. Г., Чугунов С. В. О некоторых аспектах повышения эффективности водоизоляционных работ // Нефтяное хозяйство. 2000. № 11. С. 34–35.
35. Сидорчик В. В. Жидкое стекло для нефтяников // Вестник Белнефтехима. 2012. № 6. С. 41–42.
36. Ганеева З. М., Хисаметдинов М. Р., Ризванов Р. З. Развитие технологий повышения нефтеотдачи, основанных на применении силикатного геля, в ОАО «Татнефть» // Нефтяное хозяйство. 2013. № 8. С. 82–84.
37. Старковский А. В., Рогова Т. С. Эффективность применения силикатного геля // Нефтяное хозяйство. 2004. № 4. С. 42–44.
38. Патент 2204704 РФ, МПК E21B 43/22. Способ разработки нефтяного месторождения / А. В. Старковский. N 2001124745; заявл. 11.09.2001; опубл. 20.05.2003.
39. Kudina E. F., Pechersky G. G. Nanostructured Organosilicate Composites: Production, Properties, Application // Resin Composites: Properties, Production and Application / Editor Deborah B. Song. New York : Nova Science Publishers, 2011, ch. 3, pp. 101–128.
40. Патент 2157451 РФ, МПК E21B 43/22. Способ разработки нефтяной залежи / Ш. Ф. Тахаутдинов, Н. С. Гатиятуллин, И. А. Бареев, С. Н. Головкин, Т. А. Захарченко, М. И. Залалиев, Е. А. Тарасов, С. Е. Войтович. N 98115476/03; заявл. 12.08.1998; опубл. 10.10.2000.
41. Айлер Р. К. Химия кремнезема: растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства, биохимия : в 2 ч. М. : Мир, 1982.
42. Стрелко В. В. Механизм полимеризации кремниевых кислот // Коллоидный журнал. 1970. Т. 32, № 3. С. 430–436.
43. Корнеев В. И., Данилов В. В. Растворимое и жидкое стекло. Санкт-Петербург : Стройиздат, 1996. 216 с.
44. Получение и применение гидрозолей кремнезема / под ред. Ю. Г. Фролова. М. : [б. и.], 1979. 146 с.
45. Нянюшкин Ю. И., Левшин А. М., Эпштейн В. С. Антикоррозионная защита в химической промышленности. М. : НИИТЭхим, 1976. 38 с.
46. Тарасевич Ю. И. Строение и химия поверхности слоистых силикатов. Киев : Наукова Думка, 1988. 247 с.
47. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. Изд. 2-е, испр. и доп. Л. : Химия, 1978. 392 с.
48. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. Изд. 4-е, перераб. и доп. М. : Химия, 1971. 456 с.
49. Кузнецов М. А., Кузнецова Л. М., Плечко А. А., Потехин А. А., Семенов В. П., Столяров Б. В. Свойства органических соединений : справочник / под ред. А. А. Потехина. Л. : Химия, 1984. 520 с.
50. Антусёва А. В., Кудина Е. Ф., Печерский Г. Г. Гелеобразующие материалы для повышения нефтеотдачи пластов в условиях высокотемпературных коллекторов // Нефтяник Полесья. 2018. № 2(34). С. 68–75.
51. Антусёва А. В., Кудина Е. Ф. Увеличение нефтеотдачи с применением гелей на основе дисперсного гидросиликата натрия // Проблемы и инновационные решения в химической технологии «ПИРХТ-2019» : тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием, Воронеж, 07–08 октября 2019 г. Воронеж, 2019. С. 99–100.
52. Antuseva A. V., Kudina E. F. Gel materials on the basis of disperse sodium hydro silicate for carbonate and terrigene collectors conditions // Sol-gel synthesis and study of inorganic compounds, hybrid functional materials and dispersed systems – «Sol-Gel 2019» : Book of abstracts XX International Sol-Gel Conference Next Generation. St. Petersburg, 2019. 93–94 p.

References

1. Lisovskiy N. N. Vovlechenie v razrabotku trudnoizvlekaemykh zapasov nefi [Involvement in the development of tight oil reserves]. *Materialy 10 yubileynoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Povyshenie nefteotdachi plastov i intensivifikatsiya dobychi nefi»* [Proc. 10th Int. Symp. "Increased oil recovery and intensification of oil production"]. Samara, 2006, pp. 22–25.
2. Bokserman A. A., Grishin P. A., Isaev A. V. Integratsiya metodov uvelicheniya nefteotdachi dlya povysheniya ikh effektivnosti [Integrating enhanced oil recovery methods to increase their efficiency]. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy neftedobychi v mire»* [Proc. of the International Scientific and Practical Conference "Problems and prospects of oil production in the world"]. Rechitsa, 2013, pp. 21–26.
3. Beskopylnyy V. N., Demyanenko N. A., Kartash N. K., Kibash M. F. Problemy razrabotki mestorozhdeniy nefi i puti ikh resheniya v Belarusi [Problems of oil field development and their solutions in Belarus]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2004, no. 11, pp. 20–21.
4. *Trudy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prioritetnye metody uvelicheniya nefteotdachi plastov i rol' supertekhnologii»* [Proceedings of the Scientific and Practical Conference "Priority Methods for Enhancing Oil Recovery and the Role of Supertechnologies"]. Kazan' : Novoe Znanie Publ., 1998. 360 p.
5. Basarygin Yu. M., Bulatov A. I., Dadyka V. I. Materialy i reagenty dlya remontno-izolyatsionnykh rabot v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh [Materials and reagents for repair and insulation works in oil and gas wells]. Moscow : Nedra Publ., 2004. 349 p.
6. Zhdanov S. A., Kryanev D. Yu. Effektivnyye tekhnologii razrabotki zalezhey uglevodorodov [Effective technologies for the development of hydrocarbon deposits]. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy neftedobychi v mire»* [Proc. of the International Scientific and Practical Conference "Problems and prospects of oil production in the world"]. Rechitsa, 2013, pp. 5–9.
7. Povzhik P. P., Kudryashov A. A., Ognev A. G. Rezul'taty vnedreniya peredovykh tekhnologiy razrabotki zalezhey uglevodorodov Belarusi [The results of the introduction of advanced technologies for the development of hydrocarbon deposits in Belarus]. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy neftedobychi v mire»* [Proc. of the International Scientific and Practical Conference "Problems and prospects of oil production in the world"]. Rechitsa, 2013, pp. 20–24.
8. Beskopylnyy V. N. Glavnyye zadachi poiskov i razrabotki zalezhey uglevodorodov Belarusi na 2007–2015 gody [The main tasks of the exploration and development of hydrocarbon deposits of Belarus for 2007–2015]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Effektivnyye puti poiskov, razvedki i razrabotki zalezhey nefi Belarusi»* [Materials of the scientific-practical conference "Effective ways of prospecting, exploration and development of oil deposits of Belarus"]. Gomel', 2007, pp. 7–32.
9. *Geologiya Belarusi* [Geology of Belarus]. Eds.: Makhnach A. S., Garetskiy R. G., Matveev A. V. [et al.]. Minsk : Institut geologicheskikh nauk NAN Belarusi Publ., 2001. 815 p.
10. Khisamov R. S., Gazizov A. A., Gazizov A. Sh. *Uvelichenie okhvata produktivnykh plastov vozdeystviem* [Increase in coverage of productive layers by exposure]. Moscow : VNIIOENG Publ., 2003. 568 p.
11. Merzlyakov V. F. *Sovershenstvovanie tekhnologiy razrabotki mestorozhdeniy s trudnoizvlekaemymi zapasami* [Improving the technology of development of deposits with hard to recover reserves]. Moscow : Nedra Publ., 2004. 97 p.
12. Safonov E. N., Lozin E. V. Metody uvelicheniya nefteotdachi: real'nost', perspektivy, nauchnye problemy [Methods of enhanced oil recovery: reality, prospects, scientific problems]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2003, no. 4, pp. 46–48.
13. Manyrin V. N., Shvetsov I. A. *Fiziko-khimicheskie metody uvelicheniya nefteotdachi pri zavodnenii* [Physico-chemical methods of enhanced oil recovery in water flooding]. Samara : Samarskiy dom pechati Publ., 2002. 392 p.
14. Surguchev M. L., Gorbunov A. T., Zabrodin D. P., Ziskin E. A., Malyutina G. S. *Metody izvlecheniya ostatochnoy nefi* [Residual oil recovery methods]. Moscow: Nedra Publ., 1991. 347 p.
15. Ibatullin R. R., Ibragimov N. G., Takhaudinov Sh. F., Khisamov R. S. *Uvelichenie nefteotdachi na pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy. Teoriya. Metody. Praktika* [Increased oil recovery at a late stage of field development. Theory. Methods Practice]. Moscow: Nedra Publ., 2004. 292 p.
16. Makarevich A. V., Gospodarev D. A., Parkalov S. V. Poli-mernye i polimer-mineral'nye kompozitsii dlya povysheniya nefteotdachi karbonatnykh plastov [Polymer and polymer-mineral compositions for enhancing oil recovery of carbonate reservoirs]. *Materialy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Neftepromyslovaya khimiya»* [Materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference "Oilfield Chemistry"]. Moscow, 2011, pp. 99–102.
17. Makarevich A. V., Gospodarev D. A., Gilyazitdinov T. D. Kompozitsii dlya uvelicheniya dobychi nefi v usloviyakh mesto-rozhdeniy Pripyatskogo progiba [Compositions for increasing oil production in the conditions of the Pripyat trough fields]. *Neftyanik Poles'ya* [Polissya oilman], 2013, no. 1(23), pp. 88–94.
18. Krul' L. P., Shakhno O. V., Grinyuk E. V., Skakovskiy E. D., Tychinskaya L. Yu., Gospodarev D. A., Makarevich A. V. Issledovanie mekhanizma vzaimodeystviya karboksilirovannogo poliakrilamida s atsetatom khroma (III) metodom spektroskopii YaMR 13S [Investigation of the mechanism of interaction of carboxylated polyacrylamide with chromium (III) acetate by ¹³C NMR spectroscopy]. *Zhurnal obshchey khimii* [Journal of General Chemistry], 2013, vol. 83, no. 11, pp. 1829–1834.
19. Krul' L. P., Shakhno O. V., Grinyuk E. V., Skakovskiy E. D., Tychinskaya L. Yu., Gospodarev D. A., Makarevich A. V. Sostav kompleksnykh soedineniy v polielektrolitnykh gidrogelyakh, ispol'zuemykh dlya povysheniya nefteotdachi plastov [Composition of complex compounds in polyelectrolyte hydrogels used for enhanced oil recovery]. *Neftekhimicheskii kompleks : nauchno-tekhnicheskii byulleten' : prilozhenie k zhurnalu «Vestnik Belneftekhima»* [Petrochemical complex: scientific and technical bulletin: supplement to the journal "Belneftekhim Bulletin"], 2012, no. 2(9), pp. 3–7.
20. Yakimtova L. B., Larikova S. N., Gospodarev D. A., Makarevich A. V. Termicheskaya ustoychivost' sul'fonirovannogo poliakrilamida [Thermal stability of sulfonated polyacrylamide]. *Materialy XXVI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Khimicheskie reaktivy, reagenty i protsessy malotonnazhnoy khimii»* [Materials of the XXVI International Scientific and Technical Conference "Chemical reagents, reagents and processes of low-tonnage chemistry"]. Minsk, 2012, pp. 51.
21. Altunina L. K., Kuvshinov V. A. Primenenie termotropnykh geley dlya povysheniya nefteotdachi [The use of thermotropic gels to enhance oil recovery]. *Nefteotdacha* [Oil recovery], 2002, no. 5, pp. 28–35.
22. Gospodarev D. A., Antuseva A. V., Mel'guy A. V., Makarevich A. V. Regulirovanie zavodneniya strukturno-neodorodnykh neftyanykh plastov s primeneniem polimer-nykh i silikatnykh geley [Regulation of flooding of structurally inhomogeneous oil reservoirs using polymeric and silicate gels]. *Inzhenernaya praktika* [Engineering practice], 2013, no. 8, pp. 106–108.
23. Gospodarev D. A., Makarevich A. V., Davydenko S. S. Povyshenie effektivnosti zavodneniya strukturno-neodorodnykh neftyanykh plastov geoleobrazuyushchimi ras-tvorami metilsellyulozy [Increasing the efficiency of waterflooding of structurally heterogeneous oil reservoirs with gel-forming solutions of methylcellulose]. *Tezisy dokladov XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Reagenty i materialy dlya stroitel'stva, ekspluatatsii i remonta neftyanykh, gazovykh i gazokondensatnykh skvazhin: proizvodstvo, svoystva i opyt primeneniya. Ekologicheskie aspekty neftegazovogo kompleksa»* [Abstracts of the XVIII International Scientific and Practical Conference "Reagents and materials for the construction, operation and repair of oil, gas and gas condensate wells: production, properties and application experience. Environmental aspects of the oil and gas complex"]. Vladimir, 2014, pp. 32–35.

24. Altunina L. K. Primenenie na mestorozhdeniyakh Rossii fiziko-khimicheskikh tekhnologiy uvelicheniya nefteotdachi, razrabotannykh institutom khimii nefiti SO RAN (obzor) [Application at the fields of Russia of physicochemical technologies of enhanced oil recovery developed by the Institute of Chemistry of Petroleum SB RAS (review)]. *Territoriya NEFTEGAZ* [Territory Neftegaz], 2013, no. 1, pp. 22–32.
25. Lenchenkova L. E. *Povyshenie nefteotdachi plastov fiziko-khimicheskimi metodami* [Increased oil recovery by physico-chemical methods]. Moscow: Nedra Publ., 1998. 394 p.
26. Muslimov R. Kh. *Sovremennyye metody povysheniya nefteiz-vlecheniya: proektirovanie, optimizatsiya i otsenka effektivnosti* [Modern methods of oil recovery enhancement: design, optimization and efficiency evaluation]. Kazan' : FEN Publ., 2005. 688 p.
27. Kudina E. F., Pecherskiy G. G., Shapovalov V. M. Geleobra-zuyushchie tekhnologii i materialy vodoizolyatsionnogo nazna-cheniya na osnove vodorastvorimykh silikatov dlya neftedo-byvayushchey promyshlennosti (obzor) [Gelling technologies and materials for waterproofing purposes based on water-soluble silicates (review)]. *Materialy, tekhnologii, instrumenty* [Materials. Technologies. Tools], 2010, vol. 15, no. 4, pp. 62–74.
28. Kudina E. F., Pecherskiy G. G., Ermolovich O. A., Gartman E. V., Poleshchuk N. S. Geleobrazuyushchie sostavy dlya ogranicheniya vodopritoka v skvazhinu [Gel-forming compositions to limit the water flow into the well]. Patent RF, no. 2397195, 2010.
29. Kleshchenko I. I. Geleobrazuyushchie sostavy na osnove silika-ta shchelochnogo metalla [Alkali Silicate Gelling Compounds]. *Neftepromyslovoe delo* [Oilfield], 1997, no. 8–9, pp. 15–16.
30. Poddubnyy Yu. A., Sazonova V. M., Sidorov I. A. Primenenie novykh vodoizoliruyushchikh materialov dlya ogranicheniya vodopritoka v neftyanye skvazhiny [The use of new water insulating materials to limit water inflow to oil wells]. *Neftepromyslovoe delo* [Oilfield], 1977, no. 5, pp. 63–69.
31. Starkovskiy A. V., Starkovskiy V. A. Izolyatsiya pritoka vody v neftyanykh skvazhinakh shchelochnymi silikatnymi gelyami [Isolation of water flow in oil wells with alkaline silicate gels]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2008, no. 9, pp. 34–36.
32. Devyatov V. V., Almaev R. Kh. Issledovanie effektivnosti primeneniya neftevytesnyayushchikh kompozitsiy na osnove sili-kata natriya [The study of the effectiveness of oil-displacing compositions based on sodium silicate]. *Neftepromyslovoe delo* [Oilfield], 1996, no. 3–4, pp. 31–33.
33. Rogova T. S. Obosnovanie tekhnologii vyравnivaniya profilya priemistosti nagnetatel'nykh skvazhin na neftyanykh me-storozhdeniyakh kompozitsiyami na osnove shchelochnykh silikatno-polimernykh geley. Avtoreferat dis. kand. tekhn. nauk [The substantiation of the technology of leveling the injectivity profile of injection wells in oil fields with compositions based on alkaline silicate-polymer gels. PhD eng. sci. abstract diss.]. Moscow, 2007. 25 p.
34. Baranov Yu. V., Malikov M. A., Nigmatullin I. G., Chugunov S. V. O nekotorykh aspektakh povysheniya effektivnosti vodoizolyatsionnykh rabot [On some aspects of improving the efficiency of waterproofing works]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2000, no. 11, pp. 34–35.
35. Sidorchik V. V. Zhidkoe steklo dlya neftyanikov [Liquid glass for oil industry workers]. *Vestnik Belneftekhima* [Belneftekhim Bulletin], 2012, no. 6, pp. 41–42.
36. Ganeeva Z. M., Khisametdinov M. R., Rizvanov R. Z. Razvitiye tekhnologiy povysheniya nefteotdachi, osnovannykh na prime-nenii silikatnogo gelya, v OAO «Tatneft'» [Development of enhanced oil recovery technologies based on the use of silicate gel in "TATNEFT"]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2013, no. 8, pp. 82–84.
37. Starkovskiy A. V., Rogova T. S. Effektivnost' primeneniya silikatnogo gelya [The effectiveness of the use of silicate gel]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2004, no. 4, pp. 42–44.
38. Starkovskiy A. V. Sposob razrabotki neftyanogo mestorozhdeniya [Method of developing an oil field]. Patent RF, no. 2204704, 2003.
39. Kudina E. F., Pecherskiy G. G. Nanostructured Organosilicate Composites: Production, Properties, Application. *Resin Composites: Properties, Production and Application*. Ed. Deborah B. Song. New York : Nova Science Publishers, 2011, ch. 3, pp. 101–128.
40. Takhautdinov Sh. F., Gatiyatullin N. S., Bareev I. A., Golovko S. N., Zakharchenko T. A., Zalaliev M. I., Tarasov E. A., Voytovich S. E. Sposob razrabotki neftyanoy zalezhi [The way to develop oil deposits]. Patent RF, no. 2157451, 2000.
41. Ayler R. K. *Khimiya kremnezema: rastvorimost', polimeriza-tsiya, kolloidnye i poverkhnostnye svoystva, biokhimiya : v 2 ch.* [Silica chemistry: solubility, polymerization, colloidal and surface properties, biochemistry]. Moscow : Mir Publ., 1982.
42. Strelko V. V. Mekhanizm polimerizatsii kremniyevykh kislot [Silicic acid polymerization mechanism]. *Kolloidnyy zhurnal* [Colloidal journal], 1970, vol. 32, no. 3, pp. 430–436.
43. Korneev V. I., Danilov V. V. Rastvorimoe i zhidkoe steklo [Soluble and liquid glass]. Saint-Petersburg : Stroyizdat Publ., 1996. 216 p.
44. *Polucheniye i primeneniye gidrozoley kremnezema* [Preparation and application of silica hydrosols]. Ed. Yu. G. Frolov. Moscow, 1979. 146 p.
45. Nyanyushkin Yu. I., Levshin A. M., Epshteyn V. S. Antikorro-zionnaya zashchita v khimicheskoy promyshlennosti [Corrosion protection in the chemical industry]. Moscow : NIIEKhim Publ., 1976. 38 p.
46. Tarasevich Yu. I. *Stroeniye i khimiya poverkhnosti sloistykh silikatov* [Structure and surface chemistry of layered silicates]. Kiev : Navukova Dumka Publ., 1988. 247 p.
47. Rabinovich V. A., Khavin Z. Ya. *Kratkiy khimicheskii spravoch-nik* [Brief Chemical Handbook]. Leningrad : Khimiya Publ., 1978. 392 p.
48. Lur'e Yu. Yu. *Spravochnik po analiticheskoy khimii* [Analytical Chemistry Handbook]. Moscow : Khimiya Publ., 1971. 456 p.
49. Kuznetsov M. A., Kuznetsova L. M., Plechko A. A., Potekhin A. A., Semenov V. P., Stolyarov B. V. *Svoystva organicheskikh soedineniy* [Properties of organic compounds]. Leningrad : Khimiya Publ., 1984. 520 p.
50. Antuseva A. V., Kudina E. F., Pecherskiy G. G. Geleobrazuyushchie materialy dlya povysheniya nefteotdachi plastov v usloviyakh vysokotemperaturnykh kollektorov [Gelling materials for enhanced oil recovery in high-temperature reservoir conditions]. *Neftyanik Poles'ya* [Oilman Polesia], 2018, no. 2 (34), pp. 68–75.
51. Antuseva A. V., Kudina E. F. Uvelicheniye nefteotdachi s primeneniem geley na osnove dispersnogo gidrosilikata natriya [Enhanced oil recovery using gels based on dispersed sodium hydrosilicate]. *Tezisy dokladov Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Problemy i innovatsionnye resheniya v khimicheskoy tekhnologii «PIRKht-2019»»* [Abstracts of the All-Russian conference with international participation "Problems and innovative solutions in chemical technology "PIRKht-2019""]. Voronezh, 2019, pp. 99–100.
52. Antuseva A. V., Kudina E. F. Gel materials on the basis of disperse sodium hydro silicate for carbonate and terrigene collectors conditions. *Sol-gel synthesis and study of inorganic compounds, hybrid functional materials and dispersed systems – «Sol-Gel 2019» : Book of abstracts XX International Sol-Gel Conference Next Generation*. Saint-Petersburg, 2019. 93 p.