

## ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Ж.Е.Джакупова<sup>1\*</sup>, А.Колпек<sup>1</sup>, Н.А.Убайдуллаева<sup>2</sup>, И. Н. Куляшова<sup>3</sup>,  
К.А. Бейсембаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан,

<sup>2</sup>Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан,

<sup>3</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа, Россия,  
zhanereke@mail.ru

Исследование свойств амфифильных полимеров, эффективно зарекомендованные на нефтяных месторождениях агентами нефтеотдачи, обусловлено специфичностью физико-химических особенностей и коллекторных показателей, а также поверхностно-дисперсных характеристик пласта. Характерная особенность отечественного сырья, как высокая плотность, вязкость, парафинистость с повышенным содержанием гетероатомных соединений серы, определяют необходимость поиска эффективного метода воздействия для вытеснения сырья.

В работе предпринята попытка на основе качественного анализа водно-нефтяной системы исследовать физико-химические свойства и воздействие полимеров в системе нефть-вода в присутствии сопутствующих компонентов. Рассмотрено влияние степени минерализации вод на процесс вытеснения высоковязких нефтей, поскольку месторождениям с высоковязкой нефтью часто сопутствуют высокоминерализованные пластовые воды. Определены физико-химические характеристики нефти, пластовой воды и водонефтяной системы с целью поиска способов эффективной выработки трудноизвлекаемых запасов нефти. Выявлены влияние полимера на сгущающие свойства в системе нефть - вода и в качестве эмульгирующих агентов, способствующих агрегативной устойчивости нефтяной эмульсии.

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, амфифильный полимер, система нефть-вода, эмульгирующие свойства, минерализация, кинематическая вязкость.

## FEATURES OF POLYMER AGENTS FOR ENHANCED OIL RECOVERY

Zh.E.Jakupova<sup>1\*</sup>, A.Kolpek<sup>1</sup>, N.A.Ubaydullayeva<sup>2</sup>, I. N. Kulyashova<sup>3</sup>,  
K.A. Beisembayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

<sup>2</sup>K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

<sup>3</sup>Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russia,

zhanereke@mail.ru

The study of the properties of amphiphilic polymers, effectively proven in oil fields by oil recovery agents, is due to the specificity of the physicochemical properties and reservoir parameters, as well as the surface-dispersed characteristics of the formation. A characteristic feature of domestic raw materials, such as high density, viscosity, paraffin with an increased content of heteroatomic sulfur compounds, determine the need to choose an effective method of exposure to displace raw materials.

The paper attempts to investigate the physicochemical properties and effects of polymers in the oil-water system in the presence of accompanying components on the basis of a qualitative analysis of the water-oil system. The influence of the degree of water mineralization on the process of displacement of high-viscosity oils is considered, since deposits with high-viscosity oil are often accompanied by highly mineralized reservoir waters. The physicochemical characteristics of oil, reservoir water and oil-water system have been determined in order

to find ways to efficiently develop hard-to-recover oil reserves. The influence of the polymer on the thickening properties in the oil-water system and as emulsifying agents contributing to the aggregative stability of the oil emulsion is revealed.

**Keywords:** high viscosity oil, amphiphilic polymer, oil-water system, emulsifying properties, mineralization, kinematic viscosity

## ҚАБАТТАРДЫҢ МҰНАЙ БЕРГІШТІГІН АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН ПОЛИМЕРЛІ АГЕНТТЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Ж.Е.Джақупова<sup>1\*</sup>, А.Колпек<sup>1</sup>, Н.А.Убайдуллаева<sup>2</sup>, И. Н. Куляшова<sup>3</sup>,  
К.А. Бейсембаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан,

<sup>2</sup>Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан,

<sup>3</sup>Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Уфа қ., Ресей,

zhanereke@mail.ru

Мұнай кен орындарында мұнай бергіштігін арттыратын агенттері ретінде тиімді дәлелденген амфифилді полимерлердің қасиеттерін зерттеу әрдайым физикалық-химиялық және коллекторлық көрсеткіштердің ерекшелігіне, сондай-ақ қабаттың беттік-дисперсті сипаттамаларына байланысты. Отандық шикізаттың ерекшелігі болған жоғары тығыздығы, тұтқырлығы, парафиндігі, күкіртті гетероатомдық қосылыстарының көптігі шикізатты ығыстыру үшін тиімді әдісін таңдау өте қажетті болып табылады.

Жұмыста су-мұнай жүйесін сапалы талдау негізінде ілеспе компоненттердің қатысуымен мұнай-су жүйесіндегі полимерлердің физика-химиялық қасиеттері мен әсерін зерттеуге әрекет жасалды. Судың минералдану дәрежесінің тұтқырлығы жоғары мұнайларды ығыстыру процесіне әсері қарастырылады, өйткені тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарында жоғары минералданған қабат сулары көбінесе бірге жүреді. Мұнай қорын тиімді өндіру тәсілдерін іздестіңдіру мақсатында қабат суының және су-мұнай жүйесінің физика-химиялық сипаттамалары анықталды. Мұнай - су жүйесінде қоюландыру қасиеттеріне полимердің әсері және мұнай эмульсиясының агрегативті тұрақтылығына ықпал ететін эмульгаторлық агенттер ретінде мүмкіндігі анықталды.

**Негізгі сөздер:** жоғары тұтқырлы мұнай, амфифилді полимер, мұнай-су жүйесі, эмульгаторлық қасиеттер, минерализациялану, кинематикалық тұтқырлық

**Введение.** Растущий спрос на нефтяное сырье требует постоянного поиска и совершенствования эффективных способов нефтеотдачи для достижения высокого коэффициента извлечения. В процессах нефтедобычи использование полимеров возможно, благодаря их растворимости в воде, в растворах пластовых вод и реологическим характеристикам полимерных растворов. Полимерное заводнение относится к химическим технологиям повышения нефтеотдачи и становится популярным методом в промышленных масштабах. Способ характеризуется низкой степенью риска, а также совместимостью с самыми разными пластовыми параметрами. Кроме того, полимерные растворы, обладая повышенной вязкостью, лучше вытесняют не только нефть, но и связанную пластовую воду из пористой среды. Поэтому они вступают во взаимодействие со скелетом пористой среды, породой и цементирующим ве-

ществом. Это приводит к адсорбции молекул полимеров, которые выделяются из раствора на поверхность пористой среды и перекрывают каналы или ухудшают фильтрацию в них воды.

Благодаря большой универсальности полимеров с точки зрения их молекулярной массы, амфифильные полимеры предоставляют большие возможности в плане гибкости, разнообразия и функциональности их производных. По сравнению с низкомолекулярными агрегатами, полимерные агрегаты обладают более высокой стабильностью и долговечностью. Особенностью строения амфифильной молекулы является наличие длинных гидрофильных и гидрофобных частей [1-3].

Синтетические полимеры из водорастворимых мономеров обладают уникальными характеристиками, обусловленными их сродством к водной среде. Области применения широки, включая моющие

---

средства, промышленную очистку воды, геотермальную энергию, производство целлюлозы и бумаги, опреснение, переработку руды и повторное использование воды и особо важную роль в нефтяной промышленности для повышения нефтеотдачи.

Природные водорастворимые полимеры могут использоваться как в первичной, так модифицированной форме [4-8]. Они обладают способностью увеличивать вязкость растворителей при низких концентрациях, набухать или изменять форму в растворе и адсорбироваться на поверхности и влияют на физические свойства водных систем, подвергающихся гелеобразованию или загущению.

Водорастворимые мономеры в основном принадлежат к семействам акрилатов, метакрилатов и N-виниламидов, содержащих неионизированные и ионизированные функциональные группы, такие как гидроксид-, карбоксид-, аминид-, амидид-, сульфид-, аммонийид-, карбоксилатид-, сульфатид-функциональные группы, которые взаимодействуют с молекулами воды. Эти функциональные группы в основном обеспечивают достаточную растворимость как мономера, так и полимера в водной фазе. Это делает полимеризацию в этой среде растворителя легкодоступной [9]. Водорастворимые мономеры имеют как гидрофильную, так и гидрофобную части в своей молекуле, могут ассоциироваться в водных растворах через гидрофобные взаимодействия, что делает их похожими на поверхностно-активные вещества.

Водорастворимым полимерам, используемым в качестве эмульгаторов, свойственно содержать значительную долю неполярных мономеров, чтобы они могли адсорбироваться на границе раздела нефть-вода [10,11]. Существует несколько ключевых факторов влияющих на реакционную способность мономеров и радикалов: образование H-комплексов при взаимодействии с растворителем, изменение степени ионизации мономеров-электролитов, ассоциация молекул мономера через гидрофобные взаимодействия и изменение реологических свойств раствора мономера по сравнению с чистым растворителем.

Специфические особенности отечественных нефтей, особенно, высокие показатели плотности, вязкости, парафинистость, содержание гетероатомных соединений серы и, учитывая, что большинство крупных месторождений в Казахстане находятся на зрелой стадии эксплуатации, исключается преимущество какого-либо одного эффективного метода воздействия. Необходимость разработки специальной технологии воздействия, агентов нефтеизвлечения для увеличения нефтедобычи неотложная пробле-

ма и требует качественного изучения, как самих поверхностных сил пласта, так и качественного анализа водно-нефтяной системы в присутствии сопутствующих компонентов влияющие на их физико-химические свойства.

В этой связи необходимо было исследовать состав нефти, пластовой воды, а также их взаимодействие с растворами полимеров. Научные основы регулирования нефтенасыщенности в пласте определяют фактические результаты.

Перспективным путем решения проблемы повышения эффективности способов нефтеотдачи будет использование полимерных реагентов амфифильной структуры, заключающей в своей структуре гидрофильные и гидрофобные фрагменты. Одновременное воздействие на водную и нефтяную фазы определяет актуальность теоретической и практической значимости темы исследования.

**Материалы и методы.** Процесс получения включает радикальную полимеризацию мономеров взаимодействием акриламида с аскорбиновой, салициловой кислотами, в присутствии гидрохинона, приводящий к образованию полимеров АА-N-АК, АА-N-СК.

Чтобы предотвратить реакцию акриламида с донорной карбоксильной группой кислот, был введен раствор карбоната натрия для подщелачивания и получения pH=8. Синтез осуществлялся в течении 3 часов при температуре в 60°C с дальнейшим выпариванием влаги, при соотношении мономера и инициатора (перекись водорода) 5:1. Целевой продукт очищался от непрореагировавших компонентов экстракцией четыреххлористым углеродом и хлороформом. Полимер осажден в изопропиловом спирте, подвергся сушке до достижения постоянной массы. В качестве растворителей использовались вода, этиловый спирт, этилацетат и гексан.

Точка плавления полимера определена по СТ РК ISO 11357-7-2020, содержание влаги определено термографическим методом, вязкость полимерного раствора установлена вискозиметрическим методом по ГОСТ 18249-72 и использована для расчета средней молекулярной массы полимера.

Плотность нефтяной эмульсии месторождения Кокжиде определялась ареометрически при температуре 20<sup>0</sup> и 50<sup>0</sup>С в соответствии ГОСТ 3900-95. Высокое значение плотности вызвало необходимость определения механических примесей (ГОСТ 6370-83). Кинематическая вязкость определена при 20<sup>0</sup>С (ГОСТ 33-2016). Содержание воды в нефти иссле-

довали по методу Дина-Старка. Высокое содержание воды в качестве дисперсной фазы характеризует высокую устойчивость водно-нефтяной эмульсии, а также объясняет высокие значения плотности и эффективной вязкости анализируемой нефтяной системы. Анализ воды проведен в соответствии с действующими ГОСТ.

Нефтевытесняющая способность растворов исследуемых полимеров моделировалась путем пропускания через стеклянные трубки  $d = 1$  см, наполненные песчано-глинным грунтом различной пористости, регулированием давления манометром. При проведении анализа была использована углеводородная смесь и пластовая вода. После определения исходного коэффициента извлечения нефти с при-

менением пластовой воды и нефти были проведены серии экспериментов с добавлением растворов АА-N-АК, АА-N-СК в пластовой воде.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенных экспериментов получены радикальной полимеризацией полимеры АА-N-АК, АА-N-СК. Полученные результаты анализа их свойств характеризуют содержание влаги - 0,1 %, температура плавления в пределах 92- 94° С, вязкость соответственно 1,385 и 1,384, плотность полимеров составила 991,6 кг/м<sup>3</sup>, 991,2 кг/м<sup>3</sup>.

Проведен анализ нефти продуктивного нефтеносного горизонта с месторождения Кокжиде в структуре надсолевого комплекса, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 -Физико-химические свойства нефти месторождения Кокжиде

Плотность	Кинематическая вязкость	Содержание механических примесей	Содержание асфальтенов и смол	Содержание хлористых солей
0,8835г/см <sup>3</sup>	88,23 мм <sup>2</sup> /с	1,43%	0,09 масс. % 4,90 масс. %	0,016 масс. %

Следует отметить, что нефтяные воды высоковязкой нефти часто обогащены солями, металлами-примесями или их комплексами, которые влияют на состояние агентов. Поэтому было важно проведение исследования содержания микроэлементов, способных в значительной степени влиять на растворимость в системе нефть-вода. Свойства и химический анализ состава и свойств пластовой воды месторождения Кокжиде представлены в таблице 2.

Проведены исследования водных растворов полимеров АА-N-АК, АА-N-СК в пластовой воде следу-

ющих концентраций: 0,03%, 0,06%; 0,13%; 0,25%; 0,5%; 1,0%. Методом вискозиметрии и с использованием роторного вискозиметра типа Брукфильда определены динамическая вязкости растворов полимеров концентраций более 0,5%. Растворы приготовлены в дистиллированной воде, измерения проводились при 25 °С. Указанные концентрации растворов полимеров рассматривались в модельной системе нефть-вода как средство снижения отношения подвижности вытесняющего агента и нефти для выравнивания неоднородной пористой среды. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

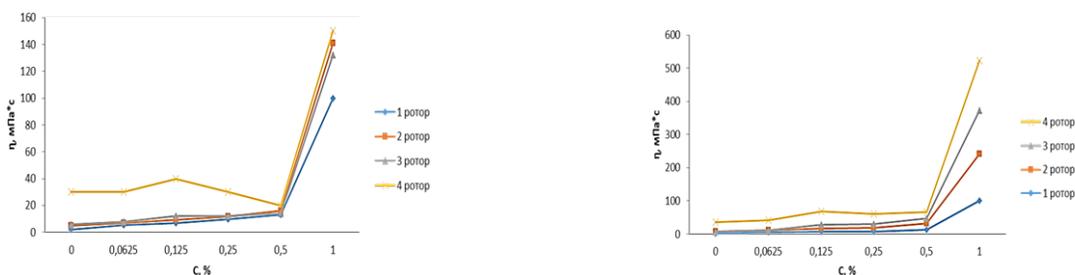


Рис. 1 - Зависимость динамической вязкости растворов от концентрации растворов АА-N-АК, АА-N-СК

Таблица 2 - Свойства и химический состав пластовой воды месторождения Кокжиде

Окисляемость мг $O_2$ /д	49,12	МСТ 26449.1- 85(ГОСТ)	Кальций мг/дм <sup>3</sup>	320,64	МСТ 26449,1- 85(ГОСТ)
Цветность (градусы)	16,3	МСТ 31868- 2012(ГОСТ)	Магний мг/дм <sup>3</sup>	206,72	МСТ 26449,1- 85(ГОСТ)
Мутность мг/дм <sup>3</sup>	6,88	МСТ 3351- 74(ГОСТ)	Калий+натрий мг/дм <sup>3</sup>	13407,25	Расчетный
рН	8,66	МСТ 26449.1- 85(ГОСТ)	Хлориды мг/дм <sup>3</sup>	20119,2	МСТ 4245- 72(ГОСТ)
Медь мг/дм <sup>3</sup>	0,42	МСТ 4388- 72(ГОСТ)	Сульфаты мг/дм <sup>3</sup>	46,17	МСТ 31940- 2012(ГОСТ)
Азот аммиа- ка мг/дм <sup>3</sup>	1,25	МСТ 33045- 2014(ГОСТ)	Железо мг/дм <sup>3</sup>	0,16	МСТ 4011- 72(ГОСТ)
Нитриты мг/дм <sup>3</sup>	0,026	МСТ 33045- 2014(ГОСТ)	Медь мг/дм <sup>3</sup>	0,42	МСТ 4388- 72(ГОСТ)
Нитраты мг/дм <sup>3</sup>	0,1	МСТ 33045- 2014(ГОСТ)	Марганец мг/дм <sup>3</sup>	0,012	МСТ 4974- 2014(ГОСТ)
Общая жесткость мг-экв/дм <sup>3</sup>	33,0	МСТ 31954- 2012(ГОСТ)	Алюминий мг/дм <sup>3</sup>	0,02	МСТ18165- 2014 (ГОСТ)
Сухой оста- ток	34197,53	МСТ 18164- 72(ГОСТ)	Щелочность мг-экв/дм <sup>3</sup>	1,6	МСТ 26449.1- 85(ГОСТ)
Кальций мг/дм <sup>3</sup>	320,64	МСТ 26449,1- 85(ГОСТ)	АПАВ мг/дм <sup>3</sup>	0,042	МСТ31857- 2012 (ГОСТ)
Магний мг/дм <sup>3</sup>	206,72	МСТ 26449,1- 85(ГОСТ)	Полифосфаты мг/дм <sup>3</sup>	0,036	МСТ 18309- 2014(ГОСТ)
Калий+натрий мг/дм <sup>3</sup>	13407,25	Расчетный	Фториды мг/дм <sup>3</sup>	0,14	МСТ4386-89 (ГОСТ)
Хлориды мг/дм <sup>3</sup>	20119,2	МСТ 4245- 72(ГОСТ)	Молибден мг/дм <sup>3</sup>	0,0025	МСТ 18308- 72(ГОСТ)
Сульфаты мг/дм <sup>3</sup>	46,17	МСТ 31940- 2012(ГОСТ)	Бор мг/дм <sup>3</sup>	0,05	МСТ 51210- 2003(СТ РК ГОСТ Р)
Железо мг/дм <sup>3</sup>	0,16	МСТ 4011- 72(ГОСТ)	Марганец мг/дм <sup>3</sup>	0,012	МСТ 4974- 2014(ГОСТ)

Растворение в воде высокомолекулярного соединения повышает вязкость воды даже при малых концентрациях и соответствующей минерализации воды. Это способствует снижению ее подвижности, сгущению и вытеснению нефтяной фазы.

**Выводы.** Нефть и минерализованная вода, как несмешивающиеся жидкости взаимодействуют с породой, с активными рабочими агентами и между со-

бой в зависимости от компонентного состава нефти, минерального состава воды. Изучены свойства и влияние солей на кажущуюся вязкость раствора полимера, проявляющего амфифильность, и проведен комплекс исследований по изучению механизма сгущения солевого раствора и стабильности свойств полимерных растворов в присутствии одновалентных и двухвалентных солей. Определено влияние мине-

рального состава жидких фаз и установлено, что растворы полимеров АА-N-АК, АА-N-СК в пластовой воде влияют на коэффициент извлечения нефти. В результате межфазных процессов за счет структурирования и закономерностей изменения композиционного состава улучшается эмульсионная стабильность и увеличиваются показатели динамической вязкости. Эффект в основном отражается на вязкости дисперсионной среды, прочности пленки или вязкоупругих свойств поверхности раздела.

### Литература

1. Mai Y., Eisenberg A. Self-assembly of block copolymers. *Chem Soc Rev.* - 2012.-Vol.41. Is.18. - pp.5969-5985.
2. Wang Y., Grayson S.M.//Approaches for the preparation of non-linear amphiphilic polymers and their applications to drug delivery. *Adv Drug Deliv Rev.* - 2012. -Vol.64. Is. 9. - pp. 852-865
3. Халатур П.Г. Самоорганизация полимеров. *Соросовский образовательный журнал.* - 2001. Т.7. - № 41. - стр. 36-43.
4. Jaeger W, Bohrisch J, Laschewsky A. Synthetic polymers with quaternary nitrogen atoms-Synthesis and structure of the most used type of cationic polyelectrolytes. *Prog Polym Sci* 2010. - № 5. - Vol.35. - pp. 511-577.
5. Raia N.R., McGill M, Marcet T, Vidal Yucha S.E., Kaplan D.L. *Soft Tissue Engineering.* In: Wagner WR, Sakiyama-Elbert SE, Zhang G, Yaszemski MJ, editors. - *Biomaterials science: an introduction to materials science.* Elsevier. - 2020. - № 4.- Vol- 4. - pp. 1399-1414.
6. Williams P.A. Introduction. / *Handbook of industrial waters soluble polymers.* Wiley-Blackwell. - 2007.- Vol. 8. - № 3. - pp. 300-340.
7. Rulison C. Kinetics of adsorption for hydrophobically modified poly (acrylic acids) at cyclohexane/water interfaces. Boston. - 2002.- Vol.5. - № 17.- pp.1.- 22.
8. Gromov V.F., Bune E.V., Teleshov E.N. Characteristic features of the radical polymerisation of water-soluble monomers.// *Russ Chem Rev.* - 1994. -Vol.63. - pp. 507 - 517.
9. Jaeger W., Bohrisch J., Laschewsky A. Synthetic polymers with quaternary nitrogen atoms-Synthesis and structure of the most used type of cationic polyelectrolytes. *ProgPolymSci.*- 2010.-pp. 511-577.
10. Beuermann S, Buback M. Rate coefficients of free-radical polymerization deduced from pulsed laser experiments.- *Progress in Polymer Science.*- Vol.27.Is.2. - 2002.- pp.-191-254.
11. Odian G. *Emulsion polymerization, Principles of polymerization* // Fourth edition John Wiley & Sons.-New York. - 2004. - pp. 198-371.

### References

1. Mai Y., Eisenberg A. Self-assembly of block copolymers. *Chem Soc Rev.* - 2012.-Vol.41. Is.18. - pp. 5969 - 5985.
2. Wang Y., Grayson S.M.//Approaches for the preparation of non-linear amphiphilic polymers and their applications to drug delivery. *Adv Drug Deliv Rev.* - 2012. -Vol.64. Is. 9. - pp. 852-865.
3. Halatur P.G. Samoorganizacija polimerov. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal.* - 2001. Т.7. - № 41. - стр. 36-43.
4. Jaeger W, Bohrisch J, Laschewsky A. Synthetic polymers with quaternary nitrogen atoms-Synthesis and structure of the most used type of cationic polyelectrolytes. *Prog Polym Sci* 2010. - № 5. - Vol. 35. - pp. 511-577.
5. Raia N.R., McGill M, Marcet T, Vidal Yucha S.E., Kaplan D.L. *Soft Tissue Engineering.* In: Wagner WR, Sakiyama-Elbert SE, Zhang G, Yaszemski MJ, editors. - *Biomaterials science: an introduction to materials science.* Elsevier. - 2020. - № 4.-Vol-4. - pp. 1399-1414.
6. Williams P.A. Introduction. - *Handbook of industrial waters soluble polymers.* Wiley-Blackwell. - 2007. -Vol. 8. - № 3. - pp. 300-340.
7. Rulison C. Kinetics of adsorption for hydrophobically modified poly (acrylic acids) at cyclohexane/water interfaces. Boston. - 2002.- Vol.5. - № 17.- pp.1.- 22.

- 
8. Gromov V.F., Bune E.V., Teleshov E.N. Characteristic features of the radical polymerisation of water-soluble monomers.// Russ Chem Rev. - 1994. -Vol.63. - pp. 507 - 517
  9. Jaeger W., Bohrisch J., Laschewsky A. Synthetic polymers with quaternary nitrogen atoms-Synthesis and structure of the most used type of cationic polyelectrolytes. ProgPolymSci.- 2010.-pp. 511-577.
  10. Beuermann S, Buback M. Rate coefficients of free-radical polymerization deduced from pulsed laser experiments.- Progress in Polymer Science.- Vol.27.Is.2. - 2002.- pp.-191-254.
  11. Odian G. Emulsion polymerization, Principles of polymerization // Fourth edition John Wiley & Sons.-New York. - 2004. - pp. 198 - 371.

***Сведения об авторах***

Ж.Е.Джакупова Ж.Е. - кандидат химических наук, доцент, доцент Евразийского национального университета им.Л.Н Гумилева, г. Астана, Казахстан, e-mail: [zhanereke@mail.ru](mailto:zhanereke@mail.ru);

Колпек А.К. - кандидат химических наук, доцент Евразийского национального университета им.Л.Н Гумилева, г. Астана, Казахстан, e-mail: [aynagulk@mail.ru](mailto:aynagulk@mail.ru);

Убайдуллаева Н.А - кандидат химических наук, доцент Актюбинского регионального университета им.К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан, e-mail: [nurbala-76@mail.ru](mailto:nurbala-76@mail.ru);

Куляшова И. Н.- кандидат технических наук, доцент, доцент Уфимского государственного нефтяного технического университета, г.Уфа, Россия, e-mail: [irina-0472@yandex.ru](mailto:irina-0472@yandex.ru);

Бейсембаева К.А.- кандидат химических наук, доцент, доцент Евразийского национального университета им.Л.Н Гумилева, г. Астана, Казахстан, e-mail: [beisembaeva64@mail.ru](mailto:beisembaeva64@mail.ru).

***Information about authors***

Dzhakupova Zh.E. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [zhanereke@mail.ru](mailto:zhanereke@mail.ru);

Kolpak A.K. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [aynagulk@mail.ru](mailto:aynagulk@mail.ru);

Ubaydullayeva N.A. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan, e-mail: [nurbala-76@mail.ru](mailto:nurbala-76@mail.ru);

Kulyashova I.N. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russia, e-mail: [irina-0472@yandex.ru](mailto:irina-0472@yandex.ru);