

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-59-67>

УДК 622.276.66:678.745.842-13

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОСЦИЛЛЯЦИОННОЙ РЕОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ РАЗРЫВА НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА

М. В. КАЗАК<sup>1+</sup>, А. В. СЕРЕБРЕННИКОВ<sup>2</sup>, А. М. ВАЛЕНКОВ<sup>1</sup>, Т. Д. ГИЛЯЗИТДИНОВ<sup>1</sup>, С. И. ПАНИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, ул. Книжная, 156, 246003, Гомель, Беларусь

<sup>2</sup>РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», ул. Рогачевская, 9, 246003, Гомель, Беларусь

*Цель работы — исследование реологических свойств растворов полиакриламида осцилляционным и ротационными методами и получение жидкостей разрыва на их основе с заранее заданными физико-технологическими характеристиками.*

*В данной работе изучены реологические свойства водных растворов сополимеров акриламида. Показана преобладающая роль упругих свойств над вязкостными при прогнозе проппантоудерживающей способности получаемой жидкости разрыва, перспективность использования осцилляционной реометрии для исследования жидкости разрыва на стабильность значений эффективной вязкости от заданной температуры. В результате проведенных исследований установлена корреляционная зависимость между значениями модуля накопления и проппантоудерживающей способности жидкости разрыва на основе сополимеров акриламида. Показано, что по результатам осцилляционных измерений в полной мере можно судить о технологических характеристиках, получаемых жидкостей разрыва, и, как следствие, более эффективного качественного и количественного подбора компонентов (гелеобразователи на основе сополимеров акриламида), в том числе и деструкторов, при разработке рецептур, удовлетворяющих заданным условиям практического применения. В результате проведенного комплекса исследований разработаны рецептуры жидкостей разрыва, обладающие модулем накопления в диапазоне 300–500 мПа, что позволило успешно произвести опытно-промышленные испытания по технологии высокорасходного гидравлического разрыва пласта на ультранизкопроницаемых коллекторах.*

**Ключевые слова:** полиакриламид, гелеобразователь, гидравлический разрыв пласта, жидкость разрыва, осцилляционная реометрия, гидратация, вязкость, модуль накопления, модуль потерь.

## APPLICATION OF THE OSCILLATION RHEOMETRY METHOD FOR STUDYING THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FRACTURING FLUIDS BASED ON ACRYLAMIDE COPOLYMERS

M. V. KAZAK<sup>1+</sup>, A. V. SEREBRENNIKOV<sup>2</sup>, A. M. VALENKOV<sup>1</sup>, T. D. HIAZITDZINAU<sup>1</sup>, S. I. PANIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RUE Production Association “Belorusneft” BelNIPIneft, Knizhnaya St., 156, 246003, Gomel, Belarus

<sup>2</sup>RUE Production Association “Belorusneft”, Rogachevskaya St., 9, 246003, Gomel, Belarus

*The aim of the work is to study the rheological properties of solutions of acrylamide copolymers with oscillatory and rotational methods and to obtain fracturing fluids based on them with predetermined physical and technological properties.*

*In this paper, the rheological properties of aqueous solutions of acrylamide copolymers are studied.*

<sup>+</sup>Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: M.Kazak@beloil.by

*The prevailing role of elastic properties over viscosity in predicting the proppant-retaining capacity of the resulting fracturing fluid is shown, as well as the prospects for using oscillatory rheometry to study the fracturing fluid for stability of effective viscosity values from a given temperature. As a result of the studies, a correlation dependence was established between the values of the storage modulus and the proppant-retaining capacity of the fracturing fluid based on acrylamide copolymers. It is shown that based on the results of oscillatory measurements, it is possible to fully judge the technological characteristics of the fracturing fluids obtained and, as a consequence, a more effective qualitative and quantitative selection of components (gelling agents based on acrylamide copolymers), including destructors, when developing formulations that meet the specified conditions of practical application. As a result of the conducted complex of studies, the formulations of fracturing fluids with the storage modulus in the range of 300–500 mPa were developed, which allowed to successfully conduct pilot tests on the technology of high-flow hydraulic fracturing of the formation on ultra-low-permeability reservoirs.*

**Keywords:** polyacrylamide, gelling agent, hydraulic fracturing, fracturing fluid, oscillatory rheometry, hydration, viscosity, storage modulus, loss modulus.

Поступила в редакцию 18.02.2025

© М. В. Казак, А. В. Серебренников, А. М. Валенков, Т. Д. Гилязитдинов, С. И. Панин, 2025

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](mailto:polmattex@gmail.com)  
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

### Образец цитирования:

Казак М. В., Серебренников А. В., Валенков А. М., Гилязитдинов Т. Д., Панин С. И. Применение метода осцилляционной реометрии для исследования технологических свойств жидкостей разрыва на основе сополимеров акриламида // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 2. С. 59–67. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-59-67>

### Citation sample:

Kazak M. V., Serebrennikov A. V., Valenkov A. M., Gilyazitdinov T. D., Panin S. I. Primenenie metoda ostillyatsionnoy reometrii dlya issledovaniya tekhnologicheskikh svoystv zhidkostey razryva na osnove sopolimerov akrilamida [Application of the oscillation rheometry method for studying the technological properties of fracturing fluids based on acrylamide copolymers]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 2, pp. 59–67. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-59-67>

### Литература

1. Яркеева Н. Р., Хазиев А. М. Применение гидроразрыва пласта для интенсификации притока нефти в скважинах // Разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. Т. 16, № 5. С. 30–36. doi: 10.17122/ngdelo-2018-5-30-36
2. Бархатов Э. А., Яркеева Н. Р. Эффективность применения многозонного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328, № 10. С. 50–58.
3. Чураков А. В., Пичугин М. Н., Файзуллин И. Г., Гайнетдинов Р. Р. Безугаровые синтетические гели ГРП – успешная концепция выбора // Российская нефтегазовая техническая конференция : онлайн конференция, 26–29 октября 2020 / SPE. SPE-202057-RU.
4. Учурев Р. П., Прудяков А. С., Чебыкин Н. В., Павлова С. Р., Вальнев Д. А., Логинов А. В., Данилевич Е. В., Сыпченко С. И., Пасхалов М. А., Борисенко А. А., Олейникова О. В., Верещагин С. А., Мавлеткулов У. Р. Новое слово в Российском ГРП – низковязкие жидкости на основе синтетических полимеров. Опыт применения на объектах «Газпромнефть-Хантос» // Российская нефтегазовая техническая конференция : онлайн конференция, 26–29 октября 2020 / SPE. SPE-201825-RU. doi: 10.2118/201825-MS
5. Толстых Л. И., Давлетшина Л. Ф., Потешкина К. А. Полиакриламид в процессах нефтегазодобычи : учебное пособие. Москва : РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2023. 135 с.
6. Подопратора Д. Г., Бязров Р. Р., Христинич Е. А. Текущий уровень и перспективы развития технологий большеобъемных закачек с использованием полимеров для повышения нефтеотдачи // Вестник свердловской науки. 2022. Т. 14, № 2. doi: 10.15862/37NZVN222

## References

1. Yarkееva N. R., Khaziev A. M. Primenenie gidrorazryva plasta dlya intensifikatsii pritoka nefi v skvazhinakh [The use of hydraulic fracturing to intensify oil flow in wells]. *Razrabotka nefyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Development of oil and gas fields], 2018, vol. 16, no. 5, pp. 30–36. doi: 10.17122/ngdelo-2018-5-30-36
  2. Barkhatov E. A., Yarkееva N. R. Effektivnost' primeneniya mnogozonnogo gidrorazryva plasta v gorizont'al'nykh skvazhinakh [Efficiency of multi-zone hydraulic fracturing in horizontal wells]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo uni-versiteta. Inzhiniring georesurov* [News of Tomsk polytechnic university. engineering of georesources], 2017, vol. 328, no. 10, pp. 50–58.
  3. Churakov A. V., Pichugin M. N., Fayzullin I. G., Gaynetdinov R. R. Bezguarovyе sinteticheskie geli GRP – uspeshnaya kontseptsiya vybora [Guar-free synthetic fracturing gels – a successful concept of choice]. *Rossiyskaya neftegazovaya tekhnicheskaya konferentsiya : onlayn konferentsiya* [Russian oil and gas technical conference: online conference]. SPE-202057-RU.
  4. Uchuev R. P., Prutsakov A. S., Chebykin N. V., Pavlova S. R., Val'nev D. A., Loginov A. V., Danilevich E. V., Sypchenko S. I., Paskhalov M. A., Borisenko A. A., Oleynikova O. V., Vereshchagin S. A., Mavletkulov U. R. Novoe slovo v Rossiyskom GRP – nizkovyazkie zhidkosti na osnove sinteticheskikh polimerov. Opyt primeneniya na ob'ektakh «Gazpromneft'-Khantos» [A new word in Russian hydraulic fracturing – low-viscosity liquids based on synthetic polymers. Experience of application at «Gazpromneft'-Khantos» facilities]. *Rossiyskaya neftegazovaya tekhnicheskaya konferentsiya : onlayn konferentsiya* [Russian oil and gas technical conference: online conference]. SPE-201825-RU, doi: 10.2118/201825-MS
  5. Tolstykh L. I., Davletshina L. F., Poteshkina K. A. *Po-liakrilamid v protsessakh neftegazodobychi* [Polyacrylamide in oil and gas production processes]. Moscow : RGU nefi i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina Publ., 2023. 135 p.
  6. Podoprigora D. G., Byazrov R. R., Khristich E. A. Tekushchiy uroven' i perspektivy razvitiya tekhnologiy bol'sheob'emnykh zakachek s ispol'zovaniem polimerov dlya povysheniya nefteotdachi [Current level and development prospects of large-volume injection technologies using polymers to enhance oil recovery]. *Vestnik evraziyskoy nauki* [Bulletin of eurasian science], 2022, vol. 14, no. 2. doi: 10.15862/37NZVN222
-