

УДК 622.234.573

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-1-35-38

Научная статья

АНАЛИЗ ПАТЕНТНОЙ И НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

А.Б. Хузина¹, С.В. Любимова¹,
И.Г. Фаттахов²

¹ ГБОУ ВО «Альметьевский
государственный нефтяной
институт», г. Альметьевск,
Республика Татарстан

² Татарский научно-исследовательский
и проектный институт нефти
(ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть»
им. В.Д. Шашина, г. Альметьевск,
Республика Татарстан

Статья освещает поиск и анализ патентной и научной литературы в области применения технологий гидроразрыва пласта (ГРП). Представлен обзор и анализ публикаций из открытых источников, в которых были напечатаны статьи и тезисы по технологиям, применяемым при проведении ГРП. В результате были выявлены лидеры-журналы, в которых представлены публикации по применяемым технологиям ГРП. Лидерами при публикации статей, связанных с технологиями ГРП являются: Вестник науки и Экспозиция «Нефть, Газ». Также был проведен поиск и анализ патентной документации технологий ГРП, которые непосредственно применяются на территории Российской Федерации. Патентный анализ показал, что основным патентообладателем по технологиям, применяемым при проведении ГРП в РФ является Публичное акционерное общество «Татнефть» им. В.Д. Шашина. Данный анализ позволит оценить потенциал предлагаемых научными и производственными коллективами решений в области ГРП.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, публикации, патенты, патентообладатели

Основные нефтегазовые месторождения России находятся в длительной эксплуатации, наблюдается ухудшение структуры запасов и истощение высокопродуктивных залежей, возрастание доли трудноиз-

Original article

ANALYSIS OF PATENT AND SCIENTIFIC LITERATURE IN THE FIELD OF HYDRAULIC FRACTURING

L.B. KHUZINA¹, S.V. LYUBIMOVA¹,
I.G. FATTAKHOV²

¹ STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«ALMETYEVSK STATE PETROLEUM
INSTITUTE», ALMETYEVSK, REPUBLIC
OF TATARSTAN

² TATAR RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE
OF OIL (TATNIPINEFT) OF THE PUBLIC JOINT-
STOCK COMPANY «TATNEFT» NAMED AFTER
V.D. SHASHIN, ALMETYEVSK, REPUBLIC
OF TATARSTAN

The article searches and analyzes patent and scientific literature in the field of application of hydraulic fracturing technologies. A review and analysis of publications from open sources is presented, in which articles and abstracts on technologies used during hydraulic fracturing were published. As a result, leading journals were identified that presented publications on applied hydraulic fracturing technologies. The leaders in the publication of articles related to hydraulic fracturing technologies are: Bulletin of Science, Exposition "Oil, Gas". A search and analysis of patent documentation for hydraulic fracturing technologies that are directly used in the Russian Federation was also carried out. Patent analysis showed that the main patent holder for technologies used during hydraulic fracturing in the Russian Federation is the Public Joint Stock Company Tatneft named after V.D. Shashin. This analysis will allow us to assess the potential of solutions proposed by scientific and industrial teams in the field of hydraulic fracturing.

KEY WORDS: hydraulic fracturing, publications, patents, patent holders

влекаемых запасов с низкими дебитами скважин. При этом успешность геолого-технических мероприятий снижается, что особенно проявляется в связи с обводнением скважин. Гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одним из наиболее эффективных средств интенсификации работы нефтяных, газоконденсатных, газовых скважин и увеличения приеми-

стости нагнетательных скважин, повышения дебитов, поскольку не только интенсифицирует выработку запасов, находящихся в зоне дренирования скважины, но и при определенных условиях существенно расширяет эту зону. Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна [4].

Начало коммерческой реализации гидроразрыва пласта в добывающей промышленности относят к США 1947 г. [11]. В отечественной практике метод ГРП начали применять с 1952 г., достигнув пика применения в 1959 г., после чего количество операций снизилось, а затем эта практика и вовсе прекратилась. Возрождение практики применения ГРП в России началось только в конце 1980-х. В настоящее время лидирующие позиции по количеству проводимых ГРП занимают США и Канада, за ними следует Россия [3].

Рассмотрим основные тенденции мирового рынка гидроразрыва пласта основываясь на открытые источники информации, в частности исследования Mordor Intelligence Research & Advisory. Основные сегменты рынка основаны на типе скважины (горизонтальная и вертикальная), типе жидкости (жидкость на водной основе, жидкость на пенной основе, жидкость на основе гелеобразного масла и другие базовые жидкости) и географии (Северная Америка, Европа, Азия, Тихий океан, Южная Америка, Ближний Восток и Африка) [9].

Основные ожидания связаны с предполагаемым среднегодовым темпом роста более 8,55% в течение прогнозируемого периода 2022–2027 гг. Ввиду вспышки пандемии COVID-19 в 2020 году больше всего пострадал сектор сланцевой нефти и газа, который являлся одним из крупнейших секторов, где используются различные методы гидроразрыва пласта. Кроме того, спрос на нефть и газ упал более чем на 30 млн баррелей в сутки в апреле 2020 г., что, в свою очередь, повлияло на рынок. Такие факторы, как технологические достижения с внедрением лучших методов, вероятно, будут стимулировать рынок гидроразрыва пласта в течение прогнозируемого периода. Однако ожидается, что волатильность цен на сырую нефть будет сдерживать рост рынка гидроразрыва пласта в ближайшие годы.

Второе предполагаемое направление развития ожидается в сегменте пеноматериалов, который может показать значительный рост из-за увеличения их использования и роста разведки и разработки в мировых нефтегазовых операциях. Сегмент жидкостей на пенной основе демонстрирует значительный рост. Для чувствительных к воде пластов и сред с дефицитом воды пены долгое время считались одной из лучших жидкостей для гидроразрыва, в частности, для коллекторов сланцевого газа.

В 2019 г. рынок гидроразрыва пласта оценивался в 35 млрд долларов США, в 2028 г. в 61 млрд. Рынок

гидроразрыва пласта по прогнозу вырастет со среднегодовым темпом роста более 8,55% в течение следующих 5 лет. Значительный рост ожидается в сегменте жидкостей на основе пены. Азиатско-Тихоокеанский регион продемонстрирует самый высокий среднегодовой темп роста в 2019–2028 гг.

Основными мировыми нефтесервисными компаниями, работающими на рынке гидроразрыва пласта являются: Schlumberger Limited, Basic Energy Services, Calfrac Well Services Ltd, Baker Hughes Co., NexTier Oilfield Solutions Inc.

Учитывая, что региональная экономика интегрируется в мировое экономическое пространство и основные мировые тенденции могут оказать существенную роль на развитие рынка нефтесервисных услуг в области гидроразрыва пласта, был проведен патентный поиск по российским источникам, применяемых технологий ГРП с глубиной поиска 41 год, начиная с 1981 года и заканчивая 2022 годом, используя статьи, патенты. Технологии ГРП развиваются достаточно стремительно, необходимо оценить потенциал предлагаемых научными и производственными коллективами решений. Особо выделить патенты, которые поддерживаются в силе, вероятно, имеют производственный потенциал и реализуются.

Проведя обзор публикаций выявлены основные журналы, в которых напечатаны статьи и тезисы по технологиям, применяемым при проведении ГРП [1, 2, 5, 6, 7, 10]. На рис. 1 приведена диаграмма по лидерам-журналам, в которых представлены публикации по применяемым технологиям ГРП.

Можно сделать вывод, что лидерами при публикации статей, связанных с технологиями ГРП являются: Вестник науки – 32%; Экспозиция «Нефть, Газ» – 30%; Известия высших учебных заведений. Нефть и Газ – 22%; Территория Нефтегаз – 16%.

Патентный поиск позволил выявить основных патентообладателей по технологиям, применяемым при проведении ГРП в РФ. Рассмотрим их более подробно, без учета частных лиц. На рисунке 2 пред-

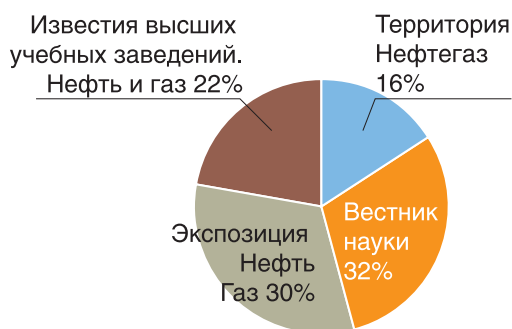


РИС. 1.

Диаграмма по лидерам-журналам по числу публикаций в области технологий ГРП

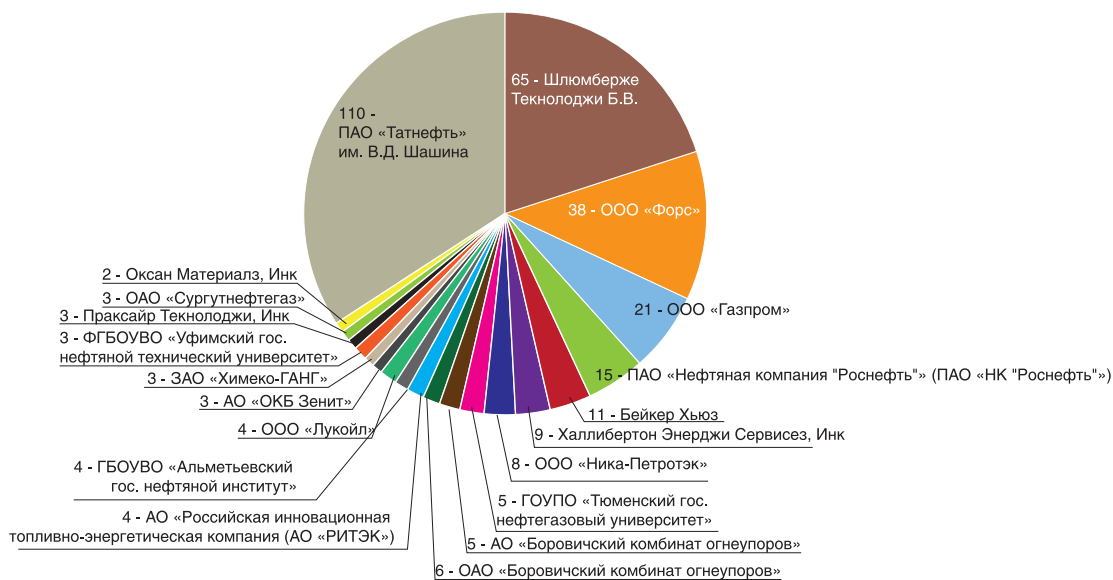


Рис. 2.

Компании-патентообладатели с количеством более трех патентов

ставлены компании-патентообладатели, применяющие технологии при проведении ГРП, из которого можно сделать вывод, что основными компаниями-патентообладателями технологий при проведении ГРП в РФ являются: ПАО «Татнефть» – 110 патентов, Шлюмберже Текнолоджи – 65 патентов, ООО «Форс» – 38 патентов. Лидером является ПАО «Татнефть» с количеством патентов 110, что говорит о значимом инновационном потенциале компании [8].

Также, исходя из патентного анализа по применяемым технологиям при проведении ГРП, наиболее перспективными, по нашему мнению, являются следующие:

- способ многократного гидравлического разрыва пласта в горизонтальном стволе скважины, патентообладатель ПАО «Татнефть», Патент РФ 2708747, дата публикации 26.03.2019 г.;

- способ разработки нефтяной залежи горизонтальными скважинами с проведением многостадийного гидроразрыва пласта, патентообладатель ПАО «Татнефть», Патент РФ 2672292; дата публикации 10.01.2018 г.

Согласно проведенного патентного анализа было выявлено, что из 516 патентов:

- действующих – 251 патент;
- могут прекратить свое действие – 24 патента;
- не действуют – 178 патентов;
- прекратили свое действие – 63.

Таким образом, согласно прогнозам мирового рынка гидроразрыва пласта ожидается среднегодовой темп роста более 8,55% в течение следующих 5 лет (2022–2027). Проведенный обзор открытых источни-

ков выявил лидеров при публикации статей, связанных с технологиями ГРП: Вестник науки; Экспозиция «Нефть, Газ»; Известия высших учебных заведений; Нефть и Газ; Территория Нефтегаз. Патентный поиск позволил определить основные компании-патентообладатели технологий при проведении ГРП и оценить потенциал предлагаемых научными и производственными коллективами решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бархатов Э.А., Яркиева Н.Р.** Эффективность применения многозонного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. №10. С. 50–58.
2. **Буренина И.В., Авдеева Л.А., Соловьева И.А., Халикова М.А., Герасимова М.В.** Совершенствование методического подхода к планированию мероприятий по гидроразрыву пласта на нефтяных месторождениях // Записки Горного института. 2019. Т. 237. С. 344–353.
3. **Каневская Р.Д.** Зарубежный и отечественный опыт применения гидроразрыва пласта. М.: ВНИИОЭНГ. 1998. С. 3.
4. **Кудряшов С.И., Бачин С.И., Афанасьев И.С., Латыпов А.Р. и др.** Гидроразрыв пласта как способ разработки низкопроницаемых коллекторов на месторождениях НК «Роснефть» // Вестник ЦКР Роснедра. 2006. № 2. С. 72–84.
5. **Медведев К.С.** Обзор современных методов проведения многозонного гидроразрыва пласта на нефтяных месторождениях Сибири // Вестник науки и образования. 2019. Ч. 2. С. 14–19.

6. ЦИВЕЛЕВ К.В., СМИРНОВ К.В., МИХАЙЛОВ Д.Н. Анализ применимости повторного многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах // Вести газовой науки. 2018. №1. С. 21–25.
7. ЮРОВА М.П. Роль горизонтальных скважин при разработке низкопроницаемых, неоднородных коллекторов // Георесурсы. 2017. Т. 19. №3. Ч. 1. С. 209–215.
8. HUBBERT M.K., WILLIS D.G. Mechanics of hydraulic fracturing. Trans. AIME, 1957. Vol. 210. P. 153–168.
9. <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/hydraulic-fracturing-market-industry>.
10. <https://cyberleninka.ru/search>.
11. <https://www.fips.ru>.

REFERENCES

1. BARKHATOV E.A., YARKEEVA N.R. Efficiency of using multi-zone hydraulic fracturing in horizontal wells. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov*. 2017;328;10:50–58.
2. BURENINA I.V., AVDEEVA L.A., SOLOVYOVA I.A., KHALIKOVA M.A., GERASIMOVA M.V. Improving the methodological approach to planning hydraulic fracturing activities in oil fields. *Zapiski Gornogo instituta*. 2019;237:344–353.
3. KANEVSKAYA R.D. Foreign and domestic experience in the use of hydraulic fracturing. Moscow: VNIIOENG. 1998:3.
4. KUDRYASHOV S.I., BACHIN S.I., AFANASYEV I.S., LATYPOV A.R. ET AL. Hydraulic fracturing as a method for developing low-permeability reservoirs at the fields of NK Rosneft. *Vestnik TSKR Rosnedra*. 2006;2:72–84.
5. MEDVEDEV K.S. Review of modern methods of multi-zone hydraulic fracturing in Siberian oil fields. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2019;2:14–19.
6. TSIVELEV K.V., SMIRNOV K.V., MIKHAILOV D.N. Analysis of the applicability of repeated multi-stage hydraulic fracturing in horizontal wells. *Vesti gazovoy nauki*. 2018;1:21–25.
7. YUROVA M.P. The role of horizontal wells in the development of low-permeability, heterogeneous reservoirs. *Georesursy*. 2017;19;3;(1):209–215.
8. HUBBERT M.K., WILLIS D.G. Mechanics of hydraulic fracturing. *Trans. AIME*, 1957;210:153–168.
9. <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/hydraulic-fracturing-market-industry>.
10. <https://cyberleninka.ru/search>.
11. <https://www.fips.ru>.

Хузина Лилия Булатовна,
д.т.н., профессор ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт»

☎ 423452, Респ. Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2,
423452, Rep. Tatarstan, Almetyevsk, st. Lenina, 2
тел.: +7(917) 428-47-97, e-mail: lbhuzina@agni-rt.ru

Любимова Светлана Владимировна,
к.т.н., доцент ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт»

☎ 423452, Респ. Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2,
423452, Rep. Tatarstan, Almetyevsk, st. Lenina, 2
тел.: +7(987) 216-46-22, e-mail: lsv@agni-rt.ru

Фаттахов Ирик Галиханович,
д.т.н., профессор, директор по науке в области повышения продуктивности скважин и синтеза химических реагентов для нефтедобычи Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (ТатНИПИнефть) ПАО "Татнефть" им. В.Д. Шашина

☎ 423452, Респ. Татарстан, г. Альметьевск, ул. Советская, д. 210,
423452, Rep. Tatarstan, Almetyevsk, Sovetskaya st., 210
тел.: +7 (917) 283-03-19, e-mail: fattakhovig@tatneft.ru