



ТВЕРЖДАЮ

Доктор по науке

Пермского национального исследовательского

политехнического университета,

геоматематических наук, доцент

Филиппов Алексей Игоревич

*Фил* 2022 г.

## ВЫВОД

**федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**Министерства науки и высшего образования Российской Федерации**

Диссертация на тему «Исследование и анализ процесса трещинообразования при гидравлическом разрыве карбонатных коллекторов» выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Нефтегазовые технологии».

В период подготовки диссертации соискатель *Филиппов Евгений Владимирович* работал в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», в должности начальника Управления разработки нефтяных и газовых месторождений.

В 2005 г. окончил Пермский государственный технический университет по специальности «Геология нефти и газа» с присуждением квалификации «Горный инженер».

В период с 2018 по 2022 гг. обучался в аспирантуре очной формы обучения в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению 21.06.01 - Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Пономарева Инна Николаевна, работает профессором кафедры «Нефтегазовые технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора заключается в постановке проблемы, формулировке цели и задач исследования, выборе объекта, предмета, методов и методологии исследования, разработке структуры диссертации, сборе, систематизации, обработке и анализе всех использованных промысловых данных,

разработке и апробации предложенных методик, обосновании защищаемых положений, оценке практической значимости полученных результатов, подготовке публикаций по материалам диссертационного исследования.

2. Научная новизна диссертационного исследования заключается в исследовании и совершенствовании теории и практики проведения гидравлического разрыва сложнопостроенных карбонатных коллекторов с целью интенсификации добычи нефти, нашедшее свое отражение в следующем:

- обоснованы диапазоны значений дебитов скважин, в пределах которых фильтрация происходит по индивидуальным особенностям. Выделен перечень геолого-технологических факторов, определяющих приток флюида для каждого из выделенных диапазонов дебитов;
- впервые доказано, что при гидравлическом разрыве карбонатных коллекторов нефтяных месторождений Пермского края образуются трещины различной (простой и сложной) геометрии, оказывающие влияние на значения показателей технологической эффективности мероприятий. Максимальная дополнительная добыча нефти имеет место при образовании в пласте сети трещин сложной геометрии;
- впервые для рассматриваемых объектов определено пространственное размещение зон развития трещин, образовавшихся в ходе выполненных операций по гидравлическому разрыву пласта. Доказано, что трещины, образовавшиеся в результате гидравлического разрыва, формируются в направлении максимальных для участка залежи пластовых давлений;
- обоснована зависимость между строением (геометрией) образующихся в ходе гидроразрыва трещин и технологическими показателями проведения операции ГРП;
- научно обоснован перечень факторов, формирующих дополнительную добычу нефти при образовании в процессе ГРП трещин различной геометрии.

3. Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций обеспечивается корректным теоретическим обоснованием приведенных утверждений и положений. Адекватность проведенных исследований подтверждается соответствием полученных выводов фактическим (промысловым) результатам, а также материалам, представленным в работах других исследователей.

4. Практическая значимость исследований заключается в следующем:

- разработанные многомерные модели определения дебитов позволяют обоснованно выбирать эффективные инструменты для управления производительностью скважин в индивидуальных геолого-технологических условиях;
- установлена зависимость между пространственным размещением трещин гидроразрыва и энергетическим состоянием залежи в пределах элементов

системы разработки, что позволяет эффективно планировать проведение гидравлического разрыва пласта, обоснованно выбирать скважины в качестве потенциальных объектов воздействия, снижать риски неполучения технологического и экономического эффекта;

- установлено, что динамика давления на выкиде насосного агрегата в процессе проведения гидроразрыва позволяет оценивать геометрию образовавшейся трещины.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается наличием акта внедрения его результатов при проектировании операций по ГРП в филиале ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:

По теме диссертационного исследования соискателем опубликовано пять научных работ, в том числе четыре работы – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и/или Web of Science, в соавторстве получен один патент.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Dmitriy A. Martyushev, Inna N. Ponomareva, **Evgenii V. Filippov**. Studying the direction of hydraulic fracture in carbonate reservoirs: Using machine learning to determine reservoir pressure // Petroleum Research. – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2022.06.003> (Scopus).

*В статье приводятся результаты комплексного анализа, выполненного соискателем, по оценке влияния пластового давления, воспроизводимого с применением методов искусственного интеллекта, на пространственную ориентацию трещин гидравлического разрыва турнейско-фаменских коллекторов Гагаринского месторождения (вклад автора 70 %).*

2. Д. А. Мартюшев, И. Н. Пономарева, **Е. В. Филиппов**, Л. Ювэй. Образование трещин гидравлического разрыва пласта в карбонатных сложнопостроенных коллекторах с естественной трещиноватостью / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 1. – С. 85-94. (Перечень ВАК, Web of Science, Scopus).

*В статье автором приводятся результаты исследований по геометрии трещин гидроразрыва в карбонатных коллекторах с естественной трещиноватостью (вклад автора 60 %).*

3. **Филиппов Е. В.** Исследование закономерностей трещинообразования в сложнопостроенных карбонатных коллекторах по данным гидродинамических исследований скважин / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2021. – № 10 (358). – С. 47-52. (Перечень ВАК).

*В статье, на основе специально выполненной интерпретации материалов гидродинамических исследований скважин, автором представлены установленные закономерности притока жидкости к скважинам, эксплуатирующим сложнопостроенные карбонатные коллектора, а также особенности образования*

*трещин при их гидравлическом разрыве (вклад автора 100 %).*

4. В. И. Галкин, И. Н. Пономарева, С. С. Черепанов, **Е. В. Филиппов**, Д. А. Мартюшев. Новый подход к оценке результатов гидравлического разрыва пласта (на примере бобриковской залежи Шершневого месторождения) / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 4. – С. 107-114. (Перечень ВАК, Web of Science, Scopus).

*В статье приводится разработанная соискателем методика, позволяющая определять направление трещин гидравлического разрыва пласта, основанная на математической обработке материалов промысловых исследований (вклад автора 60 %).*

5. Ю. А. Кашников, С. Г. Ашихмин, С. С. Черепанов, Т. Р. Балдина, **Е. В. Филиппов**. Опыт создания ориентированной трещины гидроразрыва пласта на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» / Нефтяное хозяйство. – 2014. – №6. – С. 40- 43. (Перечень ВАК, Scopus).

*В статье приводятся результаты практического внедрения разработанной коллективом авторов технологии создания ориентированной трещины гидравлического разрыва пласта (вклад автора 50 %).*

6. Пат. Рос. Федерации. Способ прогнозирования пространственной ориентации трещин гидравлического разрыва пласта: пат. 2771648 RU / И. Н. Пономарева, Д. А. Мартюшев, **Е. В. Филиппов**; заявитель и патентообладатель: ФГАОУ ВО ПНИПУ. – № 2021118157; заявл. 21.06.2021, опубл. 11.05.2022.

*Соискателем представлен разработанный способ, практическая реализация которого позволяет прогнозировать направление трещины на этапе проектирования мероприятия по гидравлическому разрыву карбонатного коллектора (вклад автора 70 %).*

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертационная работа Филиппова Евгения Владимировича посвящена исследованию пластовых систем и управлению притоком пластовых флюидов, что соответствует формуле паспорта специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, а именно:

п. 1. Изучение промыслово-геологического (горно-геологического) строения месторождений углеводородного сырья и водорода, закономерностей распределение вещественного состава пород-коллекторов и пластовых флюидов в залежах месторождений и подземных хранилищах жидких и газообразных углеводородов и водорода; свойств насыщающих их флюидов с целью развития научных основ геолого-информационного обеспечения разных стадий промышленной эксплуатации месторождений и подземных хранилищ жидких и газообразных углеводородов и водорода;

п. 2. Геолого-физические, геомеханические, физико-химические, теплообменные и биохимические процессы, протекающие в естественных и искусственных пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр и подземном хранении жидких и газообразных углеводородов и водорода известными и создаваемыми вновь технологиями и техническими средствами для развития научных основ создания эффективных систем разработки и эксплуатации месторождений и подземных хранилищ жидких и газообразных углеводородов и водорода

п. 3. Научные основы технологии воздействия на межскважинное и околоскважинное пространство и управление притоком пластовых флюидов к скважинам различных конструкций с целью повышения степени извлечения из недр и интенсификации добычи жидких и газообразных углеводородов.

7. Диссертация «Исследование и анализ процесса трещинообразования при гидравлическом разрыве карбонатных коллекторов» *соответствует требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней*, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.: автор, Филиппов Е. В., корректно ссылается в тексте диссертации на авторов и(или) источники заимствования материалов, в том числе при использовании результатов научных работ, опубликованных им лично или в соавторстве.

Диссертация на тему «Исследование и анализ процесса трещинообразования при гидравлическом разрыве карбонатных коллекторов» Филиппова Евгения Владимировича *рекомендуется* к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Заключение принято на заседании «Нефтегазовые технологии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (протокол № 2 от 08 сентября 2022 г.). Присутствовало на заседании 14 чел. Результаты голосования: «за» - 14 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0.

И.о. заведующего кафедрой  
«Нефтегазовые технологии»,  
доктор технических наук,  
доцент

Ученый секретарь кафедры  
«Нефтегазовые технологии»,  
кандидат технических наук,  
доцент



Чернышов С.Е.

Мелехин А.А.