УДК 338.45:622.276

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

–––––––

IMPROVING THE EFFICIENCY OF GAS CONDENSATE FIELD DEVELOPMENT THROUGH THE USE OF INNOVATIONS

Гасумов Рамиз Алиджавад-оглы
доктор технических наук, профессор,
академик РАЕН, Заслуженный деятель науки РФ,
Северо-Кавказский федеральный университет
Priemnaya@scnipigaz.ru

Гасумов Эльдар Рамизович
кандидат экономических наук, доцент
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
R.Gasumov@yandex.ru

Аннотация. Месторождение углеводородов (УВ) рассчитано на длительный, протяженностью несколько десятков лет, срок эксплуатации. За столь длительное время эксплуатации месторождения происходят существенные изменения в геолого-промысловых параметрах самого месторождения и геолого-технических характеристиках каждой скважины. Статья посвящена применению в рамках геолого-технических мероприятий (ГТМ) инновационных подходов для обеспечения проектного уровня добычи УВ, направленных на повышение эффективности разработки месторождений и производительности скважин при их эксплуатации.

Рассмотрены принципы формирования системы управления ГТМ при разработкеместорождениийУВ, основныекритерии надежности фонда скважин, а также механизм и этапы реализации инноваций при проведении ГТМ и реконструкции объектов добычи УВ.

Изложены основные принципы формирования программы освоения инноваций, направленных на разработку месторождений и реконструкцию объектов добычи УВ.

Рассмотрены возможные мероприятия для поддержания скважинного фонда в работоспособном состоянии и повышения эффективности работы объектов добычи УВ.

Ключевые слова: углеводород, объект добычи, газовые месторождения, скважина, геолого-технические мероприятия, реконструкция, инновации, система управления, программа.

Gasumov Ramiz Alijawad-oglu
Doctor of Technical Sciences, Professor,
North Caucasus Federal University
Priemnaya@scnipigaz.ru

Gasumov Eldar Ramizovich
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor,
Azerbaijan State University
of Oil and Industry
R.Gasumov@yandex.ru

Annotation. The hydrocarbon (HC) field is designed for a long, several decades long, exploitation period. For such a long period of field operation significant changes occur in the field geological parameters of the field itself and the geological and technical characteristics of each well. The article is devoted to the application within the framework of geological and technical measures (GTM) innovative approaches to ensure the design level of hydrocarbon production aimed at improving the efficiency of field development and well productivity during operation.

Consideration is givento the principles of the formation of geological and technical measures control system for the development of hydrocarbon fields;main criteria of well stock reliability, as well as the mechanism and stages of innovation for geological and technical measures and reconstruction of hydrocarbon production objects.

The basic principles of the formation of the innovation development program aimed at the development of fields and the reconstruction of hydrocarbon production objects are outlined.

Possible measures for maintaining the workable well stock condition and improving the efficiency of hydrocarbon production objects are considered.

Keywords: hydrocarbon, production object, gas fields, well, geological and technical measures, reconstruction, innovations, control system, program.

Одним из основных направлений стратегии развития газовой промышленностиявляется повышение степени извлечения газа и газового конденсата из недр, а также поддержание и восстановление эксплуатационного фонда скважин для обеспечения добычи углеводородов (УВ) на проектном уровне.

Для обеспечения добычи газа на проектном уровне важным факторомявляется надежность эксплуатационного фонда скважин.

Многие газовые месторождения находятся на завершающей стадии разработки, которая характеризуется истощением продуктивных пластов, падением пластовых давлений и обводнением скважин. Это приводит к возникновению различных осложнений: разрушениепризбойной зоны пласта (ПЗП), обводнение пласта, образование глинисто-песчаных пробок (ГПП), самозадавливание скважин и т.д., приводящих к снижению уровня добычи газа [1–3].

Проект разработки месторождений должен быть направлен на обеспечение надежности эксплуатируемого объекта и повышение эффективности освоения месторождений углеводородов.

Повышение качества разработки месторождений и эксплуатации скважин требует применения инновационных подходов для обеспечения проектного уровня добычи газа, в.т. в рамках геолого-технических мероприятий (ГТМ). Каждое месторождение рассчитано на длительный, протяженностью несколько десятков лет, срок эксплуатации. За столь длительное время эксплуатации месторождения происходят существенные изменения в геолого-промысловых параметрах самого месторождения и геолого-технических характеристиках каждой скважины.

Надежность фонда скважинхарактеризуется таким его состоянием, когда обеспечивается эффективная эксплуатация месторождения в соответствии с проектными показателями разработкии уровнем экономической эффективности, а также обеспечивается выполнение действующих норм и требований, предъявляемых к техническому состоянию, экологической и промышленной безопасности скважин.

В условиях стареющих основных фондов, падающей добычи, длительно эксплуатируемых месторождений основой обеспечения надежности фонда скважин на действующих месторождениях являются геолого-технические мероприятия, которые представляют собой неотъемлемую часть системы управления разработкой месторождений.

ГТМ является комплекс мер геологического, технологического, технического и экономического характера, направленный на реализацию проектных решений с целью обеспечения максимальной (оптимальной) добычи углеводородов и получения дополнительной прибыли недропользователем [1, 4].

Основными целями проведения ГТМ являются:

– реализация проектных решений и корректив по разработке месторождений;

– обеспечение соответствия качества функционирования и количественных характеристик фонда скважин требованиям проекта разработки месторождений;

– рациональное и более полное извлечение углеводородного сырья на разрабатываемых месторождениях.

При этом решаются следующие задачи:

– предупреждение аварийного выхода из строя скважин и скважинного оборудования, снижение количества аварий и отказов;

– своевременное восстановление неисправных и неработоспособных скважин, внутрискважинного и устьевого оборудования;

– поддержание и повышение уровня добычи из отремонтированных скважин за счет грамотного выбора объектов, совершенствования технологий и повышения результативности работ.

ГТМ охватывают целый комплекс взаимосвязанных (вспомогательных и основных) организационных и технических процессов, реализуемых до и после проведения работ на скважинах [1, 3].

В комплекс ГТМ на фонде скважин входят следующие виды работ:

– текущий ремонт скважин (включая подземный ремонт);
– капитальный ремонт скважин;
– реконструкция и техническое перевооружение скважин;
– интенсификация притока флюидов;
– консервация и расконсервация скважин;
– ликвидация скважин;
– выполнение комплексных мер по подготовке фонда скважин к эксплуатации в осенне-зимний период.

При этом для того, чтобы обеспечить наибольшую эффективность работ в основе их проведения должны лежать результаты оперативной диагностики скважин, технического диагностирования и мониторинга результатов проведенных работ.

При создании Системы управления ГТМ необходимо помнить, что главная цель данной системы – это повышение эффективности производства и качества работ на основе постоянного совершенствования. Система преследует такие цели как: улучшение использования основных фондов; повышение технического и технологического уровня и качества работ; обеспечение запланированного технического уровня и качества; рациональное использование ресурсов.

В состав Системы управления ГТМ при разработке месторождений УВ входят несколько подсистем, реализующих общие функции управления: планирование, организация, контроль и учет (рис. 1).

Основными, должны являться подсистемы управления: производством; экономикой; ресурсами; рисками и инновациями [5–7].

Выбор объекта для проведения ГТМ является многокритериальной задачей. Факторы, влияющие на этот выбор, учитывают технико-технологические условия эксплуатации скважины, экономические последствия проведения ремонтных работ, требования проекта разработки и безопасности эксплуатации месторождения и ведения ремонтных работ, а также факторы, связанные с возникновением чрезвычайных ситуаций, не поддающихся объективному контролю. Уровень технического состояния и прогноз безопасности эксплуатации скважины в большой степени определяется работами по

ремонту, которые, в свою очередь, основаны на анализе результатов диагностики. Важным на перспективу будет задача их оптимизации, что позволит повысить экономичность технического обслуживания, не снижая уровень безопасности эксплуатации.

Рисунок 1 – Система управления ГТМ при разработке месторождений УВ

Повышения производительности скважин, которые характеризуются различным уровнем затрат, различным технологическим эффектом в виде дополнительного прироста добычи газа и газового конденсата, требуется индивидуальный подход к оценке экономической эффективности использования того или иного метода с учетом геологических, технологических и экономических факторов. Реализация инновационных подходов в проектах всегда сопровождается определенными рисками, это обусловлено особенностями скважин как сложного инженерного сооружения. В связи чем, при планировании фактор риска должен быть учтен и спрогнозирован [4, 8–10].

В качестве основных критериев надежности фонда скважинможно выделить следующие:

– обеспечивается эффективная эксплуатация месторождения в соответствии с проектными показателями разработки и уровнем экономической эффективности;

– обеспечивается выполнение действующих норм и требований, предъявляемых к функциональному назначению, техническому состоянию, экологической и промышленной безопасности скважин.

Важным вопросом, определяющим требования к ГТМ, является надежность функционирования скважин и скважинного оборудования.

Во многом эффективность ГТМ зависит от ее инновационных составляющих. Освоение инноваций при проектировании не является самоцелью, а должно быть технологически обосновано и экономически выгодно. Без инновационных подходов получения максимального эффекта от реализации ГТМ при разработке месторождений практически невозможно. Это связанос тем, что мероприятия само по себе, это есть новые методы для решения возникающих проблем при разработке месторождений.

Вклад инновационного фактора при разработке месторождений измеряется показателями инновационных составляющих, отражающих долю инновационной добычи и инновационной прибыли в их общем объеме по газодобывающему предприятию в целом. При этом основным показателем эффективности применения инноваций при реализации проекта разработки месторождений является достижение максимального результата (прироста рентабельных в данных экономических условиях запасов и добычи углеводородного сырья) при сохранении необходимого соотношения между приростом и отбором углеводородов с возможными ограничениями по основным видам ресурсов: финансовым, материальным, трудовым, энергетическим и т.д.

При освоении инноваций необходимо четко определить, какие технологические решения будут использованы на объектах добычи УВ и их взаимодействия с уже традиционно применяемыми технологиями и оборудованием. Этапы реализации инноваций приведены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Этапы реализации инноваций

Выбор объекта для проведения ГТМ является многокритериальной задачей. Факторы, влияющие на этот выбор, учитывают технико-технологические условия эксплуатации скважин, экономические последствия проведения ремонтных работ, требования проекта разработки и безопасности эксплуатации месторождений УВ и ведения ремонтных работ,а также факторы, связанные с возникновением чрезвычайных ситуаций, не поддающихся объективному контролю. Уровень технического состояния и прогноз безопасности эксплуатации скважин в большей степени определяется работами по ремонту которые, в свою очередь, основаны на анализе результатов диагностики. Важным на перспективу будет задача их оптимизации, что позволит повысить экономичность технического обслуживания, не снижая уровень безопасности эксплуатации.

Повышение производительности скважин, которое характеризуется различным уровнем затрат, различным технологическим эффектом в виде дополнительного прироста добычи газа и газового конденсата, требует индивидуальный подход к оценке экономической эффективности использованию того или иного метода с учетом геологических, технологических и экономических факторов. Реализация инновационных подходов в проектах всегда сопровождается определенными рисками, это обусловлено особенностями скважин как сложного инженерного сооружения. В связи чем, при планировании ГТМ фактор риска должен быть учтен и спрогнозирован.

Расчет риска осуществляется, как правило, на стадии проектирования с использованием методологии вероятностного анализа безопасности. Расчетные методы позволяют оценить риск применительно к конкретному технологическому процессу.

При формировании планов (программ) освоения инновацийвозможновключить следующие разделы (рис. 3):

Рисунок 3 – Формирование планов (программ) освоения инноваций

– опытно-экспериментальное внедрение (предложения по ранее выполненным НИР, не прошедшим опытную апробацию на практике, в т.ч. по которым разработаны методические рекомендации для опытно-промысловых испытаний, но отсутствуют нормативные документы в статусе СТО Газпром; такие работы могут быть включены в проектно-сметную документацию только после разрешения инвестора или по его заданию);

– внедрение новых технологий, техники, конструкций и материалов (предложения по внедрению новых технологий, техники, конструкций, материалов и других инновационных решений, разработанных на основе действующих нормативных и методических документов, утвержденных и одобренных ОАО «Газпром», но ранее не применявшихся на данных объектах).

С термином «инновация» тесно связаны такие понятия как результаты интеллектуальной деятельности, которым предоставляется правовая охрана (изобретения, полезные модели и т.д.).

Проекты в свою очередь можно условно подразделить на два вида (рис. 4):

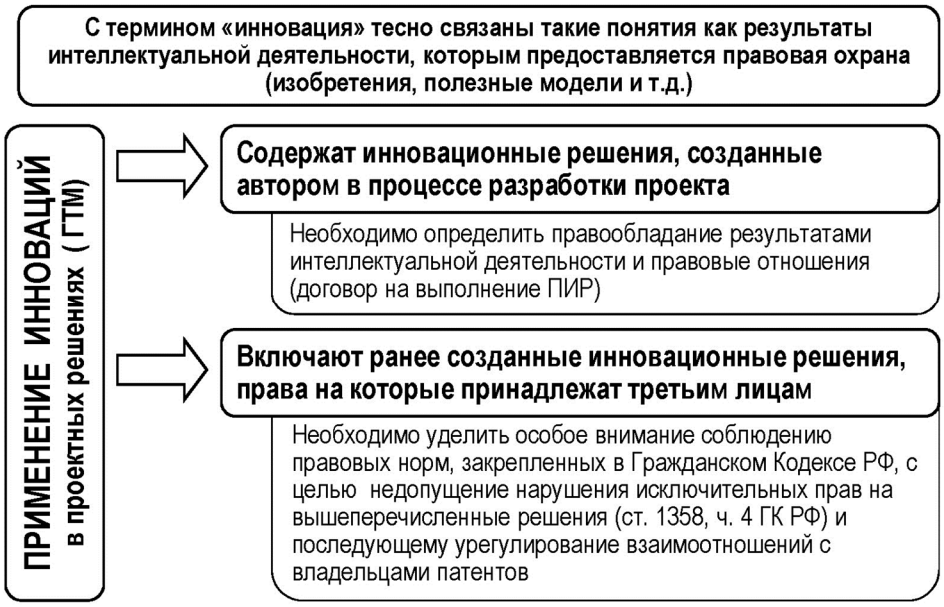

Рисунок 4 – Применение инноваций в проектных решениях (ГТМ)

– проекты, содержащие инновационные решения, созданные автором в процессе разработки проектов;

– проекты, включающие ранее созданные инновационные решения, права на которые принадлежат третьим лицам.

В этом случае необходимо уделить особое внимание соблюдению правовых норм, закрепленных в Гражданском Кодексе РФ, с целью недопущения нарушения исключительных прав на вышеперечисленные решения последующему урегулирование взаимоотношений с владельцами патентов.

Освоение инноваций должно осуществляться в соответствии с планом (программой), который содержит конкретные этапы:

– разработка в составе проектно-сметной документации;

– применение при выполнении работ по строительству, реконструкции и ремонту скважин;

– сравнительное наблюдение за объектом, проектирование и строительство которого осуществлено с применением инновационных решений, и смежными с ним объектами, выполненными по традиционным технологиям.

Освоение инновационных решений при реконструкции объектов добычи углеводородного сырья возможно в двух направлениях:

– опытно-экспериментальное внедрение (апробация инновационной продукции в производственных условиях);

– внедрение новых технологий, техники, конструкций и материалов (одобренных, но ранее не применявшихся на данных объектах).

Освоение инноваций должно осуществляться в соответствии с программой, включающей этапы ее реализации от разработки проектно-сметной документации до применения в производстве (рис. 5).

В обоих случаях применение инноваций направлено на повышение качества проектных решений, в частности повышение надежности, долговечности, безопасности объектов строительства, реконструкции, капитального ремонта, экономической эффективности и т.д. Последовательность реализации инновационно-технических решений, направленных на реконструкцию объектов добычи УВ, приведена на рисунке 6.

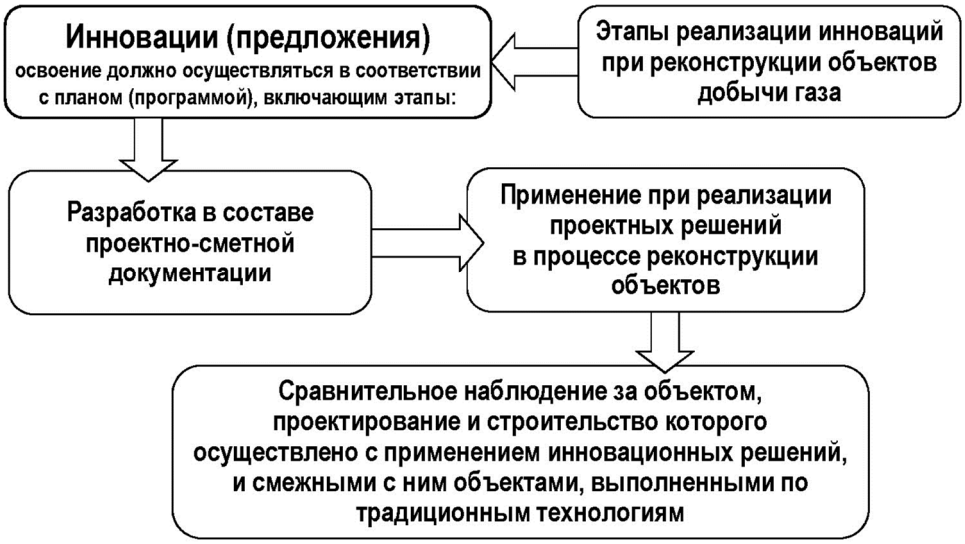

Рисунок 5 – Освоение инновационных решений при реконструкции объектов добычи УВ

Рисунок 6 – Инновационно-технические решения, направленные на реконструкциюобъектов добычи

Основные производственные мощности объектов добычи газа, спроектированные на научно-технической базе 80-х годов, введены в эксплуатацию более 20 лет назад. Для обеспечения регламентного технологического процесса добычи газа, в том числе соблюдения безопасности производства, необходима разработка и реализация комплексных мер по реконструкции промысловых объектов.

Актуальность реконструкции определяется необходимостью повышения эффективности эксплуатации объектов добычи УВ, с учетомследующих факторов:

– основные производственные мощности объектов добычи газа, спроектированные на научно-технической базе 80-х годов, введены в эксплуатацию более 20 лет назад;

– для обеспечения регламентного технологического процесса добычи газа, в том числе соблюдения безопасности производства, необходима разработка и реализация комплексных мер по реконструкции промысловых объектов;

– актуальность реконструкции определяется необходимостью повышения эффективности эксплуатации объектов добычи месторождений, эксплуатируемых более 20 лет и обеспечивающих более 50 % общей добычи газа;

– реконструкция обусловлена изменением технологических показателей разработки и износом основных фондов базовых месторождений, требующих перейти от локальной реконструкции по фактическому состоянию объектов к комплексной реконструкции добычных комплексов;

– инновационно-технические решения, позволяющие повысить коэффициент нефтегазоотдачи месторождений, находящихся на поздней стадии разработки и уменьшить самозадавливания скважин, должны стать основой программы реконструкции.

Реконструкция обусловлена изменением технологических показателей разработки и износом основных фондов базовых месторождений, требующих перейти от локальной реконструкции по фактическому состоянию объектов к комплексной реконструкции.

Инновационные технические решения, позволяющие повысить коэффициент газоотдачи месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, и уменьшить самозадавливания скважин, должны стать основой программы реконструкции [2, 11–13].

Среди основных проблем, осложняющих работу объектов добычи газа можно выделить следующие (рис. 7):

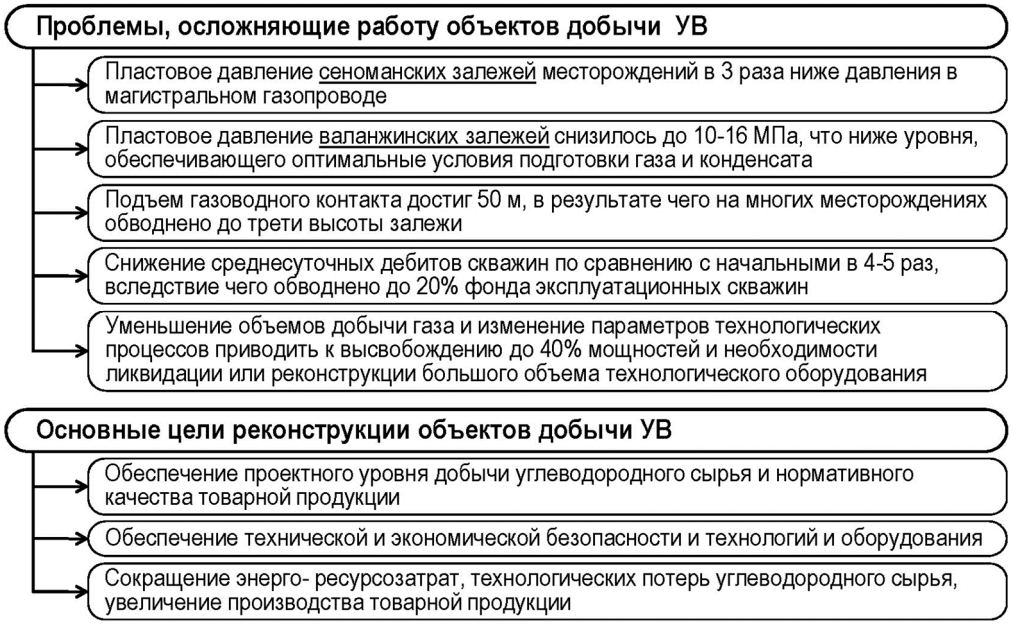

Рисунок 7 – Проблемы и цели реконструкции объектов добычи УВ

– пластовое давление сеноманских залежей месторождений в 3 раза ниже давления в магистральном газопроводе;

– пластовое давление валанжинских залежей снизилось до 10–16 МПа, что ниже уровня, обеспечивающего оптимальные условия подготовки газа и конденсата;

– подъем газоводного контакта достиг 50 м, в результате чего на многих месторождениях обводнено до трети высоты залежи;

– снижение среднесуточных дебитов скважин по сравнению с начальными в 4–5 раз, вследствие чего обводнено до 20 % фонда эксплуатационных скважин;

– уменьшение объемов добычи газа и изменение параметров технологических процессов приводит к высвобождению до 40 % мощностей и необходимости ликвидации или реконструкции большого объема технологического оборудования.

Таким образом реконструкция объектов добычи углеводородного сырья прежде всего нацелена на обеспечение проектного уровня добычи углеводородного сырья и нормативного качества товарной продукции; технической и экономической безопасности, технологий и оборудования; сокращение энергоресурсозатрат, технологических потерь углеводородного сырья, увеличение производства товарной продукции.

Одной из преобладающих статейв структуре основных средств газодобывающих компаний – в среднем 32 % основных производственных фондов составляют скважины. В настоящее время для поддержания скважинного фонда в работоспособном состоянии требуется:

– модернизация физически изношенного и морально устаревшего технологического оборудования и систем инженерного обеспечения;

– технологическое развитие ДКС, обеспечивающее непрерывное повышение степени сжатия и оптимальную загрузку ГПА;

– оптимальное использование добычных возможностей скважины;

– обеспечение автоматического оперативного контроля и управления режимами работы технологического оборудования в условиях падающей добычи газа месторождений УВ;

– эксплуатация ГСС (шлейфы, коллектора) в режимах, обеспечивающих равномерный вынос жидкости;

– обеспечение качества промысловой подготовки газа в условиях постоянного изменения технологических параметров.

При реконструкции объектов добычи газацелесообразно применение инновационных технологий:

– предотвращение самозадавливания скважин, обеспечивающие удаление жидкости из эксплуатируемых скважин при сохранении дебита и минимальных потерях давления – концентрические лифтовые колонны (КЛК), «плунжерный лифт», закачка газа в затрубье; распределенное компримирование; реконструкция ГСС;

– восстановление производительности скважин: зарезка боковых горизонтальных стволов; освоение газовых скважин; ликвидация водопритоков; укрепление и восстановления призабойной зоны пласта.

Комплексная программа реконструкции должна охватывать работы, выполняемые на протяжении всего жизненного цикла месторождений, включая (рис. 8):

Рисунок 8 – Комплексная программа реконструкции объектов добычи УВ

– проектирование разработки месторождений;

– проектирование обустройства месторождений;

– коррективы проекта разработки, в том числе локальные проекты реконструкции и проекты комплексной реконструкции;

– проектирование ликвидации месторождений.

Инновационные технические решения позволяют повысить коэффициент газоотдачи месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, уменьшить самозадавливание скважин, и должны стать основой программы реконструкции.

Литература:

1. Гасумов Э.Р. Инновационная деятельность в нефтегазодобыче // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2011. – № 11(34). – С. 87–90.

2. Гасумов Э.Р. Управление инновациями при выполнении геолого-технических мероприятий по фонду скважин // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2011. – № 7. – С. 26–30.

3. Гасумов Р.А., Минликаев В.З. Повышение и восстановление производительности газовых и газоконденсатных скважин,. – М. : ООО «Газпром экспо», 2010. – 478 с.

4. Экономико-математическое моделирование потенциала инновационного развития газовой отрасли посредством кластеризации / Р.А. Гасумов [и др.] // Газовая промышленность. – 2014. – № S (704). – С. 31–34.

5. Гасумов Э.Р., Толстых Н.Л. Управление инновациями при выполнении геолого-технических мероприятий по фонду скважин // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2011. – № 7. – С. 26–29.

6. Гасумов Э.Р. Реализация инновационных подходов при разработке газовых и газоконденсатных месторождений // Наука и ТЭК. – 2011. – № 6. – С. 85–88.

7. Гасумов Э.Р., Гасумов Р.Р. Комплексная технико-экономическая оценка эффективности внедрения инновационных решений при проведении геолого-технических мероприятий // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2014. – № 7. – С. 12–16.

8. Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р. Инновационные решения для обеспечения проектного уровня добычи газа // Нефтепромысловое дело. – 2016. – № 10. – С. 20–27.

9. Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р. Инновационные проекты для освоения месторождений УВ // Материалы XII Международной научно-практической нефтегазовой конференции (Кисловодск, 2015). – Ставрополь : ОАО «СевКавНИПИгаз», 2015. – С. 3–18.

10. Оптимизация затрат фонда инновационного развития газовой отрасли / Р.А. Гасумов [и др.] // Наука и техника в газовой промышленности. – 2013. – № 4 (56). – С. 11–15.

11. Гасумов Э.Р. Реализация инновационных подходов при разработке газовых и газоконденсатных месторождений // Наука и ТЭК. – 2011. – № 6. – С. 27–29.

12. Математические модели в управлении геолого-техническими мероприятиями в газодобывающей отрасли / Р.А. Гасумов [и др.]. – М. : ООО «Газпром экспо», 2012. – 128 с.

13. Торопцев Е.Л., Гасумов Э.Р., Таточенко Т.В. Внедрение инновационных решений при проектировании объектов нефтегазовой отрасли // Инновационная экономика и промышленная политика региона: труды международной научно-практической конференции.– СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – Т. 2. – С. 324–328.

References:

1. Gasumov E.R. Innovation activity for oil and gas production // Actual problems of the humanities and natural sciences. – 2011. – № 11 (34). – P. 87–90.

2. Gasumov E.R. Management of innovations in the implementation of geological and technical measures for the well stock // Problems of economics and management of the oil and gas complex. – 2011. – № 7. – P. 26–30.

3. Gasumov R.A., Minlikaev V.Z. Improving and restoring the productivity of gas and gas condensate wells. – M. : OOO Gazprom Expo, 2010. – 478 p.

4. Economic-mathematical modeling the potential of the innovative development of the gas industry through clustering / R.A. Gasumov [et al.] // Gas industry. – 2014. – № S (704). – P. 31–34.

5. Gasumov E.R., Tolstykh N.L. Innovation management in the implementation of geological and technical measures for the well stock // Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex. – 2011. – № 7. – P. 26–29.

6. Gasumov E.R. Implementation of innovative approaches in the development of gas and gas condensate fields // Science and Fuel and Energy Complex. – 2011. – № 6. – P. 85–88.

7. Gasumov E.R., Gasumov R.R. Comprehensive technical and economic assessment of the effectiveness of introducing innovative solutions when conducting geological and technical measures // Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex. – 2014. – № 7. – P. 12–16.

8. Gasumov R.A., Gasumov E.R. Innovative solutions to ensure the design level of gas production // Oilfield business. – 2016. – № 10. – P. 20–27.

9. Gasumov R.A., Gasumov E.R. Innovative projects for the development of hydrocarbon fields // Proceedings of the XII International Scientific and Practical Oil and Gas Conference (Kislovodsk, 2015). – Stavropol : JSCSevKavNIPIgaz, 2015. – C. 3–18.

10. Cost optimization fund for the development of the gas industry / R.A. Gasumov [et al.] // Science and technology in the gas industry. – 2013. – № 4 (56). – P. 11–15.

11. Gasumov E.R. Implementation of innovative approaches in the development of gas and gas condensate fields // Science and Fuel and Energy Complex. – 2011. – № 6. – P. 27–29.

12. Mathematical models in the management of geological and technical measures in the gas industry / R.A. Gasumov [et al.]. – M. : Gazprom Expo, 2012. – 128 p.

13. Toroptsev E.L., Gasumov E.R., Tatochenko T.V. The introduction of innovative solutions for the design of oil and gas industry // Innovative economy and industrial policy of the region (ECOPROM – 2011): proceedings of the international scientific-practical conference. – SPb. : Politekhn Publishing House. University, 2011. – V. 2. – P. 324–328.