

*Комиссарова Светлана Анатольевна, студент  
Самарский государственный технический университет,  
г. Самара, Россия*

## **ТЕРМАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ С ЗАКАЧКОЙ ВОЗДУХА**

**Аннотация:** Основное внимание уделяется изучению изменений внутренней структуры и физико-химических свойств породного скелета в условиях повышенной температуры. Результаты данного исследования могут иметь практическое применение в оптимизации процессов добычи нефти и увеличении эффективности закачки воздуха в пласт.

**Ключевые слова:** термические преобразования, добыча нефти, закачка воздуха, скелет пород, физико-химические свойства.

**Abstract:** The main attention is paid to the study of changes in the internal structure and physico-chemical properties of the rock skeleton under elevated temperature conditions. The results of this study may have practical application in optimizing oil production processes and increasing the efficiency of air injection into the reservoir.

**Keywords:** thermal transformations, oil production, air injection, rock skeleton, physico-chemical properties.

Термическая добыча нефти с закачкой в пласт воздуха — это процесс, при котором нагретый воздух впрыскивается в нефтяной пласт. Температура внутри пласта повышается, что приводит к снижению вязкости нефти и увеличению ее подвижности. Это облегчает ее перемещение к скважинам и последующей добыче. Однако в процессе термической добычи происходят различные

физические и химические изменения в породе, которые могут повлиять на производительность пласта и эффективность добычи.

Высокие температуры, вызванные внедрением нагретого воздуха, могут привести к разрушению молекулярных связей в породе. Это может привести к изменению структуры породы и образованию новых пор, что может повлиять на ее проницаемость и способность к обратному закачиванию нефти.

Под воздействием высоких температур вода в породе может испаряться и создавать дополнительное давление внутри пласта. Это давление может способствовать выталкиванию нефти к скважине и увеличению производительности.

Высокие температуры могут также вызвать термическую деградацию органических веществ в породе, что может привести к образованию битумов и других тяжелых углеводородов. Это может оказать влияние на качество добываемой нефти.

Воздействие высоких температур также может изменить физические свойства породы, такие как ее проницаемость и пористость. Эти изменения могут как положительно, так и отрицательно сказаться на производительности скважин.

Термическая добыча нефти с закачкой в пласт воздуха — это важный метод добычи, который позволяет эффективно извлекать нефть из тяжелых песков и высоковязких нефтей. Однако при этом происходят различные термические преобразования скелета пород, которые могут повлиять на их свойства и производительность. Поэтому для успешной реализации этого метода необходимо проводить тщательное исследование геологических и физических характеристик пласта, а также контролировать процессы, происходящие внутри пласта во время термической добычи. Термальное воздействие на геологическое образование:

1. Понижение вязкости нефти: Одним из ключевых эффектов термального воздействия является снижение вязкости нефти в околоскважинной зоне. Это облегчает ее движение и увеличивает эффективность добычи.

2. Разрушение геологических структур: Воздействие высоких температур может вызвать разрушение околоскважинных геологических структур, включая породы и пласты. Это может привести к образованию трещин и изменению гидрогеологических условий.

3. Изменения в составе нефти: Высокие температуры могут вызвать химические изменения в составе нефти, включая крекинг и дегидрогенизацию.

4. Повышение продуктивности скважин: Термальное воздействие может увеличить производительность нефтяных скважин, поскольку это позволяет эффективнее извлекать нефть из пласта. Это важное преимущество, особенно в случае старых и менее продуктивных скважин.

5. Рост энергопотребления: Для подогрева впрыскиваемого воздуха необходимо значительное количество энергии, что может повысить общее энергопотребление процесса добычи нефти. Это важно учитывать при оценке экологических и экономических аспектов данного метода.

6. Воздействие на окружающую среду: Термальное воздействие на геологическое образование может повлиять на окружающую природную среду. Высокие температуры и химические изменения могут привести к загрязнению грунтовых вод и изменению экосистем.

Согласно многим экспертам, в ближайшие 2-3 десятилетия производство и потребление энергии в мировом масштабе будут продолжать расти. Несмотря на увеличение доли возобновляемых источников энергии, их вклад в общее производство энергии оценивается всего лишь в 30%. В этой связи, невозобновляемые углеводородные источники энергии, такие как нефть, газ и уголь, будут продолжать играть ключевую роль в энергетическом снабжении человечества, составляя около 60% от общего производства первичной энергии. На территории России, которая занимает 12,8% площади Земли, сосредоточено около 12-13% прогнозных ресурсов нефти и приблизительно 12% разведанных запасов нефти. Тем не менее, доказанные запасы нефти в России ограничены, и при сохранении текущих темпов добычи они исчерпаются менее чем за 25 лет. Это вызывает опасения многих специалистов, которые прогнозируют

значительное снижение объемов добычи нефти в России в ближайшем будущем. Кроме того, качество остаточных доказанных запасов также ухудшается, поскольку более половины разведанных запасов России относятся к трудноизвлекаемым запасам (ТИЗ). Благоприятные месторождения нефти в России характеризуются высокой степенью разработанности, превышающей 50%, и высокой обводненностью пластов, в среднем достигающей 70%.

Для поддержания нефтедобычи на уровне, необходимом для обеспечения текущих потребностей, требуются срочные меры. Один из перспективных стратегических подходов для поддержания нефтедобычи в России связан с использованием нетрадиционных коллекторов, таких как кремнисто-глинистые и карбонатно-кремнисто-глинистые породы с высоким содержанием битума, прежде всего в баженовской свите Западной Сибири, доманиковых отложениях Волго-Уральской провинции, и хадумском горизонте Предкавказья.

Учитывая, что ТГВ может быть особенно полезным для отложений типа баженовской свиты, кратко рассмотрим их состав. Отложения баженовской свиты характеризуются сложным минеральным составом, включая кремнезем, глину, карбонатные минералы, полевые шпаты, пирит и органическое вещество. Доля органической составляющей в этих породах составляет около 14%, из которых 3% приходится на жидкие углеводороды и 11% на твердый компонент или кероген.

Что касается характера теплового воздействия на скелет пород при термогазовом воздействии (ТГВ), то важно отметить, что температура пласта при этом процессе обычно не превышает 400°C. Однако в случае перехода в более высокотемпературную стадию, такую как высокотемпературное горение (ВГ), максимальная температура может достигать 600°C и более.

Длительность теплового воздействия при ТГВ зависит от многих факторов, и она может охватывать несколько месяцев. Температурное воздействие охватывает зону в несколько десятков метров и длится весьма продолжительное время. Наиболее важно, что такое длительное тепловое воздействие может привести к необратимым термическим преобразованиям

пород и их параметров.

Исследования по изучению термических превращений керогена, содержащегося в горючих сланцах, указывают на то, что при нагревании керогена происходит выделение углеводородов при температуре 200-300°C. Этот процесс может включать выделение воды, газа, смолы, термобитума и кокса. При ступенчатом нагреве образцов наблюдаются два пика выхода углеводородов из керогена.

Важно подчеркнуть, что пространственный, временной и температурный масштаб теплового воздействия при ТГВ требует анализа возможных необратимых изменений пород и их параметров после завершения процесса. Эти изменения могут включать в себя выделение углеводородов и изменения в структуре породы.

Различные минералы и компоненты пород реагируют на повышение температуры по-разному, и эти реакции могут существенно влиять на свойства пород.

1. Кероген: Термические превращения керогена могут привести к увеличению пористости пород, изменению проницаемости и другим физическим свойствам.

2. Гипс: Гипс при нагревании дегидратируется, и его свойства меняются в зависимости от температуры и давления водяных паров. Эти изменения могут влиять на структуру породы.

3. Слюда: Слюда, содержащая мало кристаллизационной воды, обычно термоустойчивы. Однако разные виды слюд могут реагировать на нагревание при разных температурах.

4. Полевые шпаты: Многие разновидности полевых шпатов имеют высокие температуры плавления и, вероятно, не подвергаются существенным изменениям при ТГВ.

5. Кремнезём: Кремнезём обычно остаётся стабильным при повышенных температурах [2].

Эти данные подчёркивают важность проведения экспериментальных

исследований, чтобы лучше понять, какие изменения происходят в породах баженовской свиты при различных режимах ТГВ, включая высокотемпературное горение. Эти исследования помогут оценить возможные последствия и влияние на физические свойства пород при добыче нефти и газа в данном регионе.

#### **Библиографический список:**

1. В.П.Якуцени, Ю.Э.Петрова, А.А.Суханов. Динамика доли относительного содержания трудноизвлекаемых запасов нефти в общем балансе // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2007(2). [www.ngtp.ru](http://www.ngtp.ru).

2. А.М.Брехунцов, И.И.Нестеров. Нефть битуминозно-глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых пород // Инновационные технологии оценки, моделирования и разработки залежей нефти баженовской свиты: Научнопрактическая конференция им. Н.Н. Лисовского.

3. Pivovarova N. Use of Wave Effect in Processing of the Hydrocarbonic Raw Material / Petroleum Chemistry, 2019. – V. 59. - № 6. – P. 559.

4. Пивоварова Н. А., Гражданцева А. С., Власова Г. В., Колосов В. М. Влияние магнитного поля на результаты атмосферной перегонки стабильного газового конденсата / Химия и технология топлив и масел, № 1, 2018, с. 3-7.