# Казанский Федеральный Университет

**Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов**

**Kazan Federal University**

# Department of oil & gas technology and carbon materials

# Экологичность волнового воздействия в нефтегазовой отрасли

Environmental friendliness of wave action in the oil and gas industry

Danila Romanvich Semenov1

Dinar ZinurovichValiev2

*магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов1*

*старший преподаватель2*

**Аннотация:** Экологическая безопасность в добыче, транспортировке и хранении нефти и газа приобретает все большее значение в современном мире. Волновое воздействие, в частности, методы акустического и ультразвукового воздействия, представляют собой перспективные направления для улучшения этой области. Акустические методы, применяемые при добыче, не только снижают вязкость нефти, но и повышают проницаемость пород, сокращая водосодержание в процессе добычи. Ультразвуковые технологии проявляют эффективность при очистке и транспортировке, минимизируя использование химических реагентов и снижая риск загрязнения окружающей среды. Они обеспечивают не только более эффективные процессы, но и уменьшают отрицательное воздействие на экосистемы. Важно отметить, что отрицательное воздействие на окружающую среду во многом обусловлено недостаточным контролем и ошибками, допускаемыми в процессе добычи нефти и газа. Улучшение контроля и внедрение инновационных методов могут существенно снизить экологический след этой отрасли.

**Abstract:** Environmental safety in the production, transportation and storage of oil and gas is becoming increasingly important in the modern world. Wave stimulation, in particular acoustic and ultrasonic stimulation methods, represent promising directions for improvement in this area. Acoustic methods used in production not only reduce oil viscosity, but also increase rock permeability, reducing water content during production. Ultrasonic technologies are effective in cleaning and transport, minimizing the use of chemicals and reducing the risk of environmental contamination. They not only provide more efficient processes, but also reduce negative impacts on ecosystems. It is important to note that the negative impact on the environment is largely due to insufficient control and errors made during the oil and gas production process. Improved controls and innovative practices can significantly reduce the industry's environmental footprint.

**Ключевые слова:** нефть, волновое воздействие, экологичность, ультразвуковое воздействие

**Keywords:** oil, wave impact, environmental friendliness, ultrasonic impact

# ВВЕДЕНИЕ (INTRODUCTION)

Отрицательное воздействие на окружающую среду в значительной степени обусловлено недостаточным контролем и ошибками, допускаемыми в процессе добычи нефти и газа. Нарушения в процессах бурения скважин, прокладке трубопроводов, сжигании мазута, а также чрезвычайные ситуации, такие как аварии на танкерах, частично приводят к разливу нефти в окружающую среду. Этот процесс порождает серьезные экологические последствия, влияя на морскую и сухопутную экосистемы.

Следует отметить, что значительная часть загрязнений атмосферы происходит из-за массового использования автотранспорта. Выбросы выхлопных газов от автомобилей в атмосферу формируются в результате сжигания бензина, изготовленного из нефти. Эти выбросы, содержащие углекислый газ, оксиды азота и другие вредные вещества, негативно влияют на качество воздуха и здоровье людей.

Однако, с развитием технологий, волновые методы, такие как акустическое и ультразвуковое воздействие, начинают играть важную роль в улучшении экологической устойчивости индустрии нефти и газа. Акустические технологии позволяют снизить вязкость нефти в скважинах, повысить проницаемость пород и сократить использование химических реагентов. Ультразвуковые методы эффективны при очистке нефти и газа, что снижает необходимость применения загрязняющих компонентов.

Систематическое внедрение этих инновационных технологий в добычу, транспортировку и хранение нефти и газа может существенно сократить негативное воздействие на окружающую среду. Они могут помочь уменьшить риск экологических аварий, а также минимизировать выбросы вредных веществ в атмосферу. Экологическая эффективность этих методов открывает перспективы для более устойчивой и экологически безопасной индустрии нефти и газа в будущем.

Необходимо стремиться к более широкому внедрению таких инновационных методов и технологий, чтобы обеспечить устойчивое сосуществование промышленности с окружающей средой.

# Методы волнового воздействия находят применения при обработке как призабойной зоны, так и объектов транспорта и хранения. Использование внутри продуктивного пласта и в призабойной зоне скважины сводится к формированию поля упругих колебаний путем возбуждения колебаний давления в потоке агента, нагнетаемого в пласт, для чего применяется излучатель колебаний, присоединяемый к насосно-компрессорной трубе (НКТ) на забое скважины. С помощью этого метода была впервые достигнута рентабельная скважинная добыча природного битума [1].

Применение ультразвука для обработки призабойной зоны скважины, несмотря на свою эффективность, не лишено потенциальных экологических рисков. Ультразвуковые волны, применяемые для улучшения процессов добычи нефти, имеют потенциал вызвать нарушения в гидрологических структурах, таких как подземные водоносные слои.

Это разрушение геологических формаций или слоев воды может привести к выделению нефти, химических компонентов или иных загрязнителей в природную среду, включая почву и водные ресурсы. Подобное загрязнение может оказать серьезное воздействие на экосистемы и здоровье человека.

Для снижения рисков необходимо внимательное изучение и контроль процессов применения ультразвука в скважинах. Важно разработать строгие нормы и меры безопасности, чтобы минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду во время использования этой технологии. Это включает в себя тщательное мониторинговое наблюдение за изменениями в подземных структурах и постоянное оценивание воздействия на природные ресурсы, чтобы предотвратить потенциальные экологические угрозы.

# МЕТОДЫ (METHODS)

Ультразвуковое воздействие применяется в нефтедобыче, транспортировке и хранении нефти для различных целей, включая очистку, мониторинг и обнаружение потенциальных проблем [2].

Ультразвуковые волны могут использоваться для удаления осадков и отложений, образующихся внутри нефтяных трубопроводов, скважин и другого оборудования. Это помогает поддерживать эффективность добычи и транспортировки нефти [3-5].

В морской добыче ультразвук используется для удаления морских организмов и водорослей с оборудования, чтобы предотвратить их нарастание и уменьшить риск коррозии.

Ультразвуковые датчики могут использоваться для контроля за уровнем нефти в хранилищах, обнаружения воды или примесей в баках и обеспечения безопасности хранения.

Ультразвуковые технологии могут быть применены для оценки физических и химических свойств нефти, таких как плотность, вязкость, содержание воды и примесей. Это позволяет оптимизировать процессы переработки и транспортировки [5].

# РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)

Использование ультразвука в окрестностях устья скважин, резервуаров может оказывать воздействие на здоровье человека и животных, вызывая потенциальные проблемы. Длительное или интенсивное воздействие ультразвука на окружающих животных, включая домашних и диких видов, может привести к стрессу и нарушениям их обычного поведения. Это может повлиять на их жизнедеятельность, питание, размножение и в целом на экосистему в данной местности.

Что касается людей, непосредственное воздействие ультразвука без соответствующих мер защиты может оказать отрицательное влияние на здоровье. В зависимости от интенсивности и продолжительности экспозиции ультразвуковым волнам, это может вызвать проблемы со здоровьем, такие как головные боли, нарушения сна, повышенная нервозность и раздражительность.

Кроме того, ультразвук может оказать влияние на организмы, вызвав ряд других физиологических реакций. Некоторые исследования связывают длительное воздействие ультразвука с возможностью повреждения тканей, включая слуховые органы и даже внутренние органы человека при высоких интенсивностях или длительной экспозиции.

Следует отметить, что соблюдение нормативных требований по безопасности и установленных пределов экспозиции ультразвуку может снизить риск негативных последствий для здоровья. Это включает в себя использование защитного оборудования для персонала, работающего вблизи оборудования, а также ограничение доступа к зонам, где ультразвук используется.

Необходимо учитывать и контролировать воздействие ультразвука на окружающую среду и здоровье человека и животных при применении этой технологии. Использование ультразвука должно быть оценено с точки зрения потенциальных рисков и предприняты соответствующие меры для минимизации возможных воздействий на окружающую среду и здоровье. Это может включать в себя проведение дополнительных исследований и разработку строгих регуляций для защиты человека и животных от негативных последствий ультразвукового воздействия.



Рисунок 4 – Влияние ультразвука на человека

Известно, что в ультразвуковом поле в режиме кавитации в воде образуются активные радикалы, которые влияют на изменения рН воды.

В зависимости от частоты ультразвуковых колебаний в воде образуются гидроксильные радикалы OH• (22 кГц) – рН воды увеличивается или атомарный водород H• (1 МГц) – рН воды уменьшается.

# ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)

Альтернативами ультразвуковому воздействию на ПЗП являются: кислотная обработка, гидроразрыв пласта, тепловое воздействие и их комбинации.

В сравнении с этими способами воздействия ультразвуковое воздействие имеет гораздо меньше негативных воздействий на экологию.

Кислоты, используемые при термокислотной обработке, могут проникать в подземные водные слои или быть неправильно утилизированы, что приводит к загрязнению водных ресурсов и ухудшению их качества. Кислоты могут быть токсичными для местных видов животных и растений, а также для микроорганизмов. Их попадание в почву или воду может нарушить биологические системы и угрожать биоразнообразию. Выбросы кислот и тепла в почву могут привести к ее загрязнению и ухудшению плодородия, что в свою очередь может повлиять на растительный покров и местную флору.

ПАВ, используемые при обработке скважин, могут попадать в подземные воды или водные тела в результате разливов, утечек или неправильной утилизации. Это может привести к загрязнению воды и угрожать здоровью людей, растений и животных, которые зависят от этих водных ресурсов.

Тепловое воздействие на призабойную зону скважин может повлиять на температуру водных ресурсов, особенно при использовании воды в процессах охлаждения. Это может изменить биологические характеристики водных экосистем, нарушив нормальные процессы жизни и развития водных организмов.

Вибрация в призабойной зоне может вызывать разрывы и трещины в горных породах, что потенциально может привести к перемещению загрязнений из пласта в подземные водные склады. Это может привести к загрязнению подземных вод и угрожать их качеству для людей и экосистем.

# ВЫВОДЫ (SUMMARY)

Применение акустического воздействия в процессе добычи нефти и газа имеет свои преимущества, особенно в контексте его положительного воздействия на окружающую среду и нефтесодержащие структуры. Одним из ключевых преимуществ этой технологии является её экологическая безопасность и низкое воздействие на окружающую среду.

Акустическое воздействие позволяет осуществлять манипуляции с нефтяными структурами, минимизируя риск негативного воздействия на цементный камень и обсадную колонну скважины. Это помогает поддерживать целостность скважины и предотвращать возможные повреждения, которые могут возникнуть при использовании других методов воздействия.

Кроме того, эта технология обладает способностью оказывать воздействие на пласт более точно и контролируемо. Это позволяет улучшить процессы добычи, минимизируя потенциальные негативные последствия для самого пласта и снижая риск его повреждения.

С учетом строгих экологических норм и требований к охране окружающей среды, акустическое воздействия становится привлекательным вариантом добычи нефти и газа. Его способность повышать эффективность процессов без значительного негативного воздействия на природные ресурсы делает технологию предпочтительной в контексте соблюдения стандартов экологической безопасности.

Экологичность акустического воздействия остается ключевым фактором при выборе методов добычи нефти и газа, учитывая его способность обеспечивать эффективность процессов без ущерба для окружающей среды и нефтяных структур.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSIONS)

Нефтедобыча оказывает значительное воздействие на окружающую среду, и статья посвящена анализу негативных аспектов этого процесса. В рамках исследования проведен анализ существующих методов интенсификации добычи нефти и оценено их влияние на экологию.

Сложности, связанные с добычей нефти, включают разливы нефти, загрязнение водных ресурсов, выбросы парниковых газов и разрушение экосистем. В статье уделено внимание этим аспектам, а также оценке технологий, направленных на улучшение процессов добычи с учетом их экологических последствий.

Необходимость безаварийной работы и разработка методов добычи, не наносящих ущерб окружающей среде, становятся приоритетными в данной области. Это включает применение инновационных технологий, направленных на уменьшение негативного воздействия на экосистемы, а также строгие стандарты безопасности и контроль за процессами добычи.

Сохранение целостности окружающей среды и эффективная добыча нефти несомненно связаны. Статья подчеркивает необходимость разработки и применения методов, которые позволят сохранить природные ресурсы и минимизировать негативное воздействие на экосистемы. Это может включать использование экологически чистых технологий, применение эффективных методов очистки и переработки нефти, а также постоянный мониторинг экологических параметров при добыче нефти.

В целом, статья ориентирована на подчеркивание важности соблюдения экологических аспектов в процессе добычи нефти и на необходимость развития и применения новых методов, способных обеспечить эффективную добычу при сохранении окружающей среды.

Фундаментом для эффективного сохранения окружающей среды в нефтегазовой отрасли является стремление к безаварийной работе и грамотному подходу к применяемым технологиям. Обеспечение безопасности и минимизация возможных аварий играют ключевую роль в сохранении экологической устойчивости производственных процессов.

Безаварийность – это не только стремление к безопасности персонала и предотвращение материальных убытков, но и важный элемент сохранения природной среды от негативных последствий деятельности нефтяной и газовой промышленности. Контроль за технологиями и их правильное применение являются ключевыми факторами в обеспечении экологической безопасности в отрасли.

Грамотный выбор и использование современных технологий позволяют минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Разработка и внедрение экологически чистых методов добычи, транспортировки и переработки углеводородов являются важными шагами в сокращении экологического следа нефтегазовой промышленности.

Таким образом, безаварийность и рациональное использование технологий являются фундаментом для соблюдения экологических стандартов и обеспечения сохранения окружающей среды в нефтегазовой отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (BIBLIOGRAPHY)

1. Гатауллин, Р. Н. Состояние методов волнового воздействия и технических средств при освоении нефтяных и битумных месторождений / Р. Н. Гатауллин, А. Р. Галимзянова // Восточно-европейский научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 33-38.
2. Гатауллин, Р. Н. Влияние акустического воздействия на проницаемость пористых сред (обзор) / Р. Н. Гатауллин, А. Р. Галимзянова, Е. А. Марфин // Известия Томского политехнического университета. – 2022. – № 10. – С. 186-202.
3. Хурамшина, Р. А. Текущее состояние и перспективные направления исследований в области ультразвуковой очистки от отложений на объектах транспорта и хранения нефти / Р. А. Хурамшина, А. Р. Валеев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2020. – № 5-6. – С. 5-9
4. Хурамшина, Р. А. Применение ультразвукового воздействия для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений / Р. А. Хурамшина, А. Р. Валеев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2021. – № 4. – С. 45-50
5. Удаление асфальтосмолопарафиновых отложений из резервуаров для хранения нефти с применением ультразвукового воздействия / Е. В. Щурова, А. О. Крысь, Р. А. Хурамшина, А. Р. Валеев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2020. – № 5-6. – С. 29-33
6. Муслимов, Р. Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН) / Р. Х. Муслимов. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ. – 2014. – 798с.