

### Список литературы:

1. Алтунин, К. А. Концепция создания информационного обеспечения интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения: монография /К. А. Алтунин, М. В. Соколов — Тамбов: Студия печати Павла Золотова, 2015. — 112 с.
2. Казанцев, В.Ф. Ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование: научная статья / Б.А. Кудряшов, Р.И. Нигметэязнов, В.М. Приходько, Д.С. Фатюхин – Москва, 2009. – С. 2
3. Fast Magnetic Abrasive Finishing with Diffusionally Alloyed Powder / F. I. Panteleenko [et al.] // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43. – P. 470–473. <https://doi.org/10.3103/S1068798X23050179>
4. Magnetic Abrasive Machining of Hard Workpieces by New Diffusion-Alloyed Materials / J. Olt [et al.] // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43. – P. 190–194. <https://doi.org/10.3103/S1068798X23030243>
5. Невзорова, А. Б. Методология разработки интегрированного информационно-строительного проекта с использованием BIM-технологий / А. Б. Невзорова, Н. С. Савков // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. – № 1 (133). – С. 85–94.

УДК

### МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КАРБОНАТНЫМИ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯМИ НА СКВАЖИННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Северин Д.Д. (студент гр.НР-31)

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого  
г. Гомель, Республика Беларусь*

**Актуальность.** Проблема карбонатных солеотложений (в основном карбонатов кальция  $\text{CaCO}_3$  и магния  $\text{MgCO}_3$ ) является одной из наиболее распространённых причин снижения производительности нефтяных и газовых скважин. Их образование связано с изменением термобарических условий и химического состава пластовых флюидов, что приводит к нарушению карбонатного равновесия и выпадению солей в осадок. Отложения снижают проходные сечения труб, увеличивают нагрузку на оборудование, приводят к частым остановкам на ремонт и существенным экономическим потерям.

**Цель работы** - анализ современных и перспективных методов предотвращения и удаления карбонатных солеотложений на скважинном оборудовании.

Современные методы борьбы с карбонатными отложениями включают комплекс профилактических мер и технологий удаления уже сформированных отложений. Среди профилактических методов химическое

ингибирование зарекомендовало себя как наиболее эффективное направление. Оно основано на применении специальных реагентов-диспергантов на основе полиакрилатов, которые предотвращают агрегацию кристаллов карбонатов, сохраняя их во взвешенном состоянии в потоке жидкости. Комплексоны, такие как ЭДТА и лимонная кислота, образуют устойчивые соединения с ионами кальция и магния, не допуская их выпадения в осадок. Особое место занимают ингибиторы кристаллизации фосфонатного типа, которые адсорбируются на активных центрах растущих кристаллов, искажая их кристаллическую решётку и препятствуя формированию плотных отложений.

Технологические методы профилактики включают поддержание давления в системе выше точки кристаллизации солей, что требует точного знания термобарических характеристик пластового флюида и использования систем непрерывного мониторинга. Оптимизация дебита скважин позволяет минимизировать зоны турбулентности, где наиболее интенсивно происходит образование отложений. Системный мониторинг химического состава пластовых вод с использованием современных методов аналитического контроля позволяет прогнозировать солеобразование и своевременно корректировать профилактические мероприятия.

Для удаления существующих отложений применяются химические и механические методы. Химическая очистка включает кислотные составы, где соляная кислота демонстрирует высокую эффективность при значительных отложениях, а уксусная кислота предпочтительна для работ в чувствительных к коррозии системах. Щелочные растворы используются для преобразования карбонатных отложений в более растворимые формы, а комплексоны обеспечивают селективное растворение солей без риска коррозии оборудования. Особое внимание уделяется разработке композиционных реагентов, сочетающих растворяющие и защитные свойства.

Механические способы включают скребковую очистку с использованием современных материалов, обеспечивающих эффективное удаление отложений без повреждения оборудования. Гидродинамическая промывка с регулируемым давлением и специализированными промывочными жидкостями позволяет очищать сложные участки системы. Ультразвуковая обработка основана на кавитационном воздействии, разрушающем кристаллическую структуру отложений. Каждый из методов имеет свои преимущества: химические способы обеспечивают глубинную очистку, а механические - быстрый результат при локальных отложениях.

Сравнительный анализ показывает, что химические методы демонстрируют эффективность до 85-90% при условии правильного подбора реагентов и режимов обработки. Однако их применение требует тщательного предварительного исследования состава отложений и коррозионной активности реагентов. Механические способы обеспечивают немедленный результат, но не предотвращают повторное образование отложений и могут требовать остановки технологического процесса. Технологические методы

отличаются экономичностью, но имеют ограниченную область применения, что требует индивидуального подхода к выбору технологии для конкретных условий эксплуатации, включая характеристики пластового флюида, конструкционные материалы оборудования и экономические показатели.

**Заключение.** Наиболее перспективным направлением представляется комбинированный подход, сочетающий постоянное химическое ингибирование, регулярный мониторинг параметров работы скважины и периодические механические очистки. Оптимальная стратегия борьбы с карбонатными отложениями должна разрабатываться индивидуально для каждой скважины с учётом характеристик пластового флюида и условий эксплуатации. Дальнейшие исследования следует направить на разработку новых реагентов-ингибиторов с улучшенными экологическими характеристиками и пролонгированным действием.

**Благодарность.** *Выражаю признательность научному руководителю старшему преподавателю кафедры «НГРиГПА» Шепелевой Ирине Сергеевне за консультацию и помощь при написании данной работы.*

#### **Список литературы**

1. Леонтьев С.А. Физико-химические процессы при добыче нефти и газа. - М.: Недра, 2020.
2. Петров Н.А. Современные методы борьбы с солеотложениями // Нефтяное хозяйство. - 2022. - № 5. - С. 78-82.
3. Чжан, Л. Современные методы интеллектуального мониторинга промышленного оборудования / Л. Чжан // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 4. – С. 130–141

УДК 621.865.8

## **ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РОБОТАХ**

**Серафимович А.В., (студент, гр. РТ-41)**

*Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого,  
Республика Беларусь*

**Актуальность.** Современные робототехнические системы всё более интегрированы в промышленность, медицину, транспорт и другие сферы деятельности. Исследование новых методов программирования и оптимизации таких контроллеров позволяет повысить производительность, безопасность и адаптивность роботов. В рамках данной работы предлагается рассмотреть современные тенденции и разработки в области