

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию УТЕПОВА Заманбека Габитовича «Разработка эффективных технико-технологических средств для бурения и освоения геотехнологических скважин с высокими эксплуатационными характеристиками», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D070208 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

### Актуальность темы диссертации

Разработка высокоэффективных буровых инструментов, адаптированных к сложным геолого-техническим условиям, является актуальной задачей в контексте интенсификации подземной добычи урана методом скважинного выщелачивания в Республике Казахстан. Особое значение эта задача приобретает при бурении на месторождениях типа Буденовского, где бурение скважин проходит через чередующиеся мягкие и плотные породы, трещиноватые горизонты и вязкие глины. Нестабильная работа инструмента в таких условиях существенно снижает эффективность бурения, повышает аварийность и увеличивает стоимость строительства скважин.

Наиболее остро в таких условиях встает проблема устранения, так называемого эффекта «зависания» бурового инструмента, который приводит к прерывистому углублению забоя и неравномерному износу вооружения. Традиционные типы бурового инструмента, включая твердосплавные лопастные долота и пикобуры, не обеспечивают необходимой устойчивости к воздействию переменных нагрузок, в результате чего их ресурс быстро исчерпывается, особенно в условиях перехода от мягких к плотным породам. В связи с этим разработка новых конструктивных решений, направленных на повышение устойчивости и износостойкости долота, представляет собой крайне важную задачу.

Вопросы проектирования бурового инструмента, повышения ресурса и износостойкости применяемых материалов, совершенствования промысловой технологии и обеспечения устойчивости ствола скважины приобретают особую значимость в условиях разработки сложных гидрогеолого-технологических объектов.

Таким образом, тема диссертационного исследования является актуальной, как в научном, так и в прикладном аспекте.

### Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Научные положения и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на комплексном подходе, включающем геолого-технический анализ, конструктивное моделирование, экспериментальные исследования композиционных материалов и их внедрение в реальных условиях бурения.

Особого внимания заслуживает детальный анализ эффекта «зависания» бурового инструмента, представленный автором. Впервые показано, что при-

чиной «зависания» является не только физико-механическое сопротивление породы, но и нерациональная геометрия осевой части долота. Концентрация нагрузки в центральной зоне приводит к локальному износу, что нарушает равномерность углубки забоя, повышает осевую вибрацию и в конечном итоге — приводит к остановке процесса разрушения породы без выхода инструмента из скважины. Автором предложено перераспределение режущих элементов и модификация формы осевой части долота, устраняющая эту проблему конструктивным путем. Этот подход отличается оригинальностью и практически значимыми результатами: производственные испытания показали увеличение стойкости инструмента в 1,5 раза.

Другим важным направлением новизны является внедрение комбинированного вооружения из твердосплавных и PDC резцов. Автором убедительно показано, что эти два типа режущих элементов обладают различной чувствительностью к типу нагрузки и характеру породы: твердосплавные резцы эффективно работают в условиях ударных нагрузок и трещиноватости, в то время как PDC резцы обеспечивают высокую производительность в относительно однородных породах. Их совместная работа обеспечивает более равномерное распределение нагрузок, снижение вибрационной неустойчивости и, как следствие, увеличение ресурса долота.

Особую ценность имеет исследование оптимального соотношения, геометрии и размещения твердосплавных и PDC резцов, а также динамики их вступления в работу на разных стадиях бурения. Предложена конструкция комбинированного пикобура, в котором твердосплавные резцы задействуются на начальном этапе бурения, а затем, по мере их износа, начинают полноценно работать PDC элементы. Эта идея сопровождается техническими решениями, защищенными патентом, и подкреплена результатами испытаний в реальных геологических условиях.

Кроме того, в работе экспериментально доказана эффективность применения модифицированных композиционных алмазосодержащих материалов (КАМ), содержащих 4%  $\text{CrB}_2$ . Введенная добавка повышает износостойкость резцов, обеспечивает термическую стабильность и улучшает сцепление алмазных зерен с твердосплавной матрицей. Все это подтверждается результатами наноиндентирования, СЭМ и EDS-анализа, а также фрактографическими исследованиями.

Таким образом, все положения, выносимые на защиту, являются научно обоснованными, достоверными и впервые сформулированными. Они решают ранее не проработанную совокупность задач, представляющих существенный научно-технический интерес.

### **Научное и практическое значение полученных результатов**

Научная значимость диссертации заключается в получении новых знаний о закономерностях работы бурового инструмента в условиях литологически неоднородного и трещиноватого разреза. Разработаны научно обоснованные конструктивные решения, повышающие устойчивость к «зависанию», вибрациям и преждевременному износу.

Разработаны новые композиционные материалы для бурового инструмента, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками. Установлена корреляционная связь между режимами спекания, структурой материала и его эксплуатационными свойствами.

Практическая значимость подтверждается производственными испытаниями и разработкой конкретных конструкций инструмента, способных пройти скважину на полную проектную глубину (до 700–800 м) за один рейс, без дополнительных подъемов. В условиях добычи урана методом подземного выщелачивания это существенно снижает издержки и повышает производительность бурения.

Предложенные методы и конструктивные решения повышают стойкость инструмента, уменьшают количество подъемно-спусковых операций и общее время на строительство скважин.

### **Полнота освещения полученных результатов в опубликованных работах**

Основные результаты диссертационной работы отражены в 8 научных публикациях, в том числе 1 монография, 5 статей в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также в 2 патента. Это свидетельствует о достаточной полноте раскрытия содержания исследования и апробации его результатов в научной среде.

### **Рекомендации по дальнейшему использованию полученных результатов**

Результаты, представленные в диссертационной работе, рекомендуется использовать:

- в инженерной практике при проектировании и бурении геотехнологических скважин для разработки месторождений урана методом подземного выщелачивания;
- при проектировании бурового инструмента с повышенными прочностными характеристиками для работы в агрессивных средах;
- производственным организациям при бурении геотехнологических скважин.

### **Оценка основного содержания работы**

Текст диссертации состоит из введения, 5 разделов, выводов, списка использованных источников и приложений.

Все разделы логически завершены, содержат обоснованные теоретические положения, экспериментальные данные и выводы.

Первый раздел посвящен анализу геолого-географических и гидрогеологических условий бурения геотехнологических скважин на месторождении Буденовское. Рассмотрены особенности строения разреза, обуславливающие чередование мягких и твердых пород, развитую трещиноватость и наличие пластичных глин, что предъявляет особые требования к конструкции бурового инструмента и режиму его работы.

Второй раздел направлен на совершенствование конструкции лопастных буровых долот, включая устранение причин их неустойчивой работы. В частности, выявлены условия возникновения эффекта «зависания» долота и предложено новое конструктивное решение с комбинированным вооружением, обеспечивающее равномерный износ и стабильную углубку забоя. Разработанный инструмент успешно прошел производственные испытания.

Третий раздел охватывает исследование свойств композиционных алмазосодержащих материалов, формируемых методом плазменно-искрового спекания. Рассматривается влияние добавки  $\text{CrB}_2$  на структуру и характеристики твердосплавной матрицы, обеспечивающее повышение прочности сцепления с алмазными зёрнами и снижение склонности к хрупкому разрушению.

Четвертый раздел посвящен исследованию процессов изнашивания полученных материалов и инструментов на их основе. Приведены данные о трибологических свойствах образцов с различной концентрацией  $\text{CrB}_2$ , показано оптимальное содержание добавки и доказана ее эффективность в повышении износостойкости режущих элементов.

Пятый раздел включает результаты производственных испытаний разработанного комбинированного бурового инструмента на урановом месторождении. Подтверждена его высокая эффективность, позволяющая бурить скважину до проектной глубины за один рейс без смены инструмента и с существенным снижением эксплуатационных затрат.

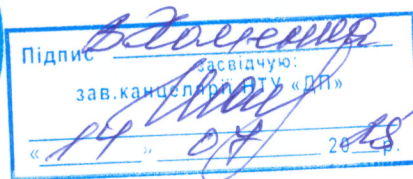
Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, содержит значительный объем оригинальных исследований и обоснованных практических рекомендаций.

### Выводы

Диссертация УТЕПОВА Заманбека Габитовича «Разработка эффективных технико-технологических средств для бурения и освоения геотехнологических скважин с высокими эксплуатационными характеристиками» является завершенной научно-исследовательской работой, в которой решена важная прикладная задача – создание и внедрение комплекса решений для повышения эффективности бурения геотехнологических скважин.

Диссертационная работа отвечает требованиям предъявляемым диссертациям на соискание ученой степени доктора философии PhD, а ее автор УТЕПОВ Заманбек Габитович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D070208 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

Научный консультант,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры нефтегазовой инженерии и бурения  
Национального технического университета  
«Днепропетровская политехника»



Владимир ХОМЕНКО