

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертацию Шигиной Анны Александровны «Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом шарошечного бурения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)**

### **Актуальность темы**

Технологические процессы бурения постоянно развиваются ввиду повышения требований к качеству, надежности и экономичности буровых работ. Одно из предпочтений в обеспечении данных требований лежит в области повышения эффективности управления процессом шарошечного бурения в условиях случайного изменения свойств буримой породы.

Именно труднопредсказуемое изменение свойств породы при бурении затрудняет процесс управления, поскольку параметры не являются детерминированными. В реальности случайные отклонения в значениях режимных параметров бурения намного превышают допустимые значения. Следовательно, в переходных режимах эксплуатации техники бурения востребованы требования к оптимальному управлению и эффективности технологического процесса. Обеспечить данные требования – сложная научно-техническая задача. Её решение видится в использовании автоматизированных систем управления, основанных на применении интеллектуальных информационных технологий и прогрессивных математических моделей. Именно такой подход к решению данной задачи нашел свое применение в работе соискателя.

Соискатель считает, и с этим стоит согласиться, что выполненные исследования, направленные на разработку математической модели оптимизации режимных параметров и автоматизация процесса позволят повысить качество и эффективность бурения.

Именно с этих позиций выполненную работу А.А. Шигиной можно считать актуальной.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Цель исследования отражает тематику диссертационной работы, и достигнута автором. Поставленные и решенные задачи соответствуют цели исследования, их последовательность и реализация в комплексе определяют актуальность и научность тематики работы.

Автор корректно использует известные научные методы и подходы в обосновании полученных научных результатов, выводов и рекомендаций. Соискатель изучил, оценил и целенаправленно проанализировал известные достижения и теоретические положения отечественных и зарубежных авторов в области разработки автоматизированных систем управления процессом бурения.



Список использованной литературы состоит из 149 наименований, содержательная часть которых позволяет выполнить качественный анализ существующих технологий и процессов бурения скважин.

Для анализа эффективности процесса шарошечного бурения автор предложил научно обоснованную математическую модель описания физики и особенности процессов бурения при разрушении породы. Модель позволяет на основе разработанного метода выявить закономерности для определения оптимальных значений режимных параметров.

Автор в своей работе отмечает то, что близкие результаты уже были получены экспериментально отечественными и зарубежными учеными, однако условия их получения не учитывали влияние на процесс управления шарошечным бурением неконтролируемых факторов, обуславливающих наличие информационной неопределенности свойств пород. Данный вывод вытекает из факта сопоставления результатов имеющихся методик, что подтверждает обоснованность и достоверность предложенных моделей и методов.

Полученные автором результаты основываются на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Достоверность предложенных автором научно-технических решений и обоснованность эффективности управления подтверждена результатами опытно-промышленных исследований, что подтверждено справками и актами о внедрении.

В результате выполненных расчетов автором выработаны рекомендации по рациональному выбору режимных параметров процесса шарошечного бурения и элементов интеллектуальной автоматизированной системы управления, удовлетворяющие требованиям качества и эффективности управления.

По теме диссертации автором опубликовано 30 работ (из них 8 – в рецензируемых изданиях по списку ВАК РФ и 7 в зарубежных изданиях), в которых материалы диссертации отражены достаточно полно и апробированы на научно-практических конференциях различного уровня.

#### **Оценка новизны и достоверности**

Следуя структуре и содержанию рукописи диссертации, далее представлена оценка степени достоверности и новизны, обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

*Во введении* имеются необходимые краткие материалы, отражающие значимость, функциональное и структурное содержание выполненных исследований.

*В первом разделе (главе)* соискатель оценил современное состояние технологии и особенностей управления процессом шарошечного бурения, а также определил базовые принципы построения автоматизированных систем управления процессом бурения. Подчеркивается важность управления режимами бурения в зависимости от изменяющихся свойств горных пород. Выявлена востребованность следующих инструментов оптимизации: безпоискового метода вычисления условий экстремума функционала, без использования пробных воздействий на объект; поисковый метод



оптимизации технологического процесса, основанный на автоматическом поиске экстремума режимных параметров в условиях случайного изменения свойств породы.

В данном разделе имеются замечания: 1) было бы уместным исключить материал описательного характера (например, на стр. 17, 19), не имеющего существенного отношения к цели исследования; 2) на стр. 22 не ясна фраза «... точность получения информации...», ведь в работе не рассматриваются проблемы передачи информации.

В целом изложенный материал раздела логичен, отражает правильность научно обоснованных выдвинутых гипотез и полученных выводов. В итоге, соискатель продемонстрировал умение видеть проблемы и возможные пути их разрешения.

*Во втором разделе дана постановка задачи построения математической модели процесса шарошечного бурения. В рамках реализации задачи соискателем были выработаны следующие положительные решения: установлена взаимосвязь параметров модели процесса бурения; определены оптимальные значения режимных параметров бурения в условиях случайного изменения свойств породы.*

С точки зрения научной новизны, математическая модель процесса шарошечного бурения устанавливает закономерности между режимными параметрами, отдельными характеристиками породного массива, конструктивными параметрами долота, тем самими позволяет определить значения производительности процесса бурения и ресурса долота с учетом структурных и прочностных изменений свойств пород.

Кроме положительных факторов, участвующих в подготовке материала, присутствуют (на мой взгляд) непроработанный в полной мере следующий вопрос: автор предусматривает применение адаптивного устройства в качестве регулятора (с наличием контроллера, рис. на стр. 50), рассматривая его как элемент интеллектуальной системы. Однако существуют нейроконтроллеры (как элемент интеллектуального управления), наделенные высоким быстродействием. Было бы целесообразным обосновать выбор регулятора (как интеллектуальную систему с адаптивным элементом) с учетом особенностей регуляторов иного типа.

*Третий раздел посвящён формированию и реализации модели управления шарошечным бурением в условиях неполной информации об изменении свойств породы.*

Представлена структура интеллектуальной автоматизированной системы управления шарошечным бурением с адаптивным элементом. В качестве показателей, подлежащих управлению приняты осевое усилие и частота вращения бура, что вполне оправдано. В процессе управления предусмотрена возможность измерять основные возмущающие воздействия. Предлагается повысить точность управления посредством интеллектуальной АСУ с нелинейными обратными связями, которая построена с учетом сочетания принципов управления по возмущению и отклонению (комбинированный подход к управлению).



С точки зрения новизны автор предлагает использовать разработанный метод оптимизации режимных параметров процесса шарошечного бурения, положительным фактором которого является возможность учета и корректировки параметров, объединения расчетных инструментов процесса бурения, что в отличие от имеющихся методов позволяет достичь максимальной эффективности бурения.

Кроме вышеупомянутого, для расчета оптимальных значений режимных параметров представлены математические зависимости, позволяющие определять себестоимость процесса шарошечного бурения. Величина полученной себестоимости связана с производительностью бурения, что вполне оправдано, поскольку максимальная производительность достигается за счет максимизации осевого усилия и оптимизации частоты вращения.

Следует также выделить некоторые замечания, вытекающие из рассмотрения данного раздела диссертации: 1) на стр. 71 (рис. 3.1) имеется схема АСУ, на которой непонятно на какие конкретно блоки или орган поступает информация с диспетчерского пункта и оператора бурового агрегата; 2) неясна связь математического выражения (2.11) с (3.14) и (3.15); 3) на стр. 92 представлена формула для определения среднего значения осевого усилия. На мой взгляд было бы уместным использовать математическое ожидание величины осевого усилия, а не довольствоваться лишь его двумя граничными значениями; 4) на стр. 97 имеется формула (3.20) расчета удельных затрат на бурение. Например, в ней не обозначена единица измерения скорости бурения, поэтому неясно как в формуле согласуются единицы измерения физических величин с величиной себестоимости, выраженной в руб./м.; 5) было бы уместным показать каким образом получена величина снижения себестоимости процесса бурения до 17,2%.

В «заключении» последовательно изложены основные решения, выработанные в результате выполненной научно-исследовательской работы, а также их возможности в достижении поставленной цели.

Рассматривая работу в целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области разработки методов интеллектуального автоматизированного управления процессом бурения и имеют как практическую, так и теоретическую значимость. Описанные результаты соответствуют сформулированной теме. Поставленные в работе задачи решены полностью.

Достоверность теоретических результатов работы подтверждается сопоставлением теоретических и экспериментальных данных по бурению пород с различными физико-механическими характеристиками со значительным объемом статистической информации, полученной в результате комплексного исследования. О достоверности результатов работы свидетельствует отсутствие противоречий с результатами опытно-промышленного исследования выполненного автором и ранее проведенных исследований другими учеными.



## **Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности**

Тематика диссертационной работы, представленная Шигиной Анной Александровной «Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом шарошечного бурения», соответствует паспорту специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность): пунктам 8 и 15 паспорта специальности.

### **Практическая значимость**

Основные результаты диссертации свидетельствуют об их важности, прежде всего в практической плоскости, поскольку связаны с целью исследований и обеспечивают решение поставленных задач.

Практическая ценность обусловлена наличием разработок, их реализация нашла свое отражение в расширении теоретических знаний студентов и применении в горнодобывающей, нефтегазовой и строительной промышленности. Практическая значимость диссертации непосредственно вытекает из её научной новизны.

### **Замечания по диссертационной работе**

При подведении итогов оценки новизны и достоверности полученных результатов обозначены замечания, обобщение которых представлено далее:

1. В работе упоминается о наличии неопределенности информации в процессе бурения. Однако отсутствует результат того, что понимает автор под неопределенностью, поскольку существует множество её определений.

2. Соискатель свидетельствует о наличии 30 публикаций по теме диссертации. Однако в материалах диссертации имеются ссылки только на половину работ из представленного в автореферате списка.

3. На стр. 50 (рис. 2.3) представлена интеллектуальная система управления с адаптивным элементом и контроллером в качестве регулятора. Однако существуют нейроконтроллеры наделенные высоким быстродействием. Было бы целесообразным обосновать выбор принятого в работе регулятора путем сопоставления его свойств со свойствами регуляторов иного типа.

4. На стр. 92 представлена формула для определения среднего значения осевого усилия. Было бы уместным использовать математическое ожидание величины осевого усилия, а не довольствоваться лишь его двумя граничными значениями;

5. В формуле (3.20) расчета удельных затрат на бурение не обозначена единица измерения скорости бурения. Поэтому возникает вопрос: как в формуле согласуются единицы измерения различных физических величин с величиной себестоимости, выраженной в руб./м?

Указанные замечания в целом не снижают ценность полученных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе представлены научные разработки, имеющие существенное значение для



автоматизации процесса шарошечного бурения. Их применение позволяет повысить качество и эффективность управления за счет оптимизации режимных параметров в условиях случайного изменения свойств буримых пород. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Диссертация написана доходчиво, грамотно. Следует отметить аккуратное оформление работы. По каждой главе и работе в целом имеются четкие выводы.

Опубликованный материал, изложенный в тексте диссертационной работы соответствует направлению научных исследований.

Содержание автореферата в целом соответствует основным положениям диссертации.

Таким образом, диссертационная работа «Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом шарошечного бурения» выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Шигина Анна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные технологии и системы»,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

А.С. Дулесов

Научная специальность – 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)

ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»,  
655017, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Ленина, д. 92/1,  
Тел.: 8(390)2-222-432  
E-mail: dulesov@khsu.ru

Подпись официального оппонента Александра Сергеевича Дулесова заверяю:

Ученый секретарь Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова,  
доктор исторических наук, профессор

Н.Я. Артамонова

«29» ноября 2017 г.

