Московский государственный горный университет Министерство образования Российской Федерации

На правах рукописи

Баранникова Ирина Владимировна

УДК 681.3:622.233.5(047.7)

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ШАРОШЕЧНЫМ СТАНКОМ В РЕЖИМЕ БУРЕНИЯ

Специальность 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Белопушкин В. И.

Москва 2003

z

Содержание стр.

Введение 4

Глава 1. Анализ организации ведения буровых работ и управления процессом бурения на карьерах 8

1.1. Особенности технологии бурения на карьерах и современное состояние буровой техники 8

1.2. Структура управления процессом обуривания породного массива. 15

1.3. Анализ систем управления процессом шарошечного бурения 20

1.4. Современное состояние способов управления параметрами режима бурения 23

1.5. Анализ методов расчета параметров шарошечного бурения 28

1.6. Анализ критериев оптимизации процесса бурения 30

1.7. Цель и задачи исследования 33

Выводы по главе 35

Глава 2. Математическая формализация процесса шарошечного бурения 37

2.1. Процесс бурения как объект управления 37

2.2. Установление функциональных связей между параметрами модели процесса шарошечного бурения как объекта управления 41

2.3. Обоснование физической сущности модели функциональных связей параметров процесса бурения 45

2.4. Разработка модели функциональных связей параметров вращательно-подающего механизма 50

2.4.1. Модель шарошечного бурения по выработке ресурса подшипников долота : 51

2.4.2. Модель шарошечного бурения по износу вооружения долота 55

2.5. Формализация процесса шарошечного бурения 61

2.5.1. Анализ зависимости скорости бурения скважины от входных параметров процесса бурения 61

2.5.2. Аналитическая зависимость крутящего момента от частоты

вращения долота по предельному состоянию его подшипников и

вооружения 63

2.5.3. Анализ зависимости относительной мощности механизма подачи от предельного состояния долота 66

2.5.4. Зависимость относительной мощности механизма вращения от предельного состояния долота 67

2.5.5. Оценка энергоемкости процесса бурения по предельному состоянию долота 72

з

Выводы по главе 76

Глава 3. Формирование и реализация алгоритмов управления станками шарошечного бурения 78

3.1. Формирование структуры системы управления буровым станком.. 78

3.2. Инженерно-психологические аспекты разработки устройства отображения информации 80

3.3. Формирование алгоритмов управляющих воздействий 85

3.4. Блок-схема алгоритма управления буровым станком 91

3.5. Блок-схема реализации процедуры «Имитация работы датчиков контроля» 98

3.6. Блок-схема алгоритма формирования управляющих воздействий.. 100

3.7. Моделирование характера изменения параметров бурения с информационным обеспечением от штатной бортовой приборной панели шарошечного станка 104

3.8. Моделирование характера изменения параметров бурения по алгоритму управления буровым станком 110

3.9. Оценка затрат на бурение одного погонного метра скважины 119

Выводы по главе 120

Заключение 122

Список литературы

124

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В общей технологии открытых горных разработок бурение взрывных скважин является одним из основных, трудоемких и дорогостоящих процессов.

Наибольшее распространение на карьерах и разрезах получил шарошечный способ бурения, которым выполняется до 85 % всех объемов работ. В России на сегодняшний день 15 % парка буровых станков (БС), эксплуатируемых на открытых горных разработках составляют станки шарошечного бурения трех основных типоразмеров: СБШ -200 (80%), СБШ - 250 (15%) и СБШ-320 (5%).

Процесс бурения взрывных скважин протекает в породном массиве с меняющимися физико-механическими свойствами. Бурение с эффективными параметрами управляющих воздействий (осевое усилие подачи бурового става и частота вращения долота) составляет не более 5+10% машинного времени БС.

Опыт использования БС на карьерах показывает, что машинист не в состоянии оперативно определять эффективные по принятым критериям значения управляющих воздействий, что снижает качество управления процессом бурения и шарошечным станком и приводит к досрочному выходу из строя бурового инструмента (шарошечного долота). Нередко параметры бурения, назначаемые машинистом БС, оказываются ошибочными, что приводит к поломке долота, которое не подлежит ремонту и восстановлению. При бурении взрывных скважин необходимо назначать такие параметры управления буровым станком, при которых полностью используются ресурсные возможности долота. В связи с этим разработка моделей и алгоритмов управления шарошечным станком в режиме бурения для обеспечения полной выработки ресурса шарошечного долота является актуальной научной задачей.

Целью работы является разработка моделей и алгоритмов управления шарошечным станком в режиме бурения взрывных скважин, обеспечивающих полную выработку паспортного ресурса шарошечного долота.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- анализ и выбор параметров процесса бурения;

- выявление вида функциональных связей между параметрами процесса бурения;

- разработка математической модели связей параметров вращательно- подающего механизма,

- разработка алгоритмов управления параметрами вращательно-

подающего механизма, обеспечивающих полную выработку паспортного ресурса долота по предельному состоянию подшипников;

- разработка алгоритмов управления параметрами вращательно-

подающего механизма, обеспечивающих полную выработку паспортного ресурса долота по износу вооружения шарошек;

- разработка алгоритмов управления шарошечным станком в режиме бурения.

Идея работы заключается в установлении функциональных связей между количественными и качественными параметрами процесса бурения для повышения эффективности управления шарошечным станком в режиме бурения за счет обеспечения полной выработки паспортного ресурса долота.

Научные положения и их новизна:

- выявленные функциональные связи между количественными и

качественными параметрами вращательно-подающего механизма позволили установить, что полная выработка ресурса долота

характеризуется только предельным состоянием его подшипников или износом вооружения шарошек;

- разработанные модели функциональных связей между количественными и качественными параметрами процесса бурения позволяют обеспечить полную выработку паспортного ресурса долота;

- установлено, что в режиме бурения осевое усилие подачи бурового става и крутящий момент являются функциями скорости вращателя, что позволяет управлять параметрами бурения взрывных скважин до полной выработки ресурса шарошечного долота;

- установлено, что для управления шарошечным станком в режиме бурения для двух управляющих воздействий достаточно трех исполнительных команд.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы основы теории механического разрушения горных пород; математические методы анализа физических закономерностей при работе БС в режиме бурения, имитационное и математическое моделирование, статистическая обработка данных; экспертные оценки.

Научное значение работы заключается в установлении вида и характера функциональных связей между количественными и качественными параметрами процесса шарошечного бурения в относительной форме, что позволило смоделировать режим бурения и разработать алгоритмы управления шарошечным станком.

Практическое значение работы состоит в том, что разработанные модели и алгоритмы управления шарошечным станком в режиме бурения развивают методы и способы управления процессом шарошечного бурения взрывных скважин и являются основой для разработки инженерных методов синтеза структуры и расчета параметров аппаратных средств управления буровыми станками. Реализация выводов и рекомендаций работы осуществлена путем внедрения их на Михайловском карьере АООТ «МГОК». Результаты исследований используются при проведении практических и лабораторных

7

работ по дисциплине «Информационно-управляющие системы» на кафедре АСУ МГГУ.

Апробация работы. Основные положения работы доложены и обсуждены на ежегодных Международных конференциях МГГУ 2001-2003 гг. - Неделя горняка, на научном семинаре кафедры АСУ МГГУ в 2003 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 134 страницы, в том числе 35 рисунков, 5 таблиц, список литературы из 104 наименований.

Заключение

Наосновевыполненныхвдиссертационнойработеисследованийданоновоерешениеактуальнойнаучнойзадачиразработкимоделейиалгоритмовуправленияшарошечнымстанкомврежимебурениявзрывныхскважинисделаныследующиевыводы

 состояниеобъектауправленияпроцессшарошечногобуренияопределяетсявидомихарактеромсвязеймеждуколичественнымивходнымиивыходнымиикачественнымивыходныминаблюдаемымииненаблюдаемымипараметрамипроцессабурения

 разработкумоделейфункциональныхсвязейпараметроввращательноподающегомеханизмабуровогостанкаобеспечивающихполнуювыработкупаспортногоресурсадолотаследуетвестираздельнодлядвухсостоянийпопредельномусостояниюподшипниковдолотаилипоизносувооруженияшарошек

 одинаковаяаналитическаяструктурамоделейфункциональныхсвязейпараметроввращательноподающегомеханизмабуровогостанкаобеспечивающихполнуювыработкупаспортногоресурсадолотаобуславливаетразработкуалгоритмовуправленияшарошечнымстанкомврежимебурения

 установленочтодляэксплуатациивращательноподающегомеханизмабуровогостанкасвходнымипараметрамиобеспечивающимимаксимальновозможнуюпроходкунадолотомашинистунеобходимоиметьдополнительнуюинформациюорекомендуемыхвеличинахосевогоусилияподачиичастотывращениядолота



минимальноечислоуправляющихвоздействийравнодвумосевоеусилиеподачиичастотавращениябуровогоставааминимальноечислокоманддлякаждогоуправляющеговоздействияравнотремоуменьшитьуправляющеевоздействиеоувеличитьуправляющеевоздействиеооставитьбезизмененияпрограммнаяреализацияалгоритмовуправленияшарошечнымстанкомврежимебурениепозволяетвестипроходкувзрывнойскважиныдополнойвыработкиназначенногоресурсадолотаведениеработпопроходкескважиныпоразработаннымалгоритмамуправленияшарошечнымстанкомврежимебуренияполюбоймоделифункциональныхсвязейвращательноподающегомеханизмаобеспечивающихполнуювыработкуресурсадолотадаетснижениезатратнабурениеодногопогонногометрана