

Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 622.27.326

№ госрегистрации: 01200962089

Инв. № К-115-09

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д-р техн. наук, проф.
_____ К.Н. Вдовин
«_____» _____ 2010 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
по Государственному контракту № 02.740.11.0038 от 15 июня 2009 г.

по теме:

РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МОДУЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
И ИНТЕНСИВНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОСВАИВАЕМОГО УЧАСТКА НЕДР
(промежуточный, этап № 2)

Наименование этапа: «Определение параметров функционирования разработанных геотехнологических модулей для освоения месторождений руд черных и цветных металлов Урала. Обоснование механизма внедрения результатов исследований в различные сферы народно-хозяйственной деятельности»

Руководитель НИР, д-р. техн. наук, проф

_____ В.Н. Калмыков
подпись, дата

Магнитогорск 2010

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы, д.т.н., проф.	_____	Калмыков В.Н. (гл. 1-6, заключение)
	подпись, дата	
Исполнители темы		
Вед. научн. сотр., д-р техн. наук, проф.	_____	Гавришев С.Е. (разделы 1.1, 2.1, 3.1, 4.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Гнедых А.П. (раздел 1.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Мешеряков Э.Ю. (разделы 1.2.1, 3.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Кравчук Т.С. (разделы 1.1.4, 4.2.5)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Петрова О.В. (раздел 2.4)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Гоготин А.А. (разделы 3.2.1, 4.3.1)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Заляднов В.Ю. (разделы 2.1.3, 2.1.4)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Колонюк А.А. (разделы 1.12, 2.1.2, 4.2.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Бурмистров К.В. (разделы 1.1.1,2,1.1,3,1.1,4,2.1)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Матюшенко Г.А. (раздел 1.2.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	_____	Пыталев И.А. (разделы 2.1.3, 3.1.2, 4.2.3)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	_____	Колодежная Е.В. (раздел 3.2.1)
Мл. научн. сотруд., канд. техн. наук	_____	Неугомонов С.С. (разделы 2.2.1, 4.3.2)
Мл. научн. сотруд.	_____	Волков П.В. (разделы 1.2.2, 4.3.4)
Мл. научн. сотруд.	_____	Самойленко Д. П. (раздел 4.3.3)
Мл. научн. сотруд.	_____	Некорова Т.В. (раздел 1.1.4)
Вед. инженер	_____	Белоконь А.Н. (раздел 1.2.1)
Инженер	_____	Корнеева В.С. (раздел 1.2.1)
Инженер	_____	Михайлова Г.В. (раздел 2.2.2)
Инженер	_____	Харлов А.А. (раздел 4.3.3)
Лаборант	_____	Ангелова Е.И. (раздел 1.2.2)
Лаборант	_____	Васильев А.А. (раздел 4.3.4)
Лаборант	_____	Курыгина А.А. (раздел 4.3.4)
Лаборант	_____	Орлиогло Н.А. (раздел 4.3.4)
Лаборант	_____	Оплачко О.В. (раздел 1.2.2)
Лаборант	_____	Зубков А.А. (раздел 4.3.4)
Нормоконтролер	_____	Белоконь А.Н.
Соисполнители:		
Член-корреспондент РАН	_____	Каплунов Д.Р. (Введение, выводы по главам)
Гл. научн. сотруд., д-р техн.наук, проф.	_____	Рыльникова М.В. (гл. 5, гл. 6)
Ст. научн. сотруд., канд. техн. наук	_____	Радченко Д.Н. (разделы 4.4, гл.5)
Ст. научн. сотруд., канд. техн. наук	_____	Юков В.А. (раздел 4.4.1, 4.4.2)
Мл. научн. сотруд.	_____	Корнеев Ю.В. (раздел 4.4.3, 4.4.4)
Мл. научн. сотруд.	_____	Милкин Д.А. (раздел 1.3, 2.4)
Ст. лаб.	_____	Экс В.В. (разделы 3.3)

РЕФЕРАТ

Отчет представлен на 243 с., содержит 76 рис., 57 табл., 373 формул, библиографический список из 21 наименования.

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДУЛИ, БАЗА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, АЛГОРИТМЫ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, МЕХАНИЗМ И ОБЪЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Второй этап исследований является продолжением разработок по созданию геотехнологических модулей, являющихся объектом исследований, и предусматривал создание математических и экономико-математических моделей, формализующих параметры процессов функционирования горнотехнических систем для их проектирования в замкнутом цикле физико-технических и физико-химических геотехнологий с возможностью полной автоматизации проектирования.

Целью работ второго этапа являлось определение параметров функционирования процессов разработанных геотехнологических модулей для освоения руд черных и цветных металлов с обоснованием механизма внедрения результатов исследований в различные сферы народно-хозяйственной деятельности.

Результаты работы обеспечили развитие модульного подхода к проектированию горнотехнических систем. Совершен переход от классификации модулей, описания их структуры к содержательной части, т.е. к методам расчета параметров производственных процессов, выбору оборудования, обоснованию оптимальных конструкций и схем компоновки аппаратов и объектов, формированию базы исходных данных, и, в конечном счете, созданию алгоритмов расчета модулей разного иерархического уровня. Для создания геотехнологических модулей и моделей и расчета их параметров создана база обосновывающих материалов, полученных аналитически и экспериментально. Оценена возможность использования новых перспективных горнотехнических систем для освоения групп природных и техногенных месторождений на основе сочетания геотехнологических модулей. Разработана методика и выполнена технико-экономическая оценка результатов исследований, оценена значимость влияющих геометрических и технических факторов на параметры функционирования горнотехнических систем. Обоснована область рационального функционирования геотехнологических модулей в горнотехнических системах по освоению месторождений руд черных и цветных металлов.

Создана система менеджмента и определен механизм внедрения результатов исследований в различные сферы народно-хозяйственной деятельности: промышленность, социальные сферы. Составлен кадастр объектов внедрения. Разработаны конкретные технологические рекомендации по внедрению результатов исследований.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНЫХ И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИЯХ ВУЗА, ЦЕНТРАХ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ РАН, ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УРАЛА С ЦЕЛЬЮ КОРРЕКТИРОВКИ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ	10
1.1. Исследование горнотехнических систем комплексного освоения рудных месторождений открытой геотехнологией.....	10
<i>1.1.1. Геотехнологический модуль «Вскрытие месторождения».....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.2. Геотехнологический модуль «Эксплуатационные горные работы».....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.3. Модуль «Транспортирование рудной массы и вскрышных пород».....</i>	<i>18</i>
<i>1.1.4. Модуль «Геомеханическое обеспечение открытых горных работ».....</i>	<i>21</i>
1.2. Исследование горнотехнических систем комплексного освоения рудных месторождений подземной геотехнологией	33
<i>1.2.1. Постановка опытно-промышленных экспериментов на горнодобывающих предприятиях Урала с целью корректировки параметров геотехнологического модуля отбойки запасов элементарного выемочного участка и оценка основных влияющих факторов.....</i>	<i>33</i>
<i>1.2.2. Исследование параметров модуля «Крепление горно-капитальных и горно-подготовительных выработок».....</i>	<i>37</i>
1.3. Результаты опытно-промышленной апробации параметров физико-химических геотехнологий комплексного освоения медно-колчеданных месторождений Урала...	50
Выводы по 1 главе.....	56
2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ	59
2.1. Горнотехнических систем открытой геотехнологии.....	59
<i>2.1.1. Геотехнологический модуль «Вскрытие месторождения или его участка».....</i>	<i>59</i>
<i>2.1.2. Геотехнологический модуль «Эксплуатационные горные работы при открытой геотехнологии».....</i>	<i>61</i>
<i>2.1.3. Технико-экономическая оценка эффективности функционирования модуля «Транспортирование рудной массы и вскрышных пород».....</i>	<i>64</i>

2.1.4. Техничко-экономическая оценка результатов исследований и обоснование области рационального функционирования модуля «Складирование полезного ископаемого» и «Отвалообразование».....	68
2.2. Горнотехнические системы и геотехнологические модули подземной геотехнологии	70
2.2.1. Техничко-экономическая оценка параметров функционирования геотехнологического модуля «Отбойка».....	70
2.2.2. Экономико-математическое моделирование геотехнологического модуля «Крепление горных выработок».....	72
2.3. Горнотехнические системы на основе физико-химической геотехнологии ...	78
2.4. Методика технико-экономической оценки проектных решений при модульном принципе формирования горнотехнических систем.....	86
Выводы по 2 главе	98
3. ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОБОСНОВАНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ОСВОЕНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	100.
3.1. Факторный анализ и область рационального применения геотехнологических модулей при разработке месторождений открытым способом.....	100
3.1.1. Анализ влияющих факторов и обоснование области рационального применения геотехнологического модуля «Вскрытие месторождения или его участка».....	100
3.1.2. Факторный анализ модуля «Складирование и отвалообразование» с подбором соответствующего оборудования, обеспечивающего максимальную эффективность модулей складирования и отвалообразования.....	103
3.2. Факторный анализ и область рационального функционирования геотехнологических модулей при разработке месторождений подземным способом.....	109
3.2.1. Геотехнологический модуль «Вскрытие месторождения или его участка».....	109
3.2.2. Факторный анализ геотехнологического модуля «Управление состоянием массива при подземной разработке месторождений».....	111
3.3. Факторный анализ и область рационального применения модулей на основе физико-химических технологий.....	115

. Выводы по 3 главе	118
4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ УЧАСТКА НЕДР.....	119
4.1. Общие положения методики проектирования горнотехнических систем комплексного освоения недр	119
4.2. Расчет параметров геотехнологических модулей на открытых горных работах.....	121
<i>4.2.1. Обоснование параметров и схемы вскрытия.....</i>	<i>121</i>
<i>4.2.2. Методика обоснования параметров геотехнологического модуля «Эксплуатационные горные работы».....</i>	<i>123</i>
<i>4.2.3. Обоснование параметров функционирования модуля транспортировки рудной массы и вскрышных пород.....</i>	<i>128</i>
<i>4.2.4. Методика определения параметров функционирования модулей складирования и отвалообразования.....</i>	<i>132</i>
<i>4.2.5. Методика геомеханическое обоснование параметров конструктивных элементов систем разработки (геотехнологический модуль «Управление состоянием массива горных пород»).....</i>	<i>134</i>
4.3. Расчет параметров геотехнологических модулей на подземных горных работах	147
<i>4.3.1. Методика обоснования параметров и схемы вскрытия шахтных запасов.....</i>	<i>147</i>
<i>4.3.2. Оценка параметров модуля отбойки руды.....</i>	<i>161</i>
<i>4.3.3. Расчет параметров модуля транспорта и стабилизации качества рудной массы.....</i>	<i>172</i>
<i>4.3.4. Геомеханическое обоснование способов управления состоянием горного и искусственного массивов (геотехнологический модуль «Крепление горных выработок»).....</i>	<i>176</i>
4.4. Обоснование параметров геотехнологических модулей гидродобычи.....	180
<i>4.4.1. Гидромониторная разработка открытым способом.....</i>	<i>180</i>
<i>4.4.2. Разработка обводненных забоев земснарядами.....</i>	<i>182</i>
<i>4.4.3. Гидромониторная разработка месторождений подземным способом..</i>	<i>187</i>
<i>4.4.4. Скважинная гидродобыча</i>	<i>190</i>
4.5. Обоснование параметров модулей физико-химической геотехнологии.....	194
Выводы по 4 главе	214

5.СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА И МЕХАНИЗМА ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗЛИЧНЫЕ СФЕРЫ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СОЦИАЛЬНЫЕ СФЕРЫ	215
ВЫВОД ПО 5 ГЛАВЕ	225
6. СОСТАВЛЕНИЕ КАДАСТРА ОБЪЕКТОВ ВНЕДРЕНИЯ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С КОНКРЕТНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕКОМЕНДАЦИЯМИ	226
6.1. Объекты внедрения модульного подхода при проектировании модулей открытых горных работ	226
6.2. Объекты внедрения модульного подхода при проектировании модулей подземной геотехнологии	226
6.3. Кадастр объектов внедрения модулей физико-химической геотехнологии ..	235
Выводы по 6 главе	236
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	237
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	242

ВВЕДЕНИЕ

Перспективной тенденцией развития проектирования горных предприятий является разработка типовых технологических и технических решений по комплексному освоению месторождений. Эти типовые решения могут быть унифицированы и формализованы так называемыми геотехнологическими модулями, которые при соответствующей адаптации к конкретным условиям месторождений могут быть использованы в различного рода проектах развития горных работ.

Геотехнологический модуль представляет собой относительно самостоятельный и замкнутый элемент горнотехнической системы, который находится в непосредственной взаимосвязи с другими элементами (геотехнологическими модулями) системы и обладает всеми системными признаками. При необходимости он может быть изъят из горнотехнической системы, модернизирован, а в отдельных случаях исключен, либо заменен новым модулем, выполняющим аналогичные функции.

Модульный принцип повышает эффективность конструирования горнотехнических систем и создаёт благоприятные условия для автоматизированного их проектирования на основе компьютерного программирования. Поэтому проектирование горнотехнических систем по модульному принципу напрямую связано с созданием автоматизированной базы проектирования. В этой связи особую значимость приобретают вопросы временной и технологической увязки геотехнологических модулей в горнотехнических системах.

Модульный подход базируется на новой методологии проектирования горнотехнических систем комбинированной геотехнологии и предусматривает создание типового ряда их конструкций, технических и технологических решений с указанием возможного диапазона варьирования параметров. При этом параметры конкретных модулей, входящих в структуру горнотехнической системы, должны согласовываться между собой в части временной и пространственной взаимоувязки качественных и количественных показателей добычи в соответствии с общей целевой функцией горнотехнической системы. Это обеспечивается на основе разработки математической модели горного предприятия в динамике его функционирования.

Учитывая, что каждый геотехнологический модуль горнотехнической системы (вскрытие месторождения, эксплуатационные работы, формирования отвалов, переработка отходов и т.д.) обладает своей спецификой, задачами второго этапа исследований являлись:

- постановка лабораторных и опытно-промышленных экспериментов в лабораториях ВУЗа, центрах коллективного пользования РАН, горно-обогатительных предприятиях

Урала с целью корректировки параметров геотехнологических модулей и оценке влияния основных факторов;

- технико-экономическая оценка результатов исследований, значимости влияющих геометрических и технических факторов, обоснование области рационального функционирования геотехнологических модулей горнотехнических систем по освоению месторождений черных и цветных металлов;
- расчет параметров функционирования геотехнологических модулей в горнотехнических системах комплексного освоения участка недр;
- создание системы менеджмента и механизма внедрения результатов исследований в различные сферы народно-хозяйственной деятельности: промышленность, социальные сферы. Составление кадастра объектов внедрения с конкретными технологическими рекомендациями.

Актуальность решения этих задач обусловлена перспективами промышленной реализации геотехнологических модулей комплексной добычи полезных ископаемых и интенсивной, экологически безопасной эксплуатации месторождений Урала.