

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Горные работы»

Ю.А. Шпургалов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РУДНИКОВ И ШАХТ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-51 02 01
«Разработка месторождений полезных ископаемых»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области горнодобывающей промышленности*

Минск
БНТУ
2012

УДК 622.012.2.001.2 (075.8)

ББК 33.21я7

Ш 53

Р е ц е н з е н т ы:

канд. техн. наук, доцент *П.В. Цыбуленко*;

канд. техн. наук, доцент *А.А. Кологривко*

Шпургалов, Ю.А.

Ш 53 Проектирование рудников и шахт: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-51 02 01 «Разработка месторождений полезных ископаемых» / Ю.А. Шпургалов. – Минск: БНТУ, 2012. – 75 с.

ISBN 978-985-525-823-1.

Учебно-методическое пособие содержат описание основных закономерностей процесса проектирования горных предприятий и их подсистем на основе использования инновационных информационных технологий, современных методов решения проектных задач для определения оптимальных технических параметров проектируемых горных объектов.

Учебно-методическое пособие предназначены для студентов очной и заочной форм обучения, магистрантов, аспирантов, преподавателей, инженерных работников изучающих инновационные информационные подходы в проектировании современных промышленных (горных) предприятий.

УДК 622.012.2.001.2 (075.8)

ББК 33.21я7

ISBN 978-985-525-823-1

© Шпургалов Ю.А., 2012

© БНТУ, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее полное удовлетворение потребностей народного хозяйства в полезных ископаемых, а также воспроизводство регулярно выбывающих объектов горнодобывающей промышленности требуют планомерного строительства новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения существующих горных предприятий. Для того, чтобы начать строительство, расширение, реконструкцию или техническое переоснащение горного предприятия, вести те или иные горно-капитальные, строительные или монтажные работы необходимо разработать соответствующий проект.

Проект некоторого объекта можно определить, упрощенно, как графическое и текстовое описание будущего объекта, обеспечивающее возможность создать упомянутый объект в натуральном виде. Прогрессивность и экономичность работы и развития будущих рудников и шахт зависят от того, насколько полно в проектах будут учтены последние достижения горной науки, техники и технологии, т.е. насколько полно использованы инновационные технологии в проектировании. При этом решение задач проектирования и управления шахтой связано, всегда, с проблемой оптимизации, т. е. с поиском наилучших в том или ином смысле проектных решений, выбором одной из конкурирующих, альтернативных технологических схем, одного из значений параметров, вариантов перспективного развития. К основным методам решения проектных задач можно отнести метод директивных указаний, метод вариантов, метод аналогий, метод экспертных оценок, методы математического и компьютерного моделирования. Математические и компьютерные модели принятия решений, используемые при проектировании горных предприятий, строятся на основе математических методов оптимизации, основными из которых являются: исследование функций на экстремум с использованием дифференциального исчисления, вариационные методы, метод множителей Лагранжа, метод линейного и динамического программирования, теория игр, методы имитационного моделирования.

Высокое качество проектов – это залог быстрого и экономного строительства и эффективной эксплуатации рудников и шахт, разумной организации труда и быта людей, сохранения природы. Это важнейшее средство реализации единой технической и экономиче-

ской стратегии. В каждом проекте необходимо искать пути снижения капитальных затрат и себестоимости продукции, сокращения сроков строительства, повышения производительности труда и рентабельности производства, ориентируясь на новейшую технику, передовую технологию и организацию работ. При этом весьма важно обеспечить улучшение условия работы трудящихся, безопасность всего предприятия, а также более рациональное и комплексное использование запасов полезных ископаемых и охрану окружающей природной среды.

Для того чтобы достичь вышеназванных результатов, необходимо участие в предпроектных исследованиях и проектировании специалистов различных отраслей знаний, богатого арсенала математических методов, методических приемов и средств вычислительной техники. Методы решения задач при проектировании базируются на современных информационных технологиях, математическом моделировании проектируемых объектов и их элементов, что связано с анализом и обработкой больших информационных массивов. Современные информационные технологии, применительно к задачам проектирования предполагают, использование разнообразных баз данных, в том числе и баз данных о ранее запроектированных объектах-аналогах и баз данных об элементах, из которых состоит запроектированный объект.

Предполагается, что выполнение данной курсовой работы сформирует у студентов четкое представление о современных подходах в проектировании горных предприятий и методах совершенствования проектирования на базе информационных инновационных технологий. В процессе выполнения курсовой работы, при количественной оценке параметров проектируемых объектов, разработке оптимальных технических решений на основе методов теории принятия решений необходимо использовать знания, полученные студентами при изучении курса «Математические методы и модели в горном производстве». Разработка проектной документации в электронном виде с автоматизацией чертежных и расчетных работ будет осуществляться на базе знаний полученных при изучении курса «Основы компьютерного проектирования».

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ИХ ПОДСИСТЕМ

Проект – это графическое и текстовое описание будущего объекта, обеспечивающее возможность в предписанное время, при использовании соответствующих средств, создать упомянутый объект в натуральном виде, соответствующий всем законам, стандартам, нормам и правилам, регламентирующим проектирование и строительство объекта.

Проектирование горных предприятий обладает рядом отличительных особенностей. Рудник, шахта включают много разно-функциональных технологических элементов (подсистем) объединяющихся в упорядоченную структуру. К этим элементам относятся:

- очистные и подготовительные забои;
- транспорт и подъем;
- системы проветривания и энергосбережения;
- системы по поддержке и ремонту горных выработок;
- технологический комплекс на поверхности и др.

Характерной чертой шахт (как больших систем) является наличие для всех составляющих ее элементов единой цели. Эта цель состоит в обеспечении максимальной добычи полезного ископаемого при наилучшем уровне технико-экономических показателей.

Эту единую цель по-другому еще называют основным правилом ведения горных работ, которое может быть сформулировано следующим образом: «Добыча полезного ископаемого должна вестись таким образом, чтобы обеспечить максимальный коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр с минимальным ущербом для окружающей среды, самым экономически выгодным способом при обязательном соблюдении техники безопасности и правил ведения горных работ». В значительной степени проектирование сводится к поиску оптимальных вариантов технических решений, обеспечивающих достижение выше сформулированной цели. Область знаний, для которой основным предметом изучения является выбор и принятие оптимальных решений, составляет теорию принятия решений. Выбор и обоснование технических решений, необходимых для разработки проекта шахты (рудника) на основе зада-

ния на проектирование, полученных исходных данных и данных, содержащихся в директивных указаниях на разработку проекта, являются одними из важнейших составляющих проектирования.

Для реализации этой составляющей проектирования существуют специальные подходы, которые называются методами решения задач при проектировании.

Методы решения задач при проектировании, это совокупность приемов и подходов, обеспечивающих выбор и обоснование оптимальных технических решений при проектировании рудников и шахт.

Оптимальное решение (управление) – это наилучшее решение в каком-либо известном смысле, определяемом критерием эффективности, т. е. оптимальности. Критерий оптимальности – это некоторый показатель эффективности, качества, выполняющий роль меры, средства оценки поставленной цели, которая достигается объектом, процессом.

Математическую зависимость критерия оптимальности (эффективности) от параметров и характеристик проектируемого или действующего объекта, процесса или элемента называют целевой функцией

Проект строительства и реконструкции шахты представляет собой полный комплект технической документации, который содержит детальное описание и графическое изображение совокупности обоснованных решений по вскрытию месторождения (его частей и пластов), по подготовке и системам разработки пластов, строительству зданий и сооружений как на поверхности, так и под землей, доставке людей, полезного ископаемого, оборудования и материалов, по вентиляции, водоотливу, созданию безопасных и компактных условий горных работ, охране природы, организации труда, управлению и экономике.

Вышеназванная совокупность технических решений представляет собой, так называемый вариант технологической схемы шахты.

Проектированием называется разнородная деятельность по конструированию целесообразных в конкретных горно-геологических условиях вариантов технологических схем шахты и ее элементов, обоснованию и оптимизации их параметров, расчету пропускной способности технологических звеньев, детальному описанию и графическому изображению всех рассматриваемых и окончательно

принятых к воплощению решений на основе использования директивных указаний, исходной информации, инновационных информационных технологий.

Из определения процесса проектирования следует, что объект должен иметь оптимальные характеристики (исходя из выбранных критериев) и удовлетворять ряду требований.

Таким образом, сутью проектирования является выбор и обоснование технических решений, позволяющих разработать проект обеспечивающий строительство объекта с наилучшими технико-экономическими показателями, удовлетворяющими выбранным критериям, условиям и ограничениям. Следует отметить, что разрабатываемая проектная документация имеет два основных предназначения. Первое – это разработка рабочих чертежей, по которым в дальнейшем строительными организациями будет возведен объект.

Второе – расчет стоимости строительства и ввода в эксплуатацию проектируемого объекта. Для реализации этой задачи необходимо иметь детальное описание всех элементов проектируемого объекта. Такое детальное описание объекта необходимо для того, чтобы иметь возможность предварительно сосчитать, а затем оценить все элементы и материалы, из которых состоит проектируемый объект. Если использовать другие способы оценки сметной стоимости объектов то появится возможность уменьшить объем проектной документации и, как следствие, стоимость проектных работ и сроки проектирования.

Ниже приведены основные этапы создания проекта горного предприятия.

Перед началом проектирования проводятся инженерные изыскания, целью которых является изучение природных условий и особенностей участка строительства. Все инженерные изыскания делятся на технические и экономические.

К техническим изысканиям относятся топографо-геодезические, геологические, гидрогеологические, климатические, коррозионные, сейсмические и санитарно-гигиенические.

К экономическим изысканиям относятся изыскания по выбору площадки для строительства и организации строительства.

На следующем этапе определяются исходные данные для проектирования.

Под исходными данными для проектирования будем понимать весь перечень данных необходимых для разработки проекта горных предприятий. Этот перечень данных бывает разным для разных проектов. Наиболее полный перечень исходных данных необходим при проектировании рудников на вновь осваиваемых месторождениях. Чем точнее и полнее набор исходных данных собранных для проектирования горного предприятия, тем более оптимальные технические решения они позволяют принять

К основным исходным данным относятся:

- задание на проектирование;
- сводный геологический отчет по детальной разработке месторождения, содержащий подсчет запасов полезного ископаемого, а также протокол государственной комиссии по запасам (ГКЗ) об утверждении этих запасов;
- технико-экономическое обоснование целесообразности строительства рудника;
- отчеты о научно-исследовательских работах (НИР), выполненных на предпроектном этапе;
- протоколы научно-технических совещаний по разработке и принятию отдельных технических решений по оптимальному проектированию элементов технологической схемы рудника.

Задание на проектирование является основным исходным документом. Им руководствуются все участники проектирования.

Задание на проектирование составляется заказчиком проекта с привлечением проектировщиков. Предполагается, что разработке задания предшествуют различные исследования, в том числе и на математических моделях. Разработка задания на проектирование выполняется на основе утвержденного акта по выбору площади для строительства. Горнодобывающие министерства, ведомства, организации-заказчики должны устанавливать в заданиях на проектирование рудников требования по внедрению новой технологии и передового опыта, показатели по эффективности капиталовложений и поручать проектным организациям, специализирующимся по видам работ, разрабатывать соответствующие разделы проекта.

Необходимым условием того, чтобы разработанная текстовая и графическая документация являлась проектом некоторого объекта необходимо, чтобы она была выполнена в соответствии с целым рядом законов, стандартов, правил, норм, методических указаний,

инструкций и так далее. Все вышеназванные документы регламентируют разработку проектов и смет объектов промышленного строительства. Ряд государственных организаций разрабатывает соответствующие документы, обеспечивающие и регламентирующие проектирование.

Все эти законы, инструкции, правила, стандарты, нормы относятся к основополагающим материалам для проектирования.

Министерства и ведомства, разрабатывают государственные и ведомственные нормативы проектирования.

Госстрой республики разрабатывает нормативные документы по строительству, проектированию и устройству работ.

Органы Госнадзора разрабатывают нормы и правила, в которых наряду с улучшением производственных условий труда и повышением безопасности работ предусматривается устранение всякого рода излишеств, бережное отношение к земельному фонду, наиболее полное использование площадей и зданий.

Все эти нормативные документы обязательны для проектных организаций.

Кроме того, при разработке проектно-сметной документации необходимо руководствоваться законами Республики Беларусь, указами Президента Республики Беларусь, решениями правительства и другими нормативными актами по капитальному строительству, в том числе:

- нормативными документами по проектированию и строительству, утвержденными министерствами и ведомствами Республики Беларусь;

- органами Госнадзора и общественными организациями по согласованию с Госстроем республики;

- государственными стандартами;

- документами по основным направлениям в проектировании соответствующих отраслей;

- строительным каталогом типовых сборных железобетонных, металлических, деревянных конструкций для всех видов строительства и территориальным каталогом типовых строительных конструкций для сельскохозяйственного и гражданского строительства утвержденных Госстроем республики;

- каталогом на все виды оборудования;

- ведомственными каталогами для специализированных видов строительства;

- межотраслевыми требованиями и нормативными материалами по научной организации труда;

К вышеназванным документам относятся: СНиП (строительные нормы и правила), СНБ (строительные нормы Беларуси), СТП (стандарты предприятия), НТП (нормы технологического проектирования).

Для обоснования сроков проектирования и строительства рудников необходимо пользоваться «Едиными нормами продолжительности проектирования и строительства предприятий, зданий и сооружений и освоением проектных мощностей».

Удельные капитальные затраты для выполнения укрупненных расчетов могут быть приняты в соответствии со строительными нормами «Нормативы удельных капитальных вложений по отраслям».

К специализированным нормативным документам относятся: нормативная и методическая документация проведения горных работ на Старобинском месторождении калийных солей.

В качестве основополагающих материалов для проектирования могут рассматриваться и некоторые данные, предоставляемые генеральному проектировщику заказчиком вместе с заданием на проектирование, в частности, сведения о том, что является основанием для проектирования. Обычно такими основаниями являются постановление Совета министров Республики Беларусь, приказ отраслевого министерства и др. К основополагающим материалам для проектирования можно отнести указанные в задании на проектирование стадийность проектирования, варианты производительности предприятия и технико-экономические показатели других проектных решений, очередность ввода в действие пусковых комплексов и объектов, сроки строительства объектов по очередям, качество продукции и сведения о ее потребителях, капитальные затраты и срок их окупаемости, себестоимость продукции, себестоимость труда и др.

При проектировании должны использоваться документы о ценах на материалы, электроэнергию, топливо, строительные конструкции, руду и концентраты. Значения ряда необходимых стоимостных величин либо принимаются по данным практики, либо определяются на основе специальных сметных расчетов и калькуляций. Многие технические и технологические показатели прини-

маются по нормам технологического проектирования или на основе данных практики с учетом тенденции технического прогресса. Применяются прейскуранты и укрупненные сметные нормативы (УСН), типовые методики оценки эффективности капиталовложений, правила технической эксплуатации (ПТЭ), правила техники безопасности (ПТБ) и др.

От организаций санитарно-эпидемиологической службы и гидрометеорологической службы заказчик и генеральный проектировщик получают исходные данные, характеризующие естественное состояние водоемов, почв и воздуха. Эти материалы необходимы в частности для проектировочных мероприятий по охране окружающей среды.

Из вышеизложенного следует, что разработка проекта горного предприятия, удовлетворяющего всем основополагающим материалам для проектирования, представляет собой сложную задачу. Эта задача многократно усложняется, если при этом необходимо оптимизировать технико-экономические показатели проектируемого горного объекта.

Важным моментом организации проектирования является обеспечение проектировщиков всеми основополагающими материалами, регламентирующими процесс проектирование горного предприятия.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Под инновационными технологиями проектирования горных предприятий понимаем использование современных достижений науки и техники для решения проектных задач. Информационные технологии можно рассматривать как составляющую инновационных технологий. Суть применения информационных технологий заключается в использовании при проектировании достижений технической науки «Информатика».

В качестве основных составляющих процесса проектирования объектов горной промышленности (с использованием инновационных технологий) можно выделить следующие: компьютерную технологию проектирования, разработку технических решений, обеспечивающих оптимальный вариант проекта, информационно-методическое обеспечение проектирования.

Современная компьютерная технология проектирования основывается на совокупности автоматизированных рабочих мест проектировщиков объединенных в соответствующие локальные компьютерные сети, имеющие выход в сеть «Интернет». Все большее распространение получают специальные компьютерные методики проектирования. Они предназначены для проектирования определенного класса объектов. Эти методики обеспечивают автоматизацию трудоемких процессов вычислений при проектировании, оптимизацию проектных решений за счет компьютерного моделирования проектируемых объектов, разработку текстовой и графической документации. Вышеназванные методики реализуются в виде пакетов специальных компьютерных программ.

Информационно-методическое обеспечение компьютерной технологии проектирования включает информационные массивы, которые в той или иной степени могут быть полезны при разработке проекта. Эти информационные массивы должны содержать всю необходимую и достаточную информацию для разработки проектов и должны быть представлены в виде, пригодном для их автоматизированного использования средствами вычислительной техники. К вышеназванной информации относятся исходные данные, данные характеризующие принятые технические решения для обеспечения

проектирования, сведения об объектах-аналогах, сведения об конструктивных особенностях создаваемых систем. К информационно-методическому обеспечению относятся и описанные в предыдущем параграфе основополагающие материалы для проектирования, к которым относится ряд нормативных и методических документов, среди которых можно выделить все действующие законы, указы, ГОСТы, СНИПы, технологические нормы проектирования, нормативно-методические указания. В информационно-методическое обеспечение входят и методические указания по решению различных сопутствующих задач, различные нормативные материалы, нормы и правила и т. п. Информационно методическое обеспечение может существенно меняться, причем в короткие сроки. В этом случае, без использования современных информационных, инновационных технологий, сложно разрабатывать конкурентно-способные проекты.

Так, с 01.01.10 г. в стране начали действовать идентичные еврокодам технические кодексы. Введены в качестве национальных 668 гармонизированных с Директивой 89/106/ЕЕС европейских стандартов, на которые даны ссылки в еврокодах. Речь идет о евростандартах по целому ряду направлений, в том числе стандартизации производства стройматериалов, конструкций и изделий, проектных работ. Именно этот блок технических нормативно правовых актов применяется всеми странами ЕС в области строительства. Введение в действие европейских стандартов в сфере строительства не означает отмену национальных технических нормативно-правовых актов (ТНПА). Определенное время евростандарты будут применяться наряду с действующей национальной нормативной базой. На сайте Министерства архитектуры и строительства имеются необходимые сведения об европейских стандартах.

Информационное обеспечение компьютерной системы проектирования горных предприятий строится на базе технической науки "Информатика", которая изучает закономерности и правила использования электронных информационных баз данных на основе средств вычислительной техники, а также устройство средств вычислительной техники и их программное обеспечение. Система информационного обеспечения состоит из банка данных (хранилища данных) и средств, с помощью которых осуществляется управление банком данных – средств управления банком данных. Информа-

онная система должна обеспечивать необходимую достоверность результатов и быстрый их поиск. Система управления банком данных представляет возможности изменения, пополнения и замены данных, а также информационно-поисковые услуги.

Вся необходимая для проектирования информация, как правило, не находится в одном месте. Она распределена по различным информационным источникам. К этим источникам относятся комплексы электронных баз данных, в которых предоставляются услуги сторонним пользователям, научно-технические библиотеки, в которых все больше информации появляется в электронном виде. Кроме того, информация может находиться в специальных подразделениях организаций-проектировщиков, а именно, в методических кабинетах, библиотеках, архивах. Необходимая информация также может находиться на серверах отраслевых локальных сетей и на серверах глобальной сети «Интернет».

В качестве примера информации хранящейся в отраслевой локальной компьютерной сети выступает информация, имеющаяся на сервере факультета в разделе «Учебно-методические материалы по изучению предмета «Проектирование рудников и шахт»». Этот раздел включает не только конспект лекций, методические указания по выполнению курсовой работы, справочники и учебники, но и специальные компьютерные модели, например, модель геологического строения месторождения, специальные графические модели планов развития горных работ, компьютерная программа по расчету длины лавы и другие. Доступ к данному разделу локальной компьютерной сети, а также и к сети «Интернет» студенты получают на практических занятиях, которые проводятся в специальных компьютерных классах.

Несомненно, что совершенствование процесса проектирования на базе инновационных подходов является одной из наиважнейших задач. От качества проектов непосредственно зависят технический и экономический уровень создаваемых объектов, уровень индустриализации строительства, сокращение его продолжительности, снижение материалоемкости и трудоемкости, рациональное использование ресурсов и, в конечном счете, – эффективность капитальных вложений.

К числу основных направлений совершенствования проектирования на современном этапе можно отнести использование в проектах прогрессивных технологических, объемно-планировочных и конструктивных проектных решений, что предполагает:

- применение в проектах эффективных способов и схем вскрытия шахтных полей, обеспечивающих высокую концентрацию горных работ, минимальный объем проводимых и поддерживаемых выработок, бесступенчатый и по возможности непрерывный транспорт, прямоточное проветривание;

- максимально возможное извлечение полезных ископаемых в пределах шахтного поля;

- применение наиболее прогрессивных видов забойного оборудования, обеспечивающего высокие технико-экономические показатели при минимальной трудоемкости работ;

- полную закладку выработанного пространства в случаях необходимости сохранения поверхности от нарушений;

- применение наиболее совершенных видов крепления и способов охраны горных выработок (в том числе по бесцеликковой технологии);

- преимущественное применение столбовых систем разработки с длиной выемочных столбов, создающих возможность длительной работы комплексов очистного оборудования без демонтажа;

- применение для доставки руды мощных конвейеров, обеспечивающих безперегрузочное транспортирование руды;

- применение эффективных схем и способов вентиляции шахт и выемочных участков, дегазации пластов, вмещающих пород и выработанных пространств, кондиционирование шахтного воздуха, разработка эффективных мер по борьбе с пылью, что обеспечивает безопасное ведение работ, нормальные климатические и санитарные условия в шахтах;

- достижение рациональной блокировки зданий и сооружений на поверхности с учетом технологии и организации строительства и возможности последующего расширения производства;

- создание, как правило, центральных (групповых) породных отвалов, располагаемых в отдалении от жилых массивов и промышленных площадок на непроизводительных земельных участках и др.

Важное значение на современном этапе приобретает повышение в проектах уровня индустриализации строительства, использования прогрессивных материалов и изделий.

Прогрессивным направлением при проектировании поверхности рудников и шахт является разработка технических решений на базе использования унифицированных зданий вспомогательного и встроенного назначения. Это многоцелевые здания полной заводской готовности, транспортируемые к месту эксплуатации отдельными блок-боксами, готовые к установке на площадке объектов и подключаемые к внешним сетям, коммуникациям и друг к другу.

Проектирование будет более совершенным, если удастся повысить обоснованность и достоверность исходной базы проектирования. Материалы геологических отчетов в целом пока еще имеют прогнозный характер, что вызывает необходимость, с одной стороны, учитывать это обстоятельство при разработке проектной документации, а с другой – принимать дополнительные меры по дальнейшему совершенствованию методики и техники разведки, а также обработки и интерпретации разведочных данных в геологических отчетах.

Оптимизация проектных решений на основе инновационных и информационных технологий, более широкое внедрение технологических линий проектирования также обеспечивают разработку более совершенных проектов. Выбор оптимальных проектных решений требует многовариантного проектирования, которое в полном масштабе практически может быть осуществлено только при использовании современных информационных технологий. Специфика Старобинского месторождения такова, что допускает при проектировании рудников определенную свободу выбора основных технических решений. Значительное влияние на технико-экономические показатели проектируемых предприятий, в том числе на их стоимость, оказывают принятые технические решения по проектированию технологии и организации ведения горных работ.

Важное место в совершенствовании технологии проектирования отводится организации самих проектных работ, а также методам количественной оценки качества проектных решений. Современные прогрессивные методы позволяют комплексно и достоверно оценивать принимаемые, решения с позиций их технического совершен-

ства и экономической эффективности для отрасли и народного хозяйства.

Использование НИР в проектировании является основой применения инновационных технологий при проектировании. Как правило, заказчик вместе с заданием на проектирование передает проектировщику все результаты выполненных НИР касающихся проблем проектирования нового рудника. Согласно современным требованиям проектирование должно вестись на основе использования инновационных информационных технологий.

Внедрение в процесс проектирования уже известных научных результатов может производиться одним из следующих способов:

- приобретение прав на внедрение и использование запатентованных процессов и изделий (элементов);
- приобретение комплекта документов, описывающих изменение существующих технологий и организацию работ по внедрению этих разработок;
- приобретение отдельных технологических линий.

Если ни один из уже известных научных результатов не подходит, то в рамках выполняемого проекта должно предусматриваться финансирование выполнения НИР по специальному заказу. Сутью таких НИР является установление неизвестных доселе зависимостей и закономерностей, которые в дальнейшем будут использованы для решения проектных задач. Проектировщики вместе с исследователями должны сформулировать эти задачи и определить вид, перечень и форму научных результатов. Описанный подход получения и использования научных результатов при проектировании рудников и шахт является особенно актуальным при определении исходных данных для проектирования. Научные исследования должны быть направлены на достижение главной цели – обеспечение максимального извлечения полезного ископаемого с минимальными затратами и минимальным ущербом для окружающей среды, при соблюдении правил техники безопасности при проведении подземных работ.

3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ И СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Главной целью выполнения курсового проекта является приобретение навыков в разработке и принятии технических решений обеспечивающих разработку проектов горных предприятий, оценке и оптимизации принимаемых решений и в материализации решений на бумаге либо в электронном виде.

В результате выполнения курсового проекта необходимо продемонстрировать приобретенные в процессе обучения навыки находить оптимальные технические решения, производить вычисления, оформлять графическую и текстовую части проекта с помощью современных инновационных, информационных технологий.

Как уже указывалось, под информационными технологиями понимаем все технологии, использующие электронные информационные базы данных, построенные в соответствии с технической наукой «Информатика» и реализованные на основе современных вычислительных средств, локальных и глобальных компьютерных сетей. Под инновационными технологиями понимаем все технологии, использующие современные достижения науки и техники.

Таким образом, данный курсовой проект предназначен для изучения общих принципов проектирования горных предприятий, методов инженерного проектирования, методологии выбора и принятия оптимальных технических решений с использованием информационных технологий, а также изучению состава и содержания проектной документации.

Проекты горных предприятий и их подсистем могут быть одностадийными и двухстадийными.

При одностадийном проектировании разрабатывается архитектурностроительный проект со сводным сметным расчетом стоимости проектируемого объекта. Одностадийное проектирование используется для проектирования предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов.

В случае разработки проектно-сметной документации в две стадии разрабатываются архитектурный проект со сводными сметными расчетами стоимости и рабочая документация со сметами

(строительный проект). Двухстадийное проектирование используется, как правило, для крупных и сложных объектов.

Состав архитектурного и строительного проектов определяется межгосударственными и (или) национальными стандартами и уточняется заказчиком и разработчиком в договоре на проектирование.

Архитектурный проект строительства объектов производственного назначения инженерной инфраструктуры состоит из следующих разделов:

- а) общая пояснительная записка;
- б) генеральный план и транспорт;
- в) технологические решения;
- г) организация и условия труда работников. Управление производством и предприятием;
- д) архитектурно-строительные решения;
- е) инженерное оборудование, сети и системы;
- ж) организация строительства;
- и) охрана окружающей среды, экологический паспорт объекта;
- к) инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций;
- л) сметная документация (по объектам бюджетного финансирования либо по заданию заказчика);
- м) эффективность инвестиций (по заданию заказчика).

Состав строительного проекта (исключая утверждаемую архитектурную часть при одностадийном проектировании) соответствует составу рабочей документации на строительство объектов, определяемому межгосударственными и (или) национальными стандартами и уточняется заказчиком и разработчиком в договоре на проектирование.

В состав рабочей документации для строительства рудника входят рабочие чертежи в соответствии с требованиями стандартов.

Рабочие чертежи разрабатываются в следующем составе:

- чертежи, предназначенные для производства строительномонтажных работ и работ по проведению капитальных горных выработок;

- чертежи (планы и разрезы) установки технологического, транспортного, энергетического оборудования и связанных с ними коммуникаций;

- чертежи сооружений и устройств, связанных с охраной окружающей природной среды, труда, а также выполнением мероприятий по восстановлению (рекультивации) нарушенных земель;

- чертежи (планы, разрезы, профили трасс, схемы) сетей и устройств теплоснабжения, газоснабжения, электроснабжения, электрооборудования, автоматизации технологических процессов и управления предприятием, связи и сигнализации, других сетей и устройств;

- чертежи элементов строительных конструкций (при отсутствии типовых).

В состав рабочей документации также входят сметы, ведомости объемов строительных и монтажных работ.

В курсовом проекте ставится задача разработать проект отработки участка шахтного поля Старобинского месторождения калийных солей.

Рудник, горизонт, расположение участка шахтного поля студент выбирает самостоятельно (по согласованию с преподавателем).

Применительно к горно-геологическим характеристикам расположения выбранного участка шахтного поля необходимо разработать технические решения, определяющие проект оптимального варианта отработки данного участка, исходя из выбранных критериев и ограничений.

Проект отработки участка шахтного поля должен представлять собой комплект документов, который содержит текстовое и графическое описание совокупности обоснованных технических решений по выбору системы разработки участка, проведению подготовительных и очистных работ, поддержании выработок и вентиляции.

Поскольку курсовой проект является учебным проектом и не представляет собой ни архитектурный, ни строительный проект, то его состав и содержание могут быть отличными от представленных выше содержаний архитектурного и строительного проектов и отражать лишь их основные характеристики.

На основании вышеизложенного, предлагается разработать курсовой проект, содержащий следующие разделы.

Введение, в котором дается краткое описание роли проектирования для процесса добычи руды и той цели, которую ставит перед собой студент, выполняя данную курсовую работу. Объем введения примерно 1 страница.

Примерное название первого раздела курсового проекта: «Исходные данные для выполнения курсового проекта».

Исходные данные для проектирования студент выбирает самостоятельно, что с одной стороны является частью задания на проектирование, а с другой стороны, соответствует распространенной практике при выполнении проектных работ.

Прежде всего, следует определить данные о номере рудника, номере горизонта, где будет расположена проектируемая панель.

Предполагается, что в этом же разделе будет дано описание фронта очистных и подготовительных работ на горизонте и описание расположения проектируемого участка относительно стволов и выработок главного направления. Для этого схематично изобразить границы горизонта, нанести положение стволов, схематично нанести положение главных выработок. Показать эскизно примерное положение фронта подготовительно-очистных работ возле проектируемого участка.

Необходимую информацию следует взять из плана ведения горных работ на рудниках, а также использовать компьютерные модели планов развития горных работ, имеющиеся на сервере локальной компьютерной сети факультета.

На основании полученной информации определить в первом приближении местоположение (координаты углов) проектируемого участка.

Далее следует определить размеры охранных целиков к ранее отработанным панелям. Они определяются с учетом указаний, содержащихся в соответствующих нормативных и методических документах. Показать примерную схему транспортировки руды с проектируемого участка на поверхность.

Предполагается, что в данном разделе, также будет представлена краткая геологическая характеристика горизонта, геологические характеристики проектируемого участка шахтного поля (геологические колонки, глубина залегания, мощность водозащитной толщи). Эти данные могут быть определены по значениям предварительно определенных координат углов проектируемого участка с использованием компьютерной модели геологического строения Старобинского месторождения («NEWGEO»), имеющиеся на сервере локальной компьютерной сети факультета.

Компьютерная модель «NEWGEO» позволяет рассчитать процентное содержания KCL и NO на участке, глубину залегания участка, мощность водозащитной толщи. Исходными данными для программы «NEWGEO» являются координаты (характерных) точек проектируемого участка, номер рудника и номер горизонта.

В качестве примера, поясняющего принципы использования модели «NEWGEO», приведена табл. 3.1, соответствующая диалоговому «окну» программы.

Таблица 3.1

Расчет геологической колонки в точке $X = 18500$, $Y = 21000$,
рудник 3, горизонт 3

Слои	Мощность	KCL	NO
Слой 4	1,26	33,21	11,79
Слой 3–4	1,01	3,19	14,15
Слой 3	0,81	36,64	4,03
Слой 2–3	0,48	6,85	11,06
Слой 2	0,67	51,68	2,01
Пласт	4,23	26,63	9,24
Слой 2–3	1,96	34,49	5,06
Сильвинит	2,74	38,74	7,10
Слой 2+3	1,48	43,45	3,12
Глубина, м	607,85		
Мощность, Вт	410,37		
Абсолютная отметка почвы, м	442,48		

Следует уделить основное внимание геологическим особенностям проектируемого участка, накладывающим ограничения на параметры технологии его обработки.

Другие дополнительные данные, необходимые для выполнения курсового проекта, например, плотность породы и т. д., студент должен получить самостоятельно из различных источников, в том числе на сервере локальной компьютерной сети факультета, в сети «Интернет», доступ к которым студенту предоставляется во время проведения практических занятий по предмету (во время групповых консультаций) в компьютерном классе.

Следует отметить, что информация, полученная в данном разделе, будет нами использоваться для обоснования отдельных технических решений, обеспечивающих разработку курсового проекта, на основании применения метода аналогий.

Во втором разделе курсового проекта должны быть не просто выбраны, а обоснованы основные технические решения, обеспечивающие формирование и разработку множества возможных вариантов отработки выбранного в первом приближении участка шахтного поля. Для обоснования принимаемых технических решений необходимо использовать все известные подходы (метод директивных указаний, метод аналогий, метод экономико-математического моделирования и другие методы) к решению проектных задач.

Формирование множества допустимых вариантов отработки выбранного в первом приближении участка шахтного поля более подробно представлено в главе 4 данных методических указаний.

Рекомендуется раздел 2 курсового проекта представить в виде подразделов 2.1 – 2.3.

В подразделе 2.1 следует обосновать применения каждого из выбранных (допустимых) вариантов типовой технологической схемы для отработки проектируемого участка шахтного поля. Описать принцип выбора конкретной типовой технологической схемы.

В подразделе 2.2 предполагается обосновать выбор варианта комплектации оборудованием типовой технологической схемы, описать состав оборудования (очистного и проходческого). Указать сколько комплексов предполагается задействовать для проведения подготовительных выработок. Также в этом подразделе следует обосновать типы и технические характеристики выбранных линейной крепи и крепи сопряжения. Затем обосновать и предварительно определить основные параметры (характеристики) типовой технологической схемы. Этими параметрами являются длина лавы, длина столба, характеристики подготовительных выработок, целиков, вынимаемые слои, и т. д.

Предполагается, что подраздел 2.3 второго раздела будет содержать описание процесса формирования и сам сформированный массив возможных вариантов отработки выбранного участка шахтного поля. Алгоритм формирования массива возможных вариантов отработки выбранного участка шахтного поля представлен в главе 4 данных методических указаний.

Предполагается, что раздел 3 курсового проекта будет содержать алгоритм оценки каждого из сформированных вариантов и выбор оптимального варианта в соответствии с критерием и ограничениями оптимизационной задачи. Также в этом разделе должны быть представлены основные технико-экономические характеристики выбранного варианта проекта.

Пояснения по выполнению раздела 3 курсового проекта представлены в главе 5 данных методических указаний.

В разделе 4 курсового проекта представляется расчет основных параметров (характеристик) крепи проектируемого участка шахтного поля.

Пояснения по выполнению раздела 4 курсового проекта представлены в главе 6 методических указаний.

В разделе 5 курсового проекта представляется расчет основных параметров (характеристик) вентиляции проектируемого участка шахтного поля, в том числе и необходимое количество воздуха для проветривания лавы, панели.

В разделе 6 разрабатываются основные требования к технике безопасности на добычном участке при ведении очистных и подготовительных работ, рекомендации по промышленной и пожарной безопасности, охране труда, промышленной санитарии.

Пояснения по выполнению 5-го и 6-го разделов курсового проекта представлены, соответственно, в главах 7 и 8 данных методических указаний.

Графический материал.

Весь графический материал можно разместить на 2 листа формата А3 при условии выполнения чертежей в среде Auto Cad. Следует иметь в виду, что необходимо вычертить чертежи в выбранном масштабе с соблюдением размеров элементов чертежей (можно выполнить чертежи и в формате А1).

Предполагается, что в курсовом проекте будет представлен следующий графический материал:

- схематическое изображение положения фронтов очистных и подготовительных работ на горизонте со схематическим изображением расположения проектируемого участка;
- схема транспортировки руды;
- графическая информация о технологической схеме отработки проектируемого участка. Должны быть отображены все очистные и

подготовительные выработки и их сечения с привязкой к отрабатываемым слоям (геологической колонке проектируемого участка);

- графическое отображение схемы расстановки забойной крепи и крепи сопряжения.

Примерное название курсового проекта: «Проект отработки участка шахтного поля (наименование участка), расположенного на (номер горизонта) горизонте, (номер рудника) рудника».

В разделе «Используемая литература» должны быть указаны адреса используемых (основных) сайтов локальных сетей и сети «Интернет» (до десяти наименований).

4. ФОРМИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА ВОЗМОЖНЫХ (ДОПУСТИМЫХ) ВАРИАНТОВ ОТРАБОТКИ УЧАСТКА ШАХТНОГО ПОЛЯ

Для формирования множества допустимых вариантов отработки выбранного в первом приближении участка шахтного поля в курсовом проекте должны быть обоснованы и приняты следующие основные технические решения. Определено подмножество допустимых вариантов (типов) типовых технологических схем, применимых для отработки выбранного в первом приближении участка шахтного поля. Затем, для каждого выбранного варианта типовой технологической схемы определяются возможные варианты ее комплектации очистным, проходческим оборудованием, забойной крепью и крепью сопряжения. Затем для каждого из вариантов «типовая технологическая схема» – «вариант комплектации оборудованием типовой технологической схемы» определяются варианты геометрических параметров схемы (длина выемочных столбов и длина лавы, ширина участка (панели), размеры целиков между подготовительными выработками и размеры их сечений, а также размеры охранных целиков к ранее отработанным панелям). Таким образом, все количество сформированных вариантов отработки выбранного участка шахтного поля будет равняться произведению количества допустимых вариантов технологических схем на количество вариантов комплектации оборудованием типовой технологической схемы и на количество вариантов геометрических параметров схемы.

Принцип выбора типовой технологической схемы для отработки участка шахтного поля, как правило, основан на технико-экономическом сравнении различных типовых технологических схем, предусмотренных для использования на рудниках ОАО «Беларуськалий» представленных в методических рекомендациях по ведению горных работ на Старобинском месторождении.

Следует учитывать, что на Старобинском месторождении столбовые системы разработки являются основными при добыче калийных солей. При этом в качестве предпочтений использования столбовых систем разработки, по сравнению с камерными, приводят следующие:

- более безопасные условия труда в забое;

- возможность достижения низкого уровня потерь при добыче (до 10–20 %);

- высокую нагрузку на очистной забой;

- возможность слоевой и селективной выемки сильвинита, что существенно повышает качество добываемой руды и уменьшает объем рудной массы, выдаваемой на поверхность.

Столбовая система даёт наиболее высокие показатели на пластах мощностью от 1,21 до 3,5 м и хорошие показатели на пластах мощностью от 0,71 до 1,2 м.

Вместе с тем эти предпочтения не всегда являются бесспорными. Так, применение столбовой системы разработки возможно только на тех участках месторождения, где исключается возможность прорыва воды в подземные выработки вследствие подработки водозащитной толщи. Поэтому в каждом конкретном случае вопрос о применении столбовой системы разработки решается только после проведения расчетов, на достаточность мощности водозащитной толщи, исключающей прорыв воды в горные выработки.

Столбовую систему разработки нельзя применять также на участках притектонических и краевых зон, так как ожидаемая высота зоны распространения трещин в этих зонах выше, а мощность водозащитной толщи меньше.

Основным способом управления горным давлением в лаве является полное обрушение, реже используют полную закладку выработанного пространства.

Камерные системы разработки на податливых целиках могут иметь потери полезного ископаемого сравнимые с потерями при столбовой системой разработки и при этом допускают более полную закладку выработанного пространства. Низкий уровень потерь при столбовой системе разработки не всегда достижим на практике, например, при оставлении охранных целиков к ранее отработанным панелям (до 50 метров). Кроме того, стоимость добычного оборудования используемого при камерной системе разработки, отнесенного к тонне добываемой руды, существенно ниже, чем при столбовой системе разработки.

После анализа данных о мощности слоев и содержании в них полезного компонента KCl и нерастворимого остатка NO, мощности водозащитного слоя, делается вывод о возможности применения столбовой и камерной систем разработки для проектируемого

участка шахтного поля. Затем формируются возможные варианты технологии отработки проектируемого участка шахтного поля. На первом этапе определяются основные параметры технологической схемы отработки проектируемого участка. Порядок отработки может быть прямой, обратный, комбинированный с разворотом комплекса у выработок главного направления. Для транспортировки руды чаще всего используется конвейерный транспорт.

Каждый из сформированных вариантов представляется в виде табл. 4.1 (представленной в качестве примера). На данном этапе формирования множества возможных вариантов отработки участка шахтного поля строки «Длина лавы», «Средняя высота лавы», «Длина столба» не заполняются. Эти строки следует заполнить после принятия решения о выборе варианта комплектации оборудованием типовой технологической схемы, осуществляемом на втором этапе формирования множества возможных вариантов отработки выбранного участка шахтного поля.

Таблица 4.1

Вариант 1 первого этапа

Основные параметры технологической схемы отработки проектируемого участка	
Система разработки	длинными столбами
Способ подготовки	панельный
Порядок отработки	комбинированный
Способ управления кровлей	полным обрушением
Транспортировка руды	конвейерная
Длина столба	3800 м
Длина лавы	300 м
Средняя высота лавы	2.47 м

Следует отметить, что полный перечень очистных и подготовительных выработок определяется выбранной типовой технологической схемой. Характеристики этих выработок, в том числе и их перечень, регламентируются документами, определяющими типовые

технологические схемы отработки участков шахтных полей на Старобинском месторождении. В качестве этих регламентирующих документов выступают методические указания по ведению горных работ на Старобинском месторождении калийных солей.

Для каждого из вариантов технологической схемы отработки проектируемого участка шахтного поля, сформированных на первом этапе, на втором этапе формируются возможные варианты ее комплектации горным оборудованием (очистные и проходческие комплексы, забойный конвейер, забойная крепь и крепь сопряжения). Варианты, выбранные на втором этапе, представляются в виде табл. 4.2.

Таблица 4.2

Вариант 1 второго этапа

Вариант комплектации горным оборудованием	Тип оборудования	Количество
Очистной комбайн	SL-300/400	1
Забойный конвейер	EKF-3E72V	1
Механизованная крепь лавы	БС-2.1П	125
Крепль сопряжения бортовых штреков	БС-2.1П	3
Проходческий комбайн ПК-8МА	ПК-8МА	2
Самоходный вагон	5BC-15M	2
Бункер перегружатель	БП-14М	2

В качестве примера в табл. 4.2 представлены данные о выбранном в качестве возможного варианта механизированном комплексе с комбайном SL-300/400, механизированной крепи лавы и крепи сопряжения БС-2.1П, забойным конвейером EKF-3E72V.

На основе многолетнего опыта разработки Старобинского месторождения калийных солей и опираясь на нормативные и методические документы для проведения подготовительных выработок, чаще всего применяется проходческий комбайн типа ПК-8М в комплексе с бункером-перегружателем БП-14 и самоходным вагоном марки 5BC-15M. Комбайн предназначен для ведения: подготовительных работ – проходки горных выработок, разделки камер, а также выемки руды камерной системой – проходки очистных ка-

мер. Для проведения подготовительных выработок также может использоваться комбайн «Урал-10КС».

На третьем этапе формирования множества возможных вариантов технологических схем обработки проектируемого участка шахтного поля, для каждого варианта «типовая технологическая схема» – «вариант комплектации оборудованием типовой технологической схемы» определяются возможные варианты геометрических размеров горных выработок и целиков. Высота лавы определяется мощностью вынимаемых слоев и контрольными прихватами. При обработке участка длинными очистными столбами длина лавы может достигать 300 метров и более.

После выполнения этой процедуры заполняются незаполненные (три последние) строки табл. 4.1.

Количество определенных нами, как возможные, вариантов обработки проектируемого участка шахтного поля определяется путем перебора «перемножения» вариантов выбранных на каждом из трех этапов их формирования. Необходимые для дальнейшего анализа данные о каждом из возможных вариантов технологической схемы обработки проектируемого участка шахтного поля представляются в виде табл. П1.1 приложения 1.

Последующая наша задача состоит в выборе из возможного (конечного) числа вариантов оптимального, обеспечивающего достижения максимального значения целевой функции и соблюдения всех предусмотренных оптимизационной задачей ограничений.

5. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТРАБОТКИ УЧАСТКА ШАХТНОГО ПОЛЯ

Прежде, чем приступить к расчету целевой функции и ограничений, необходимо рассчитать ряд технико-экономических показателей отработки участка шахтного поля.

К основным технико-экономическим показателям отработки панели относятся: качество руды из очистных и подготовительных работ, балансовые запасы панели, коэффициент извлечения, коэффициент разубоживания, удельный вес очистных и подготовительных работ и другие.

Средневзвешенное содержание по выработке $KCl_{\text{выр}}$, % (качество руды) определяем по формуле

$$KCl_{\text{выр}} = \frac{\sum KCl_i \cdot S_i}{S_{\text{выр}}}, \quad (5.1)$$

где KCl_i – содержание полезного компонента в i -м слое, %;

S_i – площадь сечения i -го слоя, м^2 , см. рис. 5.1, 5.2;

$S_{\text{выр}}$ – площадь сечения выработки, м^2 .

Средневзвешенное содержание нерастворимого остатка по выработке определяется из выражения

$$HO_{\text{выр}} = \frac{\sum HO_i \cdot S_i}{S_{\text{выр}}}, \quad (5.2)$$

где HO_i – содержание нерастворимого остатка в i -м слое, %;

S_i – площадь сечения i -го слоя, м^2 ;

$S_{\text{выр}}$ – площадь сечения выработки, м^2 .

Объём руды по подготовке $V_{\text{нр}}^p$, м^3 определяется по формуле

$$V_{\text{нр}}^p = L_n \sum_j (n_j \cdot \sum_i S_{ji}^p), \quad (5.3)$$

где L_n – длина панели, м;

n_j – число выработок j -го вида;

S_{ji}^p – i -я площадь сечения по руде j -й выработки, м^2 .

Объем породы по подготовке V_{np}^n , м³ определяется по формуле

$$V_{np}^n = L_n \sum_j (n_j \cdot \sum_i S_{ji}^n), \quad (5.4)$$

де S_{ji}^n – площадь сечения i -го слоя по породе j -й выработки (не вышедшего в балансовые запасы), м².

Полный объём подготовительных работ по панели V_{np} , м³ определяется по формуле

$$V_{np} = (V_{np}^p + V_{np}^n) \cdot k_{сб}, \quad (5.5)$$

где $k_{сб}$ – коэффициент, учитывающий сбойки и перерубки, $k_{сб} = 1,1$.

Балансовые запасы панели $V_{бал}$, м³ определяются по формуле

$$V_{бал} = B_n \cdot (L_n - b_u) \cdot m_{б}, \quad (5.6)$$

где B_n – ширина панели, м;

$m_{б}$ – суммарная мощность слоёв стоящих на балансе (включенных в балансовые запасы), м;

b_u – ширина целиков для охраны выработок главного направления, в м (может принимать значение равное 150 м)

Объёмы очистных работ $V_{оч}$, м³ определяются по формуле

$$V_{оч} = (L_n - b_u) \cdot l_{лав} \cdot m, \quad (5.7)$$

где $l_{лав}$ – длина лавы, м;

m – мощность вынимаемых слоёв, м.

Коэффициент извлечения k_u , определяем по формуле

$$k_u = \frac{V_{np}^p + V_{оч}}{V_{бал}}. \quad (5.8)$$

Коэффициент разубоживания $k_{раз}$, определяется по формуле

$$k_{раз} = \frac{V_{раз}}{V_{np} + V_{оч}} \cdot 100 \% \quad (5.9)$$

Удельный вес очистных и подготовительных работ определяются выражениями (5.10)–(5.11)

$$u_{оч} = \frac{V_{оч}}{V_{np} + V_{оч}} \cdot 100 \% \quad (5.10)$$

$$u_n = \frac{V_{np}}{V_{np} + V_{оч}} \cdot 100 \% \quad (5.11)$$

На рис. 5.1 и рис. 5.2 приведены характеристики сечений выработок, используемых при расчетах.

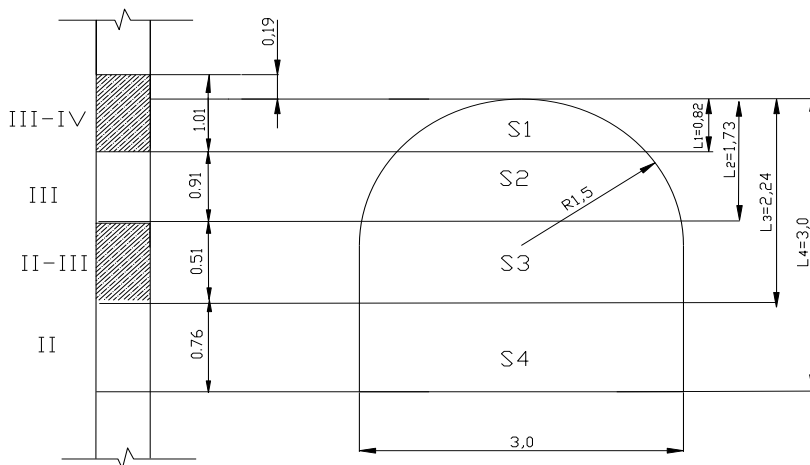


Рис. 5.1. Сечение выработки, проведенной комплексом ПК–8 МА

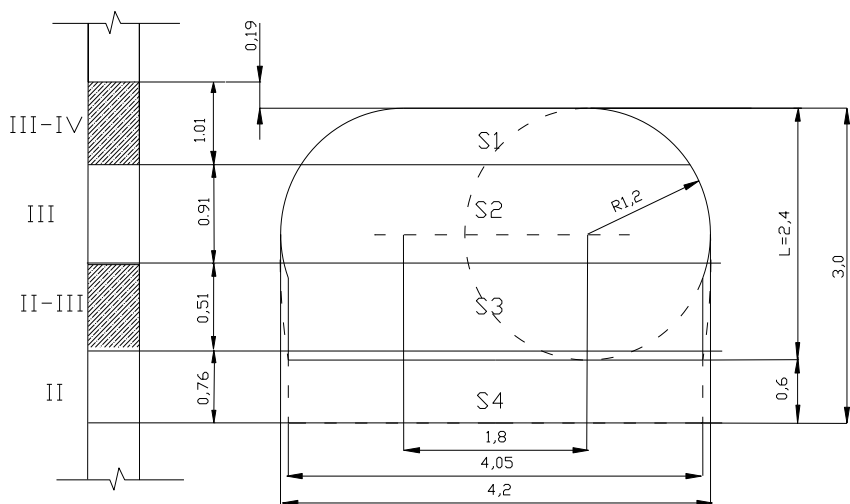


Рис. 5.2. Сечение выработки, проведенной комплексом Урал-10КС

Рис. 5.1 и 5.2 наглядно поясняют использование формул (5.1)–(5.11) для расчета технико-экономических характеристик очистных и подготовительных работ на панели. Для автоматизации расчетов качества и процента нерастворимого остатка руды из подготовительных выработок, проведенных проходческими комплексами ПК-8 и УРАЛ-10КС разработаны специальные электронные EXEL таблицы. Эти таблицы разработаны в рамках ранее выполненных по предмету лабораторных работ. Вид таблиц представлен в приложении 1 (табл. П1.3 и П1.4).

Сами электронные таблицы находятся на сервере локальной сети факультета в папке «Учебно-методические материалы по изучению предмета «Проектирование рудников и шахт»» и доступны студентам для выполнения курсовой работы.

Для выбора оптимального варианта отработки проектируемого участка шахтного поля может быть использован ряд методов поиска оптимальных решений проектных задач, в том числе и изучаемых в рамках данного курса. Среди вышеназванных методов можно отметить два. Метод вариантов, как наиболее часто применяемый проектировщиками, а также метод имитационного экономико-мате-

математического моделирования, наиболее просто реализуемый. Эти два метода имеют в своей основе сходства.

В данном курсовом проекте для нахождения оптимальных технических решений обработки участка шахтного поля предполагается использовать следующий подход.

1. Разработать экономико-математическую модель для оценки различных вариантов проектных решений по значению критерия оптимизации (целевой функции) и удовлетворяемости проектных решений выбранным ограничениям. Для этого выполнить следующие действия.

1.1. Выбрать критерий оптимизации и записать математическое выражение для численного расчета целевой функции. В качестве такого критерия можно выбрать часть затрат на добычу руды. Целевую функцию записать в виде

$$Z = (K_1 Z_{ПВ} + K_2 Z_{АО} + K_3 Z_{ЗП} + K_4 Z_{Э} + K_5 Z_{Р} + K_6 Z_{МД} \dots) / Q_P - \min, \quad (5.12)$$

где $Z_{ПВ}$ – затраты на проведение и поддержание подготовительных выработок;

$Z_{АО}$ – затраты на амортизационные отчисления и ремонт оборудования;

$Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату;

$Z_{Э}$ – затраты на электроэнергию;

$Z_{Р}$ – затраты на расходные материалы.

$Z_{МД}$ – затраты на монтаж – демонтаж оборудования лавы.

$K_1 - K_6$ – числовые коэффициенты, значение для которых может быть принято равным 1.

В выражение (5.12) могут быть включены еще и некоторые дополнительные виды затрат, являющихся существенными для выбора варианта обработки участка шахтного поля.

Все затраты рассчитываются на период времени, в течение которого будет обрабатываться проектируемый участок шахтного поля.

1.2. Выбрать ограничения экономико-математической модели.

В качестве ограничений можно выбрать следующие

$$Q_P \geq A \quad (5.13)$$

$$K_P \geq B \quad (5.14)$$

$$K_{И} \geq C, \quad (5.15)$$

где Q_r , K_r , K_{II} – соответственно, количество руды, качество руды, коэффициент извлечения руды, которая будет добыта при отработке запроектированного участка;

A , B , C – постоянные числовые коэффициенты, характеризующие ограничения, значения которых студенту разрешается выбрать самостоятельно.

2. Найти оптимальное решение экономико-математической модели, формализованной выражениями (5.12)–(5.15).

Это решение предполагается найти по нижеописанному алгоритму (2.1)–(2.4), который по своей сути относится к методам имитационного моделирования.

2.1. Разработать несколько (в целях упрощения расчетов можно ограничиться тремя вариантами) вариантов отработки участка шахтного поля.

2.2. Для всех разработанных вариантов рассчитать значение Z , Q_r , K_r , K_{II} .

2.3. Выбрать из них те варианты, которые удовлетворяют условиям (5.13)–(5.15).

2.4. Из вариантов, удовлетворяющих условиям (5.12)–(5.14), выбрать тот вариант, для которого значение критерия Z (определяемое выражением 5.11) наименьшее.

Кроме описанного выше алгоритма поиска оптимального решения формализованной экономико-математической модели, студент может использовать любой из изученных (в рамках предмета «Математические методы и модели в горном производстве») методов численного решения вышеназванной модели. К этим методам относятся методы линейного, нелинейного, динамического программирования, методы множителей Лагранжа, методы теории игр и другие.

Одним из главных качеств современных инженерных работников является способность самостоятельно решать новые технические задачи, которые ставит перед ним производство, на основе использования всей доступной информации о возникающих проблемах. Определение и поиск нужной информации – важнейшая задача в век информационных технологий. Приобретению таких навыков у студентов и служит следующая часть задания, которая заключается в том, что все необходимые величины для численного решения задачи (5.12)–(5.15) студент должен выбрать самостоятельно. Расчет

ряда величин, входящих в задачу (5.12)–(5.15) можно выполнить исходя из простых соображений.

$$Z_{ПВ} = E_3 \cdot l_B,$$

где E_3 – затраты на проведение и поддержание одного метра подготовительных выработок, а l_B – количество метров подготовительных выработок.

Затраты на амортизационные отчисления и ремонт оборудования

$$Z_{АО} = 0,1C_{ос} T,$$

где $C_{ос}$ – стоимость основных средств на участке (очистных и проходческих комплексов, крепи, конвейеров и т. д.), а T – количество лет, за которые участок будет отработан.

Затраты на заработную плату $Z_{ЗП}$ равняются сумме месячных заработных плат членов бригады, помноженной на 12 месяцев и помноженной на T (время в годах, в течение которого будет обрабатываться проектируемый участок шахтного поля).

Затраты на электроэнергию

$$Z_Э = (M_О + M_{П} + M_{К} + M_{Д}) \cdot K_{РАБ\ ДН} \cdot Ц_Э \cdot T,$$

где $M_О$, $M_{П}$, $M_{К}$, $M_{Д}$ – соответственно, мощность в кВт/час очистных комплексов, подготовительных комплексов, конвейеров и другого дополнительного оборудования; $K_{РАБ\ ДН}$ – количество рабочих дней в году; $Ц_Э$ – средняя оплата за 1 кВт/час электроэнергии, равная $(Ц_{\max} + Ц_{\min})/2$, где $Ц_{\max}$ – максимальная стоимость электроэнергии, $Ц_{\min}$ – минимальная стоимость электроэнергии.

$Z_{АО}$, $Z_Э$, $Z_Р$ (затраты на расходные (вспомогательные) материалы в месяц), $Z_{ЗП}$ могут быть рассчитаны в виде таблиц EXCEL. В качестве примера, в приложении 1 представлены табл. П1.5–П1.8, поясняющие расчет вышеназванных величин. Сами электронные таблицы разрабатываются студентами в процессе выполнения лабораторных работ по предмету.

В некоторых случаях, для уменьшения количества расчетов выражение целевой функции (5.11) может быть упрощено до выражения (5.16)

$$Z = (Z_{АО} + Z_Э + Z_Р + Z_{ЗП})/Q_Р - \min. \quad (5.16)$$

6. ВЫБОР И ПРОВЕРКА НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛИНЕЙНОЙ КРЕПИ И КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЯ

Несущая способность механизированной крепи (q_c) в лаве должна быть не ниже удельной нагрузки от горного давления (q) и удовлетворять условию

$$q_c \geq q.$$

Несущая способность крепи, выраженная в кН/м^2 , рассчитывается исходя из выражения (6.1)

$$q_c = \frac{q_p}{B_z \cdot S}, \quad (6.1)$$

где q_p – рабочее сопротивление секции (комплекта) крепи;

B_z – ширина призабойного пространства (расстояние от забоя до завального конца верхняка крепи, определяется после снятия комбайном полосы полезного ископаемого при задвинутых к конвейеру секциях крепи), м;

S – шаг установки секций (комплектов) крепи в лаве (S может принимать значения равные 2 м), м;

q – удельная нагрузка механизированной крепи от горного давления, кН/м^2 (q может принимать значения равные 300 кН/м^2).

Максимальная и минимальная конструктивная высота крепи в лаве H_{\min} и H_{\max} , выраженные в мм, должны удовлетворять условиям (6.2) и (6.3)

$$H_{\min} \leq m_{\min} (1 - a \cdot l_3) - b - t, \quad (6.2)$$

$$H_{\max} \geq m_{\max} (1 - a \cdot l_n), \quad (6.3)$$

где m_{\min} и m_{\max} – минимальная и максимальная вынимаемая мощность пласта (слоя) в пределах выемочного столба, мм;

l_n и l_3 – расстояние от забоя до оси, соответственно, передней и задней стойки секции (комплекта) крепи, замеряемое по почве

лавы или основанию крепи, м; (для однородной крепи может быть принято, что $l_n = l_3 = 3,4$ м);

a – коэффициент опускания кровли, выраженный в единицах (1/м), определяется по результатам специальных исследований на Старобинском месторождении и для определенных условий может принимать значение равное 0,015 (1/м);

b – запас на разгрузку крепи от горного давления, мм; для пластов мощностью до 1,5 м может принимать значение равное 30 мм;

t – суммарная толщина породной подушки под основанием и на перекрытии секции (комплекта) крепи, мм; для пластов (слоёв) мощностью до 1,5 м может принимать значение равное 35 мм.

Проверочный расчет конструктивной высоты механизированной крепи может быть выполнен в электронных таблицах Excel. Форма таблиц и пример расчета представлены табл. 6.1. Сами электронные таблицы разрабатываются на практических занятиях по предмету.

Таблица 6.1

Проверочный расчет конструктивной высоты механизированной крепи

Расчетные величины и параметры	min	max
Вынимаемая мощность, мм (m_{\min}, m_{\max})	2250	2550
Конструктивная высота крепи, мм (H_{\min}, H_{\max})	1300	2670
Расстояние от забоя до гидростоек крепи, м (L_n, L_3)	3,5	3,5
Запас на разгрузку крепи от горного давления, мм (b)		50
Суммарная толщина породной подушки, мм (t)		45
Коэффициент опускания кровли, 1/м (a)		0,015
Условие: $H_{\min} < m_{\min} (1 - a \cdot L_3) - b - t$ соблюдается	1300	< 2089
Условие: $H_{\max} > m_{\max} (1 - a \cdot L_n)$ соблюдается	2670	> 2724

7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ ПРОЕКТА «ВЕНТИЛЯЦИЯ»

Проветривание горных выработок осуществляется за счёт общешахтной депрессии.

По мере завершения каждого этапа в процессе подготовки (отработки) панелей, необходимо своевременно возводить вентиляционные перемычки и включать (исключать) эти участки панели в общешахтную схему проветривания. В процессе проведения подготовительных работ свежая струя воздуха поступает по панельному конвейерному штреку и конвейерному штреку лавы, а исходящая удаляется по панельному вентиляционному штреку и далее к стволу. Путь движения исходящей струи является запасным выходом. Во избежание закорачивания вентиляционной струи на каждом очередном этапе подготовки должны быть своевременно возведены солебетонные перемычки.

Проветривание забоев тупиковых выработок производить согласно проектам на установку ВМП, которые составляются начальником участка в соответствии с требованиями «Нормативных и методических документов...» с учетом конкретных условий организации проходки, длины выработки, диаметра вентиляционных труб и т. д. и утверждаются главным инженером рудника.

Количество воздуха, необходимое для подачи вентилятором по факторам «взрывоопасные газы» и «природные ядовитые газы» (окислы азота, оксид углерода и сероводород), в метрах кубических в минуту, определяется по формуле:

$$Q_{\kappa} = \frac{100 \cdot K_n \cdot K_y \cdot g \cdot K_n \cdot K_g \cdot J}{j \cdot C}, \quad (7.1)$$

где K_n – коэффициент, учитывающий способ подачи воздуха в лаву;

K_y – коэффициент, учитывающий утечки (подсосы) воздуха через выработанное пространство;

g – газоносность по метану;

K_n – коэффициент неравномерности газоносности по метану;

K_g – коэффициент дегазации отбитой горной массы;

J – производительность комбайна, т/мин;

j – объёмный вес руды, т/м³;

C – допустимая концентрация метана в исходящей струе лавы в процентах.

Необходимое количество воздуха по фактору «температура воздуха» Q_2 , м³/мин, определяется по формуле

$$Q_2 = \frac{K_n \cdot K_z \cdot K_y \cdot K_k \cdot N \cdot (1 - \eta) \cdot K_m}{26 - T}, \quad (7.2)$$

где K_z – коэффициент, учитывающий тип забоя;

K_k – коэффициент, учитывающий условия работы комплекса;

N – суммарная мощность электродвигателей очистного комплекса, находящихся на свежей струе;

η – средневзвешенный КПД оборудования, η может принимать значение равное 0,88;

K_m – коэффициент, учитывающий вынос тепла;

T – температура поступающего в лаву воздуха, °С;

Необходимое количество воздуха по фактору «пыль» Q_3 , м³/мин определяется по формуле

$$Q_3 = 60 \cdot V_l \cdot (S_l - S_m), \quad (7.3)$$

где V_l – эффективная скорость по выносу пыли;

S_l – площадь сечения призабойных частей лавы до передвижки крепи, м²;

S_m – миделево сечение крепи и скребкового конвейера, м² (для лавы может принимать значение равное 1,2 м²);

Необходимое количество воздуха по фактору «наибольшее количество людей в смене» Q_4 , м³/мин, определяется по формуле

$$Q_4 = g_u \cdot N_l, \quad (7.4)$$

где g_u – норма воздуха на одного человека, м³/мин;

N_l – максимальное количество людей в смене.

Количество утечек воздуха через вентиляционные сооружения в пределах панели, $Q_{ут.п}$, м³/мин рассчитывается по формуле

$$Q_{ут.п} = j_{шл} \cdot Q_{ут.шл} + j_z \cdot Q_{ут.z} + j_{дв} \cdot Q_{ут.дв}, \quad (7.5)$$

где $j_{шл}$, j_z , $j_{дв}$ – количество вентиляционных сооружений на главном направлении, соответственно, шлюзов, глухих солебетонных перемычек с дверями. Например, при длине панели 2,25 км и наличии на нем сбоек через 250 м количество вентиляционных сооружений на ней $n = \frac{2250}{250} = 9$, из них $j_{шл} = 1$, $j_z = 5$, $j_{дв} = 3$.

$Q_{ут.шл}$ – норма утечек воздуха через шлюз с двухстворчатыми дверями площадью m^2 , $m^3/мин$;

$Q_{ут.z}$ – норма утечек воздуха через шлюз с одностворчатыми дверями площадью m^2 , $m^3/мин$;

$Q_{ут.дв}$ – норма утечек воздуха через солебетонную перемычку с одностворчатыми дверями площадью m^2 , $m^3/мин$.

Количество воздуха, проходящее по транспортным выработкам, в которых предусмотрено периодическое использование машин с ДВС $Q_{ДВС}$, $m^3/мин$ должно быть достаточным для разжижения выхлопных газов ДВС, т. е. быть не менее чем определенное по формуле

$$Q_{ДВС} = q \cdot N, \quad (7.6)$$

где q – расход воздуха, приходящийся на 1 л.с. номинальной мощности двигателя, $m^3/мин$; $q = 5 m^3/мин$ для дизельных двигателей;

N – суммарная номинальная мощность в лошадиных силах одновременно работающих в выработке машин с ДВС; мощность трактора «МТЗ» может быть принята за 75 л.с.

Расчет необходимого количества воздуха для проветривания панели может быть выполнен в электронных таблицах Excel. Формы таблиц и пример расчета представлены табл. 7.1 и 7.2. Сами электронные таблицы разрабатываются на практических занятиях по предмету.

В табл. 7.1 представлены основные исходные данные, необходимые для расчета, а в табл. 7.2 – пример расчета основных характеристик вентиляции участка шахтного поля для лавы с комбайном. В колонке результатов расчетов представлены данные, позволяющие оценивать примерные значения рассчитываемых величин.

Таблица 7.1

Исходные данные для расчета необходимого количества воздуха для проветривания панели

Исходные данные для расчета	Обозначение	Величина	Ед. изм.
Средняя высота лавы	m	2.47	м
Ширина призабойного пространства	h	4.0	м
Миделево сечение крепи и конвейера лавы	S_M	1.0	м ²
Мощность двигателей комбайна	N	677.5	кВт
Производительность комбайна	J	5.9	т/мин
Количество комбайнов в лаве	n	1	шт.
Наибольшее количество людей в смене	N_L	5	шт.
Количество перемычек на панели: глухих	j_z	4	шт.
с дверями	$j_{дв}$	3	шт.
шлюзы	$j_{шл}$	1	шт.

Таблица 7.2

Расчет необходимого количества воздуха для проветривания панели

Расчетные данные	Формула	Вел.	Ед. изм.
Факторы: взрывоопасные газы	$Q_k = 100 K_n K_y g K_H K_g \frac{J}{j \cdot C}$	104.0	м ³ /мин
Температура воздуха	$Q_2 = \frac{K_n \cdot K_z \cdot K_y \cdot K_k \cdot N \cdot (1 - \eta) \cdot K_m}{26 - T}$	320.1	м ³ /мин
Пыль	$Q_3 = 60 \cdot V_L \cdot (S_L - S_M)$	294.8	м ³ /мин

Окончание табл. 7.2

Расчетные данные	Формула	Вел.	Ед. изм.
Люди	$Q_4 = g_ч \cdot N_л$	30	м ³ /мин
Утечки через вент. сооружения	$Q_{ут.п} = j_{шл} \cdot Q_{ут.шл} + j_z \cdot Q_{ут.z} + j_{дв} \cdot Q_{ут.дв}$	98.5	м ³ /мин
Расход воздуха для лавы	$Q_{лав} = \sum Q_i$	480.2	м ³ /мин
Расход воздуха по панели	$Q_{пан} = Q_{лав} + Q_{умп}$	578.7	м ³ /мин
Проверка по транспорту с ДВС	$Q_{ДВС} = q \cdot N$	115.9	м ³ /мин

8. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ ПРОЕКТА «ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НА ДОБЫЧНОМ УЧАСТКЕ»

Организация производства – комплекс мероприятий направленный на рациональное сочетание процессов труда с вещественными элементами производства в пространстве и времени с целью повышения эффективности горного производства.

Целью организации горных работ на добычном участке является достижение оптимального сочетания между средствами производства (их количеством и техническими характеристиками), материально-техническим обеспечением и количеством рабочих, ИТР непосредственно занятых в сфере производства.

Одна из основных особенностей горного производства – перемещение работ и оборудования в пространстве. Порядок перемещений определяется технологией производства, особенностями горно-геологических условий, требованиями к качеству добываемого сырья. В ряде случаев, однако, технологические условия не являются жесткими, что приводит к необходимости ставить и решать организационные задачи пространственной увязки работ и процессов.

Основной смысл организации производственного процесса во времени сводится к тому, чтобы наилучшим образом распределить работы в течение рассматриваемого периода времени. Этому должен предшествовать анализ структуры производственного процесса. Обеспечения ритмичной работы очистных и подготовительных забоев означает правильно выбранный для данных горно-геологических и горнотехнических условий режим их работы.

Режим работы очистных забоев является исходным для составления графика организации производственных процессов, определения типа бригады и состава выполняемых ею процессов, расчета комплексных норм выработки и расценок, определения количественного и квалификационного состава комплексных бригад.

Раздел проекта «Организация работ на добычном участке» представляет собой совокупность графической и текстовой информации четко, конкретно и однозначно описывающий все мероприятия, обеспечивающие оптимальное сочетание в пространстве и времени

средств производства с их материально-техническим обеспечением, и участниками производственного процесса.

Данные мероприятия должны соответствовать всем документам, определяющим правила и нормы выполнения организуемых производственных процессов.

Эти мероприятия регламентируются рядом документов, в том числе и графических:

- планограммами подготовительных работ;
- циклограммами очистных работ;
- перечнем и характеристиками основных средств производства;
- перечнем, количеством и характеристиками расходных материалов (материально-техническим обеспечением производственного процесса);
- перечнем количественного и квалификационного состава членов бригады, а также определения типа производственной бригады;
- технико-экономическими характеристиками принятого варианта организации работ на участке;
- графиками выхода рабочих;
- картами организации труда основных участников производственного процесса;

Карта организации труда рабочих содержит следующие основные разделы.

Первый раздел – исходные данные. В этом разделе указываются технические требования к операциям, выполняемым исполнителем, форма организации труда, (тип бригады), оплата труда.

Второй раздел содержит описание всех основных трудовых процессов, осуществляемых рабочим.

Включает описание состава работ, необходимые элементы процесса труда, характеризующие виды работ (рабочая скорость машины, время на обслуживание и ежемесячный технический уход), документацию на рабочем месте (наряд задание, перечень работ по техническому уходу); нормы труда.

Третий раздел включает описание состояния рабочего места. Содержит описание цикла работы машин и в случае необходимости схему работы машины (дополнительные сведения о работе машины с другими машинами), перечень необходимых инструментов и опасных частей.

Четвертый раздел указывает мероприятия направленные на обслуживание рабочих мест. Включает описание функций обслуживания, способ и режим обслуживания.

Пятый раздел – условия труда.

Включает описание:

- средств защиты от неблагоприятных условий труда;
- основные положения по охране труда;
- режим труда и отдыха;
- требования к исполнителю (машинисту): квалификация, разряд, специальность;
- специальные требования, связанные с пожарной безопасностью.

Карта организации труда мастера добычного участка содержит следующие основные разделы:

Первый раздел описывает содержание трудового процесса по форме:

Содержание основных работ	Структура рабочего времени					
	за рабочий день		за неделю		за месяц	
	часы	%	часы	%	часы	%
Административно-организационные						
Производственные						
Передача информации						
Прочие						

Второй – описание состояние рабочего места.

Включает описание:

- основных характеристик производственного участка;
- графическое изображение планировки рабочего места;
- средств связи.

Третий раздел содержит описание условий труда.

Содержит подразделы:

- права и ответственность (имеет право, несет ответственность);
- квалификационные (и прочие) требования к исполнителю (к мастеру);
- директивные документы, которыми пользуется мастер (правила, положения, инструкции об организации и технологии работ, план-график добычи полезного ископаемого, ПТЭ, ПТБ, ППБ, схематический план добычного участка, дополнительные инструкции, проект организации труда на участке, коллективный договор предприятия);
- режим труда и отдыха;
- премирование труда (согласно рекомендаций).

Основные требования к разделу проекта «Организация работ на добычном участке»

Исходными данными для выполнения данного раздела проекта являются:

- технологическая схема отработки участка шахтного поля;
- перечень и характеристики очистного и проходческого оборудования;
- тип и характеристики забойной крепи и крепи сопряжения;
- тип и характеристики забойного и штрекового конвейеров;
- перечень оборудования входящего в энергопоезд.
- мероприятий по обслуживанию рабочих мест.

В качестве графического материала данного раздела проекта предполагается использовать следующие чертежи и схемы:

1. Эскизы положения фронтов очистных и подготовительных забоев на начало и конец смены, нанесенные на чертеж технологической схемы отработки участка шахтного поля.
2. Планограмма (линейный график) производственных процессов при проведении подготовительных выработок, планограмма (циклограмма) проведения очистных работ.
3. График выходов рабочих по сменам.
4. Техничко-экономические показатели, характеризующие выполнение работ за смену.
5. Карты организации труда мастера и машиниста очистного комплекса.

На чертеже технологической схемы следует также показать сечения, на которых были бы изображены:

- очистной забой, оборудование и участники производственных процессов в очистных забоях;
- подготовительные забой, оборудование и участники производственных процессов в подготовительных забоях;
- оборудование энергопоезда.

Алгоритм выполнения раздела проекта.

1. Подготовка исходных данных. Как уже указывалось выше, определение исходных данных является частью задания на курсовую работу. Эта часть задания направлена на формирование у студентов навыков поиска и получения необходимой информации в современных условиях применения информационных технологий.

2. Определение и описание будут, в дальнейшем, элементарных производственных процессов, на которые разбивается организуемый нами весь производственный процесс по добыче руды на добычном участке. Эти элементарные производственные процессы взаимосвязываются во времени и пространстве и отображаться на планаграммах.

3. Определение объемов работ, по каждому их описанных (элементарных) производственных процессов.

4. Выбор машин и механизмов, с помощью которых предполагается обеспечить производственные процессы и определение их производственной мощности.

5. Определение количества участников производственных процессов (членов бригады, квалификационные требования к ним, типа бригады, состав и количество инженерно-технических работников).

6. Определение норм и расценок на работы, выполняемые участниками производственных процессов.

7. Построение планаграмм производственных процессов.

8. Разработка графиков выхода рабочих.

9. Разработка мероприятий по организации обслуживания рабочих мест:

- энергетическое обеспечение рабочих мест;
- материально-техническое обеспечение рабочих мест.

10. Расчет ТЭП протекания производственных процессов на добычном участке за смену. Предполагается, что данные ТЭП характеризуют качество (степень) организации работ на добычном участке.

11. Разработка карт организации труда машиниста очистного или проходческого комплекса и мастера добычного участка.

Карты организации труда, по сути, представляют собой описание основных производственных операций, выполняемых участниками производственных процессов, с указанием места и времени их выполнения, а также документации регламентирующей выполнение производственных процессов. Следует указать инструменты, материалы, комплектующие, необходимые для выполнения производственных операций, а также всю оргтехнику, средства связи, вычислительные средства, средства оповещения.

Более подробно составление карт организации труда основных участников производственных процессов описано в лекциях по курсу.

Предполагается, что раздел проекта должен содержать следующую информацию.

Выбор и обоснование исходных данных, которые будут использованы в курсовом проекте. Обратит особое внимание на достоверность принятых исходных данных.

Примерный перечень исходных данных:

- номер рудника ОАО "Беларуськалий", номер горизонта;
- геологическая колонка участка шахтного поля, для которого выполняется курсовой проект;
- технологическая схема отработки проектируемого участка шахтного поля и ее основные характеристики (отрабатываемые слои соляной пачки; вынимаемая мощность; длина лавы; тип очистного комбайна и его основные характеристики; тип проходческого комбайна и его основные характеристики; тип забойной крепи и крепи сопряжения), а также примерная трудоемкость в человеко-часах на их установку и перемещение; типы забойного и штрекового конвейеров и трудоемкость в человеко-часах на их обслуживание и перемещение; состав энергопоезда (тип насосной станции, тип холодильной установки, типы трансформаторов, тип связи с тип освещения);
- количество проходческих комплексов, выполняющих подготовительные работы;
- справочники по нормам выполнения основных производственных процессов, действующие на рудниках ОАО «Беларуськалий».

Во втором подразделе предполагается описать все составные части (элементарные) всего производственного процесса, определить

их объемы, установить производительность машин и механизмов, определить количественный и квалификационный состав бригады, установить нормы выработки для членов производственной бригады, и определить продолжительность выполнения составных частей (элементарных) всего производственного процесса.

В третьем подразделе разделе обосновать и построить программы проходческих и очистных работ, определить тип бригады, разработать график выходов рабочих, рассчитать основные ТЭП производственной деятельности бригады за смену.

В четвертом подразделе обосновать мероприятия по организации обслуживания рабочих мест (энергетическое и материально-техническое) и разработать карты организации работ мастера добычного участка и машиниста проходческого или очистного комплекса.

В заключительной части раздела проекта «Организация работ на добычном участке» указать, какие конкретно мероприятия по организации работ будут реализованы в случае внедрения проекта на добычном участке. Каким образом эти мероприятия обеспечат рациональное сочетание между основными средствами производства, материально-техническим обеспечением производственных процессов, участниками производственных процессов. Каким образом, вследствие улучшения организации производства, повысится эффективность горного производства на добычном участке.

Указать, какие, конкретно, технико-экономические показатели работ на добычном участке могут быть улучшены в результате внедрения данного раздела проекта.

9. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛАМ ПРОЕКТА «ПРОМЫШЛЕННАЯ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ПРОМСАНИТАРИЯ»

Все принимаемые технические решения по проектированию рудников и шахт должны соответствовать основному правилу ведения горных работ, обеспечивающему оптимальный вариант разрабатываемого проекта (это правило сформулировано также и в главе 4 данных методических указаний).

Проект должен обеспечивать ведение всех очистных и подготовительных работ в строгом соответствии с действующими инструкциями, в том числе и инструкциями по технике безопасности. Ниже приведены основные требования вышеуказанных инструкций.

В проекте необходимо предусмотреть противопожарную защиту технологического оборудования (подстанций, сборок магнитных пускателей, приводов и натяжных станции скребковых и ленточных конвейеров), а также мест хранения смазочно-обтирочных материалов (СОМ), которые оборудуются согласно "Типовому проекту мест хранения СОМ".

Проект рудника, шахты должны обеспечивать экологичность будущих предприятий. Известно, что подземная разработка месторождений полезных ископаемых приводит к значительным нарушениям земной поверхности. Она сопряжена с образованием на земной поверхности трещин, провалов и прогибов, заболачиванием местности, созданием отвалов пустых пород.

Поэтому при проектировании рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых подземным способом должны учитываться следующие требования:

- сведение к минимуму деформации земной поверхности, а также снятие плодородного слоя почвы с земельных участков, предназначенных для размещения шахтных стволов;

- необходимость сглаживания поверхности прогибов путем заполнения их горной породой и последующим нанесением плодородного слоя почвы;

- проведение мероприятий по предотвращению заболачивания земной поверхности, путем придания уклонов рекультивируемым

участкам таким образом, чтобы ливневые и подводные воды не скапливались на отдельных площадках;

- проведение мероприятий по озеленению породных отвалов и обогатительных шахт;

- уделять первостепенное внимание проектированию безотходных технологий, включающих применения систем разработки с закладкой выработанного пространства, позволяющих использовать пустые породы в качестве закладочного материала, а также отходы обогатительных фабрик и других производств.

Очистные работы следует производить в строгом соответствии с паспортом крепления и управления кровлей лавы. Крепление кровли горных выработок должно вестись строго по паспорту крепления и управления кровлей, каждый работник на своем рабочем месте до начала работы должен убедиться в безопасном состоянии кровли и стен выработки, наличии проветривания, исправности оборудования, инструмента, защитных приспособлений. Проверка безопасного состояния кровли и стенок выработки осуществляется визуальным осмотром и простукиванием. Эта проверка должна производиться в течении всей смены. Приведение в безопасное состояние выработок с опасными заколами и отслоениями производится в присутствии и под руководством лица надзора. Приводить выработку в безопасное состояние следует, начиная с ее устья, а также тогда, когда все люди будут удалены из нее в безопасное место. Если оборка кровли и стенок ведется под электрооборудованием и кабелями, их нужно предварительно обесточить. Переход зон с нарушенной кровлей (технологических сбоек, сопряжений и т.п.) производить по отдельному паспорту в присутствии лиц технического надзора. Концевые операции на бортовых штреках производить звеном в составе не менее двух человек. Минимальная скорость, свежей струи воздуха в лаве, должна быть не менее 0,5 м/сек.

При обнаружении в атмосфере выработки горючих газов (содержание 0,5% и более) работы по добыче руды должны быть прекращены, снято напряжение с забойного оборудования, люди выведены из забоя на свежую струю, поставлено в известность лицо технического надзора и приняты меры по разжижению метана.

Эксплуатацию горно-добычного оборудования, конвейерного транспорта производить, согласно, действующим на ОАО «Бела-

руськалий» инструкциям по эксплуатации, монтажу, демонтажу, ремонту и безопасной эксплуатации оборудования.

Горно-добычный комплекс должен быть оборудован громкоговорящей связью, аппаратурой оповещения об аварии, аппаратурой непрерывного автоматического контроля над содержанием горючих газов.

Запрещается:

- управление комбайном, запуск забойного конвейера при неисправной сигнализации;
- производить передвижку секций крепи при наличии неисправности в насосной станции или гидромагистралах;
- нахождение людей под разгружаемой секцией и впереди ее;
- одновременная передвижка комплектов крепи от бортовых штреков к центру лавы;
- передвижка штрековых скребковых конвейеров без наличия соответствующей технической документации и ознакомления с ней исполнителей работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурчаков, А.С. Проектирование шахт / А.С. Бурчаков, А.С. Малкин, М.И. Устинов. – М.: Недра. 1985. – 284 с.
2. Васючков, Ю.Ф. Горное дело / Ю.Ф. Васючков. – М.: Недра, 1990.
3. Горные и транспортные машины и комплексы / В.Н. Гетопанов [и др.]. – М.: Недра, 1991.
4. Гузеев, А.Г. Проектирование и строительство горных предприятий / А.Г. Гузеев. – М.: Недра. 1987. – 250 с.
5. Нормативные и методические документы по ведению горных работ на Старобинском месторождении калийных солей. – Солигорск–Минск, 1995.
6. Правила безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь. – Минск, 1998.
7. Сборник технических характеристик основного горношахтного оборудования, применяемого на рудниках ОАО «Беларуськалий». – Солигорск, 1988.
8. Смычник, А.Д. Технология и механизация разработки калийных месторождений: учебное пособие / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: Юнипак, 2005. – 224 с.
8. Шестаков, В.А. Проектирование рудников / В.А. Шестаков. – М.: Недра, 2002. – 320 с.
9. Шпургалов, Ю.А. Компьютерное моделирование принятия решений в производственных задачах: монография / Ю.А. Шпургалов. – Минск: БНТУ, 2009. – 217 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Алгоритм компьютерной оценки и сравнения допустимых вариантов отработки проектируемого участка шахтного поля

Таблица П1.1

Характеристики вариантов отработки проектируемого участка шахтного поля

№ варианта	Типовая технологическая схема	Тип и к-во очистн. комплексов	Время отработ. панели Т, мес.	Коэф. извлечения $K_{и}$	Содерж. K_{CL}, K_{P}	Колич. руды Q_{P} , млн. т	Значен. критерия З, млн руб.
1	Столбвая, характеристики в т. П1.2.1–П1.7.1	SL-300 2 шт.	30	0,62	0,3	0,51616	1035,57
2	Камерерн, характеристики в т. П1.2.2–П1.7.2						
<i>n</i>							

Таблица П1.2

Расчет количества, качества, извлечения и разубоживания руды, которую предполагается добыть из проектируемого участка

Наименование	К-во	Параметры				Объем, m^3	Содержание		Горная масса, Q_p
		Сечения, m^2		Длина, м			всего	K_{CL} , %	
		всего	привязка к слою	единицы	общая	%		%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Горно-подготовительные работы									
Конв. штрек	1	8,03	0,19	6000	6000	48180	26,96	10,75	48180

Окончание табл. П1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Грансп. штрек	1	12,5	0,19	6000	6000	75180	26,64	10,65	75180	
Вент. штрек	1	8,03			6000	48180	26,96	10,75	48180	
Вспомогат. выруб.	1	8,03			6000	48180	26,96	10,75	48180	
Итого (с учетом технологических сбоек):										
Очистные работы										
Лавы							34,72	30,33	2506400	
Всего по очистным работам:										
Технико-экономические показатели по всей панели										
Количество руды по панели						2822480				
Коэффициент извлечения						0,62				
Разубоживание						9,50 %				
Содержание КС/ в горной массе						31,6118 %				
Содержание НО в горной массе						25,0665 %				
Удельный вес добычи, %										
Очистные работы				83		Подготовительные работы				17
Время на отработку панели T						30 месяцев				

Коэффициент извлечения может быть рассчитан по формуле

$$C = 1 - 0.01 \cdot K_n,$$

где K_n – коэффициент потерь.

Время на отработку панели T может быть рассчитано как сумма времени, необходимого для выполнения части подготовительных работ, обеспечивающих монтаж лавы и начало очистных работ, времени на монтаж лавы и времени на очистные работы. Время на проведение очистных работ можно определить, разделив объем очистных работ на производительность очистных комплексов.

Для определения качества горной массы (процентного содержания полезного компонента и нерастворимого остатка) при проходке выработок комплексом «ПК 8-МА» используется электронная табл. П1.3. Алгоритм ее использования следующий. На первом этапе в колонки 1-3 таблицы заносятся данные, характеризующие геологическую колонку, соответствующую выработке, для которой мы рассчитываем качество горной массы. Эти данные определяются с ис-

пользованием математической модели «Геология» имеющейся в распоряжении студентов (папка GEO на сервере локальной сети факультета), в том числе и значение параметра m , характеризующего привязку выработки к слоям полезного ископаемого. Затем программа в автоматическом режиме рассчитывает значения параметра L и заполняет колонку 4 таблицы. Затем, следует заполнить колонку 5 таблицы по значениям параметра L и соответствующим таблицам для комплексов ПК-8М. Далее программа автоматически выдает площади всех слоев S_i и значение содержания полезного компонента и нерастворимого остатка при проведении выработки, соответственно, в колонки 8 и 9 таблицы. Следует обратить внимание на то, что при разработке данной электронной таблицы передоложен и реализован в рамках Excel прием, обеспечивающий диалог «пользователь – компьютер». Рассчитанные таким образом значения характеристик горной массы передаются в соответствующие ячейки колонок 8 и 9 табл. П1.2.

Таблица П.1.3

Расчёт качества руды для ПК-8

КС/	НО	Мощность	Значение аргумента		Площ. сл. S_i	Привязка m	Сод. КС/ %	Сод. НО %
			L	S				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,19	14,15	1,01	0,82	1,56	1,56	0,19	26,96103	10,7507846
39,51	12,28	0,91	1,73	4,22	2,66			
5,45	14,12	0,51	2,24	5,75	1,53			
43,02	4,38	0,76	3	8,03	2,28			

Для определения качества горной массы при проходке выработок комплексом «Урал 10КС», аналогичным образом используется электронная табл. П1.3, в колонку 5 которой, теперь уже, вносят значения параметров, соответствующие таблицам, составленным для комплексов «Урал 10КС».

Аналогично рассчитываются характеристики всех подготовительных выработок, обозначенных в ячейках колонки 1 табл. П1.2. Рассчитанные характеристики заносятся в ячейки колонок 6–10. Затем автоматически в табл. П1.2 рассчитываются технико-экономические показатели подготовительных работ, очистных работ и по панели в целом и заносятся в соответствующие ячейки таблицы.

Следующим этапом алгоритма компьютерной оценки и сравнения допустимых вариантов отработки проектируемого участка шахтного поля является расчет дополнительных характеристик отработки участка, необходимых нам для расчета критерия оптимизации Z . Этими характеристиками являются Z_{AO} , Z_3 , Z_P , $Z_{3П}$. Расчет вышеназванных характеристик осуществляется с помощью табл. П1.4(1)–П1.7(1).

Таблица П1.4

Расчет затрат по статьям амортизация и ремонт оборудования Z_{AO}

Наименование оборудования	К-во	Стоимость единицы	Общая стоимость оборудования	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений	На ремонт оборудования
Комбайн SL300/400	1	1 076 226	1 076 226	22,2	238 922,2	11946108,6
Конвейер забойный ЕКФ-3Е 72V	1	924 115	924 115	20	184 823	9241150
Конвейер КС-310	2	141 605	283 210	22,2	62 872,6	3143631
СП-301	2	47 770	95 540	20	19 108	955400
КС НА-ДК9-4	1	133 358	133 358	16,1	21 471	1073531,9
КС НА-ДК9-8	1	152 952,7	152 952,7	16,1	24 625	1231269,24
ТСВП 630/6	1	151 122,7	151 122,7	10	15 112	755613,5
Механизированная крепь БС-21П	125	30 018	3 752 250	22,2	832 999,5	41649975
ТНЕВ-1000	1	280 365,8	280 365,8	10	28 037	1401829
Насосная станция	2	174 120,5	348 241	12,5	43 530	2176506,25
Ячейка УК-6А	1	5 562	5 562	10	556,2	27810

Окончание табл. П1.4

Наименование оборудования	К-во	Стоимость единицы	Общая стоимость оборудования	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений	На ремонт оборудования
Освещение забоя НА-СК	1	94 334,2	94 334,2	31,3	29 527	1476330,23
Громкоговорящая связь	1	61 041	61 041	31,3	19 106	955291,65
Комбайн ПК-8МА	2	476 100,5	952 201,0	20	190 440,2	9522010
Бункер БП-14А	2	24 787	49 574	20	9 914,8	495740
Вагон 5ВС-15М	2	9 983	19 966	25	4 992	249575
Вентилятор СВМ-6М	1	4 101	4 101	12,5	513	25631,25

Таблица П1.5

Расчет затрат на электроэнергию З_э

Наименование оборудования	К-во	Номинальная мощность	Общая мощность, кВт	Плата за 1 кВт заявл. мощн.	Фактическая потребляемая мощность, кВт	Тариф за 1 кВт мощности	Затраты на электроэнергию
SL300/400	1	400	400	5	276	0,2	2055,2
ЕКФ-3	1	320	320	5	192	0,2	1638,4
Насос. ст.	2	110	220	5	88	0,2	1188,2
Холодильник	1	15	15	5	9	0,2	76,8
ГРОТ	2	264	528	5	317	0,2	2703,4
Итого:					882		7662

Таблица П.1.6

Расчет затрат на вспомогательные материалы З_р

Наименование	Ед. измерения	Норма расхода	Цена за ед.	SL300/400 сумма	Затраты на вспомогательные материалы
Аммонит	кг/т	0,001	0,408	270	1151,57184
Эл. детонаторы	шт/т	0,003	0,131	260	1109,23464
Звонковый провод	м/т	0,002	0,015	20	84,6744
Трос скребковый	кг/т	0,003	0,753	1493	6375,98232
Трос подъемный	кг/т	0,0017	0,753	8459	3613,056648
Металл для крепления	кг/т	0,049	0,412	13340	56980,22624
Твердые сплавы	г/т.т	6,5	0,163	700	2990417,56
Цемент	кг/т	0,02	0,036	476	2032,1856
Зубки	г/т.т	8,15	1,661	8945	38208335,13
Присадка	кг/т.т	9,4	2,356	14635	62507771,07
Лесоматериалы	м ³ /т.т	0,13	35,132	3018	12890717,76
Итого:				51616	116668588,5

Таблица П.1.7

Расчет затрат на заработную плату З_{зп}

Квалификация	Количество человек	Месячная з/п	Годовая з/п
Машинист очистного комплекса	1	1500	18000
ГРОЗ	1	1000	12000
Электрослесарь	1	600	7200
Сварщик	1	600	7200
Итого:			44400

На основании полученных результатов, в том числе и с помощью табл. П.1.2–П.1.7, автоматически рассчитываются значения показателей, характеризующий данный вариант отработки участка шахтного поля. Эти показатели заносятся в первую строчку табл. П.1.1. Для отображения того факта, что табл. П.1.2–П.1.7 содержат информацию о первом (возможном) варианте отработки участка шахтного поля они могут быть обозначены, как П.1.2.1–П.1.7.1.

Следующий этап алгоритма заключается в формировании следующего варианта отработки участка шахтного поля и так, до тех пор, пока не будут сформированы все допустимые варианты. Соответственно табл. П1.2.2–П1.7.2 содержат информацию о втором (возможном) варианте отработки участка шахтного поля.

Инженерные методы оценки основных характеристик проектируемых объектов и их элементов

Коэффициент потерь

$$K_n = 100(1 - \frac{Z_B}{Z}),$$

где Z – промышленные запасы шахтного поля;
 Z_B – балансовые запасы шахтного поля;

$$Z_B = S \cdot H \cdot (\Sigma m) \cdot \gamma \cdot C,$$

где C – коэффициент извлечения;
 S – размер шахтного поля по простиранию;
 H – размер шахтного поля по падению;
 Σm – суммарная мощность рабочих пластов;
 γ – средняя плотность ПИ.

Затраты по процессам также могут быть установлены на основе следующих простейших зависимостей.

Затраты на транспортирование (руб./т.км)

$$C_T = C_1 + C_2/l,$$

где C_1 – постоянная составляющая затрат на транспортирование;
 C_2 – часть затрат на транспортирование, зависящая от расстояния перемещения;
 l – средняя длина транспортирования, км.

Затраты на подъем и водоотлив (руб./т)

$$S_{\text{п}} = 0,01H C_{\text{п}}; \quad S_{\text{в}} = 0,01H\phi C_{\text{в}},$$

где H – глубина работ, м;
 $C_{\text{п}}$ и $C_{\text{в}}$ – затраты на подъем 1 т руды и водоотлив 1 м³ воды на 100 м, руб.;
 ϕ – коэффициент водообильности, м³/т.

Затраты на проведение и поддержание выработок, руб./т

$$S_{\text{пр}} = S C_{\text{пв}} L/A; \quad S_{\text{под}} = C_{\text{под}} L/A,$$

где S – площадь сечения выработки, м^2 ;

$C_{\text{пв}}$ и $C_{\text{под}}$ – затраты на проведение 1 м^3 выработки и поддержания 1 м выработки в течение года, руб.;

L – длина выработок, м;

A – годовая добыча рудной массы, т.

Потери в барьерных целиках

$$Z \approx 2 \cdot l \cdot (S + H - 2 \cdot l) \cdot m \cdot \gamma, \text{ т},$$

где l – ширина барьерных целиков, м;

S – размер шахтного поля по простиранию, м;

H – размер шахтного поля по падению, м;

m – мощность пластов, м;

γ – средняя плотность ПИ, $\text{т}/\text{м}^3$.

Глубина ствола

$$H_c = h_n + l_b \cdot \sin \alpha + h_3, \text{ м},$$

где h_n – мощность наносов или расстояние от поверхности до верхней границы шахтного поля, м;

l_b – наклонная длина бремсбергов и части шахтного поля, м;

h_3 – глубина зумпфа, м;

α – угол падения, град.

Диаметр ствола

$$D \geq 0,0433 \sqrt{\frac{A_c \cdot q \cdot K}{V}}, \text{ м},$$

где A_c – суточная проектная мощность шахты, т;

q – относительная метаностабильность шахты, $\text{м}^3/\text{т}$ суточной добычи;

K – коэффициент запаса (1,45÷1,5);

V – допустимая скорость движения воздуха, м/с.

Объем околоствольного двора

$$V_D = 2 \cdot \sqrt[3]{A^2} + 0,001 \cdot A, \text{ м}^3,$$

где A – годовая проектная мощность шахты, т.

Продолжительность срока строительства шахты

$$T_c = 5,8 - \frac{1,2}{A} + \frac{H_c - 700}{400}, \text{ лет},$$

где H_c – глубина ствола, м;

A – годовая проектная мощность шахты, т.

Количество одновременно работающих на горизонте (руднике) комплексов может быть приблизительно определено из следующих соображений.

Практика работы показывает, что ежегодно на подготовительные забои приходится 25 % общей добычи, 75 % – на очистные. На очистку камерами – 15 %, столбами – 60 %. Количество комплексов на руднике определяется

$$N_{\text{подг}} = \frac{A \cdot 0,25}{U_{\text{ср.г}}}, \quad N_{\text{оч}} = \frac{A \cdot 0,15}{U_{\text{ср.г.оч}}}, \quad N_{\text{лав}} = \frac{A \cdot 0,06}{U_{\text{ср.г.лав}}},$$

где $U_{\text{ср.г}}$ – среднегодовая производительность комплекса.

Расчет технологических параметров очистного комплекса

Исходные данные для расчета	Обозначение	Величина	Ед. изм.
Длина лавы	L	300,0	м
Средняя вынимаемая мощность	m	2,47	м
Объемный вес пород	γ	2,11	т/м ³
Ширина захвата режущего органа	h	0,80	м
Диаметр режущего органа	d	1,4	м

Средняя энергоёмкость разрушения сидьвинита	ρ	1,5	кВт. час/т
Мощность рабочего электро-двигателя	Pd	300	кВт
Время работы комбайна по добыче за сутки	T	18,0	час
Коэффициент использования машинного времени	k	0,6	–
Списочный состав бригады	N	15	чел.

Расчетные данные	Формула	Результат	Ед. изм.
Используемая мощность двигателей	$P = Pd + Pd(m - d) / d$	458,6	кВт
Производительность комплекса	$Q_k = PTK / \rho$	3301,9	т/сут
Выход руды с 1 метра столба лавы	$Q_{nm} = Lmy$	1128,9	т
Выход руды с 1 цикла	$Q_{ц} = Lmhy$	903,1	т
Количество циклов в сутки	$N_{ц} = Q_k / Q_{ц}$	3,66	-
Продолжительность цикла	$T_{ц} = 60 \cdot T / N_{ц}$	295	мин
Среднемесячная производительность	$Q_{мес} = Q_k \cdot 24,5$	80 896	т/мес.
Месячный уход лавы	$L_{мес} = Q_{мес} / Q_{nm}$	71,6	м
Производительность рабочего	$Q_{раб} = Q_{мес} / N$	5393	т/мес.

Основные технические характеристики наиболее часто используемого оборудования

Проходческий комбайн ПК-8МА

Комбайн предназначен для ведения подготовительных работ – проходки горных выработок, разделки камер, а также выемки руды камерной системой – проходки очистных камер. Горные выработки и очистные камеры нарезаются арочной формы высотой 3 метра при углах наклона ± 15 градусов. Комбайн должен работать в составе комплекса, который включает в себя самоходный вагон 5BC-15M и бункер перегружатель БП-14А(М). Комбайн может эксплуатироваться в одном из двух взаимоисключающих режимов: ручном и полуавтоматическом.

Технические параметры	Кол. знач.	Ед. изм.
Скорость при проходке	0,28	м/мин
Производительность при ведении добычных работ	4,5	т/мин
Габаритные размеры:		
- длина в рабочем положении	9,2	м
- длина в транспортном положении	8,3	м
- ширина по гусеницам	2,1	м
- масса комбайна	60	т
- ширина по торцам бермовых фрез	2,85	м
Размер выработки вчерне:		
- высота	3	м
- ширина	3	м
- площадь сечения выработки	8	м ²
- минимальный радиус закругления выработки	25	м
- угол наклона выработки	± 15	град
Исполнительный орган:		роторный
- угловая скорость крестовины	6,97	об/мин
- угловая скорость бура	13,16	об/мин

- угловая скорость бермовых фрез	21	об/мин
- угловая скорость отрезных барабанов	42,2	об/мин
- вертикальное перемещение бермовых фрез	±150	мм
Конвейер:		
- тип конвейера	ленточный	
- ширина ленты	1000	мм
- скорость движения ленты	1,28	м/с
Ходовая часть:		
- тип привода	гидравлический	
- скорость движения рабочая	0-16,8	м/час
- скорость движения маневровая	0-200	м/час
Электрооборудование:		
- напряжение питания	660	В
- установленная мощность	382,4	кВт
- мощность привода крестовины и бура	2×110	кВт
- мощность привода маслонасосов и фрез	110	кВт
- мощность привода насоса сверла	1,2	кВт
- мощность привода насоса цепей управления	1,5	кВт
- мощность привода конвейера	15	кВт
- мощность привода вентилятора	2×15	кВт

Самоходный вагон 5BC15M

Технические параметры	Кол. знач.	Ед. изм.
Грузоподъемность	15	т
Масса	15,6	т
Наибольший угол подъема	15	град
Емкость кузова: базовая/с надставленными бортами	8,6/11	м ³
Максимальная скорость движения	9	км/час
Длина	8300	мм
Ширина	2600	мм
Высота	1850	мм
Ширина колеи	2074	мм
Минимальная высота погрузки	1,2	м

Минимальный наружный радиус поворота	8,5	м
Дорожный просвет	320	мм
Ширина скребкового конвейера	900	мм
Размер шин	14.00-20	
Установленная мощность	127	кВт
Мощность двигателя хода АВТ15-4/6/12	22/46/23	кВт
Мощность двигателя конвейера АВК 30/15-4/8	30/15	кВт
Скорость движения цепи	0,15/0,3	м/с
Шаг расстановки скребков конвейера	480	мм
Тип насосов маслостанции	НШ-32-2л/НШ-50-2	
Напряжение питания	660	В
Исполнение электрооборудования	взрывобезопасное	
Сечение питающего кабеля	3×16	мм ²
Емкость маслобака	125	л
Максимальное время разгрузки	83	с
Тип рабочих тормозов	колодочные с гидроприводом на 4 колеса	
Тип стояночных тормозов	колодочные с пружинным замыканием	
Масса серебра в изделии	823	г

Бункер-перегрузатель БП-14М

Бункер-перегрузатель предназначен для обеспечения непрерывной работы комбайновых комплексов типа ПК-8 и Урал на пластах мощностью 2,1 м и более, в выработках с углом наклона до ± 12 градусов.

В составе комплекса бункер принимает руду от комбайна и перегружает ее в самоходный вагон типа 5ВС-15М.

Перегрузатель изготавливается на «ЛМЗ Универсал», г. Солигорск.

Технические параметры	Колич. значение	Единицы измерения
Производительность при перегрузке	0,37	т/с
Время разгрузки	40	с
Вместимость, не менее	13	м ³
Грузоподъемность	16+0,5	т
Установленная мощность	37	кВт
Масса	10000	кг
Длина	8200	мм
Ширина	2200	мм
Высота	2100-2450	мм
Масса, не более	10000	кг
Исполнение электрооборудования	не ниже РВ	
Напряжение питания	660 В	

Очистной комбайн SL-300/400

Перечень оборудования очистного комплекса	Тип оборудования	Кол-во
Очистной комбайн	SL-300/400	1
Забойный конвейер	EKF-3E 72V	1
Механизированная крепь лавы	БС-2.1П	125
Крепь сопряжения бортовых штреков	БС-2.1П	3

Технические характеристики комбайна SL-300/400

Параметры	Величина	Ед. изм.
Мощность рабочих двигателей	3 × 300	кВт
Рабочее напряжение сети	990	В
Рабочая скорость механизма подачи (V _{min} /max = 0–12 м/мин)	6	м/мин
Максимальное тяговое усилие механизма подачи	537	кН

Диаметр шнеков	1400	мм
Частота вращения шнеков	51	об/мин
Максимальная вынимаемая мощность	2520	мм
Прирезка почвы	190	мм
Конструктивная высота комбайна	1030	мм
Длина комбайна по осям шнеков	10900	мм
Мощность двигателя механизма подачи	35	кВт
Масса комбайна	28.2	тонн

Технические характеристики конвейера ЕКФ-3Е 72V

Параметры	Величина	Ед. изм.
Мощность двигателей привода	2 × 160	кВт
Рабочее напряжение сети	660	В
Скорость перемещения цепи	1.0	м/сек
Цепь однорядная (диаметр 30 мм), шаг	108	Мм
Разрывная нагрузка цепи	1400	кН
Шаг расстановки скребков (10 звеньев)	1.08	М
Рештаки (высота / ширина)	227 x 732	Мм

Технические характеристики гидромеханизированной крепи БС-2.1П

Параметры	Колич. значение	Ед. изм.
Рабочий диапазон крепи	1,4-2,6	м
Максимальная высота крепи	2670	мм
Минимальная высота крепи	1300	мм
Поддерживающая способность, при Н = 2,3 м	289	кН/м ²
Шаг установки	2	м
Масса секции	6585	кг
Давление питания	32	МПа
Количество стоек в секции	4	шт.
Предварительное сопротивление стойки	461	кН

Рабочее сопротивление стойки	554	кН
Длина собранной стойки	1198	мм
Длина раздвинутой стойки	2851	мм
Диаметр поршня гидростойки	165	мм
Масса гидростойки	260	кг
Настройка предохранительного клапана гидростойки	38	МПа
Усилие передвижки крепи	304	кН
Усилие передвижки конвейера	143	кН
Настройка пред. клапана цилиндра передвижки	38	МПа
Тип системы передвижки	обратная	
Шаг передвижки секции	800	мм
Ширина верхняка	1370	мм
Длина верхняка	2700	мм
Наличие на стойке гнезда под клапан от ГУ	имеется	
Возможность установки корректировки основания	-	

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Термины и определения. Основные закономерности процесса проектирования горных предприятий и их подсистем.....	5
2. Использование инновационных технологий для определения оптимальных технических параметров проектируемых горных объектов.....	12
3. Основные требования к результатам и содержанию курсового проекта.....	18
4. Формирование множества возможных (допустимых) вариантов отработки участка шахтного поля.....	26
5. Разработка алгоритмов и компьютерных программ для выбора оптимального варианта отработки участка шахтного поля.....	31
6. Выбор и проверка на несущую способность и конструктивные размеры линейной крепи и крепи сопряжения	38
7. Основные требования к разделу проекта «Вентиляция».....	40
8. Основные требования к разделу проекта «Организация работ на добычном участке»	45
9. Основные требования к разделам проекта «Промышленная и пожарная безопасность, охрана труда, промсанитария».....	52
ЛИТЕРАТУРА.....	55
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	56
Приложение 1.....	56
Приложение 2.....	63
Приложение 3.....	67

Учебное издание

ШПУРГАЛОВ Юрий Анатольевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РУДНИКОВ И ШАХТ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-51 02 01
«Разработка месторождений полезных ископаемых»

Технический редактор О.В. Песенько

Подписано в печать 18.05.2012.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,30. Уч.-изд. л. 3,36. Тираж 100. Заказ 1232.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.