

На правах рукописи



ШАВРОВ ПАВЕЛ ВАСИЛЬЕВИЧ

Шавров

**ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ
ШАХТЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
ИНФОРМАЦИИ**

**Специальность 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования
горнотехнических систем»**

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

16 DEC 2010

Москва 2010

Работа выполнена в ГОУ ВПО
«Московский государственный горный университет»
на кафедре «Подземная разработка пластовых месторождений»

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор

Малкин Анатолий Степанович

Официальные оппоненты:
доктор технических наук,
профессор

Некрасов Виктор Васильевич

кандидат технических наук

Заволокин Дмитрий Викторович

Ведущая организация

**ОАО «ПНИУИ»
(г. Новомосковск, Тульской области)**

Защита диссертации состоится 29 декабря 2010г. в 10 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.128.03 при Московском государственном горном университете по адресу: 119991, ГСП, Москва, В-49, Ленинский проспект, 6

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного горного университета

Автореферат разослан 29 ноября 2010г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор **Савич Игорь Николаевич**



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Анализ современного состояния шахтного фонда угольных компаний России в сочетании с методологией оптимизации стратегических вариантов эффективного функционирования и развития, оставаясь недостаточно исследованным, в настоящее время получил новое содержание.

Определение приоритетных направлений и экономико-технологических решений по эффективному развитию отрасли, которые должны соответствовать сценариям формирования экономики и топливно-энергетического комплекса России, предопределило необходимость решения топливно-сырьевой проблемы не только с позиции отраслевой и потребительской эффективности, но главным образом с учетом многомерности происходящих структурно-экономических изменений во всех народнохозяйственных системах развития экономики (финансовой, транспортной, экономической, экологической, энергетической, научно-технической, социальной) в условиях специфики рыночных отношений.

Угольная отрасль России в настоящее время находится в третьей, завершающей стадии реструктуризации шахтного фонда. Одной из основных задач реструктуризации является создание тщательно сбалансированного, оптимального по своей производственной мощности и технологической структуре шахтного фонда угольных компаний. Итогом реформирования отрасли становится создание конкурентоспособных высокоэффективных горнодобывающих предприятий, увеличение доли угля в топливно-энергетическом балансе на базе имеющихся запасов угля, технологического и экономического ресурсного потенциалов.

В ходе реструктуризации отрасли отчетливо проявились сложности реализации и задачи повышения уровня полноты использования производственного потенциала шахт перспективных и стабильно работающих, что связано с высоким риском ошибочных решений по совершенствованию технологической подготовки производства в условиях значительной неопределенности исходной информации, что не позволяет шахтам адаптироваться к новым условиям и изменениям внутренней и внешней среды функционирования.

Особую значимость приобретают вопросы обоснования, необходимости и целесообразности нагружения производственной мощности технологических

схем перспективных и стабильно работающих шахт на базе системного подхода к оценке их ресурсного горно-геологического, технологического и экономического потенциала, а также объемов нагружения с выходом на показатели функционирования технологических схем, соответствующие мировым стандартам угледобычи, с учетом конъюнктуры рынка по сбыту угольной продукции при стабильной инвестиционной привлекательности.

Учитывая методологическую ориентацию диссертации на исследования в обозначенном направлении, ее тематику с полным основанием следует квалифицировать как актуальную.

Задачи исследований формулируются следующим образом:

- анализ условий работы и результатов функционирования технологических систем шахт угольной отрасли России и степени изученности вопроса в области применения расчетных методов по определению производственной мощности шахты;

- выявление стабилизирующих и разрушающих факторов, влияющих на величину производственной мощности угольных шахт;

- разработка методических положений процедуры нагружения технологических систем шахт с необходимым ресурсным технологическим и экономическим потенциалами с учетом их развития и функционирования в условиях рыночной среды;

- разработка методики обоснования оптимальной производственной мощности шахты в условиях неопределенности в большей мере горно-геологической информации и принятия решений при риске;

- разработка методических рекомендаций по выявлению резервов нагружения производственной мощности технологических систем шахт с целью повышения конкурентоспособности на базе имеющихся резервов в пропускных способностях транспорта-подъема и вентиляции;

- выявление резервов нагружения производственной мощности технологических систем шахт угольных компаний России с учетом динамики горно-геологических условий эксплуатации и эксплуатационных возможностей горнодобывающей техники;

- апробация результатов исследований.

Целью диссертации является выявление технологических резервов повышения конкурентоспособности технологических систем угольных шахт на базе методических положений обоснования производственной мощности шахт

с учетом специфики рыночных отношений и формирования стратегии устойчивого ее поддержания в условиях неопределенности горно-геологической информации.

Основная идея диссертации заключается в реализации системного подхода к формированию методической базы обоснования реальных резервов повышения производственной мощности шахт в условиях неопределенности горно-геологической информации с учетом разрушающих и стабилизирующих факторов разработки угольных пластов.

Методы исследований: при выполнении исследований использовался комплекс методов, включающий научное обобщение, анализ передового опыта результатов ранее выполненных исследований, аналитические исследования, методы теории игр, метод вариантов, метод многокритериальной оптимизации, комплекс методов математической обработки статистических данных угольных шахт.

Научные положения, разработанные лично соискателем:

1. Определяющим условием необходимости и целесообразности разработки процедуры выбора резервов нагружения производственной мощности технологических систем для компенсации потерь добычи при закрытии (консервации) шахт является необходимость поиска нетрадиционных технологических решений повышения конкурентоспособности в условиях рыночной экономики;

2. Объективность и надежность эффективной процедуры обоснования оптимальной производственной мощности шахты в условиях неопределенности в основном горно-геологической информации обеспечивается за счет комплексного корректного применения в качестве базовой целевой функции элементов аналитической формулы, минимаксного критерия Сэвиджа и коэффициента корректировки, учитывающего степень достоверности исходных данных и степень неопределенности горно-геологической информации;

3. Устойчивое функционирование шахтного фонда угольных компаний обеспечивается сбалансированностью шахт с разной технико-экономической эффективностью, находящейся в зависимости от своевременного перераспределения мощностей и высвобождаемых финансовых ресурсов со скорой отдачей финансовых вложений;

4. Длительная конкурентоспособность технологических систем шахт в рыночной среде достигается вследствие реализации стратегии устойчивого

поддержания производственных мощностей угольных шахт, при этом величина дохода пропорциональна приросту добычи и реализуется на предприятиях с гибкими технологическими системами, адекватными к изменениям внешней среды функционирования.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложено резервировать степень нагружения производственных мощностей технологических систем высокоэффективных шахт, оценивать с помощью комплексного применения аналитической формулы, минимаксного критерия Сэвиджа и коэффициента корректировки, отражающего в смысловой интерпретации степень достоверности исходных данных, и в особенности степень неопределенности исходной горно-геологической информации;

- разработана аналитическая модель восполнения потерь добычи от закрытия низкоэффективных шахт соответствующим нагружением высокоэффективных на базе реального отражения влияния основных горно-геологических характеристик и параметров с известной долей неопределенности и неоднозначности исходных данных;

- предложена цельная методика обоснования и расчета оптимальной производственной мощности шахты с учетом неоднозначности и неопределенности горно-геологической информации в детерминированной и вероятностной постановках с реальным отражением в аналитической модели влияния основных горно-геологических условий и технологического оснащения очистных забоев.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- достаточным и представительным объемом статистической информации о работе угольных шахт отрасли;

- корректным использованием современных методов исследований;

- результатами реализации аналитической модели восполнения потерь добычи применительно к технологическим системам шахт угольных компаний отрасли.

Научное значение диссертации состоит в разработке методических положений обоснования процедуры нагружения технологических систем высокоэффективных шахт в условиях рыночной экономики и работоспособной методики обоснования надежного и объективного уровня производственной мощности угольных шахт.

Практическое значение работы состоит в определении резервов нагружения технологических систем шахт угольной отрасли с учетом горно-геологических условий эксплуатации и эксплуатационных возможностей горнодобывающей техники.

Реализация работы. Выявленные резервы нагружения технологических систем шахт угольной отрасли приняты к использованию ОАО «СУЭК-Кузбасс» при обосновании и разработке перспективных планов и программ развития горного производства на текущий период времени и на длительную перспективу.

Апробации работы. Основные положения диссертации были обсуждены и получили одобрение на научных симпозиумах в рамках «Недели горняка», проводимых в МГТУ (Москва, 2006-2010 гг.) и на научных семинарах кафедры ПРИМ МГТУ (Москва, 2006-2010 гг.).

Публикации. На тему диссертации опубликовано четыре научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, содержит 48 рисунков, 45 таблиц и список литературы из 92 наименований.

Автор выражает глубокую благодарность профессору, д.т.н. В.В. Агафонову за оказанную методическую помощь.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Анализ технико-экономических показателей шахт даёт основание рассматривать достаточное количество вариантов развития конкретных шахт: технологическое и техническое обновление, модернизацию. Вынужденная жёсткая политика дотационной государственной политики вместе со стремительным и бесконтрольным ростом стоимости потребляемых энергетических и материальных ресурсов во многом обусловили необходимость глубокой реструктуризации шахтного фонда. Стало очевидным, что эффективность функционирования подземной угледобычи может быть достигнута только на предприятиях высокого технико-экономического уровня, обеспечивающего конкурентоспособность. Таким образом, основополагающим принципом осуществления реструктуризации шахтного фонда является разделение шахтного фонда на совокупность неперспективных,

убыточных шахт и на совокупность перспективных (в том числе стабильно-экономических) шахт. Для последней группы шахт на 1-й план выдвигаются проблемы технического перевооружения и перевооружения. Для этих шахт становится оправданным инвестирование и ожидание скорой весомой отдачи, возврата затрат.

Вместе с тем частичные технологические решения (совершенствования схем вентиляции, транспорта, внедрение новых видов крепления выработок, переход на большее сечение выработок и др.) и технические средства (более производительные комплексы, конвейеры и пр.) не позволяли кардинально изменить существующие технологические схемы шахт, существенно улучшить технико-экономические показатели, обеспечить рыночную конкурентоспособность убыточных шахт.

Решительные технологические изменения в шахтном фонде в ходе реструктуризации связаны со строительством новых шахт и закрытием убыточных.

Одним из значительных, весомых факторов в этих процессах является производственная мощность шахт, обеспеченная кондиционными запасами, технологическим оборудованием и оптимальными параметрами технологических схем. Неслучайно крупнейшие учёные-горняки в самые драматические периоды развития угольной промышленности успешно выявляли и решали сложнейшие задачи технологии добычи, безопасности и эффективности.

Трудно не обозначить огромный вклад в теорию, в экспериментальные исследования академиков А.М. Терпигорева, А.А. Скочинского и др., проф. Б.И. Бокля, А.С. Попова, Л.Д. Шевякова, П.З. Звягина, М.И. Агопкова, проф. Д.Ф. Борисова, К.К. Кузнецова.

Важно подчеркнуть заслуги многих учёных в решении проблем проектирования шахт последних десятилетий: проф. А.С. Бурчакова, проф. Н.Г. Капустина, М.И. Устинова, А.М. Курносова, А.А. Ордина, Г.А. Стрекошицкого, Б.М. Воробьева, Академиков РАН К.Н. Трубецкого, В.А. Чантурии, В.В. Ржевского, чл. корр. РАН Д.Р. Каплунова, А.В. Рубана, проф. М.И. Щадова, В.А. Харченко, С.С. Резниченко, А.С. Малкина, А.С. Астахова, В.П. Зубова, Д.М. Казикаева, В.Е. Зайденварг, А.Б. Ковальчука, В.В. Некрасова, А.А. Петросова, В.А. Потапенко, Ю.Н. Кузнецова, А.П. Килячкова,

В.Н. Вылегжанина, Н.К. Гринько, А.Б. Яновского, А.Г. Саламатина, Ю.А. Жежелевского, В.В. Агафонова и др.

Усилиями многих учёных установлена методическая база обоснования и расчета производственной мощности: статистическим методом (проф. Звягин П.З.), экономико-математическим моделированием (проф. Курносос А.М.), методом графов (проф. Воробьев Б.М.), аналитическим методом (проф. Малкин А.С.), вероятностно-аналитическим (проф. Ордин А.А.), директивным (Сибгипрошахт), методом частичного использования условий неопределенности (доцент Фёдоров В.П., проф. Еремеев В.М.).

С позиций развития производственного потенциала на действующих шахтах и осваиваемых месторождениях угля, управления качеством угольной продукции актуальными являются следующие проблемы:

- ввод новых мощностей на предприятиях угольной промышленности характеризуется первоначальной отработкой мощных пластов, что при ограниченном объеме запасов на большинстве новых участков может привести к резкому ухудшению экономических показателей работы угольных предприятий;

- происходит недооценка категорий качества углей по всей технологической цепи (от добычи угля до его конечного использования) и как следствие – снижение конкурентоспособности угольной продукции;

- наблюдается искажение целевых ориентиров в развитии промышленности из-за отсутствия обязательной оценки произведенной продукции в единицах тепловой энергии наряду с метрическими показателями объемов.

В свою очередь, изменение производственных мощностей непосредственным образом влияет и на результаты работы угольных предприятий в части добычи угля.

Как и предусматривалось в Энергетической стратегии до 2020 г., удовлетворение потребности экономики страны в угольном топливе связано прежде всего с развитием добычи угля в бассейнах федерального значения - Кузнецком и Канско-Ачинском. Некоторое развитие получила добыча на месторождениях Восточной Сибири (Мугунское, Тугнуйское), «Эльга».

Добыча угля в Печорском и Донецком бассейнах, имеющих региональное значение и характеризующихся высоким уровнем производственных затрат на

добычу, после снижения в 2000-2001 гг. поддерживается на уровне 8-10 млн. т в Печорском и 4-5,5 млн. т в Донецком бассейнах, в основном за счет печорских коксующихся углей и донецких антрацитов.

В результате к настоящему моменту, с точки зрения эффективности управления производством, четко выделяются три группы компаний:

- высокоэффективные, как правило, входящие в крупные финансово-промышленные холдинги и ориентированные либо на производство коксующихся углей, либо на экспорт высококачественных энергетических углей;

- самостоятельные компании, вынужденные осуществлять свое развитие в условиях конкуренции с крупными холдингами;

- предприятия, имеющие низкую, часто отрицательную, рентабельность реализации, но играющие важную социальную роль в своем регионе.

Основным направлением развития шахтного фонда во всех странах мира является концентрация производства, выражающаяся в повышении годовой добычи и суточной нагрузки на шахту, и обеспечиваемая механизацией производственных процессов, строительством новых предприятий, реконструкцией действующих шахт (зачастую путем объединения соседних шахт или прирезки к крупным, более современным предприятиям полей прилегающих к ним шахт или свободных участков). Строительство новых угледобывающих предприятий в мировой практике ведется в ограниченных масштабах и почти исключительно на участках месторождений с благоприятными условиями разработки запасов угля (Польша, Австралия, США), что обеспечивает получение на новых предприятиях высоких технико-экономических показателей и их конкурентоспособность.

Отсутствие необходимых капиталовложений на реконструкцию производственного фонда, незначительный объем нового строительства, недостаточные темпы технического перевооружения предприятий современным оборудованием привели к тому, что фактическая производственная мощность шахт России в 2,5-6 раз ниже, чем в Германии, Великобритании, Польше, Чехии, даже при том условии, что в этих странах учет ведется по товарному, а в России по рядовому углю.

Анализ методов и критериев оптимальности, использующихся при оптимизации параметров шахт

Основополагающим и предопределяющим вопросом в теории проектирования шахт является определение основных качественных и количественных параметров, которые в смысловой интерпретации отражают степень соответствия технологических схем шахт требованиям, предъявляемым к ним на современном этапе развития техники, технологии и социально-экономических требований к труду (оптимальная производственная мощность, срок службы, нагрузка на очистной забой, размеры панелей, этажей, горизонтов, длина лавы и т.д.).

Анализ теоретических и практических исследований в данной области показал, что вопросами выбора, обоснования и определения основных параметров технологических схем шахт занимались достаточно часто.

Корректирование методов определения производственной мощности шахты и оптимизации основных параметров технологических схем шахт в последнее время (современные исследования) связано с увеличением в моделях горно-геологических параметров, стоимостных и технических характеристик (Вылегжанин В.Н., Малкин А.С., Агафонов В.В., Устинов М.И., Капустин Н.Г.).

Как показал анализ теоретических и практических исследований в области оптимизации основных параметров технологических схем угольных шахт (производственной мощности), в настоящее время существует достаточное количество работ, однако общей методологии в данном направлении присущи весьма существенные недостатки. В частности, установлено, что это связано с большим числом применяемых критериев оптимальности, что безусловно, приводит как к экономической, так и технологической разобщенности процесса оптимизации. В связи с этим эта проблема требует дальнейших исследований, направленных на более тщательную увязку и дифференциацию информации горно-геологического и горнотехнического плана, действующих как ограничения оптимизационной модели и с адаптацией усовершенствованных методик в условиях рыночной экономики и незаконченной реструктуризации шахтного фонда, так как эти вышеописанные условия вносят существенные коррективы в процесс реализации оптимизационных методов и критериев оптимальности,

использующихся в оптимизационных моделях при оценке и выборе параметров технологических схем угольных шахт.

Критерии оптимальности при принятии стратегических решений в условиях неопределенности информации и принятия решений при риске

Во многих задачах проектирования шахт предполагается однозначность последствий выбора при описании и решении критериальных задач оптимизации. Однако в практических условиях нередко приходится иметь дело с ситуацией, когда процесс формирования и выбора альтернативы неоднозначно определяют последствия сделанного выбора (необходимость принятия решений стратегического характера в условиях неопределенности горно-геологической информации). В практике проектирования данный аспект в достаточной степени проявляется при обосновании и оптимизации основных количественных параметров (проектная мощность шахты, нагрузка на очистной забой и т.д.).

При этом предполагается, а в диссертации подтверждается, что прирост степени определенности (достоверности) информации совершенно неадекватен результатам, которые формируются дополнительными затратами по пополнению информации и когда необходимость принятия окончательного решения предполагает возможность формирования значительных экономических потерь.

Возникающая в данной ситуации неопределенность называется неопределенностью природы и проявляется при освоении некоторых видов и типов угольных месторождений, характеризующихся весьма изменчивыми параметрами залегания угольных пластов.

Задача определения оптимальной производственной мощности шахты является одной из наиболее аналитически сложных, так как приходится ориентироваться на данные о запасах и элементах залегания, характеризующихся высокой степенью неопределенности.

Условия задачи выбора при неопределенности информации формализуются при помощи матрицы $\|f(x, y_i)\|$, элементы которой определяют полезность альтернатив $x_i \in X$ при внешних воздействиях $y_i \in Y$.

Выбор наилучшей альтернативы осуществляется на основании того или иного критерия оптимальности (принятия решений), определяющего процедуру построения целевой функции $f(x)$.

В этом случае неопределенность снимается или нивелируется за счет процедуры сведения матрицы к вектору-столбцу полезности альтернатив.

Целевой направленностью стратегии с учетом конкретной ситуации принятия решений является выбор и обоснование критерия оптимальности.

Анализ работ в данной области показал, что наиболее известными являются так называемые классические и производные критерии оптимальности принятия решений.

Классификация критериев оптимальности (принятия решений) в условиях неопределенности информации и принятия решений при риске приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии оптимальности

КЛАССИЧЕСКИЕ
1. Максимальный критерий Вальда
2. Критерий Байеса-Лапласа
3. Минимаксный критерий Сэвиджа
ПРОИЗВОДНЫЕ
1. Критерий Гурвица
2. Критерий Ходжа-Лемана
3. Критерий Гермейера

Анализ критериев оптимальности показал, что в условиях детерминированной постановки следует ориентироваться на NPV («Чистый дисконтированный доход»), а в условиях неопределенности информации и принятия решений при риске - на минимаксный критерий Сэвиджа (динамическая или вероятностная постановка), который рассчитан на самую пессимистическую стратегию и обеспечивает минимальный риск при принятии решения по обоснованию производственной мощности шахты.

Анализ влияния разрушающих и стабилизирующих факторов на производственную мощность

Исследование метода множественных регрессий для анализа совместного влияния нескольких факторов x_i на формирование исследуемого показателя Y ограничено жесткими условиями следующего рода: полиномиальные и степенные уравнения множественной регрессии путем логарифмирования и

подстановки преобразуются в линейные, что связано с мультиколлинеарностью, при этом единственный метод, применение которого указанными ограничениями не лимитировано, — метод главных компонент.

Процедура реализации этого метода позволяет любой показатель, участвующий в факторном анализе, вычленив из общей совокупности в качестве анализируемого с учетом влияния на его формирование всех прочих значимых показателей.

В связи с этим разные показатели и параметры могут влиять на итоговое формирование анализируемого в противоположных направлениях, т.е. оказывать либо стабилизирующее, либо разрушающее действие (вклад).

При этом предполагается, что направление воздействия некоторых показателей совпадает, образуя отдельные группы.

Для выявления основных факторов, влияющих на величину производственной мощности, на первом этапе анализа из совокупности выделенных показателей была сформирована матрица Грамма, строящаяся на основе коэффициентов корреляции r , количественно характеризующих меру взаимосвязи между показателями работы предприятия, включенными в анализ.

На втором этапе факторного анализа сформирована матрица факторных нагрузок обобщающих факторов F_j , или главных компонент. Состав главных компонент определяется по весу факторных нагрузок a_{ij} , из матрицы факторных нагрузок. Степень влияния обобщающего фактора считается существенной при $a_{ij} \geq 0,5$ (табл. 2, 3, 4, 5). При этом вклад в общую дисперсию главной компоненты F_1 составил 38,50 %, вклад компоненты F_2 — 30,65 %, вклад компоненты F_3 — 12,86 %, F_4 — 11,42 %.

Для управления эффективным развитием анализируемого показателя (производственная мощность шахты) необходимо особое внимание уделить показателям, формирующим главные компоненты F_2 и F_3 — это показатели уровня производственно-технических условий ($x_{17} - x_{63}$) и показатели технического уровня схем вскрытия и подготовки шахтных и выемочных полей ($x_{37} - x_{45}$). При этом матрицы F_1 и F_2 можно обозначить как разрушающие, а F_3 и F_4 — как стабилизирующие в формировании определенной величины производственной мощности.

Таблица 2

Матрица факторных нагрузок a_{ij} компоненты F_1

x	Признаки	Факторная нагрузка компоненты F_1
x_1	Среднединамическая мощность пластов	0,9
x_3	Объем промышленных запасов	0,97
x_4	Число рабочих пластов	0,73
x_6	Среднединамический угол падения	-0,64
x_7	Среднединамическая глубина разработки	-0,76
x_8	Газообильность шахты	-0,84
x_9	Нарушенность запасов угольных пластов	-0,68
x_{10}	Водообильность месторождения	-0,70
Вклад в дисперсию V , %		38,4

Таблица 3

Матрица факторных нагрузок a_{ij} компоненты F_2

x	Признаки	Факторная нагрузка компоненты F_2
x_{17}	Энерговооруженность труда	0,93
x_{18}	Удельный вес добычи из КМЗ	0,78
x_{20}	Уровень комбайновой проходки подготовительных выработок	0,67
x_{21}	Среднедействующая линия очистных забоев	0,85
x_{22}	Коэффициент резерва подготовленности запасов	0,66
x_{24}	Удельная протяженность транспортных магистралей	-0,81
x_{25}	Трудность проветривания шахты	-0,79
x_{26}	Удельный объем проводимых горных выработок	-0,75
x_{27}	Удельная протяженность проводимых горных выработок	-0,72
x_{60}	Уровень конвейеризации транспорта	0,78
x_{61}	Удельный вес прогрессивных систем разработки	0,75
Вклад в дисперсию V , %		30,42

Таблица 4

Матрица факторных нагрузок a_{ij} компоненты F_3

x	Признаки	Факторная нагрузка компоненты F_3
x_{37}	Продуктивность схем вскрытия и подготовки по запасам	0,92
x_{38}	Продуктивность схем вскрытия и подготовки по добыче	0,98
x_{39}	Годовая продуктивность транспортных магистралей	0,73
x_{40}	Годовая продуктивность вентиляционных магистралей	0,75
x_{41}	Показатель общей приемной емкости технологической схемы	0,81
x_{42}	Годовая продуктивность использования зданий и сооружений	0,85
x_{43}	Показатель резерва схем вскрытия-подъема по транспорту-подъему	0,66
x_{44}	Показатель резерва схем вскрытия-подъема по вентиляции	0,64
x_{45}	Показатель потерь угля, связанного со схемой вскрытия и подготовки	0,78
Вклад в дисперсию V , %		12,8

Таблица 5

Матрица факторных нагрузок a_{ij} компоненты F_4

x	Признаки	Факторная нагрузка компоненты F_4
x_{46}	Энерговооруженность труда	0,65
x_{47}	Машинное время	0,97
x_{48}	Среднемесячное подвигание линии очистных забоев	0,81
x_{49}	Энергоемкость добычи	0,75
x_{50}	Темпы проведения подготовительных выработок	0,71
Вклад в дисперсию V , %		11,4

Обоснование и расчет проектной мощности шахты

Одной из важнейших проблем проектирования и эффективного функционирования технологических систем угольных шахт является необходимость принятия важных решений стратегического характера в

условиях неопределенности, когда информации для принятия обоснованного решения явно не хватает. При этом прирост степени определенности информации неадекватен результатам дополнительных усилий (затратам) по пополнению информации в связи с объективным характером неопределенности и когда необходимость принятия решения в таких условиях сопряжена с риском возможных значительных экономических потерь. Подобного типа проблемы возникают при принятии стратегических решений о необходимости освоения некоторых типов угольных месторождений, характеризующихся весьма изменчивыми параметрами залегания. Одной из сложнейших задач аналитического характера, решаемых при этом, является определение оптимальной производственной мощности проектируемого предприятия, так как приходится ориентироваться на данные о запасах, характеризующихся высокой степенью неопределенности. Учитывая высокую капиталоемкость угольных предприятий и высокую цену принятия неправильных решений следует ориентироваться на применение минимаксного критерия Сэвиджа.

Минимаксный критерий Сэвиджа использует целевую функцию

$$f_s(x_i) = \left[\max_j f(x_i, y_j) - f(x_i, y_j) \right];$$

Выбор альтернатив осуществляется следующим образом:

$$X_{opt} = \{x_i | x_i \in X \wedge x_i = \arg \max_j f_s(x_i)\}.$$

Следует отметить, что данный критерий рассчитан на крайне пессимистическую стратегию при определении оптимальной производственной мощности шахты, на крайне неблагоприятную ситуацию. В конечном итоге здесь выбирается стратегия, обеспечивающая минимальный экономический риск при принятии окончательного решения.

При окончательном использовании данного критерия величину $r(x_i, y_j) = \max_j f(x_i, y_j) - f(x_i, y_j)$ трактуют как максимальный дополнительный выигрыш, которого можно достичь, если в состоянии y_j вместо альтернативы x_i выбирается другая, оптимальная для этого состояния, причем $r(x_i, y_j)$ довольно часто интерпретируются как потери, возникающие в состоянии при замене оптимальной альтернативы y_j на альтернативу x_i .

По критерию Сэвиджа худшим является не тот вариант, который обеспечивает минимальный выигрыш, а тот, при котором потери выигрыша максимальны по сравнению с имеющимися возможностями, т.е. выбору

подлежит альтернатива, обеспечивающая минимум максимально возможных потерь.

Технология аналитических вычислений в случае применения критерия Сэвиджа предусматривает построение промежуточной матрицы $|r(x_i, y_j)|$ - матрицы альтернативных потерь Сэвиджа.

Необходимая исходная информация представляется в виде матриц табличной формы с определенным шагом изменения наиболее вероятностного значения.

Это связано со следующими обстоятельствами:

- горно-геологические характеристики и организационно-технические параметры шахты изменяются со временем;

- диапазон изменения конкретной характеристики или параметра устанавливается исходя из статистических данных шахт, а шаг изменения принимается большим со снижением силы влияния на целевую функцию;

- изменчивостью некоторых характеристик и параметров можно пренебречь из-за незначительного диапазона изменения их величины и, соответственно, слишком малого влияния таких изменений на абсолютную величину целевой функции, т.е. мощности шахты.

Процедура формирования расчетных вариантов предполагает формирование двух направлений от базового (номинальные значения):

- первое направление формируется от исходного увеличением значений одних параметров и уменьшением других на один шаг. При этом как увеличение значений одних характеристик (параметров), так и уменьшение других должно вести к возрастанию целевой функции мощности шахты ($A_{ш} \rightarrow \max$), $P_1 = P_0 \pm i \cdot \Delta \cdot P_0$, $P_1 = P_0 (1 \pm 1 \cdot \Delta)$;

- второе направление формируется в обратном направлении, ($A_{ш} \rightarrow \min$), $P_1 = P_0 \pm i \cdot \Delta \cdot P_0$, $P_1 = P_0 (1 \pm 1 \cdot \Delta)$; что приводит к уменьшению целевой функции мощности шахты ($A_{ш} \rightarrow \min$). Данная процедура необходима для планомерного исследования оптимизационной модели шахты.

Диапазон получаемых в результате расчета значений целевой функции мощности шахты оказывается представленным областью от минимально возможного в данных условиях значения $A_{ш} \rightarrow \min$ до максимального $A_{ш} \rightarrow \max$ (от менее вероятного до наиболее вероятного), что позволяет исследовать влияние на целевую функцию любой горно-геологической характеристики и горнотехнического параметра в любом диапазоне изменения.

В конечном итоге реализуется число значений мощности шахты, равное произведению n вариантов горно-геологических условий залегания пластов и m вариантов принимаемых технологических решений для параметров, формирующих количественное значение мощности шахты.

Основопологающим принципом достижения минимальных из всех максимальных потерь добычи при соответствующих вариантах технологических решений, согласно критерию Сэвиджа, является следующий:

$$\min(\max(A_{u,z,\max j}(X_i; Y_j) - A_{u,z,ij}(X_i; Y_j)) = A_{u,z,ij}(X_i^{opt}; Y_j),$$

что требует определения

$$A_{u,z,средн ij} = \left(\sum_{j=1}^n \Delta A_{u,z,ij}(X_i; Y_j) \right) / n.$$

Неопределенность и неоднозначность степени достоверности исходной расчетной информации нивелируется использованием коэффициента корректировки, в равной степени учитывающего различную вероятность исходных расчетных вариантов и однозначно формирующего оптимальную количественную величину проектной мощности шахты.

Процедура его формирования основана на регрессионном анализе статистических отчетных данных угольных шахт с использованием динамических моделей регрессии и методе наименьших квадратов.

Разработка стратегии устойчивого поддержания мощностей действующих шахт Кузбасса и некоторые технологические аспекты программы стабилизации работы

Базовые элементы обеспечения стратегии устойчивого поддержания производственной мощности действующих угольных шахт включают в себя следующие составляющие:

1. Обоснование величины и сроков обеспечения устойчивого поддержания производственной мощности шахты с учетом долгосрочных перспектив ее развития.

2. Выявление общих целей стратегии обеспечения устойчивого поддержания производственной мощности с разработкой конкретных направлений и процедур.

3. Формулирование концепции выбора стратегии для достижения соответствующих показателей технико-экономической эффективности устойчивого поддержания производственной мощности.

4. Разработка и выбор пути эффективной реализации разработанной концепции.

5. Оценка и анализ реализации стратегии с учетом ситуации на рынке угля с целью внесения соответствующих коррективов в технологический процесс угледобычи с выявлением негативных и стабилизирующих факторов.

При этом общая структура стратегии обеспечения устойчивого поддержания производственной мощности действующих угольных шахт выглядит следующим образом:

1. Совершенствование методов расчета производственной мощности с учетом влияния основных горно-геологических, горнотехнических и организационных факторов в условиях конкурентной среды и рыночной экономики.

2. Повышение конкурентоспособности технологических систем действующих угольных шахт путем совершенствования и соответствующего преобразования горно-технологической структуры шахты на основе инновационных разработок в области техники и технологии, а также изысканий внутренних резервов в технологических схемах, обусловленных используемыми технологиями угледобычи.

3. Повышение эксплуатационной надежности процесса обеспечения устойчивого поддержания производственной мощности действующих угольных шахт на основе сведения к минимуму риска принятия неправильных решений в рамках эксплуатационных полей допуска при функционировании основных технологических подсистем и технологических систем в целом. Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что стратегия обеспечения устойчивого поддержания производственных мощностей действующих угольных шахт является многоуровневой, развивающейся, постоянно изменяющейся и совершенствующейся производственной системой.

Как показал анализ работ, выполненных в последнее время, повышение уровня устойчивого поддержания производственной мощности возможно за счет:

- использования стабилизирующих факторов (соблюдения норм технологического проектирования и правил безопасности при осуществлении всего технологического цикла и производственных процессов угледобычи), ликвидация субъективных причин отказов (ненадлежащей квалификации персонала и отсутствия надлежащего контроля);

- объективного и надежного выбора основных конструктивных планировочно-пространственных и технологических элементов структуры шахты как при проектировании, так и при эксплуатации;

- широкого использования резервирования в пропускных способностях транспорта-подъема и вентиляции как наиболее эффективного способа повышения устойчивости поддержания производственных мощностей наряду с введением дополнительных элементов (резервных забоев, дополнительных мощностей очистного и горнодобывающего оборудования и т.д.) с помощью полей эксплуатационных допусков.

Современные проблемы угледобывающих компаний Кузбасса носят общий характер и обусловлены прежде всего последствиями мирового экономического кризиса, приведшего к значительному снижению оптовых цен и спроса на уголь.

В период кризиса экономики стабилизация угольной промышленности Кузбасса возможна на базе инновационной модели, которая призвана обеспечить конкурентоспособность угля, повышение уровня научно-технического обеспечения освоения недр и улучшение качества человеческого потенциала.

Изменение технологической структуры угледобывающих предприятий является процессом длительным, капиталоемким, с сильной составляющей социальных факторов, поэтому соответствующие решения должны опираться на результаты долгосрочного предвидения и анализа их возможных последствий. Все это делает чрезвычайно актуальной разработку антикризисной программы стабилизации угледобывающей отрасли Кузбасса на 2009-2014 гг.

Значительная степень неопределенности, возникающей при составлении антикризисной программы, и высокая цена возможных ошибочных решений требует систематической коррекции полученных результатов. В этой связи антикризисную программу угольной отрасли Кузбасса следует рассматривать как систематически проводимую процедуру, встроенную в систему государственного управления.

Программа должна создавать информационную основу для корректировки научно-технической и инновационной политики угледобывающих компаний, для формирования соответствующих разделов

других документов, определяющих устойчивость угольной промышленности Кузбасса.

Содержательным ядром антикризисной программы является анализ состояния и оценка перспективы воспроизводства геотехнологического потенциала угледобывающей отрасли Кузбасса. При разработке этой части технологической программы необходимо оценить практическую значимость перспективных технологий, их реализуемость (в том числе наличие кадрового и производственного потенциала), ожидаемые сроки реализации, возможные барьеры и риски.

В связи с этим объем добычи угля в Кузбассе должен быть сбалансирован с прогнозами и планами (в том числе и антикризисными) потребителей, рассчитан и согласован в топливном балансе страны и отдельных топливных балансах по энергосистемам (регионам). Следовательно, должен существовать план распределения фонда недр, а также план подготовки запасов к лицензированию разработки, рассчитанный по всему Кузнецкому бассейну. К сожалению, такого плана в Кемеровской области нет, а хаотичный набор лицензируемых участков недр Кузбасса, приводящий к капитализации акций, способствовал необоснованно крупным зарубежным кредитам.

Так, например, за 2004-2008 гг. в Кузбассе по итогам конкурсов и аукционов недропользователям было предоставлено право добычи угля на 80 с лишним новых участках угольных месторождений, с общими запасами и ресурсами угля свыше 8 млрд.т. Проектные производственные мощности по новым участкам составляют более 100 млн. т угля в год, из них для открытой добычи - 38 млн. т. Проектный прирост производственных мощностей по добыче коксующихся углей ожидается около 40 млн. т.

Процедура создания угледобывающего предприятия мирового технико-экономического уровня должна рассматриваться на основе инноваций как целеустремленных систем с новыми схемами планировки горных работ и с применением современных организационно-технологических схем строительства и реконструкции угледобывающих предприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные

методические положения обоснования производственной мощности шахты в условиях неопределенности информации и стратегия устойчивого ее поддержания в условиях рыночной экономики, имеющие важное значение для теории и практики проектирования горнодобывающих предприятий.

Основные научные и практические результаты работы, полученные лично автором, заключаются в следующем:

1. В результате анализа теоретических предпосылок, причинно-следственных связей, теории и практики обоснования производственной мощности шахт установлено, что применение неадекватных математических процедур и расчетных формул приводит к необоснованно высоким или низким уровням производственной мощности; что в конечном счете предопределяет недоиспользование как пассивной, так и активной части промышленно-производственных фондов предприятий, неэффективное использование капитальных вложений и увеличение сроков их освоения, что в конечном итоге в течение длительного промежутка времени не позволяет выйти на прогрессивные и экономичные показатели эффективности работы угольных шахт. Так как с мощностью шахты тесно связаны капиталоемкие затраты на весьма дорогостоящие технологические звенья и подсистемы (технологический комплекс поверхности, топологическую сеть вскрывающих и подготавливающих горных выработок, околовольные дворы, комплекс стационарных машин и установок и т.д.), то цена принятия неадекватных решений при обосновании проектной мощности шахты будет существенно возрастать.

2. В результате исследований установлено, что экономический ущерб от неверно принятой величины производственной мощности может исчисляться многими сотнями миллионов рублей, поэтому возможности получения дополнительной информации путем сопоставления результатов расчетов с использованием различных методов принятия решений в условиях неопределенности информации имеют бесспорную актуальность как при геолого-экономической оценке месторождения, так и в период реструктуризации шахтного фонда, которая сопровождается необходимостью закрытия убыточных, неперспективных шахт. Потери добычи угля при этом должны в обязательном порядке восполняться другими, стабильно работающими предприятиями, а это возможно только в случае, если перспективные шахты имеют резервы повышения производительности.

3. Показано, что непостоянство значений горно-геологических характеристик в разных участках шахтного поля нарушает стабильность производственной мощности - удержание производственной мощности в условиях неопределенности информации горно-геологического характера приобретает экономический смысл. Учитывая высокую цену принятия неправильных решений, следует ориентироваться на применение аналитических формул и минимаксного критерия Сэвиджа.

4. В результате различной вероятности альтернативных потерь Сэвиджа значений мощности шахты процедура выбора оптимального и в то же время наиболее вероятного значения становится неоднозначной, для чего в процедуру расчета производственной мощности необходимо ввести коэффициент корректировки, который будет учитывать вероятность различных вариантов и будет однозначно формировать оптимальную величину проектной мощности шахты. Коэффициент корректировки определяется при помощи регрессионного анализа статистических отчетных данных угольных шахт с использованием динамической модели регрессии - параметры уравнения определяются методом наименьших квадратов (МНК).

5. Общепринятая методика расчета оптимальной производственной мощности горнодобывающего предприятия, базирующаяся на детерминированных оценках запасов, утвержденных ГКЗ, для многих сложных месторождений, характеризующихся значительной объективной неопределенностью состояния запасов, вытекающей из самой природы соответствующих типов месторождений, сопряжена с объективным риском ошибочного решения, следствием которого могут быть значительные экономические потери.

Оптимальная производственная мощность предприятия как стратегическая категория оказывается расположенной в пределах достаточно широкого диапазона доверительных интервалов, что необходимо учитывать при проектировании и в расчете инвестиций в капитальные вложения для освоения месторождения с инвестициями каждого последующего этапа после более глубокого изучения природы месторождения и его запасов на предьдущем этапе.

6. В условиях перманентного выбывания убыточных шахт необходимо восполнять потерю добычи соответствующим нагружением перспективных, причем пределы такого нагружения зависят от большого количества горно-геологических, технологических и экономических факторов, учет которых обеспечивается путем применения разработанного современного метода расчета

мощности шахты. Оригинальность и достоинство предложенной аналитической модели для решения поставленной программой исследований задачи состоит в том, что она адекватно отражает влияние основных горно-геологических условий и технического оснащения очистных забоев шахт с известной долей неопределенности и неоднозначности исходных данных.

7. Стратегия устойчивого поддержания производственных мощностей действующих угольных шахт должна реализовываться за счет совершенствования ее структуры, стабилизации основных производственных процессов и выполнения краткосрочных и долгосрочных программ для повышения эффективности производства (технического перевооружения и модернизации, реконструкции и т.д.). Задача выбора способа управления процессом устойчивого поддержания производственной мощности действующих угольных шахт должна сводиться в этом случае к реализации соответствующего преобразования горно-технологической структуры шахты на основе инновационных разработок в области техники и технологии, а также изыскания внутренних резервов в технологических схемах, обусловленных используемыми технологиями угледобычи.

Основные положения и результаты диссертационных исследований отражены в следующих опубликованных работах:

- 1. Шавров П.В., Агафонов В.В., Абрамов В.А.** Выбор стратегических направлений обновления шахтного фонда // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. - №4. – С.200-208.
- 2. Шавров П.В., Агафонов В.В.** Выбор и обоснование принципиальных направлений развития шахтного фонда России // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. - №11. – С.260-265.
- 3. Шавров П.В., Агафонов В.В., Сошников С.Д.** Техничко-экономическая оценка вариантов подготовки шахтных и выемочных полей // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. - №11. – С.272-276.
- 4. Шавров П.В., Агафонов В.В.** Оптимизация производственной мощности шахты в условиях неопределенности и принятия решений при риске // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. - №7. – С.304-308.

Подписано в печать 25 ноября 2010 г.

Формат 60x90/16

Объем 1 п.л.

Тираж 100 экз.

Заказ № 685

ОИУП МГУ, Москва, Ленинский пр-т, 6