

УДК 622.272

В.В. Мельник, Л.И. Шулятьева

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ШАХТ НОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Предложен новый метод совместной оптимизации параметров ТС шахт и оптимального комплексного развития угледобывающей компании, рассматриваемой как единый производственно-технологический комплекс по добыче угля.

Ключевые слова: шахты, подземная угледобыча, технологические процессы.

Семинар № 16

В развитии научных исследований в области обоснования параметров технологических схем шахт при проектировании новых горизонтов, которые отражают совокупность параметров ТС вскрытия и подготовки и ТС процессов производства, можно выделить несколько этапов, каждый из которых связан с тем или иным уровнем развития технических средств выемки угля.

Научные исследования посвящены либо обоснованию экономически целесообразных технологических схем, их пространственных и конструктивных параметров, либо оптимизации параметров технологических схем отдельных процессов подземной угледобычи. При этом обоснование выбора технологических схем и их параметров осуществлялось с использованием среднебассейновых или среднетраслевых нормативов параметров технологических процессов, а обоснование параметров технологических процессов – с использованием нормативных параметров технологических схем, что приводило, и в том, и в другом случае, к созданию статических моделей, решающих ограниченный круг задач.

При обосновании рациональных вариантов ТС вскрытия и подготовки,

а также ТС процессов подземной угледобычи использовались либо стоимостные среднетраслевые параметры, либо регрессионные модели затрат, полученные на основе обработки статистической информации. Невершенство математических моделей, которые в большей степени носили статический характер, ограничивало сам процесс обоснования выбора и приводило к необходимости разработки механизма оптимизации для конкретной задачи исследования.

В развитии научных исследований в области обоснования параметров шахт, которые отражают совокупность параметров ТС вскрытия и подготовки и ТС процессов производства, можно выделить несколько этапов, каждый из которых связан с тем или иным уровнем развития технических средств отработки запасов угля. Так, изменение средств механизации очистных работ, определяемое, главным образом, их производительностью, требовало либо полного пересмотра технологических схем отработки пластов, либо их количественных параметров. Глубина проработки этой проблемы на определённом этапе была связана с эффективностью механизации и автоматизации проектных ра-

бот. В настоящее время современные средства автоматизации поиска оптимальных решений позволяют повысить их эффективность путём учёта максимального числа принятых к исследованию факторов.

Повышение эффективности подземной угледобычи в сложных горно-геологических условиях должно обеспечиваться путём разработки метода последовательной оптимизации параметров технологических схем и поэтапного проектирования долгосрочного развития шахт нового технического уровня, в основу которого положено представление шахты как сложной системы, формирование которой осуществляется путём оптимального сочетания взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, могут рассматриваться как сложная технологическая взаимосвязь составляющих ее подсистем второго порядка.

Основываясь на этих установках проведен комплекс теоретических и прикладных исследований, на основании которых:

1. Предложен новый метод совместной оптимизации параметров ТС шахт и оптимального комплексного развития угледобывающей компании, рассматриваемой как единый производственно-технологический комплекс по добыче угля, цель которого – получение конкурентоспособной продукции при максимальном использовании технико-технологического потенциала и оптимальном распределении материально-технических ресурсов и инвестиций.

2. Для обоснования оптимальных параметров технологических схем шахта представлена как сложная система, формируемая путём синтеза рациональных технологических схем подсистем и оптимальных параметров технологических процессов. При раз-

работке эффективного метода формирования системы основополагающими условиями выделения её подсистем приняты:

- их функциональная и технологическая однородность;
- четко выраженная иерархия внутреннего построения;
- внутренняя логическая взаимосвязь и многовариантность развития.

В соответствии с этим выделены подсистемы шахты первого порядка:

I - подсистема «Запасы», её элементы – запасы вскрытые, подготовленные, готовые к отработке

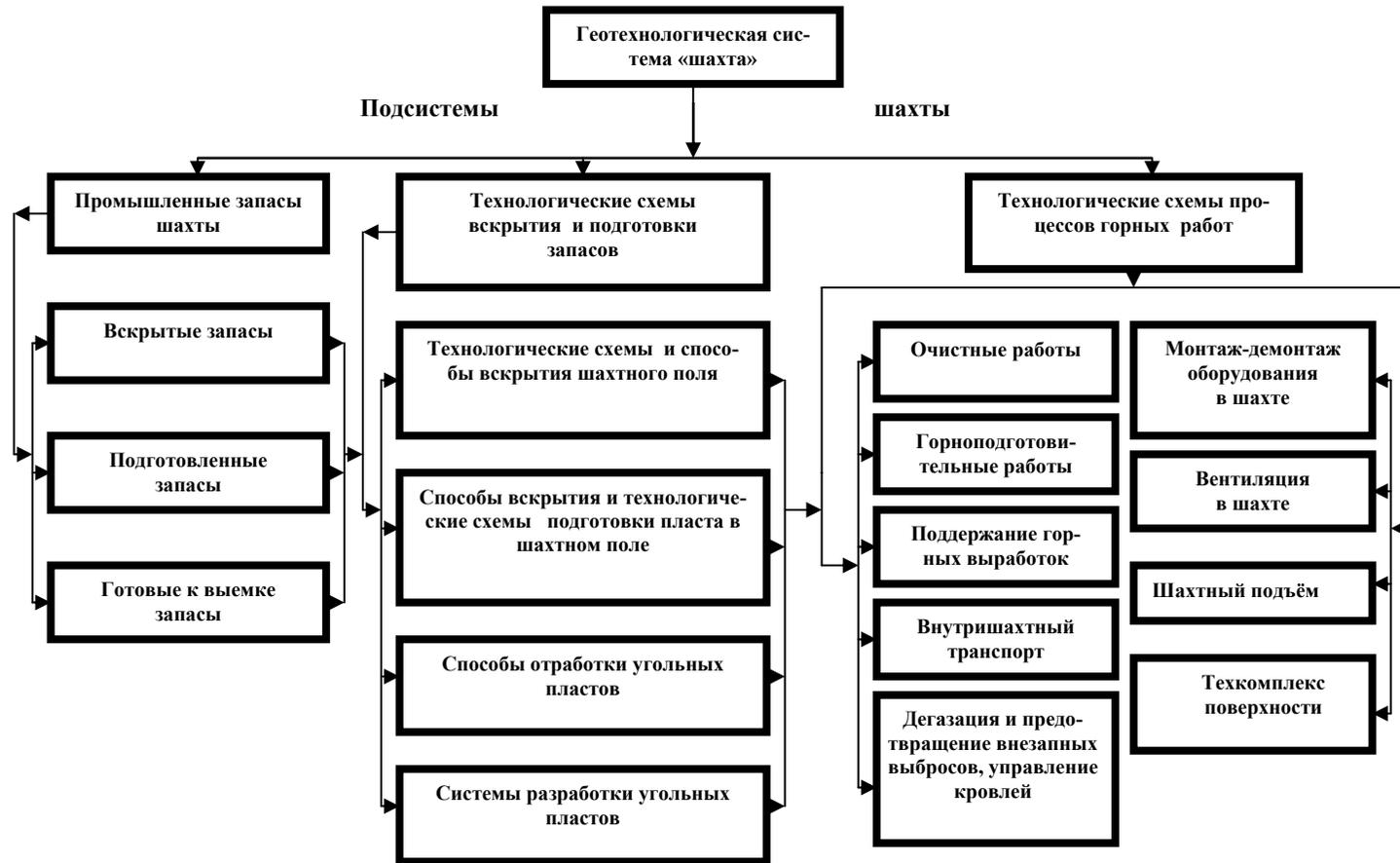
II - технологические схемы вскрытия, подготовки и системы разработки пластов – подсистема;

III - технологические схемы процессов, реализующих данные технологические схемы во времени и пространстве.

Логическая схема формирования геотехнологической схемы шахты приведена на рис.

3. В соответствии с предложенной схемой установлены элементы, разработан метод их оптимизации на основе синтеза адаптируемых ТС подсистем во времени и пространстве при разработке вариантов развития шахты. С целью его реализации разработаны модели расчета параметров технологических процессов с учетом влияния горно-геологических, горнотехнических и организационных факторов. На основании исследований, проведенных с помощью этих моделей получены следующие результаты:

- установлена закономерность взаимного влияния параметров технологических схем процессов, которая позволила обосновать объёмы дегазационных работ, обеспечивающих высокопроизводительную работу очистного оборудования с использованием его на полную мощность;



Формирование структуры геотехнологической системы «шахта»

- установлена рекомендуемая продолжительность дегазации выемочного столба скважинами из нарезных и газодренажных выработок с учётом коэффициентов фильтрации угля;

- разработан алгоритм обоснования производительной плотности скважин, позволяющий установить оптимальные объёмы их бурения при заданных параметрах газоносности и продолжительности каптажа метана при различных комбинациях схем дегазации; для эффективного применения высокопроизводительных очистных комбайнов необходимо применение комбинированных схем дегазации пласта и вмещающих пород; так, увеличение коэффициента дегазации на 10 % позволяет увеличить скорость подачи комбайна на 4,8 %; на основании этого обоснована максимально возможная нагрузка на очистной забой при разработке газоносных пластов;

- разработаны алгоритмы моделирования параметров проходческого цикла, на основании которых установлены закономерности формирования параметров технологического процесса «проведение горных выработок» с использованием комбайнов и буровзрывным способом, это позволило обосновать технологическую целесообразность применения различных типов проходческого оборудования в конкретных условиях проведения горных выработок;

- установлено влияние продолжительности работ по предотвращению внезапных выбросов угля и газа на скорость проведения горных выработок в зонах геологических нарушений путём расчёта объёмов бурения скважин для каптажа метана и гидроразрыхления; объёмы и продолжительность бурения рассчитаны с учётом протяженности переходимой зоны геологического нарушения, эти ис-

следования использованы при обосновании оптимальной продолжительности горноподготовительных работ;

- установлены допустимые пределы скорости проведения выработки комбайнами и буровзрывным способом в зависимости от обеспеченности забоя количеством воздуха, при определённой остаточной газоносности массива; установлено, что ТС дегазации бортовыми дегазационными скважинами дает наибольший эффект при использовании ее на пластах с газопроницаемостью не менее 0,15; эффективность дегазации может достигать величины 12-14 %; при низкой газоотдаче пласта дегазация бортовыми скважинами вследствие значительного снижения при этом скорости проведения не эффективна и может быть использована при отсутствии альтернативных ТС;

- наиболее эффективным способом дегазации газоносных пластов является комбинированный способ – сочетание ТС дегазации путём бурения скважин с выработок подрабатывающего или вышележащего пластов, а при их отсутствии – с поверхности и с полевых выработок; установлена эффективность дегазационных мероприятий при различной их продолжительности;

- разработан алгоритм расчёта и установлены закономерности формирования параметров технологического процесса «поддержание и ремонт горных выработок», которые позволили обосновать рациональные варианты развития горных работ, на основании этого установлено, что увеличение скорости подвигания лавы на 1 м позволяет сократить общий объём поддержания выработок в период эксплуатации на 200м×мес.

- при проектировании шахт расчет количества воздуха осуществлялся с учетом работы количества очистных

забоев, обеспечивающих объем добычи по шахте при средних нагрузках до 1000 тонн в сутки; количество воздуха, подаваемое в шахту, определялось исходя из протяженности подземных горных выработок и максимально допустимой общешахтной депрессии, это обусловило на большинстве действующих шахт наличие значительного запаса по обеспечению воздухом; расчётами установлено, что при достижении высокой нагрузки на очистной забой нагрузка на шахту может быть обеспечена меньшим числом одновременно работающих лав, сокращением поддерживаемых выработок, упрощением схемы транспорта и вентиляции.

Все эти исследования позволили обеспечить и пространственно-временную взаимосвязку всех параметров процессов, что позволило разработать алгоритм их совместной поэтапной оптимизации в пределах ТС подсистем и системы «шахта» в целом.

4. Установлено, что совместная оптимизация параметров ТС подсистем и процессов позволяет обеспечить сбалансированное движение запасов, снизить удельные

объемы проведения и поддержания выработок. Увеличение длины лавы на 1 % позволяет снизить удельные объемы проведения на 0,96 %. Снижение объемов и продолжительности поддержания выработок в период эксплуатации пропорционально снижению продолжительности отработки очистных забоев в выемочном поле. Учитывая значительное влияние газового фактора на величину нагрузки на очистной забой, может иметь место резерв для проведения дегазационных мероприятий.

5. Предложена и реализована методика формирования стратегических решений комплексного развития шахт для дальнейшей их совместной оптимизации на основе технологико-экономической оценки, суть которой состоит в обосновании их потенциальных возможностей при внедрении каждого из вариантов. На основании этого обозначены границы варьирования геотехнологических параметров шахт в оптимальных пределах при разработке комплексного плана оптимального развития угледобывающего предприятия, в состав которого они входят. **ГИАЗ**

Коротко об авторах

Мельник В.В. – доктор технических наук, профессор, зав. каф. РМПИ,
Шулятьева Л.И. – кандидат технических наук, докторант каф. ПРГИМ,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

