**Автоматизированная система мониторинга состояния запасов и потерь угля в недрах**

Николай Грищенков, доц., к.т.н., Ирина Филатова, инж. Донецкий государственный технический университет, кафедра геодезии

Резюме. Для повышения эффективности использования запасов полезного ис-копаемого и улучшения календарного планирования разработана автомати-зированная система мониторинга состояния запасов и потерь угля в недрах. Система включает базы данных по пластам, программное обеспечение для их ведения и решения ряда геолого-маркшейдерских задач и обеспечивает оперативную подготовку широкого спектра отчетной документации.

Жесткие экономические условия современного горного производства наряду с усложнившимися горно-геологическими условиями добычи угля требуют применения новой стратегии календарного планирования, основанной на полном учете всех влияющих факторов, оперативном расчете, анализе и оценке нескольких альтернативных вариантов развития горных работ. В то же время доминирующая на производстве технология учета запасов, добычи и потерь угля отличается высокой трудоемкостью и требует значительных затрат времени. В частности, только подготовка по традиционной методике ежегодного отчета о состоянии запасов угля в недрах занимает несколько дней. Необходимость выполнения расчетов альтернативных вариантов ведения горных работ только подчеркивает остроту проблемы.

Эффективное решение этой актуальной проблемы заключается в создании автоматизированной системы мониторинга состояния запасов и потерь угля в недрах на горном предприятии. Имеющийся опыт создания автоматизированных систем маркшейдерского обеспечения горных работ и современные технические средства позволяют создать такую систему. Для этого требуется разработать информационную основу автоматизированной системы в виде геолого-маркшейдерских баз данных, создать программные средства для ведения этих баз, выполнения необходимых расчетов и подготовки отчетной документации, выполнить тестирование системы на производственном материале, подготовить маркшейдерский персонал работе с системой.

Структура автоматизированной системы мониторинга (АСМ) состояния запасов и потерь угля в недрах включает техническое, информационное и программное обеспечение. Технические средства системы включают IBM-совместимые компьютеры с процессорами 80486 или Pentium, жесткими дисками объемом 1.2Мб, стриммерами либо устройствами накопления информации типа ZIP, мониторами с видеоадаптерами VGA или SVGA.

Информационной основой АСМ является интегрированная база данных, включающая цифровые модели пластов, горных выработок, базы данных (БД) горнотехнической и геолого-маркшейдерской информации. В частности, в интегрированную базу данных входят следующие геолого-маркшейдерские БД: БД фигур (блоков) подсчета запасов по пластам; БД движения запасов по фигурам подсчета; БД промышленных запасов; БД добычи по замерам горных выработок; БД эксплуатационных и общешахтных потерь угля; БД пластов; БД марок угля; БД типов горизонтов; БД видов запасов.

В настоящее время на ряде шахт Донбасса эксплуатируется первая очередь АСМ, включающая подсистему учета балансовых и промышленных запасов угля в недрах. БД подсистемы представлены DBF-файлами.

Основным информационным компонентом подсистемы учета запасов является фигура (блок) подсчета запасов, оконтуренная при геометризации запасов и занесенная в геологический отчет. Имя фигуры, имя пласта, на котором она расположена, и вид запасов по фигуре (балансовые, забалансовые, некондиционные) служат основой для формирования уникального кода фигуры, по которому она отыскивается (идентифици-руется) во всех БД.

БД фигур подсчета запасов является главной базой и содержит следующие данные: код шахты, имя пласта, имя фигуры, вид запасов, горизонт, тип горизонта, категория запасов, марка угля, способность к коксованию, угол падения и мощность пласта, плотность (объемный вес) угля, исходные площадь и запасы фигуры (из геологического отчета). Число записей в базе зависит от площади шахтного поля, сложности его геологического строения, количества рабочих пластов и колеблется в диапазоне от 80 до 550 записей на шахту.

БД движения запасов по фигурам подсчета содержит сведения о движении запасов за отчетный период: площадь и величина добычи, площадь и величина общих потерь, величины списания балансовых запасов и их перевода в забалансовые, величины изменения запасов вследствие изменения технических границ шахты и др. Число записей в базе сравнительно невелико (5-10% от числа записей первой БД), т.к. горные работы ведут в ограниченном числе подсчетных блоков.

БД промышленных запасов по фигурам подсчета содержит следующие данные: проектные общешахтные потери (под горными выработками, объектами на поверхности, в барьерных целиках), запасы, нецелесообразные к отработке (в сильно нарушенных участках, в целиках у крупных геологических нарушений, на отработанных горизонтах, обособленные запасы, запасы с малой мощностью в удаленных участках, не подтвержденные горными работами и др.), процент проектных эксплуатационных потерь, процент вскрытия запасов, величины подготовленных и готовых к выемке запасов. Число записей в этой базе составляет 15-20% от числа записей первой БД.

БД добычи по замерам горных выработок содержит сведения о наименовании забоя, горизонте, пласте, вынимаемой мощности (общей, приведенной, по угольным пачкам, по породным прослойкам), установленной норме зольности, объемном весе (по угольным пачкам, по породным прослойкам, по установленной зольности), подвигании и средней длине забоя, зольности угольных пачек и породных прослойков, коэффициентах засоренности и влажности угля, добычи (по угольным пачкам, установленной зольности, по данным статистического учета) и др.

БД эксплуатационных и общешахтных потерь угля содержит сведения об эксплуатационных потерях в целиках (у подготовительных выработок, внутри выемочного контура, между выемочными участками, у геологических нарушений, в местах завалов, пожаров и затопленных горных выработок) и по мощности (в межслоевых пачках, в кровле и почве пластов), а также об общешахтных потерях в целиках (под горными выработками, объектами на поверхности, в барьерных целиках).

Для работы с базами и подготовки отчетной геолого-маркшейдерской документации разработано программное обеспечение системы, насчитывающее свыше 70 программных файлов общим объемом около 400 Кбайт). С его помощью можно вести заполнение баз информацией в удобных экранных формах, осуществлять корректировку введенной информации, поиск, редактирование или удаление любой записи БД, выполнять требуемые расчеты, подготавливать всю необходимую отчетную геолого-маркшейдерскую документацию.

Наиболее сложными документами, подготавливаемыми подсистемой учета запасов, являются годовой отчет о состоянии запасов угля в недрах (форма М-1-ПЗ(уголь)) и отчетный баланс запасов полезных ископаемых (форма 5-гр). К примеру объемы этих документов составляют для шахты, имеющей около 40 млн. т запасов угля в 270 фигурах, соответственно 26 и 63 Кбайт. В форме М-1-ПЗ(уголь) выводятся сведения о запасах по горизонтам, пластам, типам горизонтов, маркам угля, в т.ч. отдельно по коксующимся углям. При этом данные включают остаток балансовых запасов, общую сумму проектных потерь и запасов, нецелесообразных к отработке, промышленные запасы (в т.ч. вскрытые, подготовленные и готовые к выемке). В форме 5-гр выводятся данные по пластам и маркам угля и включают как балансовые, так и забалансовые запасы и величины их движения вследствие добычи, потерь, доразведки, переоценки, списания и изменения.

Программное обеспечение функционирует в средах MS DOS и Windows и предусматривает визуализацию графической информации (контура фигур подсчета запасов, очистных и пластовых подготовительных выработок и др.). Тестирование подсистемы учета запасов было проведено на обширном производственном материале нескольких шахт за три последних календарных года. При этом результаты расчетов и подготовки отчетных документов сверялись с данными соответствующих годовых геологических и маркшейдерских отчетов.

Эксплуатация первой очереди АСМ на ряде шахт Донбасса показала достаточно высокую эффективность. Информационные компоненты системы являются основой для цифрового моделирования угольных пластов и всего месторождения в целом. Имеется опыт интеграции данной системы в состав автоматизированной информационной системы маркшейдерского обеспечения горных работ угольной шахты.

Опыт формирования БД в производственном объединении показал нецелесообразность создания одной "супербазы" для нескольких шахт, т.к. при этом резко возрастают затраты времени на поиск необходимой информации. Более эффективным является создание на магнитном диске отдельной директории для каждой шахты, в которую помещаются все соответствующие БД. Для производственного объединения дополнительно создается директория с общей для всех шахт информацией и сведениями о местоположении БД шахт на диске. Такая распределенная структура БД производственного объединения обеспечивает высокую скорость поиска и обработки данных.

Разрабатывается экспертная система (ЭС) мониторинга запасов и потерь угля в недрах. База фактов ЭС создается на основе существующих геолого-маркшейдерских БД. Формирование базы правил ЭС требует специального интерфейса, обеспечивающего трансформирование алгоритмов обработки информации в БД в совокупность правил, их ранжирование и проверку взаимной непротиворечивости. Программная реализация машины вывода разработана на языке Турбо-Паскаль 7.0.

Одним из главных аргументов в пользу создания ЭС для многокритериальной оценки запасов и потерь угля в недрах является тот факт, что программное обеспечение машины логического вывода заключений в ЭС является наиболее стабильной частью ЭС. Этим программное обеспечение ЭС принципиально отличается от пакетов прикладных программ автоматизированных систем. Так, при изменении структуры баз данных в автоматизированных системах традиционного типа требуется соответствующая переработка программного обеспечения, а в ЭС потребуется только внести необходимые изменения в базу правил.

Полученные результаты показывают, что использование автоматизированной системы мониторинга состояния запасов и потерь угля в недрах существенно повышает точность, обоснованность и оперативность оценки запасов и потерь, а также своевременную подготовку необходимой отчетной документации.