УДК 253.07

А.В.КАТАЕВ, *канд. техн. наук, доцент, geotech@pstu.ac.ru*
С.Н.КУТОВОЙ, *канд. техн. наук, доцент, geotech@pstu.ac.ru*
Е.М.ЕФИМОВ, *инженер, geotech@pstu.ac.ru*
Пермский государственный технический университет
М.В.ГИЛЁВ, *главный маркшейдер, post@silvinit.ru*
ОАО «Сильвинит», Соликамск

A.V.KATAEV, *PhD in eng. sc., associate professor, geotech@pstu.ac.ru*
S.N.KUTOVOY, *PhD in eng. sc., associate professor, geotech@pstu.ac.ru*
E.M.EFIMOV, *Engineer, geotech@pstu.ac.ru*
Permian State Technical University
M.V.GILEV, *chief mine surveyor, post@silvinit.ru*
Silvinit Co., Solikamsk

УЧЕТ И ДВИЖЕНИЕ ЗАПАСОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОАО «СИЛЬВИНИТ»

На рудниках ОАО «Сильвинит» для учета и движения запасов разработаны и внедрены специальные программные средства, использующие ГИС в составе информационной системы. Их применение позволяет автоматизировать все работы по учету и контролю за состоянием и движением запасов, включая формирование отчетных таблиц.

Ключевые слова: программные средства, геоинформационная система, технологии учета запасов, добычи и потерь солей, технологии горных работ, совмещенные сечения камеры и выемочной единицы (комбайна и пласта соли).

ACCOUNT AND MOVEMENT OF RESERVES IN THE INFORMATION SYSTEM OF SILVINIT Co.

At ore mines of the Silvinit Co. for accounting and movement of reserves are developed and used special tools, using GIS within the information system. Their use allows to automate accounting and monitoring of status and movement of stocks, including the formation of the reporting tables.

Key words: software, geoinformation system, technologies for account of reserves, output and loss of salts, mining technology, coincided sections of chamber and extraction unit (combine and salt bed).

Рудники ОАО «Сильвинит» разрабатывают участки недр Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. На этих участках произведена разбивка пластов на однородные по качеству разведки геологические блоки. В каждом блоке выполнен подсчет запасов по полезному компоненту и блок поставлен на учет в государственном фонде.

Используемая ранее на рудниках технология учета запасов, добычи и потерь солей отличалась высокой трудоемкостью и требовала значительных затрат времени. В частности, только подготовка по традиционной методике ежегодного отчета о состоянии запасов полезного ископаемого в недрах занимала несколько дней. Поэтому в начале 2000-х годов на-

зрела необходимость автоматизации мониторинга состояния запасов и составления отчетных форм.

Верхнекамское месторождение разрабатывается с 1934 г. На рудниках применяется панельный и панельно-блоковый способы подготовки пластов. Порядок отработки панелей используется преимущественно обратный. Как правило, применяется комбайновый способ разработки.

Вся надсолевая толща месторождения насыщена водой и представляет серьезную опасность при ведении горных работ. Прорыв воды в выработки предотвращает водозащитная толща. На рудниках используется камерная система разработки с поддержанием кровли целиками. Ширина целиков зависит от многих параметров, она рассчитывается и принимается такой, чтобы предотвратить разрыв сплошности водозащитной толщи. Коэффициент извлечения руды из недр при разработке пластов с неустойчивыми породами составляет 0,35, при благоприятных условиях повышается до 0,45. Такое низкое извлечение объясняется наличием потерь в целиках выработок.

В настоящее время по результатам маркшейдерских съемок и замеров горных выработок графическая информация наносится на цифровой план, цифровая (атрибутивная) вводится в базу данных. К каждой выемочной единице привязана атрибутивная информация о списанных запасах, объемах полезного компонента и другие параметры. Таким образом, первоисточником поступления информации являются цифровые маркшейдерские планы горных работ, загруженные в базу данных и пополняемые в текущем режиме. Также используются данные геологической службы (плотность полезного ископаемого, среднее содержание полезных компонентов и вмещающих пород, коэффициент разрыхления, средняя вертикальная мощность пласта), горного бюро (нормативная длина и ширина камерного блока и непосредственно выемки) и проектные параметры разработки.

Геологические блоки представлены в цифровом (графически) виде, по ним введена вся атрибутивная информация о запасах блока. При наложении графического изображения выемочной единицы на графическое изображение геологических блоков происходит разделение выемочной единицы на части, принадлежащие разным блокам. Каждая часть выемочной единицы имеет свою площадь и объем запасов, соответствующий этой площади. На этом принципе и основана технология списания запасов. Разработанный программный продукт позволяет из геологических блоков списывать запасы полезного ископаемого, погашенные в выемочных единицах.

Согласно Инструкции по определению, учету и нормированию [3], эксплуатационные потери делятся на три группы: потери в целиках; потери в контуре выемки; потери в отбитом виде.

На рис.1 приведены усредненные данные по каждому источнику эксплуатационных потерь по рудникам ОАО «Сильвинит» в 2008 г. На очистных работах потери составляют от 55,51 до 61,07 %. Основную часть потерь на очистных работах составляют потери в целиках – от 47,49 до 53,02 %. На остальные источники потерь приходится только от 4,49 до 9,58 %.

Размеры целиков регламентируются Указаниями по защите рудников от затопления [5] и не подлежат изменению. На первый взгляд, уменьшить ширину целиков без ущерба для устойчивости кровли можно было бы путем закладки выработанного пространства. Но есть мнение [2], что рассолы гидрозакладки ослабляют прочностные свойства целиков. При этом на пологих пластах между кровлей и закладочным материалом все равно остается незаложенное пространство, что не позволяет предупредить обрушение непосредственной кровли. Да и по времени гидрозакладка проводится со значительным отставанием от очистных работ.

а *б*

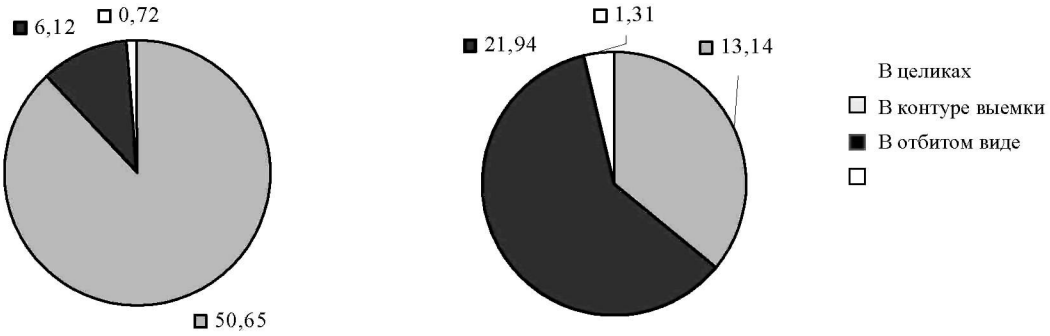


Рис.1. Средние значения потерь в ОАО «Сильвинит» на очистных (*а*) и подготовительных (*б*) работах, %

Нормативные потери определяются в планах развития горных работ по каждой выемочной единице на год и согласовываются в установленном порядке с органами Федерального агентства России по недропользованию. За выемочную единицу на рудниках ОАО «Сильвинит» принят камерный блок. Объем фактических потерь и разубоживания определяется маркшейдерской и геологической службами рудников.

На рудниках ведется прямое определение объемов потерь и добытых полезных ископаемых. Плата за право на добычу полезных ископаемых и за сверхнормативные потери производится помесячно, с учетом объемов фактически допущенных потерь.

Для расчетов потерь, как нормативных, так и фактических, учета и движения запасов на рудниках используются специальные программные средства информационной системы, связанные с цифровыми маркшейдерскими планами [1, 4].

При проектировании горных работ на каждую выемочную единицу выделяется определенный комбайн, сечение которого известно. Отработка камер может планироваться и несколькими заходками комбайна (рис.2).

В планируемой горной выработке каждое сечение имеет координатную привязку. При этом в горловине и основной части камеры сечения могут отличаться.



Рис.2. Формирование проектного сечения камеры

На совмещенных сечениях камеры и выемочной единицы (рис.3) в программном модуле рассчитываются площади по каждому источнику потерь. Все вычисления сопровождаются контролем площадей. Объемы добычи, потерь и разубоживания в выемочной единице вычисляются по известным формулам метода вертикальных сечений. При такой технологии нормирования потерь и разубоживания в базе данных сохраняется графическое изображение выработки и выемочной единицы, параметры выработки, величины потерь и разубоживания.

Перед вычислениями фактических потерь и разубоживания маркшейдер выполняет съемку и замеры горных выработок и наносит в соответствующем программном модуле их на цифровой план. Полевые замеры проводятся по вертикальным сечениям, отстоящим друг от друга на расстояниях 10 м в горловине и 20 м в основной части камеры. На сложных участках выработки сечения могут сгущаться. Созданные на основе полевых замеров сечения обрабатываются программным модулем и заносятся в базу данных. Геологи на основе своих замеров на этих поперечных сечениях восстанавливают границу почвы и кровли пласта и области замещения (рис.4), что позволяет им рассчитать способом вертикальных сечений объем примешанной породы в выработке.

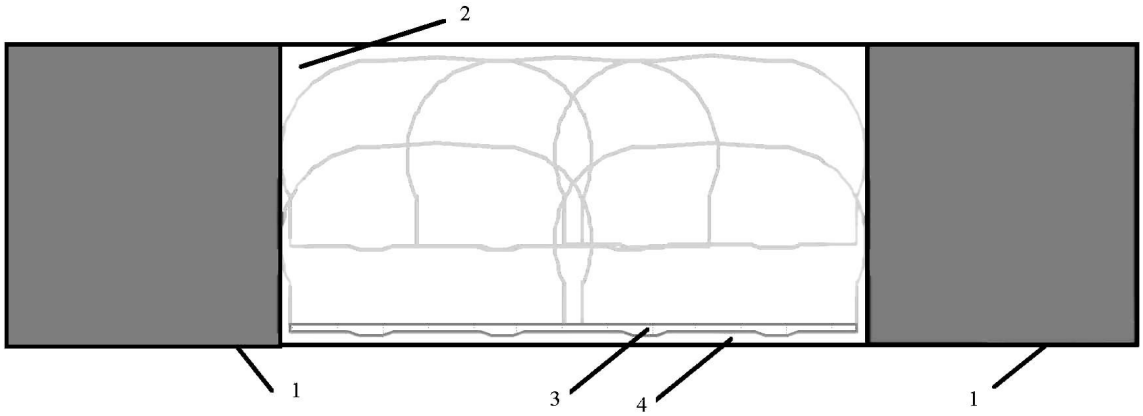


Рис.3. Совмещенное сечение камеры и выемочной единицы
1 – потери в целиках; 2 – потери в контуре пласта (включая потери в почве пласта 4); 3 – потери отбитой руды

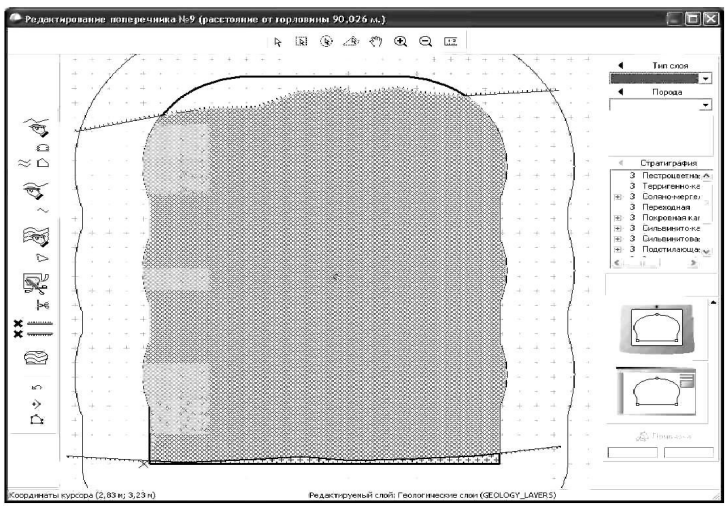


Рис.4. Окно нанесения границ пласта на поперечном сечении камеры

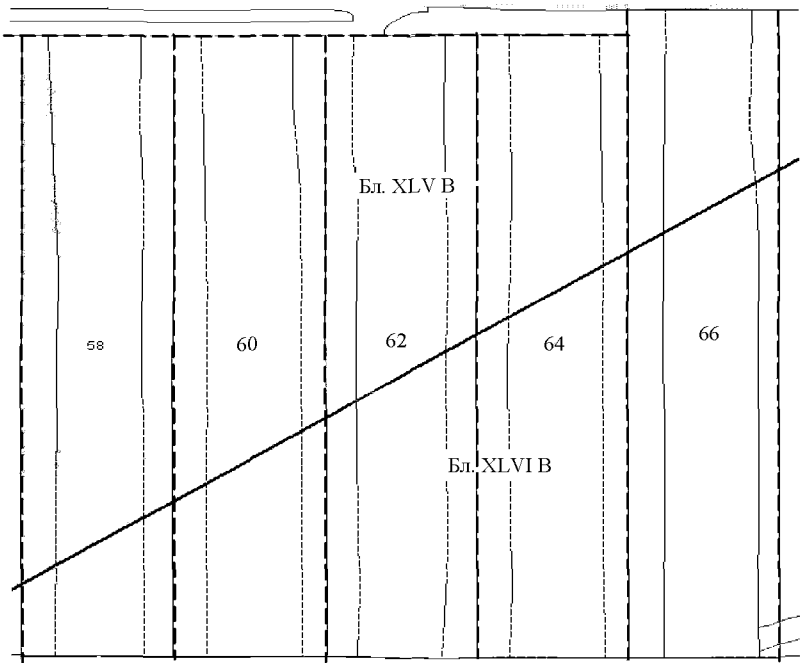


Рис.5. Фрагмент плана горных работ с границами эксплуатационных блоков

Алгоритмом предусмотрены расчеты фактических потерь по поперечным сечениям, на которых совмещаются границы сечения выемочной единицы, границы пласта и контур выработки. Расчет ведется прямым способом по каждому источнику потерь. В процессе расчета отображаются нормативные потери, с которыми сравниваются фактические. В сложных горно-геологических условиях нормативные показатели могут изменяться. При появлении складки или зоны замещения может измениться длина выемочной единицы, программой предусмотрена возможность изменения геологической мощности или других параметров. В этих случаях нормативные показатели потерь и разубоживания могут в установленном порядке корректироваться. Откорректированные показатели потерь и разубоживания также фиксируются в документах и базе данных.

В процессе разработки программных средств возникает необходимость в отображении границ выемочных единиц как полноценных объектов цифровых маркшейдерских планов. Именно с ними связаны потери и разубоживание, объемы добычи. Выемочные единицы используются при списании запасов из геологических блоков, по которым производился подсчет запасов. В ряде случаев выемочная единица может находиться в двух и более геологических блоках (например, выемочный блок 62 на рис.5). Списание запасов из блоков в программе организуется с учетом соотношения площадей каждого участка выемочной единицы, попавшего в соответствующий геологический блок.

На пластовых месторождениях выемочные единицы закрывают собою разработанные участки почти без пропусков. На рис.5 их границы показаны пунктирной штриховкой. Пропущенные участки могут занимать предохранительные, охранные и другие целики общешахтных потерь, временно неактивные или списанные по геологическим или иным причинам запасы. Наличие пропущенных зон между выемочными единицами, как и их перекрытие на пластовых месторождениях свидетельствуют о допущенных ошибках.

Таким образом, рассмотренные элементы информационной системы, действующей на горных предприятиях ОАО «Сильвинит»,

позволяют автоматизировать основные работы по учету и контролю за состоянием и движением запасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированное рабочее место маркшейдера на базе цифровых планов горных работ/ А.В.Катаев, С.Н.Кутовой, А.В.Телицын, Е.В.Нестеров, М.В.Гилев // Маркшейдерский вестник. 2003. № 2. С.28-31.

2. *Борзаковский Б.А.* Закладочные работы на Верхнекамских калийных рудниках: Справочник / Б.А.Борзаковский, Л.М.Папулов. М.: Недра, 1994.234 с.

3. Инструкция по определению, учету и нормированию эксплуатационных потерь и разубоживания продуктивных пластов для рудников ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит». СПб, 2000, 63 с.

4. Разработка концепции информационной системы ОАО «Сильвинит» / А.В.Катаев, С.Н.Кутовой, Е.В.Нестеров, М.В.Гилев // XIII Международный конгресс по маркшейдерскому делу. Будапешт, 2007.

5. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей (технологический регламент). СПб, 2008, 88 с.

REFERENCES

1. Automated working place of a mine surveyor on basis of digital plans of mining operations / A.V.Kataev, S.N.Kustovoy, A.V.Telitsyh, E.V.Nesterov, M.V.Gilev // Mine Surveying Vestnik. 2003. N 2. Pp.28-31.

2. *Borzakovsky B.A., Papulov L.M.* Packing works at the Verkhnekamsk potash ore mines: Reference book. Moscow: Nedra, 1994. 234 p.

3. The Instruction for the determination, account and normalization of exploitation losses and impoverishment of productive seams for ore mines of Uralkaliy Co. and Silvinit Co. Saint Petersburg, 2000. 63 p.

4. Development of the conception of the information system of the Silvinit Co. / A.Y. Kataev, S.N. Kutovoy, E.V. Nesterov, M.V.Gilev // XIII Int. Congress on Mine Surveying Art. Budapest, 2007.

5. Directions on protection of ore mines from flooding and protection of undermined objects under conditions of the Verkhnekamsk deposit of potash salt (technological regulations). Saint Petersburg, 2008. 88 p.