

УДК 553.94.550.812.042

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гриб Н.Н., Сясько А.А., Качаев А.В.

*Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального
университета в г. Нерюнгри
grib@nfygu.ru*

В данной работе предложена методика подсчета запасов полезного ископаемого в основу, которой положены геоинформационные технологии. Рассмотренная методика подсчета запасов угольных месторождений, позволяет существенно снизить трудозатраты и повысить точность выполняемых работ.

Ключевые слова: каталог буровых и горных выработок, геометрические и углехимические данные, геоинформационные технологии, подсчет запасов угольных месторождений

Подсчет запасов полезных ископаемых месторождений – одна из основных целей производства геологоразведочных работ. Методика подсчета запасов строго регламентирована государственным стандартом, ведомственными инструкциями и требованиями Государственной комиссией по запасам [1, 3, 4, 5, 6]. Все этапы и технологические приемы предопределены, все допуски и погрешности ограничены.

Существенно упрощают трудоемкую процедуру подсчета запасов современные геоинформационные технологии. Формат статьи не позволяет подробно изложить все тонкости работы, но, тем не менее, авторы надеются, что краткое изложение предлагаемой методики будет интересно предметным специалистам.

Объект исследований – пласт Пятиметровый Нерюнгринского каменноугольного месторождения.

Исходные данные: каталог буровых и горных выработок с необходимыми для подсчета запасов геометрическими, химическими и углетехническими данными и карта разблокировки запасов по целевому пласту.

Задача исследований: произвести подсчет запасов, используя имеющийся план

разблокировки запасов целевого пласта. Помимо подсчета запасов горной массы и чистого угля по блокам нужно: разбить каждый блок на интервалы 0,5-0,7; 0,7-0,9; 0,9-1,0; 1,0-1,1; 1,1-1,5; 1,5-2,0; 2,0-2,5; 2,5-3,5 м и свыше 3,5 метров мощности угольного пласта с учетом 100% засорения породными прослоями. Полученные сегменты необходимо разбить на интервалы зольности от 0 до 45% с шагом 5%. И, наконец, полученное «лоскутное одеяло», бывшее когда-то блоком подсчета запасов, требовалось разделить на технические марки. После всех описанных процедур, отдельно считаем запасы для пласта выше и ниже границы распространения многолетнемерзлых пород [4, 3].

Этапы подготовки картографического и фактографического материала к подсчету запасов:

Первый этап – векторизация картографического материала. Выполняется в программе Easy Trace®.

Первый шаг – построение полигонов подсчетных блоков. Дуги, образующие полигоны, в большинстве случаев опираются на разведочные скважины. Для достижения высокой точности построения выполняются следующую процедуру: в проекте организуется новый слой, на котором размещают разведочные скважины по ката-

логу координат. При векторизации границ блоков узлы дуг будут автоматически привязываться к точкам скважин, что позволяет достичь абсолютной точности построения. Подобным же образом программа позволяет реализовать полное совпадение границ блоков с разрывными нарушениями, выходами угольного пласта и другими геологическими объектами, образующими границы блоков. Аналогично строятся полигоны, закрывающие площади одной технологической марки.

Второй этап векторизации – построение изогипс почвы угольного пласта, изолиний мощности и зольности пласта. Изолинии мощности, зольности и изогипсы почвы строим средствами программы Surfer®, с последующим экспортом полученных карт в формат DXF. Важное замечание: программа позволяет экспортировать полилинии с Z-характеристикой. Второе важное замечание: изолинии зольности одного значения и мощности одного значения экспортируем в отдельные файлы. В результате получаем наборы файлов полилиний мощности и зольности и один файл, содержащий изогипсы почвы пласта.

Третий этап векторизации: в рабочий проект импортируем построенные в программе Surfer® карты изолиний мощности и зольности и карту изогипс угольного пласта. Дальнейшая обработка этих данных состоит в следующем: для каждого значения мощности и зольности строим полигоны, содержащие, например: для изолиний зольности 40 % соответствующий полигон будет закрывать ту часть угольного пласта, в которой зольность меньше или равна 40 %, для 35 % – участок с зольностями 35 % и менее и так далее.

В результате выполнения трех этапов векторизации мы получаем проект Easy Trace®, содержащий следующие полигональные слои: блоки подсчета запасов, полигоны градаций зольности и мощности, полигоны технологических марок. Экспортируем эти слои в формат DXF или SHP (шейп-файлы ArcView™).

Перед завершающим этапом подсчета запасов необходимо сделать некоторое от-

ступление. При подсчете запасов угольных месторождений методом блоков площадь подсчетного блока умножается на среднюю мощность по блоку, объемную массу угля и на косеканс угла падения [1, 4]. При традиционном методе подсчета запасов средняя мощность по блоку вычислялась путем нахождения среднего арифметического мощностей пласта по скважинам, пробуренным на этом блоке. Для блока целиком методика дает приемлемую точность результата. Иная картина наблюдается, когда мы начинаем дробить блок на интервалы мощности, зольности и технологические марки. При плотности разведочных скважин порядка 5–8 на блок в пределах большинства элементарных полигонов с уникальным сочетанием: «технологическая марка, зольность, мощность» вообще не содержится ни одной скважины. В этой ситуации корректное определение средней мощности пласта для элементарного полигона становится затруднительным.

Вследствие того, что густота разведочных выработок (скважин) недостаточна для достижения достоверного результата построений методом линейной интерполяции, как альтернатива существующей методике, предложено применение метода крайгинга при построении регулярной сети пространственно распределенных геостатистических параметров.

Крайгинг – геостатистический метод создания регулярных сетей [2]. Это метод построения максимально приближенных к действительности карт трехмерных данных по исходной нерегулярной сети. При вычислении и построении равномерной сети трехмерных данных учитывается вариограмма исходного массива данных. Вариограмма строилась для вычисления grid-файла («grid» – решетка, подобный файл содержит данные о пространственном распределении какого-либо параметра в виде регулярной сети с фиксированным шагом ячеек, узлы ячеек содержат информацию о плановой привязке и величине параметра в точке) дневной поверхности участка работ по топографическим данным. Основные характеристики вариограммы:

- эффект саморodka – ошибки опробования и изменчивость «малой шкалы» – так называемые пространственные изменения, встречающиеся на дистанции, меньшей, чем шаг сети построения;

- масштаб вариограммы (C) – вертикальный масштаб для структурированных компонентов вариограммы;

- отклонение – среднеквадратичное отклонение каждой величины от средней; отклонение изображается в вариограмме пунктирной линией, располагается сверху;

- пары – представляют среднюю величину вариограммы для каждой группы пар, разделённых определённой дистанцией (вексом запаздывания).

В результате статистической обработки данных по разведочным скважинам мы, вместо относительно редкой сети скважин, получаем регулярную сеть распределения физической величины (в нашем случае мощности пласта) с шагом 2 метра. Полученный grid-файл экспортируем в текстовом формате, получив в результате массив точек, каждая из которых характеризуется координатами X , Y и Z , где Z – интересующая нас физическая величина (мощность угольного пласта).

Перед завершающим этапом подсчета запасов в нашем распоряжении имеются: полигональные покрытия, содержащие информацию о разблокировке, интервалах зольности, мощности и технических марках и точечное покрытие, содержащее данные о мощности угольного пласта. Финальные построения будут проведены в ГИС-приложении ArcGIS™.

В модуле ArcCatalog™ организуем базу геоданных (geodatabase на языке оригинала) и импортируем во вновь созданную базу подготовленные файлы DXF. Следует заметить, что каждый объект, помещенный в базу геоданных, отображается в виде записи в таблице базы данных MS Access™. И, что важно, при импорте в базу для каждой записи, помимо имеющейся атрибутивной информации, генерируются и заполняются дополнительные поля: «Площадь» и «Периметр» для полигональных объектов и «Длина» для дуг. Но площадь помещен-

ных в базу сущностей нас пока не интересует. С этого момента можно оперировать понятиями баз данных. Вспомним, что для выполнения задачи нам необходимо подсчитать запасы для всех элементов блока, характеризующимся принадлежностью к определенным интервалам зольность-мощность-технологическая марка. Опираясь на понятия баз данных, нам необходимо последовательно создать ряд запросов на выборку из нескольких таблиц. Модуль ArcToolBox™ содержит инструменты, позволяющие осуществить операцию по созданию запроса для объектов базы геоданных. В модуле Analysis Tools/Overlay есть инструмент «Identity», позволяющий создать запрос, удовлетворяющий нашим требованиям. Например, на входе мы имеем две таблицы (два типа полигонов). Первая таблица несет в себе информацию о блоках – пространственная информация и номер блока, вторая – информацию об интервале мощности. При выполнении запроса мы получаем новую таблицу (и новый слой полигональных покрытий), несущую в себе уже расширенный набор полей – номер блока, интервал мощности. Вновь полученные объекты опять обрабатываем в модуле «Identity», объединяя с таблицей интервалов зольности. Далее – с таблицей технологических марок. В результате мы получаем слой полигонов, каждый из которых содержит следующий набор информации: номер блока, интервал мощности, интервал зольности, технологическая марка, площадь объекта.

Для подсчета запасов вычисляем среднюю мощность по каждому элементу блока. Для этого используем регулярную (с шагом 2 метра) сеть точек, полученную при обработке grid-файла и инструмент Joint, позволяющий вычислить среднее значение (мощность) для точечных объектов, содержащихся в границах элементарного полигона.

После выполнения всех операций в нашем распоряжении есть таблица, содержащая поля: номер блока, интервал мощности, интервал зольности, технологическая марка, средняя мощность угольного пласта, площадь

объекта. Далее обычным порядком вычисляем объемную массу и подсчитываем запасы.

И, в заключение: предлагаемая методика существенно снижает трудоемкость подсчета запасов угольных месторождений; возможность ошибки, при условии корректной подготовки графического материала, сводится к нулю. Например, для пласта Пятиметровый Нерюнгринского каменноугольного месторождения сравнение полученных в результате подсчета запасов результатов с запасами, подсчитанными по традиционной методике, дало погрешность подсчета менее одного процента [6], и это можно считать очень хорошим результатом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25 543-88. Угли бурые, каменные и антрациты. – М.: Недра, 1988. – 84 с.
2. Дж.С. Девис. Статистический анализ данных в геологии. – М.: Недра, 1990. – 174 с.
3. Еремин М.В., Броневец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. – М.: «Недра», 1994. – 119 с.
4. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев. – М.: ГКЗ СССР, 1983. – 63 с.
5. Клер В.Р. Изучение и геологоэкономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. – М.: «Недра», 1975. – 238 с.
6. Методические указания по оценке достоверности данных геологоразведочных работ на угольных месторождениях (по мощности и зольности пластов угля). – М.: РТП ВЗПИ, 1976. – 47 с.

COAL DEPOSITS RESERVE CALCULATION BY USING OF GEOINFORMATIONAL TECHNOLOGIES

Grib N.N., Syasko A.A., Kachayev A.V.

The Technical Institute (the branch) of North-East Federal University

The methods of coal deposits reserve calculation founded on the geoinformational technologies are offered in the given report. The considered method of coal deposits reserve calculation allows to decrease work hours considerably and to increase the accuracy of performing works.

Keywords: drillsite and mine roadway catalogue, geometric and coaltechnical data, geoinformational technologies, coal deposits reserve calculation