

# ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ

Філатова І.В.

Донецький національний технічний університет

---

Заключним етапом стадії розвідки, підготовки очисних вибоїв або видобутку вугілля є формування інформації про кількість запасів вугілля (погашених або що залишилися). Кількість вугілля в пласті визначається його обсягом і позірною щільністю, що у свою чергу є функцією багатьох факторів, основними з яких є ступінь метаморфізму, внутрішня зольність, загальна сірка, вологість і глибина залягання. Обсяг пласту обчислюється як добуток нормальної потужності й щирої площі. У гірничому масиві кожний із цих складених елементів має свою функцію розподілу. Виходячи із цих положень, кількість вугілля по пласту описується системою рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \sum_{i=1}^n S \cdot m \cdot \gamma \\ \gamma &= f(A^d, S_t^d, z, W, V^{daf}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $A^d$  – зольність;  $S_t^d$  – сірка;  $W$  – вологість;  $S$  – площа блоку;  $\gamma$  – позірна щільність;

$m$  – потужність пласту;  $V^{daf}$  – вихід летучих речовин.

Вид функціональної залежності об'ємної ваги від факторів, що впливають, звичайно встановлюється для кожної шахти й може мати один з наступних видів:

$$\gamma = \gamma_0 + k_A \cdot A^d \quad (2)$$

$$\gamma = \gamma_0 + k_A \cdot A^d + k_S \cdot S_t^d \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 - k_A \cdot A^d + k_S \cdot S_t^d} \quad (4)$$

$$\gamma = (\gamma_0 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) \cdot k_W \quad (5)$$

де:  $\gamma_0$  – об'ємна вага з нульовими факторами, що впливають;  $k_A$  – коефіцієнти зміни об'ємної ваги від зольності;  $k_S$  – коефіцієнти зміни об'ємної ваги від змісту сірки;  $k_W$  – коефіцієнт вологості;  $\Delta_1$  – виправлення на зміст внутрішньої золи;  $\Delta_2$  – виправлення на зміст сірки;  $\Delta_3$  – виправлення на глибину залягання.

Формули (2) і (3) справедливі для інтервалів зольності до 20%, формула (4) для зольності до 35% [1]. Формула (5) є універсальною й може використатися для визначення гаданої щільності вугільних пачок, вуглистих і породних прошарків [2].

У Макіївській ГРЄ для шахт Донецько-Макіївського району використовується формула, запропонована І.І. Шунтовим:

$$\gamma = 1,28 - 0,0026 \cdot V^{2,4} + 0,01 \cdot A^d \cdot (0,4 - 0,0012 \cdot (V^{2,4})^2 + 0,065 \cdot V^{2,4})$$

Підрахунок обсягу можна робити по квадратурних формулах методами: прямокутників, трапецій, дотичних, Понсене, парабол (Сімпсона). Для точності результату істотне значення має плавний характер поверхні. У сусідстві із точками, де поверхня більш-менш різко міняє вид, необхідно вести обчислення по більше дрібних підрозділах сітки. На першому етапі обчислень доцільно скласти приблизне уявлення про характер поверхні. При наближених обчисленнях має значення схема дій і порівняння результатів, отриманих різними методами.

На практиці підрахунок запасів вугільного пласту виробляється в наступному порядку: 1) визначення щирої площі блоку підрахунку; 2) обчислення середньої загальної й корисної потужності пласту в блоці підрахунку; 3) розрахунок середніх якісних показників вугілля в блоці для загальної й корисної потужності пласту; 4) визначення об'ємної ваги вугілля й породних прошарків; 5) підрахунок кількості вугілля й гірничої маси в блоці.

Вибір способу підрахунку запасів вугілля визначається метою підрахунку. Можна виділити чотири основних випадки підрахунку запасів,

у кожному з яких ціль підрахунку принципово відмінне: повне перерахування; оперативне перерахування; визначення погашених запасів; розрахунок промислових запасів з виділенням запасів по ступені їхньої підготовки.

Для підрахунку запасів застосовуються п'ять способів: спосіб середнього арифметичного, ізоліній, розрізів, багатокутників, трикутників. У тому числі для способу середнього арифметичного виділяється п'ять методів. Залежно від гірничо-геологічних умов залягання використовуються різні комбінації способів і методів.

За даними С.В. Шаклеїна [3, 4] для витриманих пластів всі ці методи практично рівноважні. Для пластів зі змінюваною структурою спосіб геологічних блоків систематично занижує результати (у середньому на 18%), а вільна від систематичного впливу середня погрішність становить 18,4%, у теж час метод трикутників і розрізів забезпечують середню точність відповідно 5,1% й 7,1%.

Повне перерахування роблять раз у кілька років у міру нагромадження нового матеріалу при експлуатації й до розвідки родовища. У цьому випадку виготовляють нові креслення для підрахунку, і складається повний звіт по вивченості й геологорозвідувальних роботах. При цьому запаси підраховуються по категоріях, маркам і шахті в цілому. Оперативне перерахування викликається різними причинами, що виникають у процесі експлуатації родовища або зміні вимог нормативних документів.

Визначення величин погашених запасів вимагає більшої точності підрахунку в порівнянні з підрахунком запасів при розвідці. Це пов'язане із платежами за користування надрами, геологорозвідувальними роботами, визначенням величини амортизації основних фондів шахти, установленням розміру оплати праці в очисних вибоях. Найбільші вимоги до точності пред'являються при визначенні величини видобутку. Для підрахунку видобутку за місяць звичайно використовується метод розрізів у границях виїмкових стовпів, а річний видобуток підраховується як сума даних по місяцях.

Для розрахунку промислових запасів на шахтах використовується методика виключення з балансових запасів втрат у планових ціликах, втрат, розрахованих по нормативному рівні й додатковому виключенні запасів ізольованих ділянок. Для розрахунку розкритих і підготовлених запасів використовують способи геологічних й експлуатаційних блоків. Готові до виїмки запаси підраховують способом експлуатаційних блоків.

Підрахунок кількості запасів вугілля в надрах і визначення погашених запасів повинні базуватися на єдиних методичних підходах, основними з яких є:

- позірна щільність вугілля й породи визначається, виходячи з аналітичних залежностей від якісних показників;
- основу підрахунку становить визначення кількості "чистого вугілля";
- кількість вугілля з урахуванням засмічення при підрахунку запасів визначають як суму вугільних пачок і породних прошарків або через коефіцієнти співвідношення компонентів.

Як критерії, по яких окремі прошарки пласту відносять до вугілля або породи використовують потужність і зольність.

На 194 шахтах Донбасу діють різні кондиції по потужності й по зольності (рис. 1 й 2) для балансових і забалансових запасів. На деяких шахтах діють кілька кондицій (табл. 1).

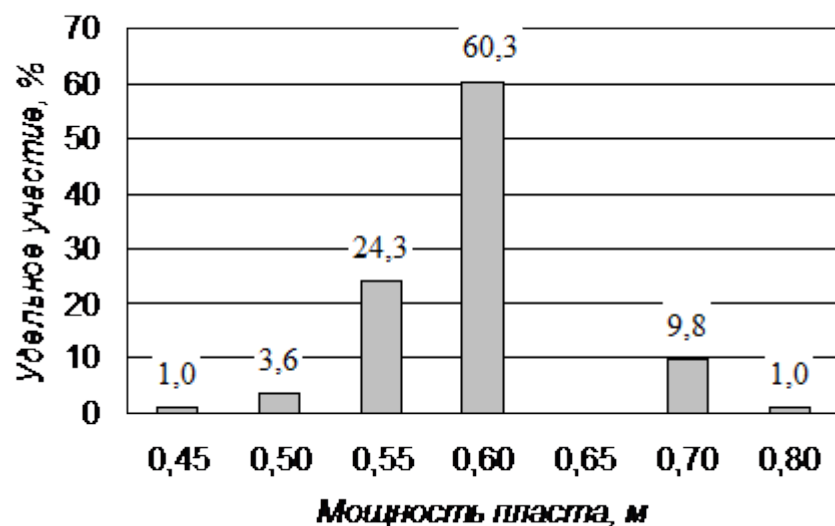


Рис. 1. Розподіл кількості шахт по кондиціях потужності шару для балансових запасів

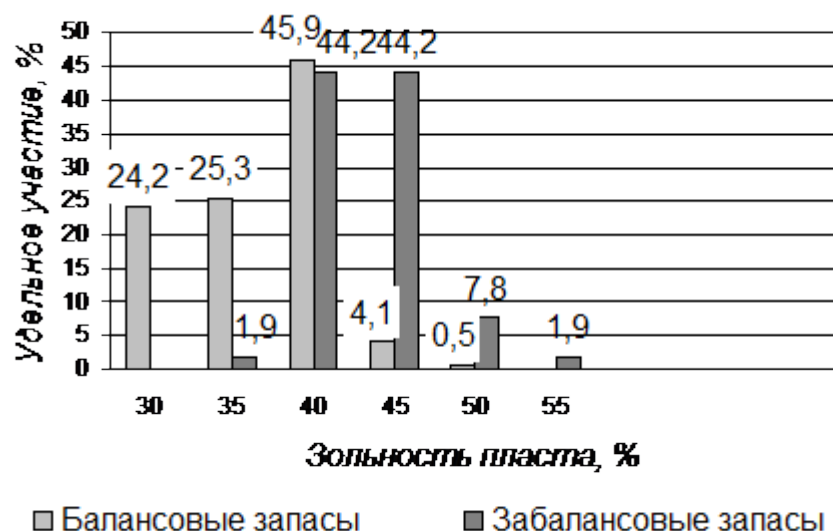


Рис.2. Розподіл кількості шахт по кондиціях зольності шару

Таблиця 1 - Кількість шахт із декількома кондиціями

Вид кондиції	Усього шахт із декількома кондиціями	У тому числі		
		для коксівного і енергетичного вугілля	для різних пластів	для різних марок вугілля
Усього	46	17	19	10
По потужності	34	17	10	7
По зольності	37	14	14	9

Породні прошарки потужністю від 1 до 3 див залежно від потужності вугільних пачок можуть не виділятися як самостійний прошарок. Для поділу вугільних пачок і породи, що засмічує, використовують два критерії: кондиції для забалансових запасів або зольність у межах 50-60%.

Для розрахунку середньої пластово-промислової зольності або зольності вугілля в крапці випробування використовується формула, отримана виходячи з положення про механічну суміш вугілля й породи:

$$A_{\text{об}}^d = \frac{\sum A_i^d \cdot \gamma_i \cdot m_i}{\sum \gamma_i \cdot m_i} \quad (6)$$

При визначенні середньої зольності по геологічному блоці підрахунку як простого середнього з масиву точок опробування цей принцип порушується, тому що не враховуються закономірності зміни зольності по площі блоку. Зроблені перевірочні розрахунки показали, що відносна погрішність підрахунку кількості запасів за рахунок простого усереднення якісних показників у фігурі підрахунку досягає 5%.

Значення зольності, отримані по формулі (6) або як середнє по блоці, використовується для визначення величин позірної щільності по формулах (2), (3), (4) і (5). Ця загальноприйнята методика також суперечить основному принципу підрахунку кількості вугілля як суми окремих пачок, оскільки при визначенні кількості вугілля в обсязі масиву виникає співвідношення:

$$\frac{Q}{S} = \sum m_i \cdot \gamma_i \neq \gamma \cdot \sum m_i$$

Погрішність визначення кількості вугілля залежно від погрішності розрахунку об'ємної ваги по середній зольності залежить від різниці зольності й співвідношення потужності окремих пачок. На рис. 3 наведені залежності погрішностей для двох пачок.

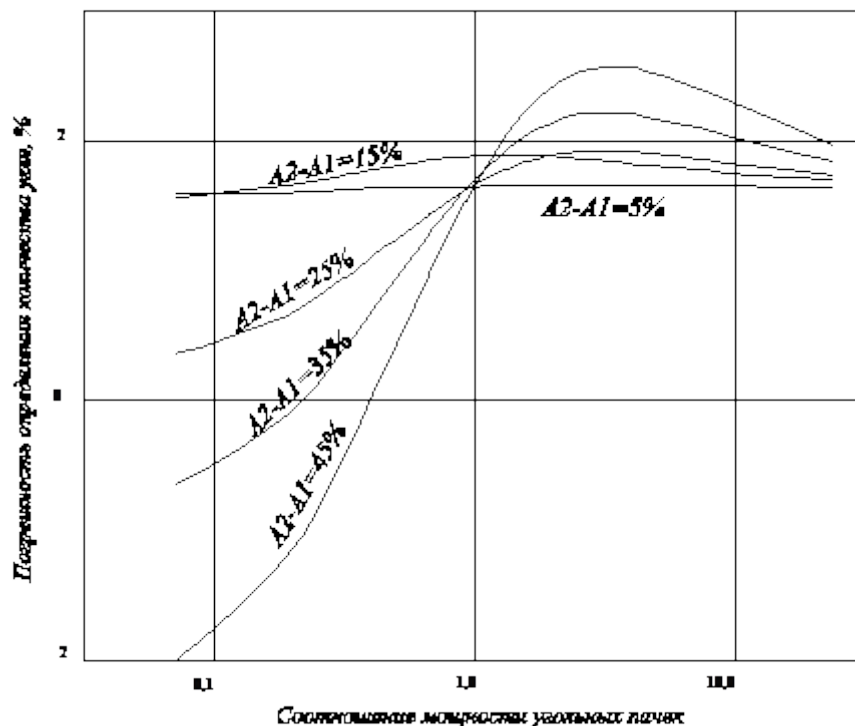


Рис. 3. Погрішності визначення кількості вугілля, обумовлені розрахунком об'ємної ваги по середній зольності

З огляду на нормативні вимоги про розбіжності між різними видами обліку видобутку ( $\approx 4\%$ ), треба вивід про необхідність перегляду методів підрахунку кількості запасів вугілля.

Використання для визначення кількості запасів вугілля поверхні продуктивності пласту, як суми окремих пачок, і поверхні форми залягання дозволяє зберегти загальну схему розрахунків кількості запасів, як по вугільних пачках, так і з урахуванням засмічення. Інтегральні методи дозволяють змінити порядок визначення кількості запасів.

При ручному рахунку загальна кількість, розбивка по видах, маркам і категоріям визначається підсумовуванням даних мінімальних розрахункових одиниць. Розроблений метод передбачає принцип від загального до частки, коли спочатку підраховується загальна кількість запасів по великих блоках з наступною розбивкою по видах, маркам і категоріям. Схема підрахунку запасів вугілля полягає в наступному:

- на підставі БД точок опробування виробляється побудова поверхонь форми залягання (гіпсометричний план) і продуктивності пласту;
- накладенням на ці поверхні даних із БД контурів визначається щира площа блоку й продуктивність пласту;
- підраховується кількість вугілля по блоці й формується БД.

Ця схема практично була випробувана при підрахунку запасів вугілля по пласту  $k_5^1$  шахти "Никанор-Новий" на площі першочергового відпрацьовування. У табл. 2 наведені результати даних геологічного звіту й застосованого методу.

Таблиця 2 – Порівняння підрахунку запасів вугілля по пласту  $k_5^1$  шахти "Никанор-Новий"

Показник	Одиниця	Дані	Автоматизований підрахунок
----------	---------	------	----------------------------

	виміру	геологічного звіту	при позірної щільності по геологічному звіті	при позірної щільності по [2]
Горизонтальна площа	тис.м <sup>2</sup>	1362	1341	1341
Щира площа	тис.м <sup>2</sup>	1375	1352	1352
Корисна потужність	м	0,67	0,78	0,78
Повна потужність	м	0,89	0,85	0,85
Середня зольність вугільних пачок	%	15,3	22,9	23,0
Середня пластово-промислова зольність	%	29,0	29,2	28,8
Середня об'ємна вага вугілля	т/м <sup>3</sup>	1,43	1,47	1,56
Середня об'ємна вага породи	т/м <sup>3</sup>	1,81/2,31	2,31	2,22
Балансові запаси вугілля	тис.т	840	793	881
Балансові запаси гірничої маси	тис.т	1083	893	984
Забалансові запаси вугілля	тис.т	487	768	775
Забалансові запаси гірничої маси	тис.т	756	902	892

#### СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боев В.А. Основы учета добычи угля на шахтах. – М.: Недра, 1975. – 192 с.
2. Методические рекомендации по производству маркшейдерских замеров и учету добычи угля по их результатам / Разр. В.И. Филатов, А.И. Сошенко, К.Л. Феклисенко – ЦБНТИ Минуглепрома СССР. – 1998. – 29 с.
3. Шаклеин С.В. Основные закономерности развития методов построения горно-геометрических моделей пластовых месторождений



полезных ископаемых // Геометрические модели и алгоритмы. – Кемерово. – 1992. – С. 55-57.

4. Шаклеин С.В. Разработка количественных методов оценки запасов угля на основе геометризации для АСУ шахт и разрезов: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.15.01 – М., 1984. – 13 с.