

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ШАХТИ

Розвиток шахти в часі та просторі є об'єктивною необхідністю й обумовлений істотною властивістю мінеральної сировини (у даному випадку – вугілля) – його невідтворності. Також установлено, що все різноманіття конкретних форм корпоративного управління розвитком окремих шахт можна звести до таких напрямів:

збереження або зміна потужності шахти;
зміна меж гірничого відведення;
перехід на відпрацювання інших пластів;

удосконалення шахтного господарства.
Звичайно розвиток шахти у реальних умовах відбувається за декількома з указаних напрямів. Наприклад, при зміні меж гірничого відведення змінюється потужність шахти, і одночасно вона переходить на відпрацювання інших пластів, або відбувається вдосконалення шахтного господарства шляхом заміни устаткування очисних вибоїв на прогресивніше. Проте й у випадках таких багатонаправлених змін як переважаючий, або головний, можна виділити один із перерахованих напрямів. Необхідність такого виділення викликана переважанням певного комплексу робіт, відповідного цьому напрямку [1].

Збереження або зміна обсягів видобутку пов'язані з виконанням комплексу робіт із простого (підтримка потужності) або розширеного відтворення. Зміна потужності обов'язково зачіпає всі або деякі основні технологічні процеси. Цьому можуть сприяти зміни інших елементів шахти і меж гірничого відведення, але вони підлеглі головному напрямку, наприклад, намічене збільшення або підтримка потужності шахти може мати своєю складовою частиною заміну устаткування за яким-небудь елементом шахти.

Зміна меж гірничого відведення позначається на основних технологічних і паралельно-последовних процесах, зокрема на підземному транспорті, ремонті гірничих

виробок і інших елементах, зокрема може змінитися потужність шахти, проте і тут всі ці зміни сприяють головному напрямку – зміні меж шахтного відведення.

Перехід на відпрацювання інших пластів має різні підстави: вичерпання запасів пластів, що розробляються, прагнення відпрацювати у близькій перспективі запаси корисних копалин у сприятливіших умовах, наприклад, на пластах більшої потужності, більш витриманих за площею, у стійкіших бічних породах тощо. Такому переходу завжди сприяють зміни різних елементів шахти, зокрема він позначається на підготовчих роботах, підземному транспорті, ремонті й підтримці гірничих виробок, можливо, на кондиціонуванні повітря й ін.

Удосконалення шахтного господарства охоплює велику кількість заходів. Перш за все, це стосується модернізації устаткування по будь-якому з елементів шахти. Сюди можуть відноситися й комплекси робіт із вдосконалення шахтної поверхні щодо технологічного комплексу і поза ним, зі спрощення підземного господарства у випадках багатоступінчатого підземного транспорту й ін. Навіть реконструкцію шахти можна вважати вдосконаленням шахтного господарства. Задля додання цьому напрямку більшої чіткості й по можливості однозначного тлумачення приймемо умову про те, що даний напрям охоплює порівняно невеликий комплекс робіт, як правило, обмежений заміною устаткування на досконаліше і не містить таких робіт, які відносяться до інших із вказаних напрямів [2].

Загальною межею всіх перерахованих напрямів розвитку шахти є необхідність інвестицій для виконання певного комплексу робіт, без чого не може бути досягнута поставлена мета. Разом із цим відбувається зміна собівартості видобутку вугілля або безпосередньо як наслідок здійснення намічених робіт, наприклад, збільшення обсягу видобутку або удосконалення шахтного

© Саллі Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент;

Терещенко Марина Костянтинівна – асистент.

Національний гірничий університет, Дніпропетровськ.

Ситник В'ячеслав Володимирович – кандидат економічних наук, доцент.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту.

господарства, або переходу до корпоративних форм видобутку вугілля [3]. Бажаність цих змін протилежна, тому відкривається можливість пошуку таких рішень, які дадуть найсприятливішу або найефективнішу взаємодію величини інвестицій і зміни собівартості.

Вугільні шахти повністю індивідуальні, тому досягнення одного й того ж результату при корпоративному управлінні пов'язане з виконанням різних комплексів робіт, отже, із різною величиною інвестицій і неоднаковою зміною собівартості. Але й у межах конкретної шахти досягнення однієї і тієї ж мети, наприклад збільшення обсягу видобутку, може бути здійснене різними шляхами – збільшенням кількості очисних вибоїв або збільшенням навантаження на очисний забій при збереженні й навіть зменшенні їх числа. Істотним є і той факт, що цілі намічених заходів можуть бути неоднаковими й містити різні альтернативи.

Найреальніший шлях пошуку – економіко-математичне моделювання процесу. Розглянемо деякі передумови, які необхідно враховувати при побудові моделі. Принциповим є питання про визначення мети моделювання, тобто постановки тієї проблеми, яка має бути вирішена. Якщо розглядати або порівнювати між собою безліч різних шляхів досягнення певного результату, то природно прийняти як мету побудови моделі визначення кращого варіанта. Проте поняття «кращий» неоднозначне й неабсолютне, воно залежить від того, за яким критерієм визначається.

Різні критерії виконують в оцінці результатів діяльності шахти далеко не однакову роль. Зважаючи на суперечність одно- і багатокритерійної оцінки пропонується рішення. Вибір кращого варіанта серед тих, що розглядаються, здійснюється поодиноці найзагальнішому критерію, а ті чинники, які цей критерій не враховують або не можуть оцінити, слід розглядати або оцінювати (не завжди кількісно) додатково. При цьому має бути використане поняття економічної та соціальної заборони. Наприклад, не можна приймати розробку некондиційних пластів, оскільки це призводить до дискомфортних умов праці, або не можна скидати у відкриті водоймища стоки, що містять отруйні або радіоактивні речовини. Якщо це положення виправити неможливо, то виробництво, навіть економічно ефективне, має бути закрите.

Проте стосовно вугільної шахти ухвалення прибутку як критерію не доцільне, зважаючи на збитковість більшої частини шахт і галузі в цілому. Тому є достатньо обгрунтованим ухвалити як вартісний критерій витрати або собівартість видобутку вугілля. Цей показник ураховує витрати всіх чинників виробництва і при даному рівні цін характеризує прибуток підприємства. Перевагами цього критерію, окрім його загального характеру, є простота, а також наявність звітності, що фіксує величину собівартості, що дозволяє одержувати необхідні початкові дані для техніко-економічних розрахунків.

На наш погляд, найважливішим економічним показником будь-якого варіанта розвитку підприємства є його інвестиційна привабливість, і враховувати цей чинник необхідно, оскільки фінансові ресурси завжди обмежені. Якщо керуватися цією обставиною безпосередньо й ізольовано, то критерієм кращого варіанта завжди буде мінімум інвестицій. Проте такий критерій не може бути прийнятий у принципі, оскільки він стимулює пріоритет найдешевших варіантів розвитку шахти, що в перспективі прирікає економіку підприємства на застій.

Збільшення інвестицій (дорожчий варіант) дозволяє вирішити в бажаному напрямі ряд найважливіших економічних проблем: збільшення обсягу видобутку вугілля, підвищення його якості, підвищення рівня концентрації виробництва, зниження (або уповільнення зростання) собівартості. Проблема полягає у співвідношенні обсягу інвестицій і досягнутого ефекту. Тому інвестиції в моделі доцільно враховувати у вигляді обмеження шляхом ухвалення граничного ліміту, який не може бути перевищений.

Зазначені міркування на користь параметра собівартості обумовлюють критерій вибору кращого варіанта. Разом із тим, з огляду на те, що ефективність використання інвестицій має велике значення, доцільно розглядати як критерій показник терміну окупності. Він може бути визначений як статичний показник окупності додаткових капітальних вкладень або як динамічний показник по чистому дисконтованому доходу.

При статичній оцінці необхідно встановити, порівняно з яким варіантом приймаються додаткові інвестиції. Тут можна запропонувати нижченаведену схему.

Припустимо, що розглядається n варіантів розвитку шахти, що ранжуються по капітальних вкладеннях $K_1 < K_2 < \dots < K_{n-1} < K_n$. Цим варіантам відповідає собівартість видобутку C_1, C_2, \dots, C_n .

Розглянемо термін окупності за варіантами по співвідношенню

$$T_i = \frac{K_i - K_1}{C_1 - C_i}, \quad (1)$$

де T_i – термін окупності ($i = \overline{1, n}$); K_i – інвестиції; C_i – собівартість видобутку.

Усі порівняння робляться з базовим першим варіантом із якнайменшими інвестиціями вкладеннями, що забезпечує зіставність одержаних термінів окупності. Серед варіантів із термінами окупності T_i є один з якнайменшим терміном окупності.

За цим критерієм він є кращим варіантом із розглянутих. Але це ще не служить остаточною підставою для його ухвалення, оскільки навіть найкращий варіант, прийнятий при такій порівняльній оцінці, з якихось причин, наприклад, через високу капіталоємність, може виявитися неприйнятним. Умова, що варіант має бути кращим при порівняльній оцінці, є необхідною, але вона має стати і достатньою. Інакше кажучи, окупності як показнику ефективності потрібно додати не тільки відносний, але й абсолютний характер.

Пропонується така процедура. Виходитимемо з того, що, розглядаючи один який-небудь варіант (у даному випадку кращий із порівнюваних), завжди є другий варіант – відмова від здійснення кращого варіанта, тобто збереження існуючого стану, що також потребує певних капітальних вкладень для підтримки потужності підприємства. Тому логічно порівняти додаткові інвестиції по кращому варіанту з інвестиціями по варіанту відмови і, якщо термін окупності цих додаткових капітальних вкладень виявиться прийнятним, то доцільно здійснювати кращий варіант. Якщо ж термін неприйнятний, то кращий, а разом із ним і вся решта варіантів, мають бути знехтувані, і проблема буде розглядатися знов. Таким чином, при використанні як критерію вибору кращого варіанта терміну окупності слід виконувати дві умови:

$$T_i = \frac{K_i - K_1}{C_1 - C_i} \leq T_0 \text{ і } T_j = \frac{K_j - K_0}{C_0 - C_j} \leq T_0', \quad (2)$$

де \hat{E}_s, C_i – інвестиції та річні поточні витрати по кращому варіанту при порівняльній оцінці; \hat{E}_0, C_0 – те ж по

варіанту відмови від здійснення проекту; T_0 – бажаний термін окупності додаткових інвестицій порівняно з варіантом відмови.

Ураховуючи динамічний характер вугільних шахт, модель має охоплювати певний розрахунковий період. Його тривалість може впливати на вибір кращого варіанта, особливо у випадках, коли у процесі експлуатації шахти потрібні значні інвестиції. При визначенні розрахункового періоду виникає певна суперечність. З одного боку, бажано, щоб розрахунковий період був великим, оскільки це дозволяє повніше оцінити розвиток шахти. Проте оцінки на довгий час уперед малодостовірні, оскільки неможливо передбачити всі майбутні зовнішні чинники, те саме підприємство розвивається не в точній відповідності із проектом.

Із цієї причини бажано мати менший розрахунковий період, що буде сприяти більшій достовірності вироблених оцінок. У зв'язку з такою суперечністю рекомендується приймати тривалість розрахункового періоду в межах 10 років, але, якщо між десятим і двадцятим роками передбачається здійснення заходів із великими інвестиціями або змінами потужності (обсягу продукції) підприємства тощо, то тривалість розрахункового періоду може бути збільшена до 15-20 років. Заходи, здійснення яких лежить за межами вказаних термінів, із сучасних позицій вже не мають великого практичного значення і розглядатимуться в інших умовах.

Пропонується така схема управління розвитком конкретної шахти залежно від її інвестиційної привабливості:

$$K_p = (f) \frac{\sum_{t=1}^T D_{it} S_{it}}{\sum_{t=1}^T D_{it}} \rightarrow \min; \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

$$P_i = \sqrt{\sum_{k=1}^n (E_i - E_0)^2}, \quad (4)$$

$$K_p = \varphi (V_{ijt}^p), \quad i = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (5)$$

$$K_p < K, \quad (6)$$

де P_{it} – інвестиційна привабливість i -ї шахти в t -му році; \bar{S}_i – середня собівартість по i -му варіанту за розрахунковий період; D_{it} – видобуток готової вугільної продукції по i -му варіанту в t -му році; S_{it} – собівартість 1т готової вугільної продукції по i -му варіанту в t -му році; t – поточний рік розрахункового

періоду; T – розрахунковий період; K_{it} – капітальні вкладення по i -му варіанту в t -му році; v_{ijt} – j -й варіант розвитку i -ї шахти в t -му році, (наприклад, заміна устаткування, зміна рівня концентрації і ін); K_i – граничний рівень інвестицій, що не впливає на приріст потужності шахти; K_p – можливий рівень інвестицій у розвиток шахти з інвестиційною привабливістю P_i ; E_i , E_0 – відповідно діагностичні ознаки у стандартизованому масштабі даної шахти і шахти-еталона.

Здійснення різних заходів щодо розвитку шахти пов'язане з необхідністю інвестицій, що приводить до зміни амортизаційних відрахувань у двох напрямках: до зменшення суми амортизаційних відрахувань у зв'язку з вибуттям деякої частини діючих основних фондів і до збільшення цих відрахувань у зв'язку з введенням нових основних фондів. Величина цих змін залежить від конкретних умов шахти і характеру заходів щодо її розвитку. Як правило, відбувається досить істотне зростання амортизаційних відрахувань, особливо у зв'язку зі значним збільшенням вартості будівництва.

Приріст амортизаційних відрахувань може перевищити зниження собівартості, викликане зростанням видобутку, і тоді після здійснення намічених заходів собівартість видобутку може зрости.

Щодо величини допустимої погрішності існують різні точки зору. Ураховуючи різнонаправленність погрішностей, істинна величина яких залишається невідомою, а також можливість досить точних розрахунків, приймаємо, що різними будуть ті варіанти, для яких значення цільових функцій відрізняються більше, ніж на 5%.

Найскладнішим є визначення функції φ у співвідношенні (5), оскільки воно залежить від конкретного змісту наміченого варіанта розвитку шахти. Кожен варіант розвитку шахти містить набір заходів, за допомогою яких може бути досягнута поставлена мета, і цей набір визначає необхідні інвестиції і формує собівартість. Істотну роль у моделі виконують обмеження – ті вимоги, які мають бути виконані як обов'язкові. Це співвідношення (5), яке потребує виконання умови, щоб приріст потужності для будь-якої шахти не може перевищувати 500 тис. т на рік, оскільки витрати при цьому зіставні з будівництвом сучасної, великої, глибокої шахти потужністю 1,8-2,1 млн. т на рік. Тобто корпоративне управління діючою шахтою із простом потужності 300-500 тис. т на рік

потребує практично тих же інвестицій, що й нове будівництво [4].

Поняття «розвиток шахти» може охоплювати шахту в цілому або зачіпати її окремі елементи, наприклад підземний транспорт. У цьому випадку використання як цільової функції середньої собівартості по шахті в цілому за розрахунковий період важливо оскільки на собівартість, окрім підземного транспорту, впливають багато інших чинників. У цих випадках рекомендується замість собівартості приймати мінімум витрат за розрахунковий період.

Висновки.

1. Відбір шахт у групи першочергового державного та недержавного інвестування має вестися за критеріями обсягів та якості промислових запасів вугілля, річної виробничої потужності й рівня резервів із пропускної спроможності ланок. Види робіт і необхідні витрати для стабілізації та нарощування видобутку визначаються існуючим станом гірничого господарства й виробництва й можуть значно відрізнятися на різних шахтах даної групи.

2. Процес управління інвестиційною привабливістю окремих шахт є елементом системи, пов'язаної з підтримкою їх потужності і з урахуванням різного ступеня ефективності з видобутку вугілля. При цьому інвестиційна привабливість може бути представлена як набір формалізованих, так і неформалізованих чинників або критеріїв, стандартизованих за єдиним принципом для коректної зіставності.

3. Поняття корпоративне управління шахтою при відпрацьовуванні запасів, досить складна, досить відносна і значною мірою, невизначена категорія з точки зору гірничо-геологічних умов залягання залишкових запасів. Саме тому управління існуючими гірничо-геологічними умовами можливе лише одним – негативним шляхом: відмовленням від роботи в тих або інших складних умовах. Доцільність корпоративного управління відпрацьовуванням може вважатися обґрунтованою, якщо собівартість видобутку вугілля по шахті в цілому знизилася на ΔS на фоні зниження собівартості в межах корпоративних ділянок порівняно із собівартістю до розробки нових ділянок.

Література

1. Воспроизводство шахтного фонда и инвестиционные процессы в угольной промыш-

ленности Украины / Г.Г. Пивняк, А.И. Амоша, Ю.П. Яценко и др. – К.: Наук. думка, 2004. – 331 с.

2. Павленко И.И. Управление инвестиционными процессами в угольной промышленности Украины. – Днепропетровськ: НГУ, 2007. – 253 с.

3. Кабанов А.И., Стариченко Л.Л., Пономаренко Н.А., Череватский Д.Ю. Негосударственный капитал в системе инвестирования развития предприятий угольной промышленности // Уголь Украины. – 2003. – № 12. – С. 14-16.

4. Амоша О.І, Саллі В.І, Трифонова О.В., Симоненко О.І. Кількісні параметри інвестиційної привабливості вугільних шахт. – Дніпропетровськ: НГУ, 2007. – 110 с.