

А.Г. Семенов

*канд. екон. наук, чл.-кор. АЕНУ,
м. Запоріжжя*

ПЛАНУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ АЛЮМІНІЄВОГО КОМБІНАТУ

Актуальність дослідження обумовлена тим, що стратегічне планування включає розробку стратегій і основних методів їх реалізації, створення і підтримки стратегічної відповідальності між цілями підприємства.

Стратегічне планування — поняття багатоаспектне. У сучасній літературі воно розглядається з різних точок зору і як одна із функцій менеджменту, як вибір кількох альтернатив за умови невизначеності, як складова поведінка підприємства, зумовлена впливом зовнішніх і внутрішніх факторів [1–3].

Аналіз технології, яка використовується на ВАТ Запорізького алюмінієвого комбінату (ЗАЛК) показав, що негайної реконструкції потребує цех по виробництву алюмінію способом електролізу. Це диктується наступними обставинами:

експлуатаційні витрати на 20–26 % перевищують світові показники;

конкурентоздатність продукції комбінату на зовнішніх ринках низька;

реконструкція забезпечить різке (на 80–95 %) скорочення викидів у навколишнє середовище.

На наш погляд ефективним заходом може бути наступний проект.

Використовуючи варіантів реконструкції на основі технології Р86 фірми «Кайзер» необхідно перевести електролізне виробництво на технологію обпалених анодів. В такому разі ВАТ «ЗАЛК» зможе вийти на показники світового класу по ефективності виробництва, фінансовій стійкості, екологічній безпеці й умовам праці.

Подібний проект вже був реалізований на Красноярьському алюмінієвому комбінаті. Справа в тім, що устаткування цього підприємства ідентичне устаткуванню ВАТ «ЗАЛК», цей комбінат також побудований у 30-і роки ХХ століття. Реконструкція, проведена на Красноярьському комбінаті в 1990–1994 дозволила значно покращити показники його діяльності.

Реконструкція на ЗАЛКу забезпечить:

збільшення випуску металу на 60 тис. т/рік;

зниження собівартості продукції на 200–210 USD/т;
збільшення валового доходу більш ніж на 66 млн. USD;

збільшення чистого прибутку більш ніж на 28 млн. USD/рік.

Обсяг капітальних вкладень для реконструкції складатиме 184100–209960 тис. USD чи 3920–3690 USD на тону приросту продуктивності, що нижче на 25–30 %, чим при новому будівництві. Оскільки істотна частина необхідних капіталовкладень може бути профінансована за рахунок засобів, що забезпечить сам проект (самофінансуємість на рівні 30 %), чиста потреба в інвестиціях оцінюється в обсязі 130–147 млн. USD.

Строк окупності інвестицій складатиме 4,3 роки і не перевищить нормативний (5 років).

Проект відзначається великою стійкістю до несприятливих змін ринкової кон'юнктури в досить широкому діапазоні значень. Екологічним результатом реконструкції електролізного виробництва буде досягнення екологічних нормативів у відношенні твердих і рідких відходів, шкідливих викидів в атмосферу. З огляду на вкрай несприятливу екологічну ситуацію в Запорозжжі, підприємством був обраний варіант реконструкції з застосуванням високоефективних «сухих» газоочисних установок. Незважаючи на те, що при цьому подорожчання проекту відбулося більш ніж на 20 млн. USD, комбінат прийнятим варіантом забезпечує рішення довгострокових екологічних проблем як на самім підприємстві, так і в масштабах міста.

Зниження обсягу викидів після переходу на технологію обпалених анодів буде характеризуватися наступними показниками:

питоме споживання фтористих солей буде скорочене на 65 % (до 0,022 кг/кг алюмінію);

загальні викиди фтору скоротяться на 93 % (до 0,6 кг/т алюмінію);

викиди зважених часток скоротяться на 97 % (до 0,7 кг/т алюмінію);

викиди смолистих речовин скоротяться на 99 % (до 0,06 кг/т алюмінію).

Установка «сухих» газоочисток дозволить ВАТ «ЗалК» досягти показників рівня світового класу.

Існуюча на сьогоднішній день на ВАТ «ЗалК» технологія «Содерберґ» з горизонтальним токопідводом є морально застарілою, екологічно «брудною» і не забезпечує стійкої прибуткової експлуатації підприємства, що залежить від кон'юнктури цін на алюміній. Очевидної є необхідність якнайшвидшої реконструкції електролізного виробництва з виходом на техніко-економічні й екологічні показники світового рівня. В умовах недостатності власних засобів і труднощів із залученням інвестицій, викликаних недосконалістю законодавчої бази і станом економіки України, тільки проекти з відносно низкою капітаємністю можуть представляти для комбінату реальну альтернативу.

Як базовий варіант підприємством може бути обраний варіант технології фірми «Кайзер Алюмініум» (США), із застосуванням електролізерів на струм 150 кА, «сухою» системою очищення газів, анодами власного виробництва.

Розглянемо проект, що пропонується більш докладно.

Як відомо, на собівартість товарної продукції впливають наступні фактори: обсяг виробництва; вартість сировини; витрати на гривню товарної продукції. Розгля-

немо вплив кожного з факторів на собівартість однієї тони алюмінію-сирцю в умовах ВАТ «ЗалК». При збільшенні обсягу виробництва, відбувається зниження постійних витрат на одиницю готової продукції, що спричиняє зниження її собівартості. Кількість продукції, необхідна для досягнення порога рентабельності (точки беззбитковості), можна визначити по формулі:

Постійні витрати / (Ціна реалізації — Змінні витрати на одиницю продукції) = 17 484 470 грн./ (14100 грн. — 11809 грн.) = 7631 т. Як видно з даних розрахунків, приведені при визначенні собівартості продукції, досягнення порога рентабельності — тобто точки беззбитковості в умовах ВАТ «ЗалК» складає 7631 тона. Якщо ж порівнювати ціну реалізації алюмінію на світовому ринку з витратами на виробництво на ВАТ «ЗалК», то досягнення порога рентабельності неможливо, тобто величина перемінних витрат перевищує ціну реалізації.

Вихідною сировиною при виробництві алюмінію є боксити. Як відомо, на території України немає промислових родовищ бокситів, тому як і інші підприємства ВАТ «ЗалК» закуповує їх за світовими цінами. Тому, змінити вартість даного компонента не представляється можливим. Ціна електроенергії, що відпускається ВАТ «ЗалК», встановлена в директивному порядку Кабінетом Міністрів України, і нижче, ніж у середньому по галузі. Тому єдиним ресурсом зниження собівартості алюмінію, виробленого ВАТ «ЗалК» є зниження витрат сировини, видаткових матеріалів і енергоносіїв. Головною задачею працівників ЗалКа є виробництво алюмінію і його сплавів (з урахуванням зменшення видаткових коефіцієнтів і збереження обсягу виробництва).

Основними особливостями рішення проблеми економії ресурсів є: визначення впливу того чи іншого фактора на технологічні показники й оцінка збитку, зв'язаного зі зміною якості сировини і (чи) технологічних параметрів.

Приводимо оцінки впливу різних факторів на технологічні показники:

збільшення криолітового відношення на 0,04 збільшує зміст Al_3 в електроліті на 0,6–0,8 % і опір електроліту на 0,4 %, зменшує температуру ліквідусу (початку плавлення) на 2° С, розчинність глинозему на 0,25 % і щільність на 0,14 %;

збільшення змісту Са2 в електроліті на 1 % зменшує температуру плавлення на 3° С і розчинність глинозему на 0,25 %; збільшує опір електроліту на 0,4 % і щільність на 0,3 %;

збільшення змісту глинозему в електроліті на 1 % зменшує температуру плавлення на 6° С, перенапруга (зворотну ЕДС) на 0,05–0,2 В, щільність електроліту на 0,004 г/см³ і збільшує питоме електроопір на 0,05 мкОм см.

Крім того, існують емпіричні формули, за допомогою яких можна розрахувати щільність, в'язкість, провідність, пружність пару і т. д. для електролітів з різними добавками.

Великий інтерес для Запорізького алюмінієвого комбінату представляє також оцінка в грошовому еквіваленті технологічних порушень чи невідповідності якості сировини стандартам чи умовам постачання, що широко поширене на Заході. Типовим є приклад оцінки шкоди, нанесеної в результаті застосування некондиційного глинозему. Поліпшення техніко-економічних показників на західних підприємствах досягається в принципі тими ж

шляхами, що й в Україні, однак ефективність результатів на підприємствах країн Заходу набагато вище.

Як відомо, питома витрата електроенергії W (кВт ч/т) визначається відношенням: $W = (10^3 U) / kz$, де U — середня напруга, В; z — вихід по струму, %; k — електрохімічний еквівалент алюмінію, г/(А·ч). Зниження U і збільшення — це два шляхи зменшення витрати енергії.

Відомо, що середня напруга U визначається рівнянням [4]:

$$U = E_p + \Sigma \eta + \Delta U_k + \Delta U_a + \Delta U_e + \Delta U_{a.e} + \Delta U_o + \Delta U_c, \quad (1)$$

де E_p — рівноважна ЕДС; $\Sigma \eta$ — сума електродних напруг; $\Delta U_k, \Delta U_a, \Delta U_e, \Delta U_{a.e}, \Delta U_o, \Delta U_c$ — спадання напруги, відповідно, у катоді, аноді, електроліті, у результаті анодних ефектів, в ошиновці ванни й у загальсерійній ошиновці в розрахунку на ванну.

Спадання напруги в тілі катода може бути знижене за рахунок:

застосування графітованих катодних блоків чи блоків, де одним з наповнювачів є графітовий порошок (це дозволить знизити напругу на 0,15 В, що, правда, при цьому буде потрібно збільшити теплоізоляцію подини, тому що графітові блоки мають підвищену теплопровідність);

забезпечення високої якості монтажу і заливання чавуном, що підвищує рівномірність розподілу струму по блямсам і зменшує спадання напруги в контактні блямс-блок, що складає 100 мВ;

підвищення перетину блямсів (на 50 %), що дозволить знизити напругу на 40–80 мВ;

жорсткого попереднього контролю з метою визначення схованих тріщин;

використання клеїв замість чавуна і холоднонабивних вугільних мас для з'єднання блямса і блоку.

Західний, а також досвід підприємств СНД (наприклад, російських) показують, що зменшити напругу в тілі анода і скоротити витрату вуглецю можна шляхом використання «сухої» анодної маси багаторівневої схеми розташування штирів, а також шляхом ретельного підбору оптимальних складів коксу і пеку і твердого технологічного контролю при виробництві анодної маси.

Спадання напруги в електроліті, що визначають по формулі:

$$\Delta U_{\Sigma} = i p I, \quad (2)$$

i — щільність струму; p — питомий опір; I — міжполюсна відстань, може бути знижене за рахунок:

використання як добавки солей літію, як це відомо з досвіду компанії «Рейнольде металз» (США) і ін.;

зменшення міжполюсної відстані, заснованого на математичному аналізі з використанням теорії збурювань, застосованої при конструюванні електролізерів на Саянському алюмінієвому заводі разом з німецькою фірмою «ФАВ»;

зменшення анодної щільності струму, що, що, правда, можливо лише при зміні конструкції електролізера.

Спадання напруги в ошиновці, очевидно, може бути зменшене за рахунок подальшого зменшення прохідної щільності струму (з огляду на тенденцію до зближення цін на енергоресурси в Україні і на Заході).

Знизити спадання напруги в результаті виникнення анодних ефектів можна шляхом упровадження систем ав-

томатичного управління процесом електролізу (типа «Селтрол» чи аналогічних вітчизняних систем) і пристроїв автоматичного гасіння анодного ефекту стисненим повітрям.

Існує безліч теорій, що зв'язують вихід по струму як з фізико-хімічними властивостями електроліту, так і з технологічними параметрами електролізу. Згідно з цими теоріями, алюміній розчиняється в електроліті, переноситься усередині міжполюсного зазору до анода і там взаємодіє з розчиненим вуглекислим газом, утворюючи розчинений глинозем.

Рівняння, по яких можна визначити вихід по струму z , мають вид:

$$FD^{0.67} A p^{0.5}$$

$$\eta = 100 - 0,063 V^{0.83} (C_r - C_m), \quad (3)$$

$$II^{0.17} m$$

$$\eta = 163,7 - 0,1388 t - 0,59 A I_3 + 58,9 \sin(3h) - 0,032 a, \quad (4)$$

де F — число Фарадея, Кл/моль; A — площа катода, м²; I — сила струму, А; l — міжполюсна відстань, м; D — коефіцієнт дифузії, м/с; ρ — щільність електроліту, кг/м³; m — динамічна в'язкість, мПа·с; V — швидкість на границі метал-електроліт, м/с; C_r, C_m — еквівалентні концентрації розчиненого алюмінію на границі алюміній-електроліт і в міжполюсному зазорі відповідно, %; t — температура, °С; $A I_3$ — надлишок $A I_3$ (понад криоліт), %; h — висота шару металу, см; a — термін служби ванни, міс.

На підставі рівнянь (3) і (4) можна зробити висновки про те, що зниження температури електролізу на 10°С підвищує вихід по струму на 1,5 %, деформація дзеркала металу магнітними полями на 8 см зменшує вихід по струму на 6 %, збільшення швидкості руху (циркуляції) на 0,5 см/с знижує вихід по струму на 4 %, підвищення криолітового відношення на 0,1 зменшує вихід по струму на 1–3% і т. д.

Слід зазначити, що рівняння (3), (4) придатні тільки для якісних оцінок, тому що чисельні коефіцієнти різні для ванн різних конструкцій. Тому першочерговою задачею є вважати можливим використання подібних рівнянь для електролізерів ЗалКу. У принципі оцінки показують, що за умови дотримання технологічного режиму по складу електроліту і сировини, температурі, силі струму і т. п. вихід по струму на ваннах 38-БМ може бути збільшений до 89–90 %. З цього у свою чергу випливає, що витрата енергії буде складати 15000–15500 кВт/т АІ.

1. Оцінимо економічний ефект зазначених заходів (E_{ϕ}):

$$E_{\phi} = (\Delta Cn - Be) \cdot \eta \cdot Ce, \quad (5)$$

де ΔCn — витрати електроенергії на виробництво 1 т алюмінію в даний час, Be — витрати електроенергії на виробництво 1 т алюмінію після реконструкції, Ce — ціна 1 кВт год електроенергії.

$$E_{\phi} = (16550 \text{ кВт/год} - 15250 \text{ кВт/год}) \times 0.55 \text{ грн./кВт год} = 715.0 \text{ гривень}$$

2. Річний ефект складе:

[зниження собівартості 1 т алюмінію] \times [обсяг виробництва] =

$E_{fi} = 715.0 \text{ грн./т} \times 85\,549 \text{ т} = 61\,167\,535 \text{ гривень.}$

Існують різні шляхи зниження витрати вугільної маси, а саме:

- перехід на «суху» анодну масу;
- багаторівневе розташування штирів;
- встановлення оптимальних складів коксопекових композицій (за участю мінімальної кількості постачальників);
- одержання в явній формі і використання технологіями рівнянь виду:

$$NC = \Pi (AP, CR, AR, AC, D, TC), \quad \Pi - f2 (AP, CR, AR, AC, D, TC), \quad (6)$$

де NC — витрати вуглецю; AP — газопроникність; CR — окислюємість у струмі CI ; AR — окислюємість на повітрі; AC — зміст золи; D — коефіцієнт, залежить від типу і конструкції ванни; TC — теплопровідність анода; Π — ціна виробленої вугільної продукції.

Прикладом такого рівняння є залежність, отримана для ванн із обпаленими анодами:

$$NC = D + 334/z + 1,2(t - 960) - 1,7CR + 9,3(AP) + 8TC - 1,5AR, \quad (7)$$

забезпечення порівнянності українських і закордонних стандартів визначення властивостей, технологічних параметрів, методів контролю (цей пункт відноситься до усіх без винятку питань технології).

Відомо, що статтями втрат анодів (зокрема, обпалених) є: горіння стінок анода на повітрі (до 20 % загальної витрати), окислювання внутрішньої частини анода вуглекислим газом (до 8 %) по реакції $C_2 + C = 2C$; піноутворення (до 4–5%). Практика роботи західних підприємств показала, що одержання і цілеспрямована робота зі зменшення коефіцієнтів протягом 1–1,5 років забезпечили зниження витрати анода на 70–80 кг/т А1. Одержання такого рівняння вимагає звичайно 8–12 місяців (для нагромадження й обробки даних). Оцінки показали, що можна домогтися використання анодної маси в кількості 0.509 т для виробництва однієї тонни алюмінію.

Оцінимо економічний ефект зазначених заходів.

1. Зниження собівартості 1 тонни алюмінію-сирцю (ΔC):

$$\Delta C = (A_m - A_{mn}) \times \Pi, \quad (8)$$

де A_m — кількість анодної маси на виробництво 1т алюмінію в даний час, A_{mn} — кількість анодної маси на виробництво 1т алюмінію після реконструкції, Π — ціна 1 т анодної маси.

$$\Delta C = (0.540 \text{ т} - 0.509 \text{ т}) \times 613.3 \text{ грн.} = 19.01 \text{ гривні.}$$

2. Річний ефект складе:

[зниження собівартості 1 т алюмінію] \times [обсяг виробництва] =

$$\Delta Cr = 19.01 \text{ грн/т} \times 85\,549 \text{ т} = 1\,624\,015.9 \text{ гривень.}$$

Як відомо, утрати фторидів, включаючи пил і фторид водню, відбуваються унаслідок випару солей усередині пухирця C_2 під анодом; взаємодії вологи, що міститься в глиноземі, фторсолях і повітрі з фторидом алюмінію; взаємодії водню, що міститься в аноді, із кріолітом; захоплення плівок солі (коли пухирці лопаються, залишаючи розплав).

Частка втрат фторидів по різних механізмах (без обліку втрат при пиленні і при утворенні фторвуглеродів) приведена нижче:

Механізм втрат	% від загальної величини втрат
Випар	41,0
Захоплення крапель електроліту	2,5
Гідроліз:	34,0
вологою глинозему	2,5

Для розрахунку втрат фтору також створене емпіричне рівняння, що дозволяє визначити залежності втрат від кріолітового відношення, температури електролізу, вологості повітря, вологості глинозему, змісту водню в аноді, числа анодних ефектів, наявності чи відсутності систем АПГ.

Одержання подібного рівняння для ванн Содерберга є дуже важливою задачею, тому що дозволить осмислено підходити до питання зниження утрат фтору. Ясно, що одним з головних резервів цього зниження є найшвидше впровадження різних варіантів систем АПГ і комп'ютерних систем управління роботою електролізерів. На могутніх електролізерах системи АПГ доповнюються системами автоматичного забезпечення електролізерів фторидом алюмінію.

Як відомо, частка електролізерів з анодами, що самообпікаються, неухильно скорочується, а екологічні вимоги посилюються. Це спонукає ті компанії, де є електролізери Содерберга, але немає грошей (інвестицій) для переходу на електролізери з обпаленими анодами, поліпшувати існуючу конструкцію.

Компанія «Elkem Aluminium Lista» (Норвегія) опублікувала пакет технічних рішень, що були випробувані протягом декількох років на 22 електролізерах і який містять у собі:

1. Упровадження систем крапкового забезпечення, що забезпечують підтримку концентрації глинозему у вузьких межах, що дозволило збільшити вихід по струму і знизити витрату електроенергії, а також знизити кількість анодних ефектів, зменшити кількість CF_4 і CF_2 , що викидаються ванною при анодному ефекті, і зменшити викид пилу.
2. Транспортування глинозему в щільній фазі.
3. Упровадження системи гасіння анодного ефекту стисним повітрям через трубу в тілі анода.
4. Заміну газозбірного дзвону панельним укриттям.
5. Установку системи уловлювання смолистих речовин, виділюваних верхи анода.
6. Реконструкцію системи ошиновки (що привело до підвищення виходу по струму).
7. Упровадження сухої газоочистки.

На 123-щорічній конференції суспільства TMS (мінерали, метали, матеріали) у 1994 р., на якій було присутне більш 3300 учених-фахівців з більш ніж 1000 компаній, заводів і університетів, особлива увага була приділена екологічним проблемам, зокрема, проблемі утворення фторвуглеродів, виділення яких в атмосферу в 5000 разів сильніше, ніж C_2 (при однакових кількостях) збільшує парниковий вплив на Землю.

По оцінках фахівців, завод типу ЗЛК може викидати приблизно 700 т фторвуглеродів на рік. Термін служби електролізерів залежить від якості матеріалів, якості монтажу, рівня технології і конструкції електролізерів.

Основними напрямками робіт з підвищення терміну служби електролізерів варто вважати:

1. Різке підвищення якості монтажу і поліпшення якості застосовуваних матеріалів.

2. Підвищення загальної грамотності всіх технологів, робітників і інженерів у питаннях, що стосуються можливих причин виходу ванн із ладу, економічних і екологічних наслідків.

3. Створення математичних моделей розрахунку напруг, що забезпечують розумну міцність кожуха і ванни в цілому.

4. Точний підбір складу подової маси і температурного вікна при набиванні, що забезпечують мінімальну усадку шва.

5. Використання нетрадиційних матеріалів, що включають улучення фторсолей і металу в товщу футеровки (суміші на основі диборида титана).

6. Використання нових матеріалів (карбіду кремнію на нітридній основі) для бортової футеровки.

7. Упровадження механізованих способів набивання подини.

8. Одержання корелятивних рівнянь, що зв'язують якість монтажу, конструкції і технології виробництва з терміном служби ванни.

Висновки.

1. Доведено необхідність проведення стратегічного розвитку ВАТ «ЗалК» шляхом реконструкції електролізного цеху з використанням більш економічних електролізерів і сухої газо очистки.

2. Економічним результатом реконструкції електролізного виробництва буде досягнення екологічних нормативів шкідливих викидів в атмосферу.

Література

1. Немцов В. Д. Стратегічний менеджмент / В. Д. Немцов, Л. Є. Довгань. — К.: ТОВ «УВПЕ. Екс. Об», 2004. — 560 с.

2. Шершньова З. Є. Стратегічне управління / З. Є. Шершньова., С. В. Оборська. — К.: КНЕУ, 1999. — 384 с.

3. Доиль П. Менеджмент: стратегия и тактика / П. Доиль. — СПб.: Питер, 1999. — 560 с.

4. Семенов А. Г. Планування стратегії розвитку акціонерного товариства / А. Г. Семенов // Проблемы повышения эффективности функционирования предприятий различных форм собственности: сб. науч. трудов Института экономики промышленности НАН Украины. — Донецк, 2007. — С. 245–266.