

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

А.Я. Жук, Н.К. Желябіна, К.В. Таратута, М.В. Коваль

ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ
ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Навчальний посібник

Запоріжжя
2011

УДК 658.512
ББК 30.606
Н 277

Жук А.Я., Желябіна Н.К., Таратута К.В., Коваль М.В. Обґрунтування економічної доцільності технічних рішень. Навчальний посібник. – Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2011. – 363 с.

ISBN

Рецензенти:

Є.М. Сич, доктор економічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри «Економіки підприємств транспорту» Державного економіко - технологічного університету транспорту;

В.А. Ткаченко, доктор економічних наук, професор Дніпропетровського університету економіки та права;

Г.А. Семенов, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економіки підприємства» Класичного приватного університету.

Рекомендовано до видання:

*рішенням методичної ради ЗДІА
(Протокол № 14 від 23.12.2010 р.)*

Висвітлено недоліки існуючого механічного обладнання металургійного виробництва і вказано на шляхи його удосконалення. Охарактеризовано основні показники економічної ефективності технічних розробок, загально-визначальні критерії та методики розрахунків економічної ефективності. У супроводі числових прикладів подані конкретні методики визначення економічної ефективності різних сфер виробничої діяльності.

Для студентів механічних спеціальностей вищих навчальних закладів за напрямом підготовки «Металургійне обладнання» та «Інженерна механіка».

Іл.:16 ; табл.:23 ; бібліогр.: 29 назв.

ISBN

**© Жук А.Я., Желябіна Н.К.,
Таратута К.В., Коваль М.В., 2011**

ПЕРЕДМОВА

На даний час відсутня технічна література, яка б органічно поєднувала інженерно-технічні та економічні питання проектування. Це пояснюється лише тим, що вона створювалась порізно без творчої взаємодії технічних і економічних фахівців. Більш того, жодна видана література не висвітлює питання практичного визначення витрат на проектування, розробку технологічної документації, виготовлення та монтаж обладнання. А без цього, безумовно, неможливо оцінити реально загальні витрати на запровадження технічного заходу, а, отже, вірно оцінити його економічну доцільність.

В написанні ж цього посібника прийняли участь викладачі, які поряд з технічною мають і економічну освіту, що надало можливість подати матеріал в чітко сформульованій, оптимально структурованій і, головне, в дохідливій формі з наведенням численних прикладів реального змісту. Тобто, замість абстрактного підходу, що властиве переважній більшості економічної літератури, в даному посібнику матеріал викладено в практично-прикладному і конкретизованому аспектах. Такий підхід до побудови посібника дозволяє студентам не тільки ефективно засвоювати теоретичні положення, а й набувати практичний досвід.

Кожний попередній розділ посібника є забезпечуючим по відношенню до наступного. В першому розділі представлена класифікація напрямів технічних рішень, що можуть розроблятися під час курсового чи дипломного проектування.

В другому, третьому і четвертому розділах переважно розглянуто економічні питання. Структура розділів побудована таким чином, що перед тим як ознайомитись з методиками визначення економічного ефекту в конкретній сфері, у другому розділі студенти мають ознайомитись з основними економічними показниками, на яких базуються економічні теорії. Ознайомившись з матеріалом другого розділу, студенти зі знанням справи сприйматимуть матеріал третього розділу, в якому в дохідливій формі з

наведенням числових прикладів висвітлено визначальні економічні критерії і показники та узагальнюючі методики розрахунків економічної ефективності.

В четвертому розділі вперше в навчальній і технічній літературі чітко позначені реально вірогідні напрями і методики визначення економічної ефективності в технічній, соціальній і природоохоронній сферах. Методики підкріплюються реальними прикладами.

Загалом же методична побудова, теоретичне і практично-прикладне наповнення даного посібника таке, що він може стати підґрунтям для створення підручника з дисципліни «Економіка підприємства» безпосередньо під механічні спеціальності, зокрема, з напрямів підготовки «Машинобудування» та «Інженерна механіка».

Автори висловлюють подяку студентам-механікам Запорізької державної інженерної академії на чолі з Кубряк О.П. за допомогу в складанні макету на ЕОМ.

Розділ 1

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Темою курсового проекту може бути розробка окремого механізму чи робочого вузла будь-якого металургійного агрегату, що складається з двигуна, механічних передач та робочого органу. Мета курсового проекту – сприяння систематизації, закріпленню та розширенню теоретичних знань студентів, поглибленому вивченню металургійного виробництва та обладнання, розвитку розрахунково-графічних та конструкторських навичок та особливостей самостійного вирішення інженерних задач. Ясна річ, що через обмежений час праці над проектом (відводиться 36 годин самостійної роботи) студент може виконати роботу лише на рівні узагальненого ескізного проекту.

В той же час на виконання дипломного проекту відводиться значно більший термін і студент має можливість проводити більш обширну і детальну проробку технічного рішення. Темою дипломного проекту може також бути розробка (удосконалення, модернізація) окремого механізму (залежить від його складності), комплексу механізмів чи в цілому машини.

Переваги мають реальні дипломні проекти і роботи.

До них відносяться:

- проекти (роботи), за замовленням підприємств на рівні технічного проекту та прийняті до запровадження у виробництво;
- дипломні дослідницькі роботи за тематикою кафедри;
- проекти, що містять оригінальні вирішення питань технології чи конструювання машин та агрегатів, за матеріалами яких подані заявки на винаходи;
- дослідницькі роботи і проекти, результати яких подані на публікацію чи опублікуванні в періодичній науковій печаті;
- проекти (роботи), що виконанні за тематикою науково-дослідних

інститутів, та використані ними при подальших розробках;

- проекти (роботи), що мають нові технічні рішення, рекомендовані кафедрою та ДЕК до запровадження у виробництво;

- проекти, що виконані на підґрунті раціоналізаторських пропозицій дипломника чи за його участю.

Перед тим, як перейти до подання переліку тем проектування, дамо деякі пояснення.

По-перше. Деякі теми подані в укрупненому вигляді, з яких може буде виділено декілька окремих тем. Наприклад, така тема: «Проект модернізації (удосконалення) обладнання для подрібнення матеріалів» тут кількість окремих тем залежить не тільки від числа типів і конструкцій дробарок, а і від задач, що вирішуються.

По-друге. Одну тему можуть вибирати декілька студентів, але при умові, що вони будуть вирішувати питання різними шляхами. Наприклад така тема: «Проект модернізації приводної частини шокової дробарки ЩКД 9×12». Тут один студент може застосовувати замість обертального електромеханічного привода гідравлічний поступальної дії, а інший студент буде застосовувати нові типи передач і двигуна з кращими енерго-механічними показниками.

По-третє. При оригінальному і індивідуальному технічному вирішенні проблеми до розробки однієї і тієї ж теми можуть залучатись декілька студентів, що мають розробляти окремі складові частини ускладненого об'єкта розробки.

1.1. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ДО МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ

Тема 1.1. Модернізація (удосконалення) механізмів рудних перевантажувачів

Об'єктом модернізації (удосконалення) можуть слугувати механізми переміщення перевантажувача та механізмів грейферного візка з метою

підвищення їх надійності та коефіцієнта корисної дії (ККД), зменшення зносу поверхонь тертя (наприклад, рейок і коліс) та захисту від ударних та вібраційних навантажень. Удосконаленню можуть підлягати і протиугінні пристрої.

Тема 1.2. Модернізація (удосконалення) вузлів та механізмів вагоноперекидача

Об'єктом модернізації баштового пересувного вагоноперекидача можуть слугувати механізми переміщення вагоноперекидача та механізми люльки (кантування та захистку вагонів) з метою підвищення їх надійності, продуктивності та ККД, зменшення енерговитрат і зносу рухомих деталей та з'єднань. Крім того, важливим тут є удосконалення пристроїв, що забезпечують повне розвантаження вагонів в зимовий період, коли можливим є примерзання шихти до стінок вагонів.

Об'єктом модернізації (удосконалення) роторного стаціонарного вагоноперекидача можуть слугувати механізми обертання ротора з метою підвищення його надійності та зниження енерговитрат. При цьому навіть може ставитись задача про застосування іншої конструкції приводної частини вагоноперекидача. Наприклад, замість привода обертальної дії можна застосувати приводи поступальної дії (гідроприводи). Предметом удосконалення можуть слугувати і роликоопори, з метою вирівнювання навантаження між опорами та підвищення їх експлуатаційних показників.

Об'єктом удосконалення може стати і вагоноштовхач з його механізмами переміщення та подачі вагонів на платформу вагоноперекидача з метою підвищення надійності та зниження енерговитрат.

Тема 1.3. Модернізація (удосконалення) обладнання для збереження та видачі сипких та кускових рудних матеріалів

Об'єктом модернізації можуть слугувати власне бункери, затвори та

живильники з метою підвищення їх надійності, довговічності, продуктивності, зменшення енерговитрат та зносу робочих поверхонь.

Наприклад, при модернізації власне бункерів можна оптимізувати геометричний простір бункерів, напруженість стінок та геометрії і розмірів випускних отворів з метою усунення «мертвих зон», склепінестворення, зниження напружень в стінках, покращення умов витікання матеріалів з урахуванням можливостей їх злипання та змерзання в зимовий період. Для цього бункери також можуть постачатись різними допоміжними пристроями: пружними опорами та обрушувачами (електричними, електромеханічними, пневматичними, гідравлічними і т.д.). Важливими тут є і питання захисту поверхонь бункерів від зносу.

Модернізація затворів та живильників може полягати як в удосконаленні їх складових елементів, так і в застосуванні більш ефективних конструкцій чи нових технічних рішень. До цього часу ще є проблеми з питання щодо захисту робочих поверхонь від інтенсивного зносу. В стрічкових живильниках проблемним є захист підшипникових вузлів та самої стрічки. Знос підшипників відбувається через ненадійність ущільнень, а стрічки – через те, що живильник використовується водночас як затвор і при русі стрічки виникають значні сили тертя між нею і абразивним матеріалом.

На особливу увагу заслуговують конструкції затворів і живильників, які мають забезпечувати високу герметичність бункерів та технологічних ємкостей. Прикладом оригінального і в той же час високоефективного удосконалення може слугувати модернізація хитного живильника з електромеханічним приводом і пружними дерев'яними (із спеціальних порід дерев) пружними стійками, які в процесі експлуатації досить часто руйнувались і їх місцеві раціоналізатори замінили на пакети із відпрацьованих сталевих канатів, що ось уже протягом декількох десятків років не підлягали заміні. Це говорить про те, що при вирішенні будь-якої технічної задачі необхідно вибирати якомога простіше рішення, що буде гарантом його високої (або значно вищої) надійності в порівнянні з більш складним.

Тема 1.4. Модернізація (удосконалення) обладнання для подрібнення матеріалів (Дробарки і млини)

Серед найбільш поширених типів дробарок є: щоківі, конусні, молоткові, роторні, валкові.

Загальними недоліками дробарок є інтенсивний знос поверхонь їх робочих елементів, нерівномірність подрібнення (велика частина надмірно подрібненого матеріалу), надзвичайно низький коефіцієнт корисної дії, недосконалість приводної частини та інші.

В молоткових дробарках, які відрізняються від роторних тим, що їх молотки-била з'єднуються з обертальним ротором за допомогою шарнірів, в той час як в роторних вони з'єднуються з ротором жорстко, питання довговічності молотів-бил сьогодні вирішується достатньо просто (але ця простота досягнута після багатьох десятиліть застосування цих дробарок). Молоток виконується симетричної форми, завдяки чому він має замість однієї ударної частини чотири. В цьому випадку створюється можливість міняти положення молотків і тим самим підвищити їх довговічність в чотири рази. Значну роль в цих дробарках відіграють конфігурація і розташування відбійних плит та колосникової решітки.

В дробарках щоківих, конусних та валкових особливу роль відіграє так званий, кут захвату, від величини якого залежать не тільки технологічні показники, а й енергосилові. Певну роль відіграють і робочі поверхні. Їх оптимізація і може стати метою удосконалення. Крім того, в цих дробарках можна удосконалювати їх приводну частину. Наприклад, в щоківих дробарках замість приводів обертової дії можна застосувати лінійні приводи у вигляді гідроциліндрів, що в значній мірі спростить приводну частину, а, отже, і підвищить надійність дробарки. Гідропривід можна застосовувати і в одновалкових дробарках для крупного подрібнення. Тут можливо навіть змінити принципову схему дробарки, якщо валок зробити не приводним, а колосникову решітку виконати хитною з приведенням в дію від привода

поступального руху (електромеханічного важелевого чи гідравлічного).

Предметом модернізації млинів може стати удосконалення їх приводів, завантажувальної та розвантажувальної системи, підвищення довговічності робочих поверхонь, продуктивності та ККД. Заслуговує на увагу і вирішення питання механізації установки та зміни броні.

Тема 1.5. Модернізація (удосконалення) обладнання для сортування сухих сипких матеріалів

Представниками цього обладнання, перше за все, є грохоти: колосникові; барабанні; хитні; електровібраційні; прості та самобалансні вібраційні та інші.

Ясна річ, що модернізації підлягає, як правило, те обладнання, яке було запроваджено багато років тому і застаріло (фізично і морально). Тут задача може вирішуватись або удосконаленням існуючого об'єкта, або застосуванням більш нової моделі, або, взагалі, запровадженням принципово іншої конструкції. Тим більш, що за останні роки значно удосконалились методики розрахунків і оптимізації параметрів грохотів, з'явилися нові матеріали і стандартні вироби для комплектації, та й розроблено більш доскональні типи. Але й тут метою модернізації може бути підвищення продуктивності (якщо це потрібно), надійності і довговічності, зниження енерговитрат, поліпшення ремонтпридатності та умов експлуатації.

Одним із напрямів підвищення технологічних показників (підвищення продуктивності і якості просіювання та зменшення подрібненості матеріалу) тут може бути і оптимізація режиму роботи грохота. Особливо це стосується вібраційних грохотів, де можливі три режими їх роботи: дорезонансний, резонансний і зарезонансний. Причому тут в значній мірі на ефективність роботи чинить конструкція та жорсткість колосникової решітки, за рахунок змінення яких можна змінювати параметри коливального процесу і, отже, технологічні показники грохота.

Відомо, що однією з головних вимог до електровібраційних грохотів є забезпечення проходження лінії збуджуючої сили привода через загальний центр тяжіння (грохот + матеріал). В протилежному випадку виникають крутильні коливання навколо цього центру, які негативно впливають на якість роботи грохота (це стосується також і живильників з електровібраційним приводом). В грохотах передбачена можливість корегування лінії збуджуючої сили, але його можна здійснювати лише ручним способом. В той же час положення центру тяжіння може змінюватись будь-якої миті через змінення об'єму і форми поперечного розрізу матеріалу. Проблема може бути вирішена або за рахунок створення системи, що саморегулюється, або забезпечення стабільності розподілення матеріалу на колосниковій решітці.

Тема 1.6. Модернізація (удосконалення) обладнання для згущення вологих матеріалів. Згущувачі

Широке застосування отримали такі типи згущувачів: одноярусні і багатоярусні з центральним приводом, одноярусні з периферійним приводом. Всі вони мають по двоє механізмів: механізми обертання гребкового пристрою та механізми підйому гребкового пристрою. Головним чином, на сьогоднішній день застосовуються згущувачі що були запроваджені декілька десятків років. Тому, не зважаючи на деякі удосконалення службами підприємств, вони не відповідають нинішнім вимогам як технологічним, так і експлуатаційним. Метою їх модернізації (удосконалення) має бути підвищення їх продуктивності, надійності, довговічності та якості роботи, зниження енерговитрат. Цього можна досягти за рахунок удосконалення безпосередньо гребкового пристрою (геометрія гребків, матеріали та ефективні способи захисту від зносу, зменшення сил тертя між поверхнями гребків і матеріалу та матеріалом і днищем), заміни приводів, що існують, на більш ефективні і удосконалення передатних і опорних вузлів і т. інше.

Тема 1.7. Модернізація (удосконалення) обладнання для фільтрації вологих матеріалів. Фільтри

Застосовуються найрізноманітніші типи фільтрів (вакуум – фільтри, фільтр – преси, нутч – фільтри), які поділяються на фільтри неперервної та перервної дії. Широкого поширення набули різні конструкції фільтрів в гідрометалургійному виробництві, зокрема при виробництві глинозему (рис. 1.1).

Найбільшого поширення набули вакуумні фільтри неперервної дії, які поділяються на барабанні, дискові та стрічкові.

До складу вакуумних фільтрів, як правило, входить механізм, що забезпечує рух фільтруючої поверхні (обертання барабанів чи дисків, переміщення стрічки), перемішувач (мішалка), пристрої для зрізання кеку (осадка) та очищення фільтруючої тканини, вакуумна система, що створює розрідження у фільтруючих камерах (ячейках).

Метою модернізації (удосконалення) може бути підвищення продуктивності фільтрів, степеню обезводнення матеріалів, надійності та довговічності основних вузлів і механізмів, зниження енерговитрат. Модернізація (удосконалення) механізму переміщення фільтруючої поверхні може здійснюватись, наприклад, шляхом застосування сучасних конструкцій мотор-редукторів з високим коефіцієнтом корисної дії та більш ефективних передач і досконалих вузлів тертя. Модернізації може підлягати і розподільчий золотник на предмет підвищення терміну його служіння і герметичності.

В камерних фільтрах-пресах об'єктом удосконалення можуть стати механізм переміщення фільтруючої тканини (наприклад, за рахунок застосування сучасних конструкцій мотор-редукторів) та механізм затиску фільтруючих плит (наприклад, заміна гвинтової передачі на пневматичні приводи, циліндри чи сильфони) з метою підвищення їх надійності та зниження енерговитрат.

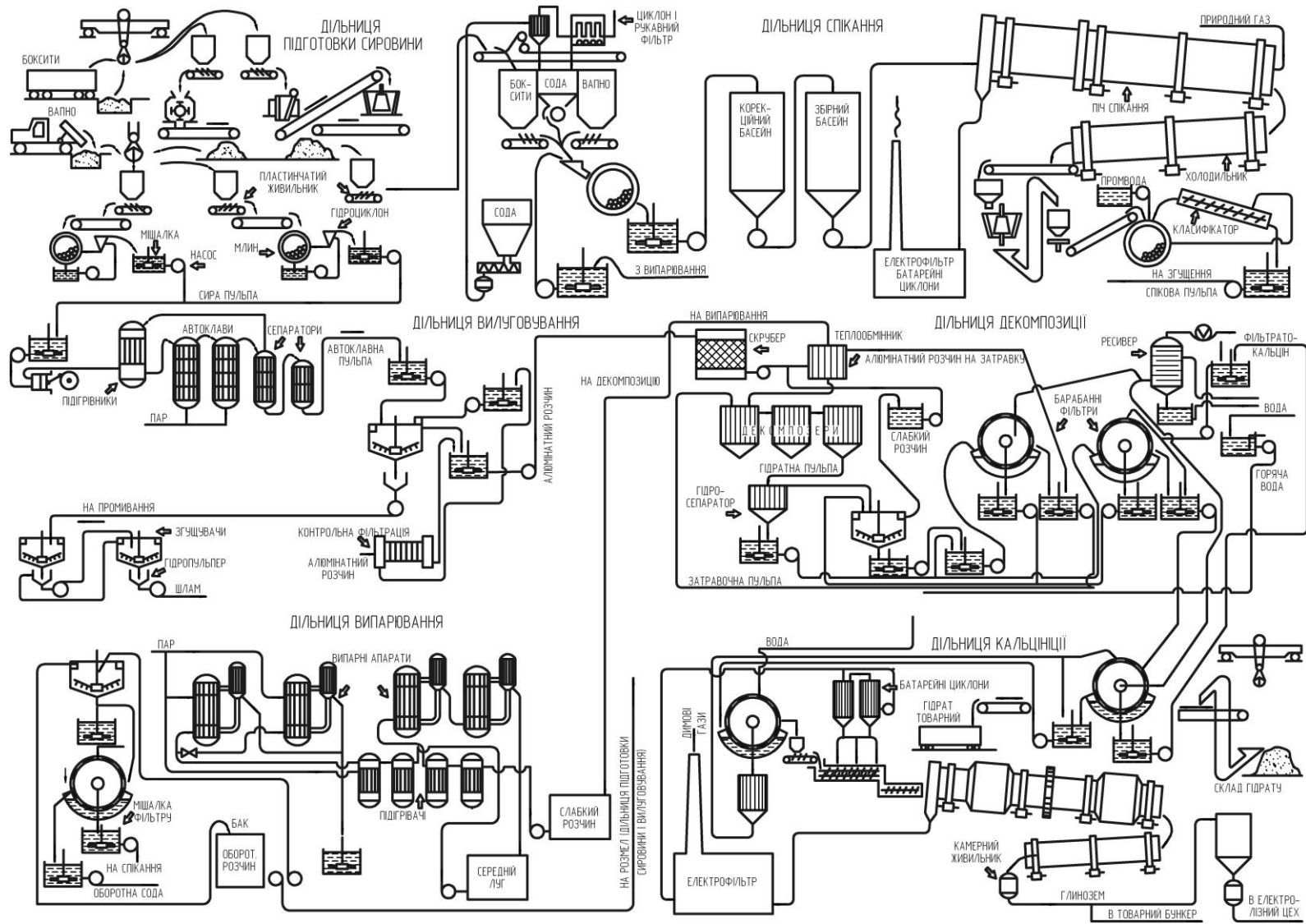


Рисунок 1.1

Апаратурно-технологічна схема виробництва глинозему

Тема 1.8. Модернізація (удосконалення) обладнання для сушіння, випалу, вельцювання та спікання

До цього обладнання, як об'єкта модернізації (удосконалення) для студентів – механіків, перш за все, можна віднести барабанні сушарки та трубчаті печі. Ті і інші мають приблизно однакову опорно-поворотну систему, при якій сушильня і піч за допомогою бандажів спираються на роликові опори. Обертання передається через зубчастий вінець, закріплений на корпусі барабана, від електромеханічного привода. Не зважаючи на те, що бандажі (сушарки чи печі) мають пружні компенсуючі пристрої, через деформацію барабана внаслідок суттєвого температурного перепаду між його внутрішньою і зовнішньою поверхнями порушується необхідна міжосьова відстань у відкритому зубчастому зачепленні (зубчастий вінець + підвінцева шестерня) і воно піддається підвищеному зносу. Особливо це стосується печей, що мають велику довжину і декілька пар роликоопор. Тут має місце не тільки підвищений знос передачі, а й руйнується футеровка печі та часто виходять з ладу роликоопори.

Для забезпечення стабільності і оптимальності міжосьової відстані в барабанних сушарках можна, наприклад, розробити «плаваючу» підвінцеву шестерню з передачею крутного моменту від привода через шариковий шпindel. Можливим є також варіант розроблення приводних роликів, усуваючи при цьому зубчасте зачеплення, з індивідуальними сучасними приводами. В цьому випадку поверхня роликів виконується з гумовим шаром, що не тільки покращує умови зачеплення, а й розподіляє навантаження між роликооперами і поглинає вібрації.

Значно складніші проблеми мають місце в опорно-поворотній частині трубчатих печей. Тут найбільш доцільним є застосування пружних роликоопор, що мають відповідно розподіляти навантаження між собою. Оскільки реакції в опорах можуть бути не однаковими, то пружні елементи повинні створювати і відповідні протидії. В якості пружних елементів можна застосувати металеві і

неметалеві пружини, повітряні і гідравлічні «подушки» у вигляді циліндрів (а ще краще у вигляді сильфонів, що не потребують ущільнень). Підвінцеву шестерню тут доцільно також розробити «плаваючою» з передачею крутного моменту від привода через шпindel.

Має суттєве значення і розробка заходів щодо зменшення зносу роликів, які зношуються скоріш, ніж бандажі (відповідно відношенню їх діаметрів) і на їх поверхнях створюються жолобчасті виробки. Для усунення цього негативу на ЗАЛК використовують такий спосіб: вісь роликів розташовується під певним кутом до осі печі, що за рахунок сил тертя між бандажами і роликами створює рухову силу, діючу на бандаж і направлену поздовж осі печі, внаслідок чого піч повільно переміщується вгору (вона установлюється похило з кутом нахилу 3-5 градусів) і, отже, бандажі поступово змінюють своє положення відносно роликів. Зворотній рух печі відбувається тоді, коли персонал печі вручну змастить ролики невеликою кількістю мастила. Таким чином зносу підлягає вся ширина більш широкого ролика, запобігаючи створенню на їх поверхні жолобчастих виробок. Цю проблему можна вирішити і іншими способами.

Тема 1.9. Модернізація (удосконалення) обладнання для змішування і огрудкування матеріалів

До цієї групи обладнання відносять змішувачі сухих матеріалів (барабанні та лопатеві), огрудковувачі (барабанні та тарілкові), різноманітні конструкції мішалок та змішувачі тістоподібних мас.

До недоліків барабанних змішувачів сухих сипких матеріалів можна віднести, перш за все, недосконалість опорно-поворотної частини з відкритою передачею, недостатньо висока продуктивність та підвищені енерговитрати.

Напрямом модернізації тут може бути заміна відкритої зубчастої передачі (зубчастий вінець + підвінцева шестерня) на приводні обгумовані роликоопори з сучасними мотор-редукторами, оснащеними електронними системами

регулювання обертів (як це рекомендувалось зробити в барабанних сушарках). Особливо корисним цей захід буде при розташуванні змішувачів на перекриттях, бо дозволить різко знизити вібраційні навантаження на ці перекриття. Що ж стосується підвищення продуктивності та покращення якості змішування, то тут слід розробити новий чи модернізувати існуючий внутрішній додатковий змішувач.

В лопатевих змішувачах основними недоліками є швидкий знос лопатей та застаріла конструкція приводної частини, недостатня захищеність підшипникових вузлів. Для підвищення терміну служіння лопатей можна застосувати сучасні зносостійкі матеріали (як металеві, так і неметалеві), а підшипників – сучасні конструкції ущільнень. В якості приводної частини можна використати, наприклад, хвильові мотор-редуктори, що дозволить дещо знизити енерговитрати.

Що ж стосується барабанних огрудковувачів, то тут слід, перш за все, вирішити проблему отримання однорідних за розміром грудок. В чашевих огрудковувачах це досягається за рахунок того, що через розвантажувальний бортик може перекотитись лише грудка, що досягла певних розмірів. Щось подібне можна застосувати і в барабанних огрудковувачах. Для підвищення продуктивності можна удосконалити конфігурацію внутрішньої робочої поверхні (в багатьох випадках замість циліндричної використовують гребінчасту з декількома усіченими конусами). Інші ж удосконалення можуть бути такими, що і в барабанних змішувачах.

В тарілкових огрудковувачах головним недоліком є те, що через консольне розташування громіздкої чаші виникають вібрації, які негативно позначаються на термінах служіння найбільш навантажених вузлах і деталях. Має сенс удосконалення приводної частини огрудковувача.

Серед змішувачів тістоподібних мас найбільшого поширення набули змішувачі типу «Анод» з Z-подібними валами. Тут удосконалення потребують приводна частина, підшипникові вузли та система розвантаження. Крім того, модернізації можуть підлягати об'єкти лінії подачі та завантаження.

Сюди можуть входити транспортери, скіпові підйомники, живильники та інше обладнання.

Тема 1.10. Модернізація (удосконалення) обладнання для брикетування

Для огрудкування сипких матеріалів у вигляді брикетів найбільшого поширення набули валкові брикет-преси, як найбільш прості в порівнянні з іншими конструкціями пресів неперервної дії.

Головною вимогою, що ставиться перед технологією виробництва брикетів, є забезпечення необхідної міцності брикетів, яка б запобігала їх руйнуванню під час транспортування та завантаження в металургійні агрегати. Міцність брикетів залежить не тільки від вмісту зв'язуючих компонентів (наприклад, вугільний пек), а й від щільності отриманих брикетів, яка безпосередньо залежить від величини питомого тиску, що створюється в пресових комірках. А він, в свою чергу, залежить від тиску в комірках, що розташовані в зоні завантаження матеріалу, тобто, від інтенсивності вихідної підпресовки. Для цього преси оснащуються підпресовщиками. Проте існуючі конструкції підпресовщиків не забезпечують необхідного тиску і тому в пресуючих комірках валків не створюється необхідний робочий тиск і, отже, брикети не отримують достатньої щільності і міцності. Тому тут вкрай важливо створити умови для усунення цих недоліків за рахунок удосконалення існуючих чи розробки нових конструкцій підпресовщиків.

Крім того, доцільно зайнятись і питанням максимального спрощення способу виготовлення пресових комірок на змінних бандажах, що може значно здешевити виготовлення нових пресів і експлуатацію пресів, що діють. Удосконалення приводної частини можна досягти за рахунок застосування сучасних конструкцій електроприводів (наприклад, хвильових мотор-редукторів). Об'єктами удосконалення можуть бути складові елементи ліній завантаження сировини та сортування і транспортування брикетів.

В той же час, найбільш суттєвого підвищення якості брикетів можна досягти за рахунок запровадження кільцевих брикет-пресів, які набули

широкого застосування на зарубіжних провідних підприємствах. На відміну від валкових, де питомий тиск пресування обмежується величиною 100 МПа, в кільцевих пресах тиск може досягти 400 МПа, що дозволяє не тільки отримати брикети високої міцності, але й значно скоротити витрати зв'язуючих і тим самим здешевити продукцію і поліпшити її якість за рахунок зменшення вмісту забруднюючих речовин, якими є зв'язуючі.

Тема 1.11. Обладнання для виробництва агломерату

Агломерація є найбільш продуктивним способом укрупнення (огрудковування) сипких і мілких матеріалів шляхом їх спікання на агломераційних машинах.

Агломераційне виробництво являє собою складний і обширний комплекс обладнання, до складу якого входить обладнання для збереження, видачі, гранулювання, просіювання, транспортування складових шихти, укладки їх на спікальні візки та запалення, обладнання власне агломашини (привод, візки спікання, ущільнення, вакуумна чи дуттева системи), а також обладнання хвостової частини агломашини (дробарки, грохоти, охолоджувачі, агловози і інше). Наймасштабнішого застосування спосіб агломерації набув у доменному виробництві (рис. 1.2).

Про можливі шляхи удосконалення бункерів, затворів, живильників, грануляторів, змішувачів було відзначено вище. Тому зупинимось на аналізі обладнання, що безпосередньо входить до агломашини.

Розпочнемо з розгляду завантажувального пристрою, основним елементом якого є живильник. Використовуються хитні і барабанні живильники. Удосконалення цих елементів і взагалі пристроїв для завантаження має зводитись, головним чином, до того, щоб можна було забезпечити формування оптимального шару шихти, оскільки якісно сформований шар шихти визначає рівень продуктивності машини і якість отриманої продукції.

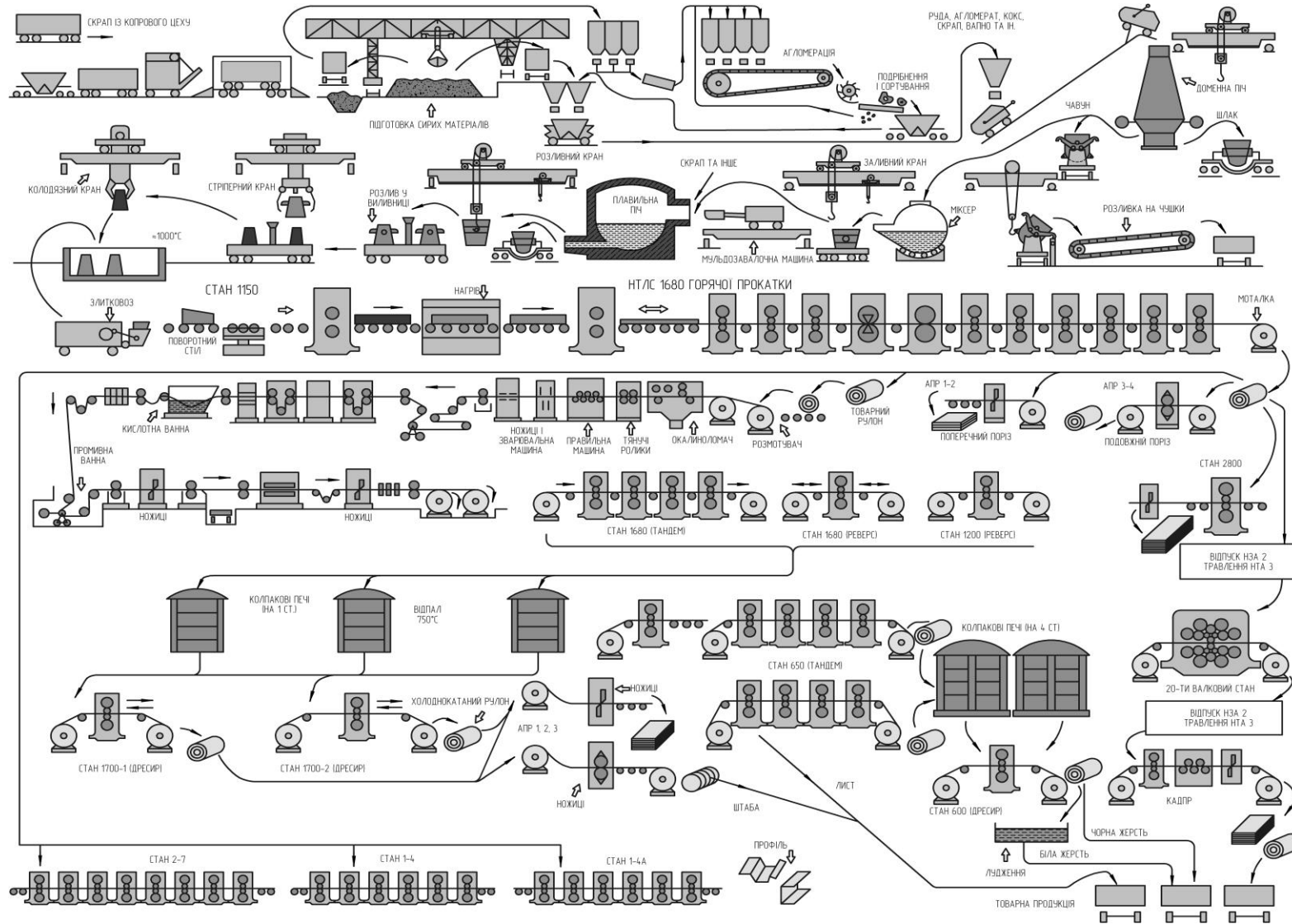


Рисунок 1.2

Апаративно-технологічна схема виробництва сталей повного циклу

Застосовуються агломашины, зазвичай, стрічкові, двох основних типів: вакуумні і дуттєві. У вакуумних машинах, що набули широкого поширення, повітря, кисень якого потрібний для процесу горіння і спікання шихти, проходить через шар шихти згори до низу. Для створення розрідження в камерах, що розташовуються під візками спікання, слугують ексгаустери (своєрідні антивентилятори). Загальновідомим недоліком вакуумних агломашин є те, що через ексгаустер проходять високотемпературні (температура в зоні спікання – 900...1100 °С) і забруднені абразивом газу, які вкрай негативно впливають на його довговічність. Крім того, в несприятливих умовах перебувають ущільнення між візками і вакуумними камерами. А внаслідок перепаду тисків (атмосферного і розрідженого) в ходових котках візків виникають значні за величиною реакції (в порівнянні з реакціями від сили тяжіння візків з шихтою), що негативно відбивається на тривкості котків і енерговитратах машини. До того ж, в цих машинах суттєвіше проявляється недосконалість ущільнюючих вузлів.

Тому при удосконаленні вакуумних машин необхідно, перш за все, звернути увагу на розробку більш ефективних ущільнень, систем охолодження і очищення газів, що мають проходити через ексгаустер. Заслужують на увагу заміна застарілих конструкцій приводів машин на сучасні, що дозволить зменшити енерговитрати, а також підвищення стійкості ущільнень та деталей, що піддаються впливу високих температур і абразивних забруднень з метою підвищення їх довговічності.

На сам кінець можна займатись питанням суттєвого підвищення продуктивності машини (якщо на це є потреба) за рахунок прискорення процесів спікання шихти та охолодження агломерату чи за рахунок збільшення розмірів спікливого поля машини (розширення чи подовження конвеєру).

Що ж стосується обладнання, розташованого після агломашины, то тут удосконалення потребують, перш за все, дробарки для подрібнення агломерату, з метою зменшення відходів (дріб'язку) та підвищення довговічності робочих зубців (ножів).

Тема 1.12. Обладнання для переробки металевго скрапу

Металевий скрап частково використовується в доменних і мартенівських печах, конверторах (40-45%), та майже повністю в електродугових сталеплавильних печах (до 95%). Але перед їх використанням в плавильних агрегатах вони піддаються певній підготовці (поділення на менші шматки, пакетування, брикетування, спікання і т.д.). Для цього на сталеплавильних підприємствах створені копрові цехи (рис. 1.2, 1.3).

Використання підготовленого скрапу (у вигляді пакетів чи порізаного на шматки і володіючого насипною щільністю) скорочує час завалки шихти на 10-12%, підвищує продуктивність сталеплавильних агрегатів на 8-10% і збільшує вихід придатного металу на 1% внаслідок зменшення його угару. А в електродугових печах взагалі неможливо використовувати непідготовлену стружку та ошурки, бо вони в такому вигляді повністю вигорають.

В залежності від виду скрапу обладнання для його переробки поділяється на такі групи:

- машини і агрегати для подрібнення стружки;
- преси для брикетування стружки;
- машини і агрегати для оброблення легковагового крупногабаритного скрапу;
- ножиці і агрегати для подрібнення крупногабаритного скрапу;
- преси для пакетування металевго скрапу;
- обладнання для сортування скрапу.

Для подрібнення стружки використовуються фрезові, конусні, молоткові і валкові стружкодробарки, а також і спеціальні агрегати (наприклад, УДВС-12).

Основними напрямками модернізації цих дробарок можуть бути підвищення продуктивності, якості подрібнення стружки та степеню подрібнення (стосується конусних дробарок), зниження енерговитрат, продовження терміну служіння роботи елементів (фрез, молотків, ножів, валків, поверхонь тертя і т.п.). Підвищення продуктивності можна досягти за рахунок

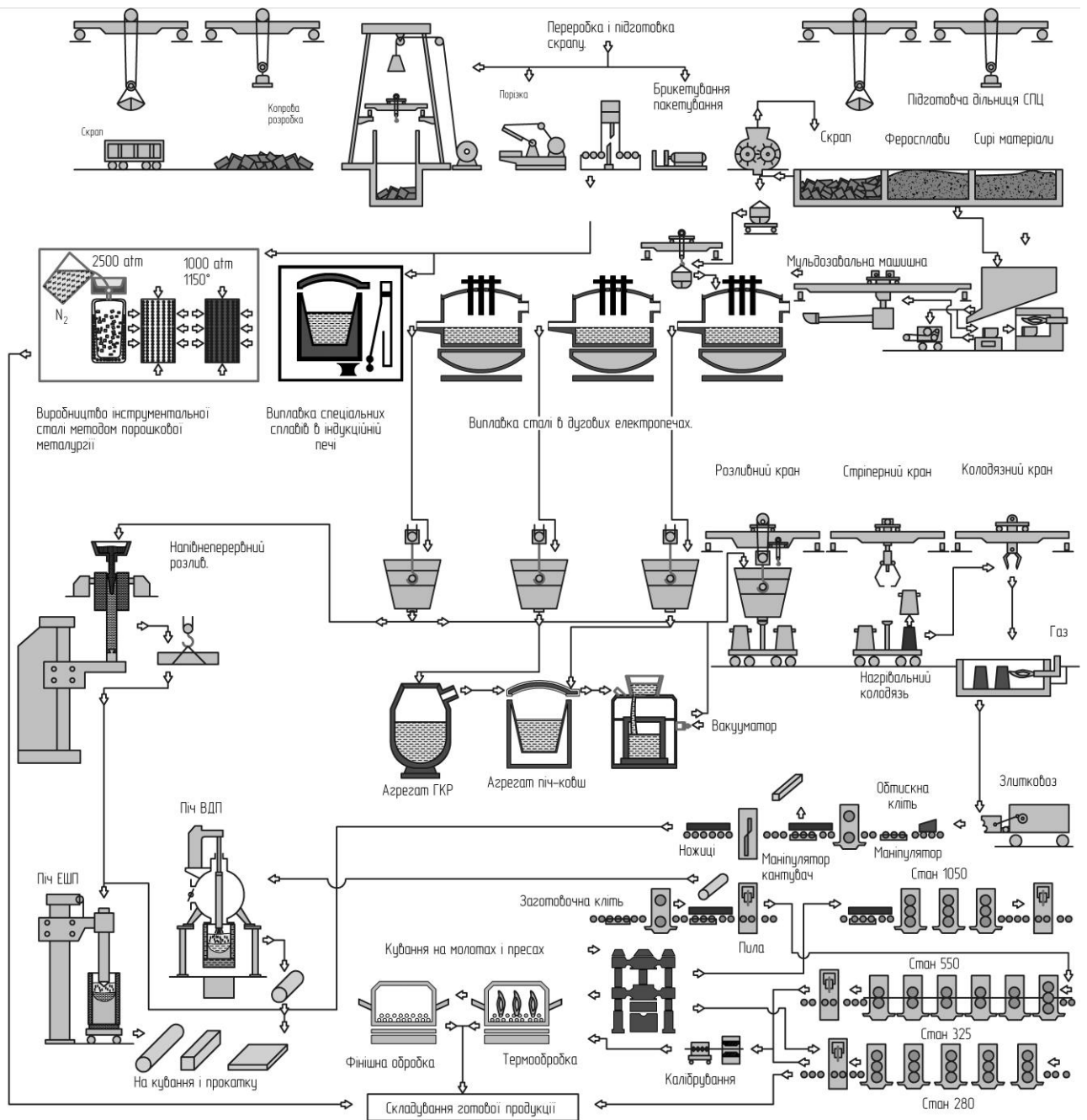


Рисунок 1.3

Апаратурно-технологічна схема виробництва електросталей

підвищення ефективності процесу подрібнення чи за рахунок зміни розмірів і технічних параметрів дробарок. Підвищення якості подрібнення може бути отримано за рахунок удосконалення безпосередньо подрібнюючого інструменту. Знизити енерговитрати можна шляхом підвищення ефективності подрібнення та застосування сучасних типів приводів, захисних елементів, вузлів тертя, мастильних матеріалів і т.д. Зносостійкість робочих елементів можна підвищити через застосування сучасних зносостійких матеріалів. Об'єктами модернізації можуть бути засоби транспортування стружки та механізації обслуговування дробарок.

Для брикетування подрібненої стружки використовуються преси для холодного і гарячого пресування. Самі преси бувають горизонтальні і вертикальні, гідравлічні і електромеханічні. Найбільшого поширення набули гідравлічні преси на зусилля 2,5 – 12,5 МН для холодного брикетування. Маса брикетів складає 2 – 45 кг, продуктивність пресів – 1,1-8,0 т/годину.

Напрямами удосконалення пресів можуть бути підвищення надійності і довговічності ущільнень гідросистеми, зносостійкості безпосередньо елементів брикетування (матриць, пресшайб, пресштемпелів і т.д.), продуктивності пресів і якості продукції за рахунок зменшення гідравлічних опорів і удосконалення елементів зони пресування, зниження енерговитрат шляхом застосування сучасної гідроапаратури, насосів, ущільнень гідроциліндрів (наприклад, застосування фторопластових ущільнень дозволяє знизити сили тертя мінімум в 2 рази). Об'єктом удосконалення може бути і обслуговуюче обладнання пресів (транспортери, живильники, бункери і т.д.).

Складовими агрегатів для оброблення легковагого крупногабаритного лому є: розривна машина, молотовий подрібнювач, барабанні грохоти, барабанна обпалювальна піч, підпресуюча машина, система подаючих і прибираючих конвеєрів. Кожний із цих пристроїв може стати об'єктом удосконалення з метою підвищення їх продуктивності, довговічності, зниження енерговитрат. Найбільш суттєві недоліки мають молотові подрібнювачі: підвищенні витрати електроенергії, велика установочна потужність

електродвигунів подрібнювача, значні простої, пов'язані з обслуговуванням і ремонтом обладнання. Тому тут можна розглядати застосування подрібнювачів інших конструкцій і навіть застосування інших способів (наприклад, кріогенний).

Високопродуктивним й економічним способом оброблення крупногабаритного скрапу є застосування холодного різання ножицями (алігаторні і гідравлічні з верхнім різом).

Удосконалення алігаторних ножиць може полягати в підвищенні міцності і надійності, зниженні енерговитрат, повній механізації допоміжних операцій.

Гідравлічні ножиці по відношенню до алігаторних мають значні переваги: застосування комплексу допоміжних механізмів, що забезпечують повну механізацію робіт, значно вищі зусилля різання і продуктивність. Проте і ці ножиці та їх допоміжні складові потребують удосконалення. Найбільш ефективним заходом тут може стати модернізація гідравлічної системи, включаючи гідроапаратуру, насоси, гідроциліндри із застосуванням сучасних високоефективних розробок, що може знизити енерговитрати не менше, ніж на 15 – 20 %. Поряд з цим можна зайнятись питанням удосконалення окремих деталей і вузлів ножиць, що підлягають впливу великих навантажень та зносу. Предметом удосконалення може бути і допоміжне обладнання з метою підвищення надійності та зниження енерговитрат.

Для пакетування скрапу застосовуються, головними чином, горизонтальні гідравлічні преси, які в залежності від величини зусилля на останньому ступені пресування поділяються на 3 групи: преси малої, середньої і великої потужності. А в залежності від схеми стискання пакету (одним чи двома штемпелями, що діють назустріч один одному) вони поділяються на преси з одностороннім і двостороннім пресуванням. Кращі показники щодо щільності пакетів мають преси з двостороннім пресуванням. Взагалі ж ці преси являють собою складні машини, які складаються з декількох механізмів, кожний з яких може піддаватись удосконаленню. Тут можуть вирішуватись ті ж самі питання, що і в раніш розглянутих брикетировочних пресах.

Поряд з цим можна зайнятись і питаннями зниження сил тертя, що виникають між стінками прес-камер і скрапом під час формування пакетів. Адже при пресуванні на стінки прес-камер діють дуже потужні розпірні зусилля (нормальні зусилля), які під час відносного руху стінок і скрапу створюють значні сили тертя. Це не тільки приводить до непродуктивних витрат електроенергії, але й негативно позначається на щільності пакетів, яка є головним показником якості пресування.

Об'єктом модернізації може бути і обладнання копрів: крани, вантажезахоплюючі пристрої, лебідки та інше.

Тема 1.13. Модернізація (удосконалення) обладнання електродного виробництва

Електродне виробництво (рис. 1.4), як і будь-які інші металургійні виробництва, в своєму складі має і обладнання загального призначення (для доставки, розвантаження, збереження, видачі, живлення, подрібнення, змішування, транспортування і т.д.) і специфічне обладнання спеціального призначення. Оскільки про шляхи удосконалення обладнання загального призначення було сказано вище, то зупинимось лише на розгляді обладнання спеціального призначення, представником якого, перш за все, є преси для виготовлення електродних виробів, що йдуть на потреби металургії (чорної і кольорової).

В електродній промисловості для виробництва усіх видів виробів (електродів, катодних і анодних блоків, антифрикційних виробів, щіток, футеровки і т. інше) використовуються переважно гідравлічні преси, які поділяються на вертикальні і горизонтальні. Вертикальні преси, як правило, призначені для пресування в прес-форму і, отже, для отримання виробів закінченої форми. Преси бувають з верхнім і нижнім розташуванням робочих гідроциліндрів, з обертовим столом, з ручним та автоматичним управлінням.

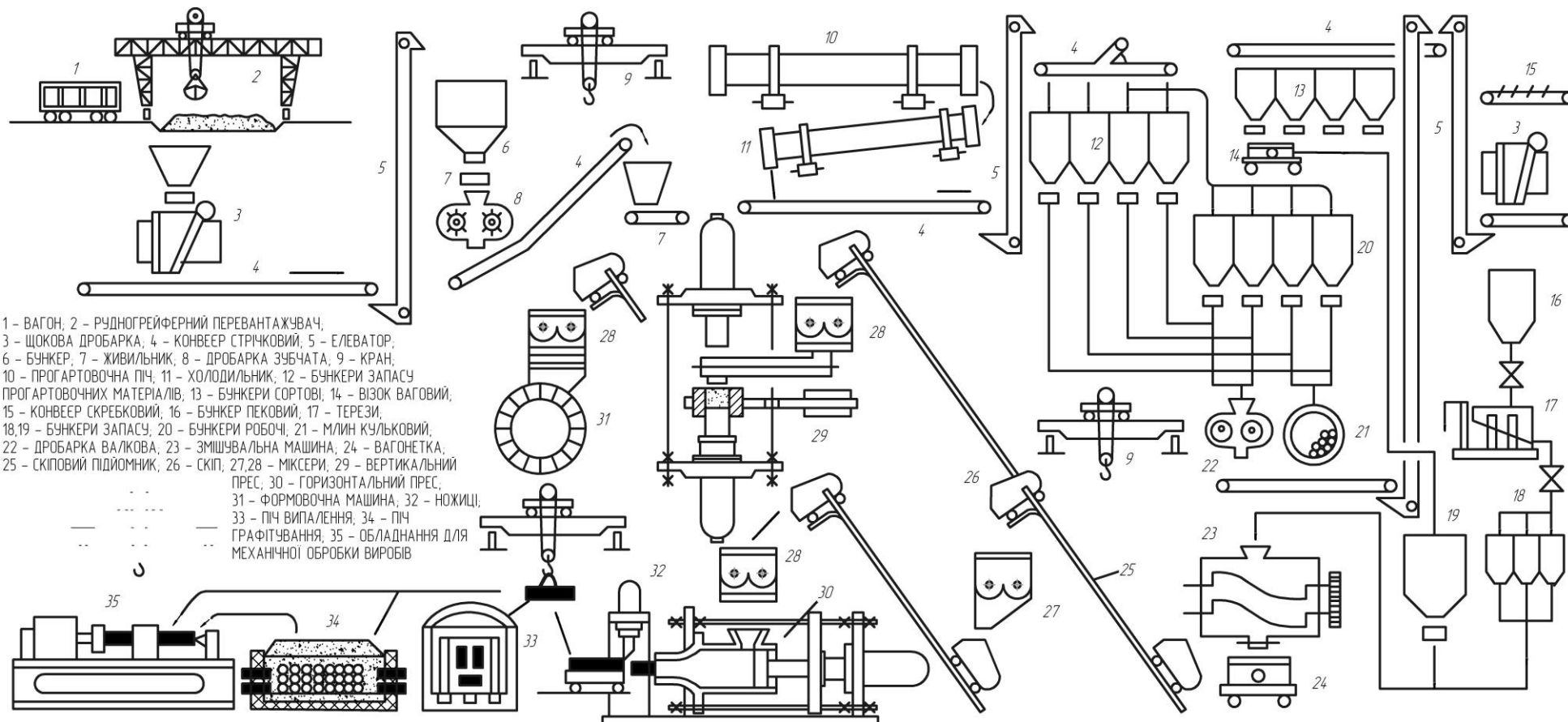


Рисунок 1.4

Апаратурно-технологічна схема електродного і електровугільного виробництва

Горизонтальні преси працюють за принципом видавлювання електродної маси через вузький канал – мундштук. Ще ці преси називаються прошивними. Серед них бувають преси з поворотним і нерухомим контейнером, з підпресуванням і без нього. В образному вигляді прошивний прес можна подати як поршневий пристрій для видавлювання кремової маси для оформлення тортів.

Щоб мати уявлення про розміри і потужність пресів, наведемо показники щодо розмірів виробів. На пресах з пресуванням у прес-форму формують анодні блоки з розмірами 700×1600×1450 мм, а на прошивних – електроди діаметром до 1500 мм і довжиною до 3000 мм.

Об'єктом модернізації тих і інших пресів може бути удосконалення гідросистеми, включаючи маслонапірну станцію, гідроапаратуру, гідроциліндри за рахунок використання сучасних розробок, що дозволить суттєво знизити енерговитрати і підвищити надійність пресів. Проте головним недоліком виробництва електродних виробів є те, що вони не можуть скласти конкуренції зарубіжним виробам по різним показникам.

В першу чергу це стосується електродів, що застосовуються в електродугових сталеплавильних і руднотермічних печах. Одним із показників якості електродів є їх питомі витрати (1 кг електродів на 1 т металу). Так ось цей показник для вітчизняних електродів значно вищий, ніж для електродів провідних зарубіжних виробництв. Значну частину витрат складає руйнування електродів внаслідок дії зовнішніх сил (електродинамічних та суто механічних). Тобто, електроди мають недостатню міцність (в різьбових з'єднаннях, де переріз найменший).

Відомо, що міцність пресованих виробів залежить не тільки від властивостей маси, що підлягає пресуванню, а й від попередньої її щільності в момент початку пресування. Тому використовуються попередня підпресовка (трамбування) маси і чим вона буде щільнішою, тим міцніше буде кінцевий виріб. В горизонтальних пресах з поворотним контейнером (з горизонтального положення у вертикальне) використовується спеціальні пристрої – трамбівки

(статичної чи вібраційної дії), а в пресах з нерухомим контейнером підпресовку здійснюють безпосередньо робочим плунжером. Проте, як показує практика, цього недостатньо для крупногабаритних електродів. В зв'язку з цим виникає задача знайти таке рішення, яке б дозволило досягти більш суттєвих результатів. Одним із варіантів розробки може стати застосування вібрацій під час пресування. Вібрації можуть піддаватись як робочі плунжери, так і мундштуки, або піддавати вібрації електроди на виході із мундштука через спеціальні пристрої (наприклад, через вібраційні кільця).

Удосконаленню може підлягати і інше обладнання пресів: трамбівки, контейнери, мундштуки, ножиці, відкатні візки. Можна проявити раціоналізацію і шляхом упорядкування в цілому ліній для подачі матеріалів до пресів і віддалення готових виробів.

До специфічного обладнання можна також віднести верстати для механічної обробки пресованих виробів, які також можуть підлягати удосконаленню з метою підвищення їх продуктивності, якості продукції, зменшення енерговитрат і т. і. Застарілі зразки можуть підлягати заміні на сучасні, або ж взагалі слід переходити на принципово інші способи оброблення.

Тема 1.14. Модернізація (удосконалення) обладнання вогнетривкого виробництва

У всіх галузях промисловості, де процес виробництва відбувається при високих температурах: виплавляння, прокат, ковка чи термічна обробка чорних і кольорових металів, горіння палива в топках і інше, необхідні вогнетривкі матеріали, що виявляють тривалий опір впливу високих температур.

Вогнетривкі матеріали застосовують при будівництві, а також ремонтах печей для виплавляння і нагрівання металів, отриманні коксу, для футеровки ковшів, при розливанні металів і т. д.

На вогнетривких заводах виготовляють вогнетривкі вироби різного призначення, різноманітних геометричних форм і типорозмірів і з різними

фізико-хімічними властивостями.

Вогнетривке виробництво, як і будь-яке інше виробництво металургійного напрямку, має в своєму складі велику кількість обладнання загального призначення: для подрібнення (дробарки, млини); для сортування і очищення (грохоти, сортувальники); збереження і видачі матеріалів (бункери, силоси, живильники, дозатори); змішування (змішувачі, бігунки, мішалки).

Для дроблення застосовуються шокові, конусні, валкові, молоткові дробарки, глинодробильні зубчасті валки та глиностругальні стругачі, а для розмолу шарові, трубчаті млини, дезінтегратори і бігуни.

Для живлення і дозування матеріалів застосовуються пластинчаті, стрічкові, колосникові, хитні, тарілкові (дискові), гвинтові і барабанні живильники, вагові дозатори.

Для змішування матеріалів застосовуються лопатеві змішувачі, змішуючі бігуни, планетарні бігункові змішувачі, відцентрові змішуючі бігуни, мішалки для різних мас.

Все перераховане вище обладнання може бути об'єктами удосконалення, напрями якого вказано вище. Проте, враховуючи специфіку виробництва, можна удосконалювати це обладнання і іншим чином.

До специфічного обладнання можна віднести обладнання для формування вогнетривких виробів та обладнання для їх температурної обробки.

Пресове обладнання поділяється на дві основні групи: обладнання для пластичного способу формування виробів і обладнання для напівсухого та сухого способів формування.

До першої групи відносяться шнекові стрічкові та стрічкові вакуумні преси, які оснащуються ріжучими станками для нарізки виходячої із мундштука стрічкового преса неперервної стрічки переробленої маси на окремі заготовки необхідної товщини та допресовочні преси: конструкцій Самаріна, Співака, фрикційні.

В шнекових пресах (звичайних і вакуумних) пластична маса витісняється через спеціальний отвір (мундштук) за допомогою тиску. Форма отвору

визначає форму поперечного розрізу заготовки. Одним із недоліків звичайного стрічкового преса є те, що в масу під час пресування попадає повітря, що негативно впливає на якість виробів. Тому, щоб запобігти цьому явищу використовують вакуумні стрічкові преси, в яких передбачається вакуумування маси в герметично закритій камері. Принцип дії преса полягає в тому, що маса вижимається шнеком не в пресову голівку, як в звичайних пресах, а продавлюється у вигляді тонких шматочків в вакуум-камеру, із якої повітря відсмоктується спеціальним насосом.

Головним напрямом удосконалення шнекових стрічкових пресів є підвищення зносостійкості робочих поверхонь шнеків та пресових камер мундштуків.

Робочим органом різальних верстатів є смички з натягнутою на них ріжучою струною, а основними механізмами є механізм для створення зворотно-поступального руху смичка, механізм для створення обертального руху приводного смичкового вала і механізм для синхронізації зворотно-поступального руху смичка і обертового руху смичкового вала. В роторних ріжучих автоматах поріз здійснюється багатострунним ротором.

Допресовочні преси застосовуються для покращення якості отриманих на стрічкових пресах вогнетривких виробів, а також для отримання виробів з точно заданими розмірами і чіткими лініями ребер і кутів. Загальним для всіх допресовочних пресів є порівняно невеликий питомий тиск, що виникає під час допресування виробів (до 2,0...4,0 МПа). Пресування відбувається тут в замкненій камері-пресформі з верхнім пуансоном, рух якому передається від ексцентрика, а останній приводиться в рух електродвигуном через зубчасте зачеплення. Для видалення виробів днище виконується з'ємним і виріб виштовхується нижнім пуансоном. В фрикційному пресі робочий пуансон приводиться в рух від гвинтової передачі з поступально рухомою гайкою (вмонтована в рухомій траверсі). На верхній частині гвинта закріплено маховик, поверхня якого покривається фрикційним матеріалом. Маховик приводиться в рух фрикційними дисками, обертання яким передається від

електродвигуна через ремінну передачу.

Преси для напівсухого і сухого способів формування виробів розподіляються за наступними ознаками:

- за способами і режимами пресування (одностороннє і двостороннє пресування; одноступінчасте і багатоступінчасте пресування; швидкість стискання);
- за принципом дії (механічні та гідравлічні преси);
- за конструкцією (колінчато-важельні преси; преси з періодичним обертовим столом; гідравлічні преси з періодичним обертанням стола; гідравлічні преси з нерухомим столом; механіко-гідравлічні преси; фрикційні преси).

Преси для напівсухого і сухого пресування застосовують для виготовлення алюмосилікатних, магнезитових, хромомагнезитових, смолодоломітових і динасових виробів. Якщо в пресах пластичного (мокрого) пресування необхідний тиск не перевищує декількох МПа, то в пресах напівсухого і сухого пресування тиск пресування має досягати 16,0... 160,0 МПа. Тому тут і вимоги до пресів (з погляду на їх надійність і довговічність) значно вищі. Значно складніше тут і отримати високоякісні вироби.

Тому при удосконаленні пресового обладнання слід, перш за все, приділяти увагу удосконаленню пресового обладнання для напівсухого і сухого способів формування.

Для напівсухого пресування переважно застосовуються колінчато-важельні преси з зусиллям пресування 2,2; 4,25 і 6,3 МН. Кожний із цих пресів являє собою складну механічну систему з електромеханічним приводом, в склад якого входить електродвигун, ремінна передача, дві двосхідцеві зубчасті передачі та колінчатий вал, з'єднаний з шатуном, що через систему важелів приводить в рух верхній пуансон. Нижній пуансон в пресі зусиллям 2,2 МН оснащено гвинтовою передачею для коригування його положення. В пресі зусиллям 4,25 МН нижній пуансон, крім того, що має коригування його

положення, оснащено рухомою траверсою та системою важелів з кінцевим роликом, контактуючим з приводною профільною напрямною. Завдяки цьому забезпечується автоматичне виштовхування виробів.

Аналогічну будову мають колінчато-важільні преси на зусилля 6,3 і 12,5 МН за винятком окремих конструктивних рішень.

Поряд з цими пресами застосовуються колінчато-важільні преси з періодично обертовим столом на зусилля 1,2 – 1,5 МН, які поділяються на восьми- і шістнадцятигніздові преси.

Метою удосконалення цих пресів може бути підвищення їх продуктивності, якості пресування виробів, надійності пресів та довговічності тяжко навантажених деталей, зниження енерговитрат.

Якщо шляхи підвищення продуктивності пресів загалом зрозумілі (скорочення часу на завантаження маси, її пресування, віддалення готових виробів, збільшення виробів, що кількості одночасно підлягають пресуванню), то заходи щодо підвищення якості виробів потребують деяких пояснень.

Відомо, що ущільнення маси в міру віддалення від пресуючої поверхні пуансонів буде зменшуватись в зв'язку з втратою тиску, що витрачається на внутрішнє тертя матеріалу, а також на тертя між матеріалом і стінками прес-форми. Таким чином, ущільнення маси виходить нерівномірним: шари, що прилягають до пресуючої поверхні штемпеля, найбільш ущільнені (запресовані), а шари, найбільш віддалені від неї, найменш ущільнені. Збільшуючи протяжність і багаторазовість пресування чи і те, і інше разом, можна досягти більш рівномірного ущільнення маси. Чим більше часу маса стискується пуансоном, тим більше повітря встигає вийти через зазори між штемпельними поверхнями і прес-формою і тим краще буде зв'язаність сирого виробу. Більш рівномірна щільність також отримується при зменшенні товщини виробів, що пресуються.

В значній мірі підвищенню щільності виробів сприяє двостороннє пресування. Воно досягається зустрічним рухом пресуючих пуансонів, між якими в прес-формі ущільнюється маса. Аналогічні результати можливо

отримати при односторонньому русі одного пресуючого пуансона, але із застосуванням «плаваючої прес-форми», яка під час пресування рухається в напрямку зусилля пресування. Тут при русі пуансона спочатку відбувається одностороннє пресування з ущільненням маси, що прилягає до пуансона. В міру ущільнення збільшується тертя між масою і стінками прес-форми і прес-форма розпочинає рухатись, насаджуючись на нерухомий пуансон ущільнюючи тим самим шари маси, що прилягають до нього. Рух «плаваючої прес-форми» на зустріч нерухомому пуансону продовжується до того часу, поки, шари маси, що примикають до цього пуансона, не ущільняться до такої міри що і шари маси, що примикають до рухомого пуансона.

Звідси виходить, що високу якість виробів можна отримати за рахунок максимального віддалення повітря, зниження сил тертя між масою і стінками прес-форми та застосування двостороннього пресування. До цього додамо, що підвищенню ущільнення може сприяти і застосування вібрацій. Ось в цьому напрямі і слід знаходити шляхи підвищення якості виробів.

Що ж стосується підвищення надійності та довговічності, то тут слід звернути увагу, перш за все, на важко навантаженні вузли та деталі: колінвали, важелі, штанги, зубчасте зачеплення і т.д. Вирішення цієї задачі можна досягти як за рахунок зміни конструкції (форми, розмірів), так і за рахунок застосування сучасних матеріалів.

Поряд з цим можна зайнятись і підвищенням зносостійкості робочих поверхонь пуансонів і прес-форм шляхом застосування змащення, сучасних матеріалів та покрить. Заслуговує на увагу і удосконалення приводної частини пресів.

Гідравлічні преси можуть створювати значно більші зусилля пресування (до 60 МН) і в той же час мають значно простішу конструкцію за рахунок застосування гідроприводів поступальної дії. Тому тут головним напрямом удосконалення може бути оновлення гідравлічних елементів систем із заміною їх на сучасні (насоси, акумулятори, розподільча та реєструюча апаратури), які відрізняються від існуючих значно вищою надійністю і меншою

енергомісткістю. Позитивним може бути і застосування сучасних розробок ущільнення гідроциліндрів.

Об'єктом удосконалення може бути і обладнання сушил і печей.

Для сушки глини, каоліну і хроміту використовуються сушильні барабани, які подібні за конструкцією барабанним сушилам і трубчатим печам, і мають ті ж самі недоліки. Тому і шляхи їх удосконалення можуть бути такими ж.

Для сушіння вогнетривких виробів, як правило, застосовують тунельні сушилки. Об'єктами удосконалення тут можуть бути вагонетки, штовхачі (індивідуальні, групові, тросові, гвинтові, рейкові), тягачі, електролафети та інше.

Для обжигу магнезиту, доломіту і алюмосилікатної сировини застосовують обертові трубні печі. На їх поширюються ті ж недоліки, що і на печі, які розглянуті в темі 8. Крім печей об'єктами удосконалення можуть бути механізми завантаження і розвантаження шихти.

Конкретно на підприємстві ВАТ «Запоріжвогнетрив» використовується наступне основне обладнання.

Цех шамотних виробів. Пресова дільниця укомплектована гідравлічними пресами «Лайс-Бухер» (зусиллям 16,0 МН) і DRP-350 та механічними пресами CM 1085 з системою люлькових конвеєрів, які транспортують напівфабрикат виробів до сажових місць. Для термічної обробки застосовуються тунельні печі довжиною 87 і 168 м з автоматичним процесом обпалення. Для виготовлення особливо складних фасонних виробів і сталерозливних припасів застосовується обладнання для пластичного пресування.

Цех високоглиноземистих виробів. Продукція цеху використовується для футеровки повітряних нагрівачів доменних печей, трубопроводів гарячого дуття і позапічної обробки сталі і інших теплових агрегатів. В якості пресового обладнання застосовуються вітчизняні преси та гідравлічні преси фірми «Лайс-Бухер». Обпалення виробів здійснюється в тунельній печі довжиною 156 м і в сушилах довжиною 45 м.

Шамотообпалювальний цех. В цеху встановлено три обертові трубчасті

печі діаметром 3 м і довжиною 60 м.

Цех магнезійних виробів. Цех виробляє широкий асортимент периклазових, периклазохромитових, хромитопериклазових і периклазиво-вуглецевих виробів і неформованих вогнетривких матеріалів, що застосовуються для футеровки мартенівських, електросталеплавильних печей, конверторів, обертових печей і інших теплових агрегатів.

Виробництво оснащено гідравлічними пресами фірми «Лайс-Бухер» з зусиллям 12,5; 16,0; 20,0; 25,0 МН. Обпалення проводиться в тунельних печах довжиною 156 м.

Тема 1.15. Модернізація (удосконалення) коксохімічного виробництва

Коксохімічна промисловість є важливою галуззю, без якої не зможуть функціонувати базові галузі: металургійна та машинобудівна.

Коксохімічне виробництво характеризується неперервністю процесів, що проходять в умовах високих температур, агресивних і корозійних середовищ, ці експлуатаційні особливості вимагають високої надійності обладнання, яка може бути забезпечена при умові його якісного виготовлення і монтажу, висококваліфікованого обслуговування, якісного і своєчасного ремонту і удосконалення.

Все обладнання коксохімічного виробництва можна розподілити за призначенням цехів: обладнання вуглепідготовчих цехів; обладнання коксових цехів; обладнання хімічних цехів. Розглянемо лише обладнання двох перших цехів (рис. 1.5).

В склад вуглепідготовчих цехів входить наступне обладнання: вагоноперекидачі (частіше стаціонарні); штовхачі вагонів; кранові перевантажувачі; бункерне господарство; обладнання для попереднього подрібнення вугілля (дробарки валкові та барабанні); обладнання для дозування вугілля (дозувальні столи, автодозатори); обладнання для поділення вугілля за крупністю (грохоти з нерухомими та рухомими робочими поверхнями (хитні,

ВИРОБНИЦТВО КОКСУ

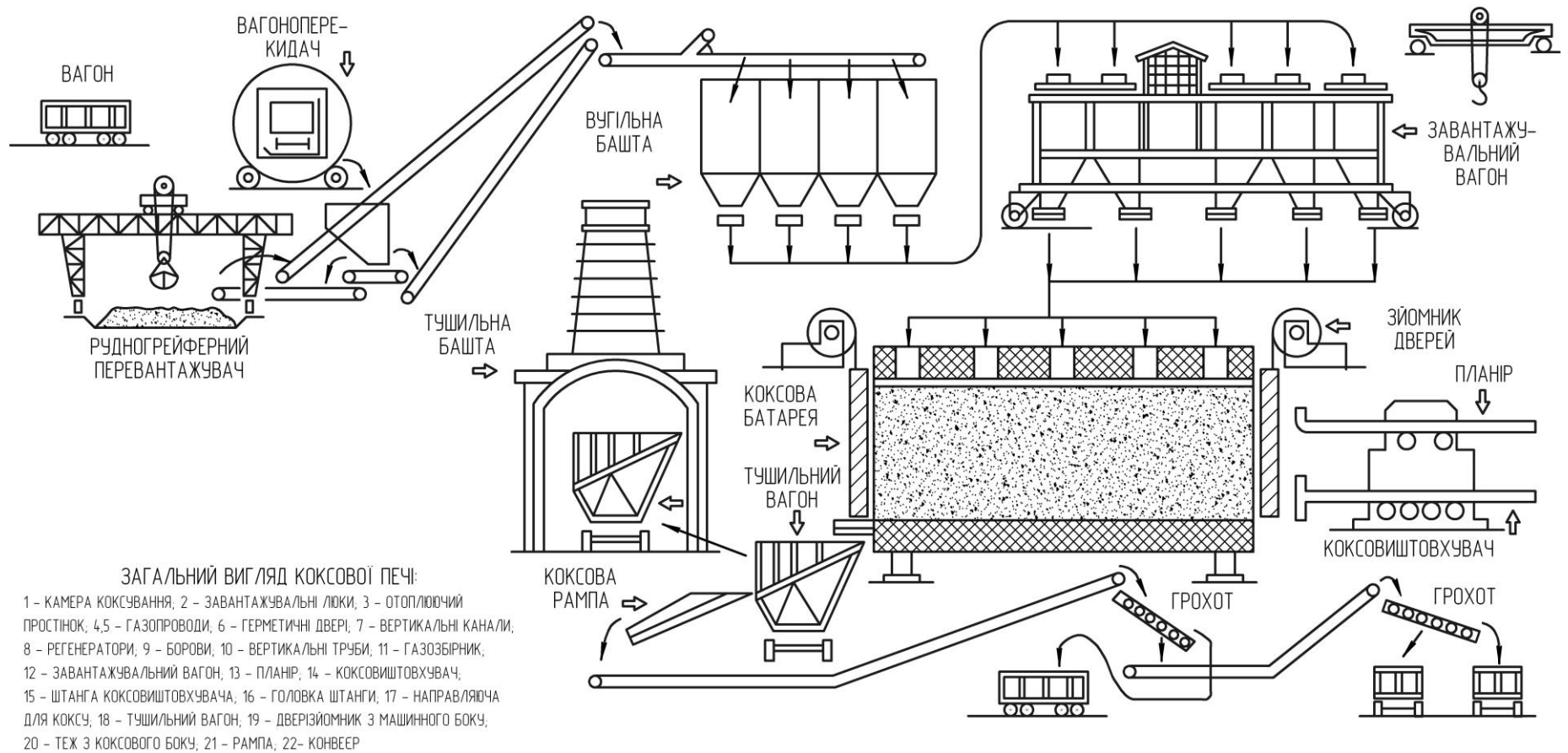


Рисунок 1.5

Апаратурно-технологічна схема виробництва коксу

напіввібраційні, вібраційні і т.д.)); обладнання для збагачення вугілля (відсадні та флотаційні машини, сепаратори); обладнання для обезводнювання вугілля (дугові сита, елеватори); обладнання для згущення і фільтрації шлаку (згущувачі, вакуум-фільтри, центрифуги); сушилки (частіш барабанні); обладнання для остаточного подрібнення вугілля: дробарки (молоткові); змішуючі машини дезинтеграторного типу, вугільна башта (з системами транспортування, завантаження і розвантаження вугілля).

Таким чином, як бачимо, це обладнання (за окремим винятком) можна віднести до обладнання загального призначення, шляхи удосконалення якого було розглянуто в попередніх темах. Тому далі розглядатимемо тільки обладнання спеціального призначення, до якого можна віднести:

- обладнання власне печей (газоповітряні клапани, арматура системи опалення, кантуючі пристрої системи змінення потоку газів, анкераж печей, двері із затворами, стояки і газозбірники, перекидні газопроводи);

- вугільні башти;
- вуглезавантажувальні вагони;
- коксовиштовхувачі;
- пристрої для знімання дверей;
- тушильні вагони та установки.

Вугільні башти являють собою систему бункерів, оснащених затворами, що управляють механізмами відкриття і закривання, які розташовуються на вуглезавантажувальному вагоні. Число цих механізмів визначається числом бункерів.

Крім цих механізмів *вуглезавантажувальний вагон* має такі механізми: *переміщення вагона; зняття і установки кришок люків коксових батарей; затворів і телескопів; чистки столів.*

Вагон переміщується по рейковому шляху, укладеному на металевих опорах над коксовими батареями. *Ходова частина вагона* має балансири ходових коліс з індивідуальними приводами. Удосконалення тут може полягати в заміні існуючих приводів на сучасні (мотор-редуктори) та в зниженні зносу

рейок і коліс.

Люкознімні механізми можуть виконуватись з електромеханічним захватом: гідравлічним, пневматичним і електромеханічним приводом. Вони установлюються на вагоні знизу біля кожного випускного отвору і виконують наступні операції: зчеплення головки захвату з кришкою завантажувального люка коксової батареї; розрив часових зв'язків між кришкою і рамою завантажувального люка; зняття кришок з підйомом і відверненням в бік; збирання шихти навколо люка; очищення і притирання робочих поверхонь кришки і рами люка; установлення кришки в раму люка.

Кожний механізм має свій індивідуальний привод. Зокрема на Запорізькому заводі застосовуються механізми консольно-поворотного типу з електромеханічними приводами. Проте, хоча такий механізм і визнається кращим, він не враховує можливості забезпечення механізмами переміщення вагона необхідної точності позиціонування. Внаслідок цього стикування робочого органу механізму з кришкою люка часто відбувається з ударяннями, що призводить до пошкодження самого механізму. Тому тут, як один із можливих варіантів удосконалення, необхідно змінити систему підвіски робочого органу таким чином, щоб під час його стикування з кришкою поглиналися або згладжувалися ударні навантаження. Можна також тут удосконалити окремі вузли і деталі, сам привод.

Затвори на бункерах вагонів мають самостійні приводи (частіше сектори), що потребують підвищення їх зносостійкості. Управління затворами і телескопами (служить для направлення шихти із бункерів вагона в коксову піч, а також для запобігання її просипання зверху печі) здійснюється через достатньо складну важільну систему з великою кількістю шарнірних з'єднань від електромеханічного привода. Тут можна зайнятись спрощенням конструкції, захистом шарнірних з'єднань, заміною привода на сучасні конструкції (наприклад, на мотор-редуктори).

Механізми для чищення стояків установлені на обслуговуючій площадці вагона і призначені для очищення внутрішньої поверхні стояків від графітових

відкладень, які створюються при проходженні коксового газу із камери коксування в газозбірник.

Існують декілька конструкцій механізмів чищення стояків: з поворотною стрілою конструкції інж. Б.В. Березіна, з напрямною стрілою конструкції Коксохіммашу і Орського машинобудівного заводу.

В конструктивному виконанні механізми мають суттєві відмінності. Механізм з поворотною стрілою відрізняється простотою виконання, мінімальними габаритами і невеликою масою. Суттєвим недоліком є те, що виникає необхідність в застосуванні ручної праці при направленні робочого органу (йоржа) в стояк.

Механізм конструкції інж. Б.В. Березіна усуває необхідність застосування ручної праці, але його конструкція є більш громіздкою і має більші габарити і масу.

Механізм з напрямною стрілою конструктивно простіший, більш надійний в роботі.

Але кожний із них потребує удосконалення стосовно зниження зносу поверхонь тертя, застосування сучасних передач і приводів.

Коксовиштовхувачі розташовуються з машинного боку коксових печей і переміщуються по спеціальному рейковому шляху, укладеному поздовж фронту коксових батарей, і мають наступні механізми і пристрої: механізм переміщення, дверезнімний пристрій; механізм переміщення дверезнімної штанги; механізм відгвинчування і загвинчування ригельних гвинтів; механізм зриву дверей; пристрій для виштовхування коксу; пристрій для обезграфічування; планерний пристрій; механізми відкривання і закривання планерних дверцят.

Металоконструкція коксовиштовхувача спирається на ходову частину машини, яка складається з ходового і приводного пристроїв. Ходовий пристрій має ведучі і ведені ходові колеса. Кожний балансирний візок має по двоє коліс. Привод колес складається з електродвигуна, відритої і закритої зубчастих передач, муфт, гальма.

Механізм переміщення піддається багаторазовим динамічним навантаженням, що виникають під час розгону та гальмування. Крім того, ходові колеса і балансири сприймають суттєві горизонтальні зусилля під час видачі коксу. При розбурюванні коксової печі розжарений кокс із камери попадає на рейку, відбувається вигоряння напівшпалків рейок, що в свою чергу призводить до однієї місцевої просадки рейок і забрудненості шляху. Ці недоліки значно впливають на нормальні умови експлуатації механізму переміщення, знижують надійність його вузлів і деталей. Усунення цих недоліків і може стати метою удосконалення. Крім цього можна також використати і сучасні передачі і приводи, розробити заходи щодо зниження сил тертя між ребордами коліс і рейками.

Дверезнімний пристрій призначається для знімання і установки дверей коксової печі, для очищення дверей, броней і рам від смолистих відкладень і інших продуктів коксування.

Типовий дверезнімний пристрій складається з опорної рами, штанги, механізму переміщення дверезнімної штанги, поворотної дверезнімної головки, на якій встановленні механізми відгвинчування та загвинчування ригельних гвинтів, зриву дверей, повороту дверей, чищення дверей, чищення броней і рами. Поворот головки може здійснюватись на 180° . Сама ж головка – поворотна рама кріпиться шарнірно до передньої (С-подібної) частини штанги, яка спирається двома ходовими роликами на рейки. Хвостова частина штанги переміщується між верхніми, нижніми і боковими роликами, закріпленими на опорній рамі.

Переміщення дверезнімної штанги здійснюється спеціальним механізмом, привод якого встановлений на хитній рамі, закріпленій на металоконструкції коксовиштовхувача. Для переміщення штанги за допомогою електромеханічного привода поширення набули механізми з кривошипно-шатунною передачею і черв'ячно-гвинтовим редуктором. Кращим з них визнано перший. Основною його перевагою є плавний підвід дверей до печі при середній швидкості переміщення дверезнімної штанги $0,263$ м/с, кутовій

швидкості кривошипа $0,289 \text{ c}^{-1}$ і куту повороту 180° . Проте, поряд з цим, при роботі механізму створюються надмірно великі зусилля в окремих ланках, що призводить до руйнування деталей і розхитування металоконструкції. Тому, саме з цих позицій, перевагу має механізм з черв'ячно-гвинтовою передачею. Але, як на наш погляд, тут краще застосовувати інший тип привода (наприклад, пневматичний обертової чи прямолінійної дії).

В процесі коксування вугільної шихти в печі, в місцях з'єднання дверей з армованою рамою, відбувається відкладення смоли, утворення нагару, а також щільне прилягання коксового пирога до футеровки дверей. Внаслідок цього спостерігається «прикіпання» дверей, тобто створюються часові зв'язки між дверима, армованою рамою і коксовим пирогом.

Порушення цих зв'язків здійснюється зривом дверей, тобто їх підйомом на 10-15 мм над порогом армованої рами. Механізм зриву являє собою важільну систему з верхніми і нижніми захватами, що здійснюють вертикальне переміщення з деякими зміщеннями від вертикальної осі. Рух приводному важелю передається від електродвигуна, черв'ячний редуктор і гвинтову передачу (рухома гайка). Загальний хід захватів – в межах 130 мм. Недоліки механізму такі. Підйом дверей вище 45 мм може призвести до руйнування відгвинчуючої головки. Опускання дверей більше, ніж на 85 мм, може призвести до зривання дверей із захватів, в наслідок чого відбудеться руйнування відгвинчуючих головок механізму відгвинчування ригельних гвинтів, бо вони будуть перебувати в зачепленні з гвинтом ригеля. Для усунення цих недоліків можна або удосконалити окремі вузли, або взагалі розробити нову конструкцію на базі інших приводів.

Герметизація коксових печей, після встановлення дверей, здійснюється за допомогою *гвинтових запірних пристроїв*. Обертання ригельного гвинта за годинниковою стрілкою дозволяє відвести ригель від крюків армованої рами, тим самим коксова піч розгерметизується, обертання гвинтів проти годинникової стрілки призводить до щільного установаження дверей – до герметизації печі.

На *дверезнімних пристроях* коксовиштовхувачів і *дверезнімних машин* для виконання вказаних операцій змонтовано по двоє спеціальних *механізмів* *відгвинчування і загвинчування ригельних гвинтів*.

Типовий механізм складається із електродвигуна, циліндричного триступінчастого редуктора, на тихохідному валу якого закріплено кардан, відгвинчуючої головки ригельного гвинта. В середині головки змонтовано поршневий масляний насос, призначений для автоматичної подачі змащення через центровий і радіальний отвори ригельного гвинта до різьби.

Пом'якшення можливих ударів при підводі відгвинчуючої головки до хвостовика ригельного гвинта забезпечує гумовий буфер і пружина з робочим ходом 50 мм. Четверо резинових (гумових) буферів утримують головки в центральному положенні.

Для обмеження крутного моменту в циліндричному триступінчастому редукторі встановлена дискова фрикційна муфта з регулювальним гвинтом.

При подачі пристрою на двері ключ головки ловить гвинт, автоматично подається змащення із насосу через маслянку в центральний отвір гвинта. Після вмикання електродвигуна ригельний гвинт вгвинчується в гайку дверей, ригель вивільнюється від навантаження, при цьому захват повертає ригель, виводячи його із крюків армованої рами.

При встановленні дверей крутний момент на гвинті обмежується фрикційною муфтою редуктора, при знятті дверей фрикційна муфта автоматично вимикається. Величина крутного моменту регулюється регулювальним гвинтом.

Об'єктом удосконалення тут можуть бути як окремі деталі (демпфери, пружини, ущільнення і т.д.), так і приводна частина в цілому.

Поворот дверезнімної головки здійснюється електродвигуном, з'єднаним з бистрохідним валом циліндро-черв'ячного редуктора, а на вихідному валу закріплена шестерня, яка входить в зачеплення з нерухомим зубчастим сектором. Тобто, тут привод рухається разом з рамою головки.

Після відведення дверезнімного пристрою з дверима від печі на 2000 мм

із кабіни машиніста вмикається *механізм повороту* для встановлення дверей напроти *механізму очищення*. Сам процес очищення призначається для забезпечення герметизації камер коксування.

Для очищення рам частіше використовуються механізми із зворотно-поступальним рухом робочих органів. Основними вузлами одного із таких механізмів є опорний пристрій, за допомогою якого механізм встановлено на поворотній рамі дверезнімного пристрою: рама з змонтованим на ній теплоізоляційним екраном; робочі органи і пристрої; електромеханічний привод.

Очищення проводиться чотирма металевими скребачками, встановленими на рухомій каретці, яка прикріплена до двох роликів ланцюгів і може здійснювати зворотно-поступальний рух. Натяг ланцюгів здійснюється пружинами. Переміщується каретка на роликах в напрямних. Привод складається з електродвигуна і циліндричного редуктора, який з'єднаний через муфту з приводними зірочками ланцюгової передачі.

Очищення дверей здійснюється *механізмами з коловим рухом робочих органів* по усьому периметру очищувальної поверхні цеглотримачів і ущільнень рами. Такі механізми застосовують для очищення дверей як з коксового, так і машинного боків батареї.

Робочими органами механізму очищення дверей є щітки, виготовленні з відрізків сталевих канатів і встановлені на бокових і торцевих каретках, що переміщуються по направляючим вертикально за допомогою втулково-роликових ланцюгів. На кожній гілці ланцюга закріплено по чотири щітки. Рух передається від електродвигуна через черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу. Привод оснащено командоапаратом, що слугує для фіксування кінцевих положень кареток. Тут напрямом удосконалення може стати система змащення, захист рухомих з'єднань, привод з заміною його на сучасний мотор-редуктор з метою підвищення ККД і усунення його надлишкових елементів.

Виштовхування коксового пирога із печі через коксонапряму здійснюється спеціальним пристроєм – *пристроєм для виштовхування коксу*,

змонтованого на робочій площадці коксовиштовхувача.

Основними вузлами пристрою для виштовхування коксу є виштовхувальна штанга, опорні стійки та механізм переміщення штанги. Штанга рухається між опорними і центральними роликami, розташованими на чотирьох стояках. До головної частини штанги прикріплена головка, а з нижньої – зубчаста рейка, яка приводиться в рух від електромеханічного привода за допомогою рейкової шестерні. Крім того, зважаючи на можливість виходу із ладу електродвигуна, в механізмі передбачено пневмомотор з окремим редуктором. Перехід від двигуна до пневмомотора здійснюється за допомогою ковзної шестерні, яка з'єднує вихідну шестерню на редукторі пневмомотора і шестерню на вхідному валу основного редуктора. Таке рішення не є оптимальним і може підлягати удосконаленню шляхом змінення компоновки приводної частини, застосування двигунів високої надійності, перехід взагалі на інші типи приводів.

Крім того слід враховувати те, що виштовхувальна штанга працює при дуже важких умовах. Під час виштовхування коксового пирога вона перебуває приблизно 2 хвилини в печі, нагрітій до 1000°C , потім охолоджується при температурі навколишнього середовища і так згідно з графіком роботи печей кожні 8-10 хвилин, що створює в матеріалі великі термічні напруження. До того ж, при виштовхуванні коксу одночасно з температурною дією штанга сприймає значні механічні навантаження як в поперечному, так і поздовжньому напрямках. Так, наприклад, сили опору, прикладені до головки штанги, при переміщенні коксового пирога досягають 400 кН.

Обезграфічуючий пристрій призначається для видалення графітових відкладень на вільних від шихти ділянок стінок на склепінні печі. Застосовуються механічний і пневматичний способи.

При механічному способі віддалення графітових відкладень здійснюється сталевими різцями-графіторізами, замкненими в обоймі і установленими на голівці штанги коксовиштовхувача. В процесі виштовхування коксу одночасно відбувається механічне віддалення графіту, такий спосіб є малоефективним, бо

не повністю віддаляє графіт, особливо в підсклепіневому просторі печі і її завантажувальних воронках. Крім того, механічне відділення графіту діє руйнуючи на футеровку печі і вимагає частих регулювань різців по висоті.

Пневматичний спосіб побудовано на випалюванні графіту і здуванні його стисненим повітрям, яке подають в піч під час виштовхування коксу із камери печі. Проте тут далеко до досконалості. Тому основним напрямом удосконалення цього процесу має стати розробка нового рішення, що може базуватись на власній ідеї або ідеях інших авторів. Для цього слід зробити широкий огляд патентів та свідоцтв на винаходи.

Планерний пристрій призначається для рівномірного розподілення шихти по всій поверхні внутрішнього простору печі і встановлюється на верхній площадці коксовиштовхувача.

Робочим органом типового планера є планерна штанга, яка вводиться в піч через планирний люк дверей і здійснює зворотно-поступальний рух.

Штанга являє собою балку (рівного опору чи рівного перерізу), максимальний хід якої залежить від довжини печі і складає 16-17 м. Передня частина штанги – носок довжиною 3-4 м є з'ємним.

Рухається штанга по опорним роликам, встановленим на декількох стояках рами. Фіксація штанги під перекидання досягається за рахунок роликів, розташованих над штангою. Ті і інші ролики мають реборди, що дозволять запобігти зміщенню штанги в горизонтальній площині. В рух вона приводиться канатним приводом, який складається із електродвигуна, з'єднаного зубчастою гальмівною муфтою з двоступінчастим циліндричним редуктором. Тихохідний вал редуктора за допомогою муфти з'єднаний з барабаном, на якому закріплено дві гілки сталевого канату довжиною до 70 м. Кінці канатів через амортизатори з'єднуються зі штангою. Для забезпечення необхідного натягу канатів передбачено натяжний пристрій.

При обертанні барабана один кінець канату розмотується, а інший навивається, що забезпечує необхідний напрямок руху штанги. Передбачено також і аварійний привод від штурвалу на випадок раптового вимикання

електросітки цеху (дільниці).

Вдосконаленню тут можуть підлягати роликові опори, система змащення, амортизатори, приводна частина, аварійний привод, конструкція штанги і т. д.

Механізм відкривання і закривання планерних дверцят являє собою складну важільну систему із захватами, яка приводиться в рух від електромеханічного привода з черв'ячним редуктором і гвинтовою передачею. Тут особливу увагу слід приділяти удосконаленню і захисту численних шарнірних з'єднань. Замість складної приводної частини можна застосувати, наприклад, пневмопривод поступальної дії, оснащеного системою контролю за переміщенням (розробки Festo).

Дверезнімні машини призначені для обслуговування печей з боку коксової батареї. Вони функціонують погоджено з коксовиштовхувачами і тушильними вагонами згідно з заданим графіком.

Основними частинами типової машини є *дверезнімна частина і коксонапрямна*. Операції, що виконуються дверезнімною частиною машини, аналогічні операціям, що виконуються дверезнімним пристроєм коксовиштовхувача. Коксонаправляюча призначається для направлення коксового пирога в тушильний вагон.

Основними механізмами і вузлами машини є: пристрій чищення рам; механізм відгвинчування і загвинчування ригельних гвинтів; упорні ролики; корзина; дискові скати; візок; кабіна машиніста; механізм очищення дверей; металоконструкція; механізм очищення рам і броні; ходові колеса; механізм підйому жолоба; механізм підйому лотка; нижній і верхній захвати; дверезнімна люлька; механізм зриву дверей; механізм відводу і підйому дверезнімного пристрою; механізм повороту рами дверезнімного пристрою.

Механізм переміщення забезпечує рух машині поздовж фронту батарей з коксової сторони по рейковому шляху, укладеному на обслуговуючій площадці. Машина має двох ходових візків, на кожному з яких встановлено по двоє механізмів переміщення.

Візки двоосні і складаються з чотирьох ведучих колес з двома

самостійними приводами. Удосконаленню тут можуть підлягати підшипникові вузли, приводи, системи змащення і захисту тертьових поверхонь від забруднення.

Дверезнімний пристрій є найбільш складним і відповідальним механізмом, який повністю механізує комплекс технологічних операцій, що пов'язані зі зняттям і установленням дверей. Він має відповідні пристрої і механізми з індивідуальними приводами.

Для типової дверезнімної машини прийнята конструкція важільного пристрою, який складається із поворотної рами, установленної вертикально в каркасі машини на двох підшипникових опорах (нижній і верхній). До неї і кріпляться важелі, з'єднані між собою тягами, разом з люлькою, на якій змонтовані механізми відгвинчування і загвинчування ригельних гвинтів, механізм зриву дверей з верхнім і нижнім захватами. З торцевої сторони люльки прикріплено механізм повороту ригелів. Біля нижньої опори на поворотній рамі закріплено зубчастий сектор, який перебуває в зачепленні з шестернею механізму обертання дверезнімного пристрою на кут 90° і встановлений механізм відводу і підйому дверезнімного пристрою.

Особливістю конструкції дверезнімного пристрою є забезпечення такої траєкторії руху коксових дверей, при якій вивід футеровки двері із печі здійснюється практично по прямій без поштовхів, ударів і з заданою швидкістю. Це досягнуто розмірами і розташуванням шарнірів важільної системи.

Головними недоліками пристрою є складність будови і велика кількість рухомих з'єднань, що потребують ефективного змащення і захисту від забруднення. Об'єктом удосконалення може стати і удосконалення приводів за рахунок застосування сучасних розробок електромеханічних, гідравлічних та пневматичних приводів.

Механізм переміщення корзини призначений для підводу корзини коксонапрямної до армованої рами і відведення її у вихідне положення. Відомо багато конструктивних виконань цих механізмів, які за принципом

передачі руху від привода до корзини коксонапрямної можна поділити на три типи: зубчасту; кривошипно-шатунну і важільну передачі. Різні конструкції механізмів мають свої позитивні і негативні показники.

Наприклад, конструкція механізму з рейково-шестерневою передачею працює задовільно. Проте, наявність відкритих передач, розташованих в важкодоступних місцях, вимагає частих оглядів, знижує експлуатаційні якості.

Конструкція механізму з кривошипно-шатунною передачею значно відрізняється від вище розглянутої схеми як простотою конструкції, так і зручностями обслуговування. Але надійність кінематики при стопорінні корзини недостатня, необхідно на всі ланки механізму додатково установлювати стопорний пристрій. Найбільш задовольняє вимогам технічної експлуатації механізм переміщення від редуктора через важільну систему. Тому така схема застосовується на останніх зразках машин. Але й ця конструкція потребує удосконалення як зв'язків важільної системи, так і приводної частини за рахунок застосування сучасних зубчастих передач і двигунів (наприклад мотор-редукторів), або шляхом переходу на інші типи приводів.

1.2. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Тема 2.1. Модернізація (удосконалення) обладнання для завантаження доменних печей

До складу цього обладнання можна віднести обладнання для доставки сировини до скіпового підйомника, скіповий підйомник та обладнання колошника. Зупинимось на розгляді скіпового підйомника і обладнання колошника.

Скіповий підйомник є тяжконавантаженим і енергомістким об'єктом, який має бути максимально надійною складовою загальної системи завантаження. І за довголітню практику їх застосування надійність доведена до

задовільного стану. В той же час майже нічого не зроблено для зниження енерговитрат і зносу поверхонь тертя та суттєвого підвищення терміну їх служіння.

Скіповий підйомник працює в повторно-короткочасовому режимі зі зміненням швидкості та напряму переміщення. Внаслідок цього в періоди неусталеного руху (часті пуски, прискорення, уповільнення, зупинки) виникають суттєві динамічні навантаження, на подолання яких витрачається значна частка електроенергії. Тому тут вкрай важливо зайнятись питанням зниження динамічних навантажень за рахунок зниження загальної інерційності складових підйомника. Оскільки найбільшою інерційністю (моментами інерції) володіє швидкохідна частина привода, то слід зайнятись саме нею за рахунок застосування нових типів двигунів (і не тільки електричних), муфт, гальмівних шківів і т. д. Зниженню динамічних навантажень може сприяти і оптимізація діаграми швидкості руху скіпів. Слід розглянути також і заходи щодо підвищення загального ККД підйомника.

Аналіз навантажувальної діаграми показує, що максимальне зусилля натягу в канатах виникає в момент зрушування навантаженого скіпа. Суттєво зменшити його можливо, наприклад, за рахунок розробки стартового пристрою (пружинного, пневматичного і т. п.), який має розвантажити на цей час двигуни лебідки.

Головним представником обладнання колошника є завантажувальний пристрій. На цей час застосовуються класичні конусні (дво- і триконусні) і сучасні безконусні пристрої. Останні мають певні переваги і не потребують особливих доопрацювань. Тому тут скоріше можна ними замінити класичні (дещо застарілі) пристрої. В той же час слід розуміти, що цей захід потребує значних коштів на виготовлення та установку нового пристрою. До того ж встановити новий пристрій можливо лише під час проведення капітального ремонту. Тобто, покращення ситуації доведеться чекати декілька років.

Що ж стосується класичних пристроїв, то тут є широке поле творчої діяльності. Враховуючи високу абразивність середовища, в якому працює

обладнання колошника, доцільно зайнятись максимально можливим захистом та удосконаленням вузлів тертя як обладнання для маневрування конусами, так і розподілювача шихти. Під час маневрування конусами виникають значні динамічні навантаження, що супроводжуються пружними коливаннями. Усунути чи послабити їх вплив можна за рахунок застосування демпферних пристроїв на основі тарілкових, кільцевих чи неметалевих пружин.

Суттєвого підвищення довговічності і зниження енерговитрат можна досягти за рахунок застосування сучасних передач, двигунів а то й агрегованих агрегатів (мотор-редукторів). Не виключається можливість застосування інших за принципом дії двигунів (наприклад, замість електродвигунів використовувати гідромотори, поворотні гідроциліндри і т.ін.).

Тема 2.2. Модернізація (удосконалення) обладнання для обслуговування горна доменних печей

До складу цього обладнання, перш за все, входять свердлильні машини для розкриття чавунної льотки, пушки для забивання (закриття) чавунної льотки, шлакові стопори для закриття шлакових льоток (отворів).

Загальним напрямом удосконалення цих об'єктів може бути підвищення їх надійності, продуктивності і ефективності роботи та зниження енерговитрат.

Розкриття чавунної льотки здійснюється декількома способами:

- свердленням (обертанням свердла) до повного розкриття льотки;
- свердлення до розжареної зони з наступним пропалюванням киснем;
- ударно-обертним бурінням машинами перфораторного типу.

За принципом руху робочого органу (свердла чи бура) розрізняють наступні типи машин: обертової, ударної, ударно-обертової дії.

Найбільш доцільним вважається розкриття льотки свердленням в зв'язку з тим, що воно гарантує цілісність льотки (в той час, як спосіб розкриття ударної чи ударно-обертової дії приводить до руйнування льоток). Проте спосіб обертової дії має свої недоліки: операція проходить повільно, киснева труба для пропалення подається вручну. Ось усунення цих недоліків також може стати

метою удосконалення.

Оскільки одну льотку обслуговують дві машини (для розкриття та забивання), то кожна з них має звільняти місце для роботи іншої.

В зв'язку з цим свердлильні робочі органи машини виконують підвісними, поворотними та підвісними пересувними. Таким чином, кожний тип машини має по три механізми: подачі свердла; обертання свердла; віддалення машини від льотки. До того ж можуть бути і додаткові пристрої (наприклад, в деяких типах машин на додаток до обертання свердла встановлюються пневматичні ударні пристрої для нанесення ударів в торець патрона свердла). Для запобігання згоранню свердла в механізмі його подачі передбачаються дві швидкості: при розкритті льотки – 2,5 ... 3,0 м/хв.; при удаленні свердла – до 30 м/хв. Тобто, зворотна швидкість в 10 разів має бути більшою, ніж робоча. Найбільш раціональним існуючим рішенням є застосування диференціальних редукторів. Сенс цього рішення полягає в тому, що редуктор має двоє вхідних валів і один вихідний (робочий) з установкою двох двигунів. При цьому швидкість обертання вихідного валу визначається напрямком та швидкістю обертання вхідних валів. Змінюючи ці параметри, можна отримати широкий діапазон регулювання швидкостей. Проте тут використовуються двигуни перемінного струму з постійними швидкостями обертання і різниця в швидкості обертання вхідних валів досягається за рахунок різних передатних відношень.

В якості приводів свердла застосовують також електродвигуни з передачею свердлу крутного моменту через спеціальні редуктори (швидкість обертання свердла – 200 ... 400 об/хв.).

Робоча частина механізму подачі свердла складається з похило-прямолінійної балки (прокатний профіль), по напрямним якої рухається візок з підвішеним до нього механізмом свердлення, та канатної (ланцюгової передачі з пружинно-гвинтовим натягом).

В підвісних машинах балка кріпиться шарнірно до металоконструкції печі, а для її повороту передбачено канатно-барабанну передачу з

електроприводом, розташованим стаціонарно на кронштейні.

В поворотних машинах балка кріпиться до поворотної частини колони, встановленої на фундаментній плиті бетонної площадки ливарного двору. Тут передбачаються механізми підйому і повороту з електромеханічними приводами.

В підвісних пересувних машинах передбачено механізм поступального переміщення машини на приводних котках.

Удосконалення цих машин може відбуватись як шляхом незначних змінень окремих складових (підшипникові вузли, котки, зубчасті передачі і т. п.), що не потребує суттєвих перетворень конструкцій машин, так і радикальним шляхом. В останньому випадку можуть змінюватись типи і конструкції механізмів та їх приводи. Наприклад, в цих машинах замість електродвигунів можна застосувати гідродвигуни (гідромотори), які здатні використовуватись навіть без редукторів (мінімальні оберти гідромоторів складають від 0,5 до 10 об/хв.) і інших передач, забезпечувати широкий діапазон відношення швидкостей (від 10 до 1000) та надійність захисту від перевантажень. Це є доцільним ще й тому, що сьогодні підприємства розпочинають застосовувати гідравлічні пушки (замість електропушок (електрогармат) і гідронапірні станції можуть сумісно використовуватись.

До складу машин для закриття чавунної льотки, незалежно від їх конструкції входять такі основні механізми: повороту машини, притискання носика (випускного отвору) до льотки і виштовхування вогнетривкої маси із робочого циліндра в льотку.

На даний час застосовують пушки двох основних типів: електричні (електропушки) і гідравлічні (гідропушки). Принцип дії тих і інших полягає у виштовхуванні (видавлюванні) поршнем робочого циліндра вогнетривкої зволоженої маси через вузький конічно-циліндричний канал-носик. Тиск вогнетривкої маси на виході має складати 7,0 ... 10,0 МПа. І від того, яким чином задається рух поршню, і поділяють машини на електричні і гідравлічні.

В електричних машинах для цього застосовується гвинтова

трапецеїдальна передача з поступально рухомим гвинтом і обертовою гайкою, обертання якій передається від електродвигуна через циліндричну зубчасту передачу, що містить дві шестерні, закріплені на шпонках, і три ковзні блок-шестерні. Останнє є оригінальним рішенням і не потребує змін. В той же час саму гвинтову передачу доцільно замінити на шарикогвинтову, ККД якої на 20 ... 30 % вищий, що, ясна річ, дозволить на цей відсоток зменшити енерговитрати. На наш погляд, зменшенню енерговитрат можуть сприяти і наступні заходи. В значній мірі зусилля виштовхування залежить від величини сил тертя між масою і стінками робочого циліндра, а чим більші зусилля виштовхування, тим більші і енерговитрати. Отже одним із напрямів удосконалення може стати і розробка заходів, що будуть сприяти суттєвому зниженню тертя. Тут можна, наприклад, застосувати нові матеріали, вібрації, змащення та змінення конфігурації (носика) поверхонь тертя.

Для притискання носика до льотки використовуються також електромеханічні приводи з гвинтовою передачею. Тут гвинт виконаний обертовим, а гайка поступальною. Тому застосувати у цьому випадку шарикогвинтову передачу не тільки складно, ай не зовсім доцільно. А ось заміна існуючого редуктора на нову модель може виявитись корисною, бо може сприяти зменшенню енерговитрат.

Що ж стосується механізму повороту машини, то тут можна удосконалювати підшипникові вузли поворотної частини колони, замінити зубчасті передачі та інші його складові.

Проте найбільш ефективним рішенням при удосконаленні машини в цілому може стати застосування гідравлічних приводів прямолінійної та обертової дії. Це дозволить позбавитись передач з низьким ККД, значно знизити енерговитрати, отримати надійний захист від руйнування найбільш навантажених елементів машини, поліпшити безпосередньо процес виштовхування маси і т. д.

В гідропушках переміщення робочого поршня здійснюється гідравлічними циліндрами, які використовуються також і в інших двох

механізмах. Останні конструкції гідропушок побудовані за іншим принципом з застосуванням досить складної важільної системи, яка не тільки подає механізм виштовхування маси до льотки, а й виконує функції притискувача. Порівняння цієї конструкції з класичною (як це побудовані електропушки) показує на її складність і недосконалість, що негативно позначається на надійності і зручності її експлуатації. Тут напрямом покращення пушки може стати удосконалення вузлів важільної системи, ущільнень гідроциліндрів та елементів гідросистеми. Наприклад, враховуючи малу тривалість роботи пушок, слід використовувати сучасні розробки – насосно-акумуляторні станції, які сприятимуть зниженню енерговитрат.

Взагалі ж, зважаючи на абразивну забрудненість середовища, доцільніше все ж таки використовувати електропушки із застосуванням сучасних електроприводів. Наприклад, в класичній схемі електропушки застосувати соосні циліндричні мотор-редуктори з безпосередньою передачею крутного моменту від мотор-редуктора на гвинт. Тобто тут можна гвинт виконати обертовим, а гайку-поступальною. Крім того, враховуючи те, що тут люфти не відіграють будь-якої ролі, можна застосувати прямокутну різьбу, яка поряд з іншими видами різьб має найвищий ККД. Відомо, що прямокутна різьба не отримала поширення лише через те, що в ній неможливо (чи вкрай складно) досягти прийнятних зазорів.

Найпростішими об'єктами серед обладнання для обслуговування горна доменних печей є шлакові стопори, які у більшості випадків являють собою важільну систему. Водоохолоджуєма пробка, що закриває шлаковий стопор, притискається до отвору, як правило, за допомогою контрваги.

Приводом стопора слугує електрична лебідка чи пневматичний циліндр. Оскільки стопор виконує прості функції (відкриття-закриття) і спрацьовує дуже рідко, то його недоліки майже не проявляються. Тому він не є об'єктом серйозного удосконалення.

Тема 2.3. Обладнання для розливання чавуну

Розливна машина є одним із основних технологічних агрегатів доменного цеху. Вона призначена для розливання розплавленого чавуна в чушки і завантаження чушок на залізничні платформи. На машинах, як правило, розливають весь виплавлений в доменних печах ливарний чавун і частково переробний.

Застосовуються стрічкові конвеєрні машини. Конвеєр (стрічка) має два безкінечних ланцюгів з закріпленими на них виливницями (мульдами).

Машини бувають однострічковими і двострічковими. В цехах великої продуктивності застосовують двострічкові машини.

В склад типової машини входять стенд (кантувальні стійки), власне машина з роздільними конвеєрами і електромеханічними приводами конвеєрів, обприскувачі виливниць, пристрої для вибивання і завантаження чушок, а також – кантуючий пристрій. Для змащування поверхонь тертя застосовується система централізованого змащення, що обслуговує підшипники валів і осей приводних станцій і роликів конвеєрів, обприскувачів, пристроїв для вибивання чушок, валів і напрямних натяжних станцій конвеєрів. Редуктори приводів конвеєрів і лебідок для змінення положення жолобів, по яким чавун надходить до виливниць, мають рідке картерне змащування.

Кожна із перерахованих складових може стати об'єктом удосконалення на предмет підвищення надійності та довговічності, зниження матеріало- і енерговитрат.

У власне конвеєрах вкрай важливим є вибір матеріалу та способу виготовлення виливниць. Так, наприклад, практикою доведено, що сталеві виливниці стійкіші ніж чавунні приблизно в два рази. Проте і сталі можуть бути різними щодо їх стійкості. Тим більш, що не розглядалось питання стосовно покриття виливниць та насичення їх поверхневих шарів зносо- і термостійкими елементами.

В приводах конвеєрів можна застосувати сучасні конструкції мотор-редукторів, які мають кращі показники надійності, довговічності та більш

високий ККД. Крім того, в цьому випадку значно поліпшуються і умови експлуатації приводів. Заслужує на увагу і удосконалення ущільнень поверхонь тертя та взагалі – система змащення.

Удосконаленню приводів і підвищенню стійкості найбільш навантажених вузлів і деталей можуть піддаватись обприскувачі виливниць і пристрої для вибивання і завантаження чушок.

Найбільш складним і навантаженим об'єктом дільниці розливання є кантувач ковшів. Для кантування ковшів застосовують:

- кантуючі пристрої, що мають рухомий візок верхньої обойми блоків вантажного поліспада, стаціонарну кантувальну лебідку і лебідку для переміщення візка;

- кантуючий візок типа пересувної лебідки;

- кантуючий пристрій, що має стаціонарну кантуючу лебідку і автоматично рухомий візок для верхньої обойми блоків вантажного поліспада.

При модернізації кантуючих пристроїв слід враховувати наступне:

- в процесі розливання чавуна виливниці розливної машини рухаються з постійною швидкістю, в той час як при постійній швидкості кантування ковша кількість металу, що зливається із нього в одиницю часу непостійна і залежить від змінення площі «дзеркала» металу в ковші;

- з метою скорочення циклу розливання швидкість зворотного кантування порожнього ковша має бути значно більшою (в 10-15 разів), ніж швидкість кантування ковша з металом;

- канати кантуючого пристрою в процесі кантування ковша мають незначно відхилятися від вертикалі (в протилежному випадку крюк може вийти із зачеплення з сергою ковша).

Із наведеного вище виходить, що механізм кантування має забезпечувати можливість регулювання (бажано плавного) швидкості кантування ковша в залежності від кута його повороту, тобто, на початку і в кінці кантування для рівномірного зливу чавуна із ковша нахил має відбуватись скоріш, ніж в середині операції розливання. Це питання вирішується або через застосування

диференціальних редукторів з двома двигунами перемінного струму, з яких один має додаткову циліндричну передачу, або через застосування одного двигуна постійного струму. Цими ж заходами забезпечується необхідна швидкість кантування і швидкість зворотного руху. Проте, якщо при застосуванні двигуна постійного струму досягається плавна зміна швидкості, то при двигунах перемінного струму в існуючих кантуючих пристроях – ступінчасте (з періодичними зупинками). Крім того, приводи пристроїв з диференціальними редукторами (індивідуального виготовлення) мають значно складнішу конструкцію. Тому метою удосконалення тут може стати перехід на однодвигунну систему з можливістю регулювання швидкості кантування і забезпечення двох швидкостей: кантування під час розливання і зворотного ходу. Але загальним рішенням (для обох конструкцій) може стати застосування сучасних типів мотор-редукторів з двигунами перемінного струму, які дозволяють регулювати швидкість в широкому діапазоні, тим самим забезпечуючи вказані вимоги. Це дозволить спростити конструкцію привода, значно підвищити його надійність, довговічність, ККД і знизити енерговитрати.

Що ж стосується підтримання канатів у вертикальному стані, то в кантуючих пристроях з автоматичним переміщенням візка, який рухається за рахунок натягу в горизонтальних гілках канатів вантажного поліспасти, такої проблеми немає. І це свідчить про те, що краще використовувати саме такі пристрої.

Об'єктом удосконалення можуть бути і агрегати для грануляції шлаків.

Тема 2.4. Обладнання міксерного відділення сталеплавильних цехів

Міксерні відділення функціонують при мартенівських і конверторних цехах. Міксери призначаються для тимчасового (7-9 годин) збереження запасів розплавленого (рідкого) чавуну, завдяки чому створюються незалежні від ходу доменних печей умови для роботи конверторів і мартенівських печей. В міксері

вирівнюються хімічний склад і температура чавуну, а також частково усуваються шкідливі домішки. Для підтримання необхідної температури міксери обігрівають горілками.

Міксери мають механізм повороту, відкривання кришок заливного отвору і випускного носика. До обслуговуючого обладнання відносяться: міксерні крани (з двома візками: головним і допоміжним), машини для скочування шлаку із міксерів і ковшів, монорейкові візки для ремонтних робіт, стенди для чавуновозного і шлаковозного ковшів.

Міксери мають встановлений ряд місткостей: 600; 1300; 2500 т. На ВАТ «Запоріжсталі» використовуються міксери місткістю 1300 т.

Незважаючи на місткість, міксери мають практично однакову опорно-поворотну частину, що має опорні бандажі, якими міксер спирається на роликові обойми, розташовані на дугоподібних опорах. В той же час для повороту міксерів застосовуються різноманітні типи приводів, які можуть бути поділені на гідравлічні і електромеханічні. В якості гідроприводів використовуються поршневі гідроциліндри, а в якості електромеханічних – електродвигуни з рейковою передачею. Гідравлічні приводи використовуються в міксерах місткістю 600; 1300 і 2500 т. На ВАТ «Запоріжсталь» міксери мають електромеханічні приводи. Механічна частина приводів є громіздкою і недосконалою, бо має надмірну кількість відкритих зубчастих передач. Тому напрямом удосконалення цих приводів може стати або максимально можливе усунення відкритих зубчастих передач, або ж, взагалі, застосувати гідравлічний привод у вигляді гідроциліндрів чи гідромоторів.

В першому випадку можна застосувати сучасні конструкції мотор-редукторів з великим передатним відношенням, що дозволить різко підвищити надійність і довговічність привода та зменшити енерговитрати за рахунок значно вищого ККД приводної частини.

Застосування ж сучасних гідромоторів дозволить взагалі позбавитись від проміжкових зубчастих передач.

Удосконаленню можуть підлягати також механізми управління кришками

заливного отвору та зливного носика.

Необмеженим полем творчої діяльності може стати удосконалення існуючого та розробка нового обладнання для скочування шлаку із міксерів і ковшів.

Тема 2.5. Обладнання для обслуговування мартенівських печей

В пічному прольоті встановлено обладнання для подачі розплавленого чавуну і холодної шихти в печі і для їх заправки, а також допоміжне обладнання (в тому числі і обладнання для прибирання шлаку).

Заливання чавуну здійснюється заливними кранами. Вони ж виконують і побічні роботи: переносять бункери із заправочними матеріалами, контейнери з розкислювачами, заправочні машини, встановлюють заливні жолоби. Їх також використовують і при ремонтах. Вантажопідйомність кранів складає: 125/30 і 180/50 т.

Основним способом завантаження холодних матеріалів є мульдове завантаження, що здійснюється завалочними машинами наземно-рейкового типу вантажопідйомністю на хоботі 7,5; 10,0 і 15,0 т. Незалежно від конструкції, кожна машина має самохідний міст і самохідний спеціальний візок, який переміщується в перпендикулярному напрямі (відносно мосту).

Робочим органом є хобот, який за допомогою клинів з'єднується з мундштуком, змонтованим на підшипниках кочення в хитній рамі, яка в свою чергу переднім кінцем спирається на підшипникові опори, а заднім поєднана через шатуни з кривошипним механізмом, що приводиться в дію від двигуна серії ДП-82А. На самій рамі розташовується привод механізму обертання хобота також з двигуном серії ДП-72. Внаслідок такого конструктивного рішення хобот, на кінці якого розташовується з'ємна мульда (ємність для шихти), може здійснювати хитний і обертовий рухи. Замикання мульди за допомогою штоку, що проходить всередині мундштука і хобота, здійснюється або вручну, або гідроциліндром.

Об'єктом удосконалення тут можуть стати всі перераховані механізми з

метою підвищення їх надійності і довговічності, ККД, зростання продуктивності та зниження енерговитрат.

Удосконалення може проводитись як за рахунок удосконалення окремих механізмів, вузлів і деталей, так і шляхом заміни існуючих електромеханічних приводів обертальної дії на гідроприводи обертальної чи поступальної дії (або застосуванням комбінованих приводів). Наприклад, для коливального руху хобота можна використати гідроциліндри, а для його обертання-тихохідні гідромотори. Запровадження такого заходу дозволить значно спростити кінематичну схему механізмів та різко підвищити їх надійність, покращити умови обслуговування і ремонтів. Удосконалення інших механізмів може здійснюватись за рахунок застосування сучасних електромеханічних приводів. Для демпфірування динамічних навантажень можна застосувати кільцеві пружини, які відрізняються від інших надзвичайно високими поглинаючими властивостями.

Об'єктами удосконалення можуть слугувати і машини для заправки печей і машини для віддалення шлаків з метою підвищення їх надійності і ефективності, зменшення енерговитрат і т. ін.

Тема 2.6. Модернізація (удосконалення) виконавчих механізмів електродугових печей

Найбільш складними і в той же час досконалими є електродугові сталеплавильні печі. В експлуатації перебувають двоє типів печей: печі серії ДСВ і печі серії ДСП. Печі ДСВ застарілої конструкції і мають викотну ванну. Печі ДСП мають напівпортальну металоконструкцію і підйомно-поворотне склепіння. Якщо в першій конструкції при завантаженні печі шихтою ванна викочується із під склепіння, то в другій склепіння піднімається і відвертається в бік, забезпечуючи можливість завантаження ванни.

Основними механізмами печей серії ДСВ є: механізми викоту печі;

підйому склепіння; нахилу печі; переміщення електродів; затискання електродів; а печей серії ДСП – механізми; підйому і відвороту склепіння; нахилу печі; переміщення електродів; затискання електродів. В останніх печах при місткості 100 т і більше ванна печі виконується поворотною.

Промислові печі мають місткість 12; 25; 50; 80; 100 і 200 т (в США розроблено печі на місткість 300-350 т).

Механізми підйому і повороту склепіння. Механізмом підйому печей ДСВ піднімають склепіння при викочуванні ванни печі, а в печах ДСП при повороті склепіння чи обертанні ванни печі. В печах ДСВ склепіння підвішується на ланцюгах (за чотири точки) з розташуванням привода на порталі, а в печах ДСП привод розташовується на поворотному напівпорталі. В склад приводної частини тих і інших механізмів входять електродвигуни і черв'ячно-гвинтові редуктори, гвинти яких поєднані з ланцюгами підвіски.

Для синхронізації руху редуктори з'єднані проміжним валом. В печах великої місткості (серія ДСП) склепіння підвішується через тяги до важільної системи, яка приводиться в дію від двох гідроциліндрів. Але застосування цієї системи може бути доцільним лише у випадках, коли гідроприводом оснащено інші механізми (або хоча б один). Оскільки ці механізми спрацьовують через великі проміжки часу (не менш, чим через 2 години), то їх недоліки проявляються дуже слабо. Отже ці механізми не потребують будь-яких суттєвих змін.

Механізм повороту склепіння в малих печах має поворотну колону, яка приводиться в обертання через відкриту зубчасту передачу від електромеханічного чи гідравлічного (гідроциліндрів) привода. При електромеханічному приводі удосконаленню можна піддати привод з заміною на сучасні зразки загретованих приводів (мотор-редуктори). На сучасних печах, оснащених гідравлічними приводами, механізмами підйому і відвороту поєднані між собою через плунжер з зубчастою нарізкою, ширина якої відповідає величині підйому склепіння. Верхня частина має конічну головку, що входить в конічний отвір металоконструкції склепіння. На нижню частину

плунжера діє тиск робочої рідини. В зачепленні з зубчастою нарізкою перебуває зубчаста рейка, що приводиться в дію двома плунжерними гідроциліндрами. Така конструкція достатньо надійна, але потребує удосконалення ущільнень плунжерів і більш надійного захисту від абразивного забруднення.

На печах місткістю 200 т, що експлуатуються на підприємствах Росії напівпортал розташовується на поворотній платформі, що обертається на опорних котках по коловій рейці. Склепіння підвішене на важільній системі з електромеханічним приводом. Оскільки в Україні таких печей не має, то є недоцільним називати недоліки таких механізмів і вказувати на шляхи їх усунення.

Механізми переміщення електродів. В усіх промислових печах ці механізми мають систему автоматичного регулювання, що дозволяє в автоматичному режимі проводити процес плавлення металевих шихти. Вони є головними механізмами, від якості роботи яких залежить продуктивність печі, витрати електроенергії і електродів. Якість же визначається чотирма показниками: чутливістю; точністю відпрацювання програми (сигналу від електричної дуги); бистродією і стійкістю проти автоколивань. Тому при удосконаленні механізмів переміщення електродів необхідно керуватись саме цими показниками.

В залежності від типу привода розрізняють механізми з електроприводом і гідроприводом. Механізми з електроприводом бувають як з канатно-барабанною передачею, так і з рейковою. За конструктивним виконанням їх поділяють на механізми з рухомими стояками і рухомими каретками. Найбільшого поширення набули механізми з канатно-барабанною і рейковою передачами з рухомим стояком, рейкові механізми з рухомою кареткою і гідравлічні механізми з рухомим стояком.

Для зменшення потужності привода на усіх типах механізмів, крім гідравлічних, застосовують контрвагу (противагу). І головне полягає не в тому, що зрівноваження допоможе зменшити споживання двигуном електроенергії

(вона мізерна в порівнянні з витратами електроенергії на плавильний процес), а в тому, що зрівноваження дозволяє суттєво знизити інерційність привода і тим самим різко підвищити вище вказані показники.

Найгірші показники (при рівних умовах) мають механізми з електромеханічним приводом і канатно-барабанною передачею. Причиною тому є висока пружність канатів. Дещо кращими показниками відрізняються механізми з електроприводом і рейковою передачею завдяки її більшій жорсткості. Але загальним недоліком обох механізмів є наявність громіздкої системи вагового зрівноваження. На крупних печах вага тягарів досягає 30 т і більше. До того ж ще не вивчено питання стосовно того, яким чином тягарі, підвішені на пружних канатах, впливають на динамічне навантаження механізмів і якість регулювання процесу горіння електричної дуги. Тому тут доцільно знайти рішення, яке б дозволило замінити вагове зрівноваження на більш ефективне.

Серед можливих напрямів може стати застосування гідравлічного чи пневматичного зрівноваження. Тут можливі різні варіанти. Наприклад, на валу робочого двигуна розмістити гідро- чи пневмомотор, напрямок дії котрих буде спрямований на підняття рухомих мас вгору. В цьому випадку буде можливість максимально зрівноважити рухому частину механізму. Має практичний інтерес і заміна електродвигуна на гідромотор (пневмомотор). Можливим варіантом є також заміна вагового зрівноваження на гідравлічне за допомогою плунжерного гідроциліндра, або ж взагалі замість електромеханічного привода установити гідроциліндр.

Удосконалення ж самого електропривода можна здійснити шляхом його заміни на загрегований привод сучасних розробок (мотор-редуктор).

Найкращими показниками володіють нові конструкції гідравлічних механізмів. Тут покращення їх роботи можна досягти шляхом застосування новітніх зразків управляючих золотників та гідроапаратури, включаючи і запозичення високоефективних акумуляторних батарей.

Не менш важливим є вирішення проблем щодо нейтралізації впливу

електродинамічних сил, що виникають внаслідок електричної взаємодії фаз печі (струмопідводів). Ця взаємодія настільки сильна, що в електродотримачах (пружних елементах) виникають потужні коливання, які не тільки негативно впливають на технологічні показники роботи печей, а й призводять до руйнувань електродів та прискореного виходу із ладу найбільш навантажених вузлів та деталей електродотримачів.

Для покращення ситуації використовуються різні заходи: підпружинення напрямних роликів; установка різноманітних конструкцій гасників; удосконалення металоконструкції електродотримачів і т. д.

На особливу увагу заслуговує нова розробка кафедри, в якій запропоновано рукав електродотримачів з'єднувати зі стійкою не жорстко, як це прийнято за традицією, а шарнірно з демпферною фіксацією.

Об'єктом удосконалення можуть слугувати і механізми нахилу. Застосовуються найрізноманітніші конструкції механізмів. Проте в промислових печах сучасної конструкції використовуються лише два типи механізмів: з рейковою передачею і електромеханічним приводом; з гідроприводом поступальної дії (з гідроциліндрами). Опорна частина печей в обох випадках однакова. Тут ванна печі спирається на, так звану, люльку, що оснащена двома опорними сегментами, котрі перекочуються по металевим балкам. При цьому піч отримує одночасно обертове і поступальне переміщення.

Напрямом удосконалення рейкових механізмів може бути застосування сучасних загрегованих приводів (мотор-редукторів), оснащених системою регулювання швидкості, що дозволить здійснювати безшлаковий злив металу. А справа ось в чому. Для отримання нержавіючих і титановміщуючих сталей в ківш перед зливанням металу завантажуються титан (FeTi або металевий). Оскільки він легший за сталь, то тримається зверху. І якщо в ківш попадає пічний шлак, то він інтенсивно поглинає титан. Внаслідок цього виробники вимушені подавати титану значно більше, ніж це потрібно, що призводить до його суттєвих перевитрат. Але в зв'язку з тим, що неможливо підрахувати

скільки ж саме піде титану на поглинання шлаком, то часто отримують сталь, яка не відповідає вмісту складових, установлених стандартом, і виплавлений метал забраковується. А це все разом призводить до значних матеріальних збитків виробника.

Кафедрою металургійного обладнання було запропоновано і запроваджено спосіб і пристрій, згідно з якими для усунення попадання шлаку в ківш піч перед розливом нахилили з більшою швидкістю. Внаслідок цього метал, який значно важчий ніж шлак, першим досягав випускного отвору (льотки) і перекривав його, становлячись перепорою для шлаку.

Ось тому бажано, щоб механізм нахилу мав достатній резерв швидкості. В гідравлічних механізмах це може досягатись шляхом установлення двох насосів чи насосів з подвійною подачею, в рейкових за рахунок регулювання швидкостей обертання двигунів. Найпростіший варіант – застосування двошвидкісних двигунів.

Що ж стосується механізмів викочування ванни печей серії ДСВ, то тут удосконалення може зводитись до розробки заходів захисту роликів вкратної платформи від забруднень та заміни існуючих приводів застарілої конструкції на сучасні, а замість гвинтової передачі можливо застосувати рейкові чи гідравлічні передачі.

Тема 2.7. Модернізація (удосконалення) обладнання для обслуговування електродугових сталеплавильних печей

До обслуговуючого обладнання відноситься обладнання шихтового відділення (перекидачі вагонів, магнітно-грейферні крани, самохідні візки для передачі корзин зі скрапом в плавильний проліт), мостові крани (ливарного типу), кранові мульдо-завалювальні машини, самохідні машини стрічкового типу для завантаження складових шихти та інших добавок, заправляючі машини.

Кранова завалювальна машина складається з наступних основних частин:

мосту з механізмом переміщення; головного візка з шахтою, колоною, кабіною, хоботом і допоміжного візка. Колона оснащена двома механізмами: підйому і обертання, кожний з яких являє собою достатньо складну електромеханічну систему. До того ж механізм підйому має кривошипно-шатунну передачу. Метою удосконалення тут може бути підвищення надійності і спрощення конструкції за рахунок застосування сучасних матеріалів, передач та двигунів.

Хобот також оснащено двома механізмами: хитання і обертання. Механізм обертання має звичайну циліндричну триступінчасту зубчасту передачу, а механізм хитання, крім триступінчастої зубчастої передачі, має кривошипно-коромислову передачу (коромислом тут є сам хобот). Тут також може бути прийнята та ж сама мета удосконалення. Окремим напрямом удосконалення тут може бути розробка заходів щодо погашення динамічних навантажень.

Завалювальна стрічкова машина переміщується по рейковому шляху на робочій площадці в напрямі робочого вікна печі, через яке і проводиться завантаження. Основними вузлами і механізмами машини є рама, змінний бункер, стрічковий кидковий механізм, механізми регулювання струменю матеріалу у вертикальній і горизонтальній площинах, механізм переміщення машини і пристрій для зважування. Завантажений бункер установлюють краном на пристрій для зважування. Він оснащується, частіш усього, щелепним затвором. Бункер для запобігання зависанню шихти може оснащатись вібраційним пристроєм. Кидковий механізм має нескінчену гнучку стрічку (транспортерну), яка огинає приводний, направляючий і натяжний ролики, закріплені на хитній люльці з механізмом регулювання її нахилу. Це дозволяє регулювати дальність польоту матеріалу. Крім того, регулювання струменем матеріалу може здійснюватись за рахунок змінення швидкості обертання двигунів. Наприклад, двигун може мати три швидкості: 750; 1000; 1500 об/хв. Розкидання матеріалу в горизонтальній площині може досягатись за рахунок повороту кидкового механізму відносно вертикальної осі.

Тут можуть вирішуватись наступні питання: підвищення надійності і

продуктивності машини; збільшення терміну служіння стрічки; розробка нової чи удосконалення існуючої системи зважування шихти; підвищення корисної дії механізмів за рахунок застосування сучасних передач і приводів. Можуть вирішуватись і більш радикальні питання з розробкою нових чи застосуванням інших відомих принципових схем машин.

Для заправлення печей (гарячого ремонту футеровки печей) частіш використовуються відцентрові машини, що являють собою циліндро-конічний бункер, всередині якого проходить приводний вертикальний вал з металевим диском на нижньому кінці. Приводиться вал безпосередньо електродвигуном. Тут можна зайнятись питаннями підвищення ефективності розкидання вогнетривких матеріалів (доломитовий та магнезитовий порошок) для отримання більш міцних покриттів, а також підвищення зносостійкості металевого диску. Замість електродвигуна можна застосувати високошвидкісні пневмодвигуни з широкими можливостями регулювання швидкості, або взагалі розробити новий спосіб заправлення та засоби щодо його запровадження.

Тема 2.8. Модернізація (удосконалення) обладнання для розливання сталі у виливниці

Всі нові сталеплавильні (мартенівські, конверторні, електросталеплавильні) цехи практично мають в своєму складі машини неперервного лиття заготовок (МНЛЗ). Проте на даний час основну частку сталі ще розливають у виливниці.

Для розливання сталі використовуються сталерозливні ковші (місткість ковша залежить від місткості печі) і розливні крани (вантажопідйомність залежить від маси ковша з металом).

Ковші мають донний злив, а в якості затворів випускних отворів застосовуються стопорні і ковзні затвори. В стопорних затворах отвори замикають всередині ковша в середовищі рідкого металу притисканням пробки

до випускного стакану. В ковзних затворах отвір перекривають зовні горизонтальним рухом відсікаючої вогнетривкої плити чи поворотним диском. В залежності від виду руху відсікача (прямолінійне чи обертальне) ковзні затвори поділяють на шибєрні і поворотні. По типу привода розрізняють ковшові затвори з ручним, електричним і гідравлічним приводом. При цьому для затворів використовуються промислові вогнетривкі вироби (втулки, плити і інш.), що мають контактувати з розплавленим металом.

Удосконаленню тут можуть підлягати приводи, вузли і деталі затворів на предмет суттєвого підвищення їх надійності і довговічності.

Розливні крани відрізняються від звичайних мостових кранів наявністю двох візків: головного і допоміжного. Кожний з них має свій власний рейковий шлях. Допоміжний візок має великий і малий підйоми. Позначення кранів таке:

260-75/15; 350-75/15; 450-100/20; 630-90/16.

Перша цифра – вантажопідйомність головного візка, а друга і третя – вантажопідйомність великого і малого підйомів допоміжного візка.

Оскільки розливний кран має справу з розплавленим металом (у великих обсягах) до нього пред'являються особливо високі вимоги. Тому до його модернізації слід підходити вкрай обережно. Удосконаленню тут можуть підлягати демпферні пристрої безпосередньо візка і мосту, а також кінцевих упорів. Зважаючи на постійну абразивну забрудненість рейок, слід розглянути питання щодо підвищення терміну служіння рейок і коліс, зниження тертя в ребордах коліс. Для зниження динамічних навантажень на будівлю цеху можна удосконалити рейковий шлях мосту. Для цього, наприклад, рейки укласти на пружні з високими поглинаючими властивостями подушки чи стрічки.

Після розливання состав із заповненими виливницями за допомогою локомотива надходить на дільницю роздягання злитків і чищення виливниць.

Для роздягання злитків найбільшого поширення набули триопераційні крани, що виконують три операції при роздяганні злитків.

Перша операція – роздягання злитків з розширенням донизу.

Друга операція – витягування злитка з розширенням доверху.

Третя операція – відривання привареного злитка від піддона.

Позначення кранів такі:

175-25/15; 250-50/25; 400-75/25.

Перша цифра – зусилля стриперування (виймання) злитка, т.

Друга цифра – зусилля головного підйому, т.

Третя цифра – вантажопідйомність допоміжного підйому, т.

Головними механізмами крана є: переміщення крана; переміщення візка; головного підйому; управління кліщами; виштовхування; допоміжного підйому.

Кран переміщується двома окремими механізмами, що працюють паралельно. У випадках виходу із ладу будь-якого механізму кран тимчасово може працювати на одному механізмі.

Механізм головного підйому слугує для переміщення механізму виштовхування з малими і великими кліщами. Привод-електромеханічний з канатно-барабанною передачею. Відміною особливістю є застосування храпового зачеплення, установленому на проміжному валу привода, і противаги для зрівноваження рухомих частин. Призначення противаги і храпового зачеплення – автоматично забезпечувати постійний натяг канатів в момент роздягання злитка, коли виштовхуючий пристрій переміщується вгору при відключеному механізмові головного підйому.

Механізм управління кліщами призначений для відкривання і закривання великих кліщей. Привод механізму складається з електродвигуна, гальма, черв'ячного редуктора і кривошипного механізму.

Механізмом виштовхування виконують усі основні операції по роздяганню злитків. Привод механізму, що установлений на самохідному візку, складається із електродвигуна, гальма, муфти граничного моменту, черв'ячного редуктора з п'ятизаходним черв'яком, а черв'ячне колесо посаджено на вертикальний вал, що передає обертання через рухомий редуктор, закріплений на корпусі (патроні) виштовхуючого механізму, гвинтового механізму виштовхування.

Сам виштовхуючий механізм змонтований в спеціальному литому корпусі, який переміщується у вертикальних напрямках. Робочими органами механізму виштовхування є великі і малі кліщі. Великі кліщі шарнірно приєднані до патрону і слугують для захвату виливниць і надставок.

В площині, перпендикулярній великим кліщам, розташовані на рухомій траверсі малі кліщі, які управляються гвинтовою передачею механізму виштовхування. Гвинтова передача складається з приводного порожнистого гвинта з зовнішньою правою і внутрішньою лівою різьбами. У внутрішню гвинтову нарізку (гайку) входить двоходовий гвинт штемпеля з наконечником. Таке рішення дозволяє отримувати подвійну швидкість виштовхування чи витягування злитка.

Удосконаленню може піддаватись будь-який із перерахованих механізмів. Одним з напрямків може бути застосування сучасних електродвигунів та загрегованих електромеханічних приводів з метою підвищення надійності та ККД. Значно ширшим полем творчої діяльності може бути удосконалення системи, що безпосередньо пов'язана з операціями виштовхування та витягування злитків. Наприклад, за кордоном застосовують крани з гідравлічним механізмом виштовхування злитків. Так, фірмою «Крупп» (Німеччина) експлуатується кран для роздягання злитків вантажопідйомністю 50 т і з гідравлічним стріперним механізмом 2,5 МН, що працює від дводвигунної насосної установки. При виході із ладу одного із електродвигунів виштовхування здійснюється іншим з меншою швидкістю.

В Японії виготовляють крани з механічним і гідравлічним механізмами виштовхування. Вантажопідйомність крана з механічним виштовхуванням 85 т, зусилля виштовхування 4,0 МН. Кран з гідравлічним механізмом має вантажопідйомність 90 т, зусилля виштовхування 6,5 МН (тиск масла в гідроциліндрі до 22,0 МПа).

Дуже цікавою конструктивною розробкою є ударний стріперний кран М. Тіберга («СКФ Сталь», Швеція). Такий кран в порівнянні із звичайним краном є самими дешевим варіантом. Вартість установки ударного механізму

на діючому крані може складати тільки одну десяту частку вартості установки звичайного стріперного крана. Також і витрати на технічне обслуговування виявились виключно низькими. При порівнянні системи ударного стріпера із звичайною установкою виявилось, що витрати на ударний стріпер на 50 % менші, ніж на звичайному стріпері.

Принцип стріперовки простий і ефективний: виливниця поміщається в спеціальну яму (металоконструкцію), на дні якої є противодорн, направлений проти центру злитка в отворі дна виливниці. Після цього вивільнюється ударна противага (тягар), яка падає вниз на фланець (верхній пружок) виливниці і відокремлює злиток від виливниці. За рахунок використання сили падаючого тіла не виникає ніяких навантажень на стріпер під час відокремлення злитка від виливниці. Єдині зусилля, які діють на стріпер, створюються підйомними зусиллями. При звичайних стріперних методах, коли виливниця і злиток віджимаються один від іншого, кран піддається сильним напруженням, що вимагає суттєвого збільшення розмірів конструкцій і, звичайно, збільшення капітальних витрат.

Підйом противаги і управління кліщами злитка і кліщами виливниці здійснюється пневмоциліндрами з використанням компресора чи магістралі стисненого повітря.

Цей пристрій підвішується на гаку звичайного мостового крана, або на гаку допоміжного підйому стріперного крана (принципова схема і опис цього стріпера є на кафедрі металургійного обладнання ЗДІА).

Головним недоліком цього стріперу є те, що він застосовується тільки при розливанні злитків з розширення доверху (сифонне розливання через отвір у днищі виливниці).

Ще більш цікавим напрямом творчої діяльності може стати розробка стріперу на основі пневмогідролічного підсилювача. За зразок можна прийняти конструкцію пневмопідсилювача машини для витягування струмопідводящих штирів алюмінієвих електролізерів. Такий підсилювач має поршнево-плунжерний циліндр. Поршень здійснює зворотно-поступальний

рух під дією стисненого повітря, а плунжер створює тиск масла в надпоршневій порожнині робочого циліндра. При тискові повітря 0,5 МПа створюється тиск масла біля 20 МПа. Тобто, підсилювач такого типу може розвивати дуже високі зусилля при наявності джерела стисненого повітря із звичайним невеликим тиском (0,4 – 0,5 МПа). Можливі і інші рішення.

На деяких підприємствах експлуатуються наземні стаціонарні машини з зусиллям виштовхуванням 6,0; 7,0; 10,0 МН з електромеханічними і гідравлічними приводами. Вони застосовуються у випадках, коли за допомогою кранових машин неможливо вивільнити злиток від виливниці (приварювання поверхні злитків до виливниць). В той же час, якщо в кранових стріперах застосувати або гідравлічні приводи, або пневмогідравлічні підсилювачі, можна отримати зусилля такої ж величини і, отже, відмовитись від застосування стаціонарних стріперів.

Якість прокатної продукції в значній мірі визначається станом поверхні злитків, яка в свою чергу залежить від якості підготовки внутрішньої порожнини виливниць перед заливанням сталі. Незадовільне чищення і змащення виливниць призводять до виникнення в злитках підкіркових пузирів і мілких тріщин, до приварювання злитків до виливниць і зменшення стійкості останніх.

Чищення виливниць здійснюють двома способами – гідравлічним і механічним. Гідравлічне чищення виконують водою, що подається під великим тиском із форсунок; механічну – металевими щітками чи шротоструменевим способом.

Гідравлічне чищення має ряд недоліків і одним із головних його недоліків є різке зниження стійкості виливниць. Тому більш доцільним є застосування механічного чищення щіткового типу. Застосовуються установки двох типів: установки з обертальним і одночасно поступальним рухом щіток; установки з відносним поступальним рухом щіток і виливниць (рухаються щітки при нерухомій виливниці чи навпаки).

Експлуатація пристроїв з обертливими щітками показала, що чищення

виливниць прямокутного і хвильового перерізів недостатньо ефективно. Кути виливниць, зазвичай, доводиться додатково зачищати вручну. Стійкість щіток мала через великі згибні циклічні напруження. Утруднене чи взагалі неможливе зачищення днища глухдонних виливниць. Крім того, поперечні риси на стінках виливниць, що створюються обертаючимися щітками, після багаторазового розливання сталі призводять до застрявання злитка у виливниці.

Відмічені недоліки відсутні в установках з відносним рухом щіток і виливниці при умові, що конфігурація щіток копіює профіль поперечного перерізу виливниці.

Удосконалення цих установок може відбуватись за рахунок використання більш ефективних приводів (наприклад, через заміну електродвигунів загрегованими електроприводами або пневматичними приводами обертальної дії) та усунення вищезгаданих недоліків.

Найвищою якістю очищення виливниць володіє шротоструменевий спосіб, який сприяє усуненню мікротріщин на внутрішній поверхні виливниць та зміцненню цих поверхонь завдяки ефекту «наклепування».

Шротометальна установка складається з колони, вертикально рухомої каретки, на якій закріплена порожниста штанга з шротометальною головкою, систем подачі, повернення і регенерації шроту. Штанга з головкою отримує обертання від електродвигуна через клиноременеву передачу. Опускання і підйом каретки здійснюється канатно-барабанною лебідкою.

Чавунний шрїт фракції 0,5 – 2,0 мм подається стисненим повітрям.

Головним недоліком, що проявляється під час роботи установки, є вібрація штанги в зв'язку з її консольним закріпленням, великою довжиною і зміщенням центру тяжіння. Тому тут основним напрямом має бути розробка технічних рішень, які б дозволяли штанзі самобалансуватись, або ж застосування амортизаційних пристроїв.

Після чищення внутрішньої поверхні виливниці передають на дільницю змащення, де на цю поверхню наносять шар захисного покриття для запобігання прилипання до стінок виливниці окисної кірки, що плаває на

поверхні металу, і бризок металу, що створюються при розливанні, а також для попередження обезвуглецювання стінок виливниці від дії окисів.

Змащення має забезпечити рівномірне розподілення покриття по всій поверхні виливниць, без пропусків. Проводити змащення рекомендується при температурі виливниць в межах 40 – 120° С.

Тонке розпилення лаку і рівномірне покриття досягаються відцентровим розпилювачем, що обертається з частотою 6000 – 8000 об/хв від пневматичного привода. Змащення здійснюється за один цикл руху штанги вниз і вгору.

Для змащення виливниць, головним чином, застосовують установки двох типів: візкового і кранового. Перевага надається крановому типу. В цьому випадку приводний міст крана переміщується над составом з виливницями по естакаді. Перпендикулярно руху мосту переміщується його візок, на якому розташовується система змащення з приводом вертикального переміщення штанги, на нижньому кінці якої встановлено розпилювач. На візку також розташовується насосна станція для подачі лаку, під тиском якого і обертається розпилювач.

Тут удосконаленню можуть піддаватись всі механізми шляхом застосування сучасних приводів і передач, розробки нових більш ефективних розпилювачів і т. д.

Проте більш радикальним шляхом є удосконалення існуючих зразків чи розробка нових комбінованих установок для одночасного чищення і змащення.

Після чищення і змащення состави з виливницями подають на ділянки для їх підготовки до розливання. Тут виконуються наступні роботи: набір піддонів, заміна пошкоджених виливниць, підготовка центрових і надставок, збирання составів і інше. На цій ділянці можна зайнятись механізацією по підмащенню надставок, набору центрових, установці і вибиванню стаканів із виливниць, прибиранню сміття і т.п.

Тема 2.9. Модернізація (удосконалення) обладнання для розливання сталі на заготовки і електроди

З найбільш ефективних способів розливання сталей (та інших деяких металів) є неперервне розливання за допомогою машин неперервного лиття заготовок (МНЛЗ). Основні переваги неперервного лиття в порівнянні з розливанням у виливниці полягають в наступному. Відпадає необхідність у великому парку виливниць і сталерозливальних візків, в застосуванні стріперних кранів і стаціонарних машин для витягання злитків із виливниць, установок для охолодження і підготовки составів з виливницями під розливання і т.д. Виключаються капітальні вкладання на будівництво стріперних відділень, цехів і дільниць по підготовці составів з виливницями, блюмінгів і слябінгів. Знижуються експлуатаційні витрати електроенергії, підвищується вихід придатного металу внаслідок мінімальних втрат металу в скрап, усунення литників, різкого зменшення втрат металу на обрізання в прокатних цехах і т.д. Значно підвищується якість металу внаслідок зменшення поверхневих дефектів і покращення структури злитків. Надається можливість повної автоматизації процесу розливання. Порівняння традиційного способу з розливанням у виливниці і розливанням на МНЛЗ подано на рис. 1.5.

На цей час в експлуатації на теренах СНД експлуатуються різноманітні конструкції машин. Взагалі ж у світовій практиці використовуються такі машини: вертикальні; вертикальні із згинанням злитка; горизонтальні; криволінійні, радіальні.

До числа сучасних відносяться радіальні машини, які виготовляються з числом струмків (4-6). Кожний струмок має свій власний кристалізатор, механізм витягування злитка, газорізну машину і інші вузли. Тобто, одночасно відливається 4-6 заготовок. Схема радіальної МНЛЗ та її основні складові показані на рис. 1.5, б.

На превеликий жаль на запорізьких металургійних підприємствах до цього часу ще не запроваджено неперервне розливання. На комбінаті

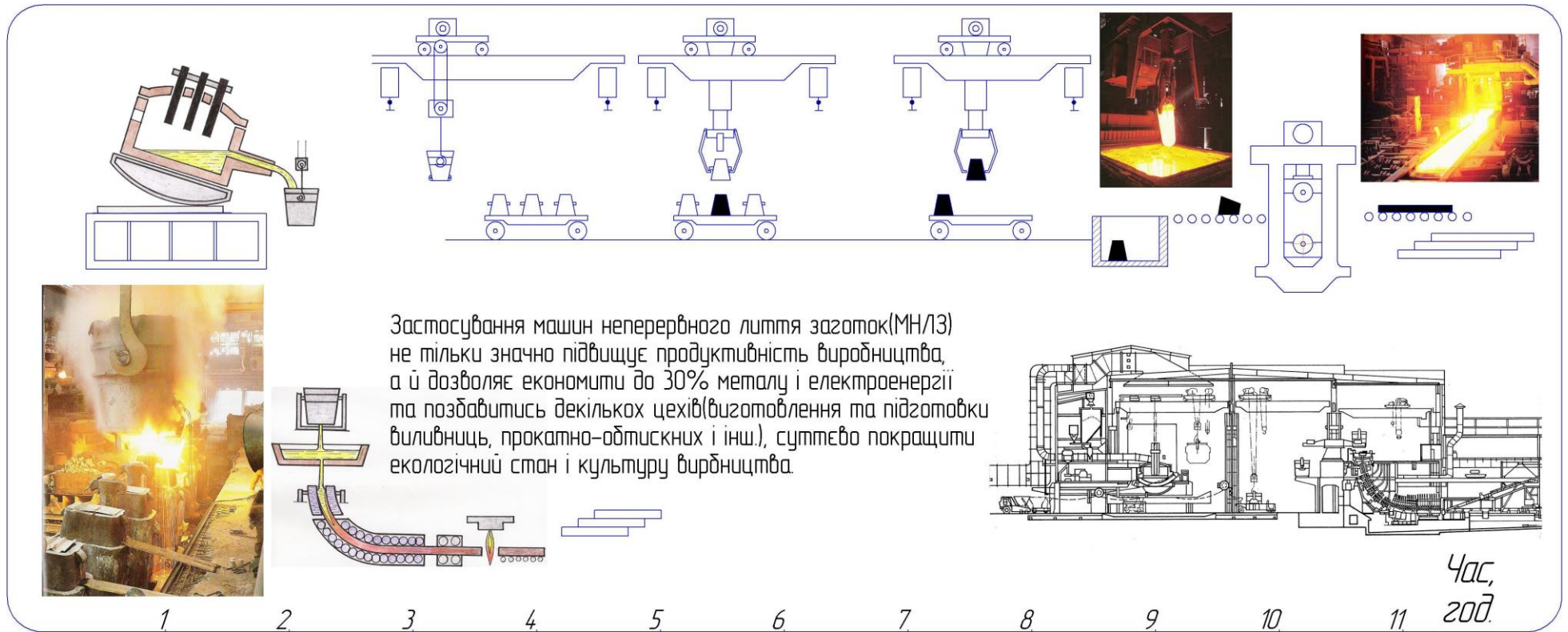


Рисунок 1.5

а-виробництво сталевих заготовок;

б-радіальна МНЛЗ та її основні складові

«Запоріжсталь» запровадження неперервного лиття передбачається (разом з будівництвом конвертерного цеху) на 2011 рік.

На заводі «Дніпроспецсталь» для лиття заготовок і електродів (для електрошлакових установок) використовується напівнеперервна машина. Основними її складовими є: кристалізатор з механізмом його хитання; механізм витягування злитка; механізм розвантаження злитка.

Механізм хитання кристалізатора призначається для усунення приварювання металу до стінок кристалізатора і являє собою важільну систему з електромеханічним приводом.

Механізм витягування злитка складається з вертикально рухомої каретки, рейкової передачі електромеханічного привода. Дві рейки закріплено на поворотній рамі машини, а приводна частина розташована на каретці. Сама ж рама спирається через бандажі на роликоопори. Поряд з одним із бандажів закріплено зубчастий вінець, що входить в зачеплення з шестернею електромеханічного привода. На каретці встановлено піддон, який вводиться знизу в кристалізатор, створюючи тим самим тимчасове днище. Після наповнення кристалізатора металом до певної висоти вмикається механізм витягування, який забезпечує неперервну постійну швидкість руху злитка. Довжина злитка визначається величиною ходу каретки. При розвантаженні злитка рама обертається на 90° і злиток кладеться на приводний рольганг, а після вивільнення злитка від піддону злиток віддаляється рольгангом і попадає в зону дії крана.

Найбільш недосконалим з усіх механізмів є механізм витягування злитка. І перш за все, це стосується сполучення «зубчасті рейки – рейкові шестерні». Через недосконалість та знос напрямних елементів, а також далеку відстань між рейками, бувають випадки, коли одна із шестерень може перескакувати через зубці рейок, що створює перекося каретки і піддона, що негативно

позначається на довговічності механізму та якості злитків. Тому першочерговою задачею модернізації є розробка надійної конструкції напрямних та зубчастого сполучення. Можна також і застосувати сучасний привод.

Важливим напрямом творчої роботи може стати удосконалення механізму хитання кристалізатора, від якості роботи якого всіляко залежить якість поверхні злитка. При цьому слід ознайомитись з сучасними розробками режимів хитання кристалізаторів, що дозволяють зменшити зусилля витягування (і тим самим підвищити якість поверхні злитків) і під найкращий з них модернізувати існуючий чи розробити новий механізм хитання. Можна також зайнятись і питаннями підвищення надійності і довговічності найбільш навантажених вузлів і деталей, а також кристалізатора. На особливу увагу заслуговує останній, бо виготовлення його робочої поверхні з високоякісної міді потребує значних коштів.

Тема 2.10. Модернізація (удосконалення) обладнання електрошлакових печей

Електрошлаковий переплав (ЕШП) був розроблений вперше Інститутом електрозварювання Є.О. Патона АН УРСР і пройшов промислові випробування в 1958 р. Цей процес став одним із найпоширеніших способів високоякісних сталей і деяких кольорових металів.

Суть процесу полягає в наступному. Розплавляємий електрод з певної марки сталі, отриманий шляхом розливання на машинах лиття заготовок чи прокатування злитків, розлитих у виливниці, занурюється в шар рідкого струмопровідячого флюсу (шлаку). Шлак завантажується в кристалізатор в розплавленому (рідкий старт) чи в твердому (твердий старт) стані. Функцію днища виконує мідний водоохолоджуємий піддон. Перемінний струм,

проходячий через затискач по розплавляемому електроду і шлаку, підтримує останній в розплавленому стані. Частка тепла, що виділяється в шлаковій ванні, передається електроду, торець якого оплавляється. Краплини металу, стікаючи з торця, проходять через шар шлаку і формуються в кристалізаторі у вигляді зливки, у верхній частині якого утворюється лунка із рідкого металу. Розміри і форма зливки відповідають розмірам і формі внутрішньої порожнини кристалізатора. В процесі плавлення на боковій поверхні зливки утворюється шлакова кірка (гарнісаж) товщиною 1-3 мм, що стає природною тепловою і електричною ізоляцією зливки від кристалізатора.

Підвищення якості металу при ЕШП досягається внаслідок оброблення металу хімічно активними шлаками і прискороною направленою кристалізацією. До того ж процес ведеться в мідному кристалізаторі, який не вносить забруднень в метал.

На практиці застосовуються найрізноманітніші конструкції печей. Але всі вони мають ті ж самі механізми: затискання і переміщення електрода, переміщення кристалізатора, викочування зливки на візку. На рис. 1.6 показано пічний прогін з печами ЕШП.

Певна річ, що головним є механізм переміщення електрода. Усі печі і їх механізми оснащено електромеханічними приводами і в той же час різними передачами: гвинтовою, канатною і рейковою. Гвинтові передачі використовуються лише на старих чи лабораторних печах. Найбільшого поширення набули механізмами з рейковою передачею. Якщо в механізмах з канатною передачею привод (канатно-барабанна лебідка) розташовується стаціонарно зверху, то в рейкових механізмах привод розташовується на рухомій каретці, яка рухається по вертикальній порожнистій колоні. В будь-якому випадку механізми переміщення мають систему урівноважування за допомогою тягарів (гир), що дозволяє значно зменшити навантаження на електродвигун і тим самим застосувати електродвигуни значно меншої інерційності. Це вкрай важливо, бо процес є регульованим в автоматичному режимі. Але такий спосіб урівноважування має суттєвий



Рисунок 1.6

Печі ЕШП

недолік, бо не дозволяє досягти урівноважування більш як на 50 %, через те, що електрод від максимальної маси сплавляється до невеликого залишку. Отже, якщо б рухома частина на початку була б урівноважена на 90 %, то в кінці плавлення вона була б не урівноважена на 90 %.

Тому тут маємо широке поле для творчої діяльності. Можна наприклад, розробити систему з перемінним навантаженням гирами за рахунок почергового навантаження і розвантаження; змінення центру тяжіння вантажу; застосувати гідравлічні приводи поступальної і обертальної дії. При цьому слід урахувувати, що через великий хід робочого органу механізму не доцільно застосовувати гідроциліндри на відповідний хід. Реальним може бути рішення, при якому в систему урівноважування введеться поліспагт з виграшем в переміщенні, що дозволить зменшити хід гідроциліндра до прийнятних розмірів. Причому для економії електроенергії доцільно використати акумулятор. При використанні гідромоторів можна їх автоматично перемикаєти з режиму мотора на режим насосу. В цьому випадку при піднятті рухомих частин гідродвигун буде живити акумулятор.

Удосконалення потребують і безпосередньо приводи механізмів переміщення електродів. На цей час виключно використовуються приводи, в склад яких входять спеціально спроектовані для них редуктори: диференціальні; черв'ячно-циліндричні двоступінчасті; циліндричні триступінчасті і інші. Всі вони мають по двоє електродвигунів. Це зумовлено тим, що вони повинні забезпечувати поряд з малою робочою регульованою швидкістю (8-80 мм/хв), максимально можливу маршову швидкість (>1,5 м/хв).

В приводах з диференціальними редукторами ця мета, як і в інших приводах, досягається за рахунок установки двох двигунів: постійного і перемінного струму. Редуктор має два вхідні вали і один вихідний. Двигун постійного струму з'єднується з диференціальним редуктором через додатковий черв'ячний редуктор, а двигун перемінного струму – безпосередньо з диференціальним редуктором. Тобто, передатне відношення робочої гілки більше, ніж маршової, на величину передатного відношення додаткового

черв'ячного редуктора.

Для отримання більш широкого діапазону робочих швидкостей привода застосовують регулювання частоти обертання електродвигуна постійного струму, яке дозволяє змінювати частоту обертання електродвигуна в діапазоні 1:10.

В механізмах з іншими редукторами для отримання робочої і маршової швидкості також застосовують різні передатні відношення гілок, але перехід з однієї на іншу досягається за рахунок установа електромагнітної муфти, що має свої недоліки, бо надійність привода тут всіляко залежить від надійності цієї муфти. Тому найкращим варіантом визнано приводи з диференціальним редуктором, хоча вони і підлягають індивідуальному виготовленню, яке не дозволяє отримати високоякісний продукт.

Ураховуючи сучасні розробки систем регулювання швидкості двигунів, які дозволяють отримати діапазон регулювання 1:1000 навіть в двигунах перемінного струму, можна обійтись типовими редукторами сучасних розробок, що дозволить підвищити його надійність і ККД. Проте і тут слід вирішувати проблему з урівноваженням.

Що ж стосується механізмів з канатною передачею, яка через свою високу пружність негативно впливає на якість регулювання електричного режиму, то і тут доцільніше використати ролико-пластинчасті ланцюги, що мають значно вищу жорсткість, ніж канати. Таке рішення прийнято, наприклад, в печі конструкції ІЕЗ Є.О. Патона на злиток масою 60 т.

Певний практичний інтерес являє розробка механізмів на базі гідроприводів обертальної дії, в якій можна використати загреговані гідромотори.

Самим «вузьким місцем» печей ЕШП є кристалізатор, розміри якого визначають потрібні розміри злитків. На виготовлення внутрішньої оболонки кристалізатора використовується високоякісна мідь у вигляді листів, які підлягають зварюванню. Вартість матеріалу і виготовлення дуже високі, в той час, як термін експлуатації кристалізаторів через знос і короблення недостатній.

Тому виникла ідея наплавляти злиток в короткий кристалізатор з неперервним витягуванням злитка. Але тут виникли дві проблеми: необхідність контролю рівня металу чи шлаку в кристалізаторі; анодний знос мідної оболонки кристалізатора в районі розташування шлаку.

Якщо не контролювати рівень, то у випадку не відповідності швидкостей наплавлення і витягування злитка метал (шлак) може переповнити кристалізатор або, навпаки, вийде за нижні межі кристалізатора. В тому і іншому випадку виникне аварійна ситуація.

Анодний знос полягає в тому, що часточки міді через ефект електролізу в районі смуги шлаку переносяться з кристалізатора на електрод (на занурену в шлак його частину). Коли злиток наплавляється в глухий кристалізатор, цей ефект проявляється дуже слабо, бо знос відбувається по всій височині кристалізатора (адже стовпець шлаку на протязі плавки переміщується знизу до гори кристалізатора, що викликає рівномірний знос по всій височині). В той же час при технології з витягненням злитка стовпець шлаку перебуває на одному місці, завдяки чому відбувається знос у вигляді пояска, глибина якого може досягати декількох міліметрів. А це, кінець-кінцем, призводило до того, що злиток застрявав в цьому пояску і при витягуванні злитка створювались великі напруження в його кірці і, як наслідок, на поверхні злитка могли утворюватись тріщини. Усунення цих недоліків і може стати метою удосконалення печей ЕШП.

Тема 2.11. Модернізація (удосконалення) вакуумно-дугових печей

Вакуумно-дугові печі є найбільш поширеними агрегатами спецеелектрометалургії, які дають можливість отримувати високоякісні метали (сталь, титан, цирконій, ніобій, молібден, тантал, вольфрам, ванадій, берилій та інші) для спеціальних галузей техніки. Висока якість металів тут досягається завдяки вакууму (0,133 Па) і мідній виливниці – кристалізатору. Вакуум сприяє активному звільненню металу від розчинених в ньому газів і твердих включень, а кристалізатор не вносить забруднення в розплав. Джерелом тепла для розплавлення металу є електрична дуга. Вихідним матеріалом для плавки є

губка, стружка, литі і спресовані штанги і інше.

Печі живляться від джерел постійного струму. Струм підводиться до штока електрода і мідного піддона, який слугує днищем кризного водоохолоджуємого кристалізатора. Всі приєднання до герметичної камери мають надійні вакуумні ущільнення. Таким чином, як в камері печі, так і в порожнині кристалізатора підтримується необхідний вакуум, що створюється спеціальними вакуумними насосами.

Промисловістю серійно випущено такі типи печей: ДСВ – для плавки сталей; ДТВ – для плавки титану; ДДВ – для плавки молібдену та інших тугоплавких металів; ДНВ – для плавки ніобію.

Печі для виплавки високореакційних металів (наприклад, титану) є вибухонебезпечними (при попаданні на поверхню розплаву води створюється газовибухова суміш) і тому розташовуються в захисних камерах.

Раніш вакуумно-дуговий процес широко використовувався для переплаву титанової губки на злитки, які потім слугували в якості електродів для вакуумнодугових ливарних печей. На сьогодні ж цей процес замінено електронно-променевим.

Для вакуумно-дугового переплаву сталей використовуються печі ДСВ-3,2 і ДСВ-6,3 відповідно на злитки масою 3,2 і 6,3 т. На рис. 1.7 показано прогін плавильного цеху з печами ДСВ. В склад печей входять: металоконструкція; вакуумна камера; механізм переміщення витратного (розплавляємого) електрода; змінний кристалізатор; механізм вертикального переміщення кристалізатора; механізм затискання кристалізатора до вакуум-камери; механізм розвантаження злитка; механізм відкату кристалізатора; механізм змінення кристалізатора; вакуумна система. Всі механізми гідравлічні з гідроциліндрами двобічної дії, за винятком механізму переміщення електрода, оснащеного електроприводом.

Механізм переміщення електрода має конічний диференціальний редуктор з вмонтованими черв'ячними парами. Вітка робочої швидкості (2...20 мм/хв) має додатковий черв'ячний одноступінчастий редуктор і



Рисунок 1.7

Печи ДСВ

електродвигун постійного струму. Електродвигун маршової швидкості (>1,5 м/хв) безпосередньо з'єднаний з диференціальним редуктором і оснащений гальмом. В якості передачі застосована ланцюгова роликотпластинчаста передача, ланцюг якої одним кінцем закріплено нерухомо, а інший, обігнувши зірочку штока електрода, обходить приводну зірочку, за нею напрямну зірочку, з'єднується з гирами тягаревого (грозового) урівноваження.

Головний недолік механізму проявляється в недосконалому гиревого урівноваження, що не дає можливість якісно урівноважити рухомі частини механізму через змінення маси електрода. В даному випадку урівноваження складає приблизно 50 %. Внаслідок цього десь на половині процесу плавлення виникає розбаланс в русі електрода, коли електрод розпочинає робити неконтрольовані переміщення в межах люфтів привода, що вкрай негативно позначається на стабільності дугового процесу і, як наслідок, на стабільності кристалізації. Особливо це позначалось на якості злитків з спеціальних сплавів на основі заліза (тут мали місце браковані злитки в зв'язку з порушенням направленості кристалізації).

Тому, зважаючи на це, в першу чергу слід зайнятись розробкою належної системи урівноваження. Наприклад, можна прийняти гідравлічне урівноваження з використанням гідроприводів поступальної чи обертальної дії, які будуть мати можливість змінювати зусилля урівноваження в процесі розплавлення електрода.

До того ж доцільно розглянути варіант із застосуванням лінійних електроприводів, чи взагалі позбавитись системи урівноваження, застосувавши гідроприводи поступальної чи обертальної дії відповідної потужності. Але необхідно виконати розрахунки щодо бистродії технічного рішення, що пропонується. Якщо бистродія нового механізму не буде уступати бистродії існуючого механізму, то цей захід буде доцільним.

Що ж стосується інших механізмів, то об'єктами удосконалення можуть бути механізми вертикального переміщення кристалізатора і розвантаження

злитка, що оснащені гідроциліндрами поршневого типу, які при заміні ущільнень вимагають повного їх розбирання, що вкрай незручно щодо умов експлуатації таких циліндрів. В цьому випадку доцільно замінити ці циліндри на плунжерні, які легко можуть бути виготовлені, бо механічній обробці підлягає лише верхня частина корпусу циліндра, а зовнішня обробка плунжера не являє будь-яких ускладнень. В цьому випадку заміна ущільнень може відбуватись без демонтажу циліндра.

Загальним же недоліком печей ВДП є те, що через вузьку щілину між електродом і кристалізатором відсмоктування газів при донній частині кристалізатора значно гірше, ніж у верхній частині, що призводить до нерівномірності вмісту газів по висоті злитка. Покращити ж цю ситуацію можливо лише при переводі печей на схему з витягуванням злитка, коли зона плавлення постійно перебуває у верхній частині кристалізатора.

Через властивість рідких елементів, в тому числі розплавлених металів і їх складових, випаровуватись, на стінках кристалізатора над поверхнею рідкої фази злитка створюється конденсат із випаровувань. А оскільки стінки кристалізатора охолоджуються, то шар конденсату не розплавляється, а лише покривається металом злитка і зварюється з ним, внаслідок чого на поверхні злитка створюється непридатний до використання шар із суміші самого металу, легуючих та окислів товщиною до 20...25 мм. Тому злитки перед подальшою переробкою підлягають обдиранню на обдирних верстатах. Одним із найпростіших заходів щодо усунення цієї проблеми є застосування електромагнітного ефекту. При цьому навколо кристалізатора намотується котушка, по якій пропускається струм. Внаслідок цього електромагнітне поле впливає на рідку фазу злитка і електричну дугу. При постійній дії котушки рідка фаза розпочинає обертатись і тим самим розмиває конденсат на стінках кристалізатора. Але при цьому різко змінюється характер кристалізації металу (закручена макроструктура), що робить його непридатним для використання.

Якщо ж перемикати полярність котушки на невеликий час (декілька секунд) з короткими паузами між перемиканнями, то рідка фаза злитка не

встигає розкрутитись. Але при цьому дуга стискується і концентрується на середині торця електрода і виплавляє її, збільшуючи відстань між електродом і поверхнею рідкої фази в порівнянні з відстанню між боковою поверхнею електрода і стінками кристалізатора. Тому в період між перемиканнями полярності електрична дуга перекидається на шари конденсату і розплавляє їх.

Таким чином, найбільш прийнятною конструкцією печі ВДП може стати піч з витягуванням зливка і використанням електромагнітної системи кристалізатора (соленоїда). Але тут має бути застосовано надійний контроль рівня металу в кристалізаторі.

Тема 2.12. Модернізація (удосконалення) електронно-променевих і плазмових печей

Для отримання чистих і ультрачистих металів і сплавів застосовується метод електронно-променевого переплавлення (ЕПП). Цей метод вакуумної металургії поєднує в собі можливість плавлення металу в глибокому вакуумі ($<1,3 \cdot 10^{-2}$ Па) з нагріванням до високої температури. Переваги його перед ЕШП і ВДП полягають в тому, що він супроводжується глибоким вакуумом і можливістю регулювання температури плавлення заготовки (шихти) та кристалізації зливка. Що ж стосується останнього, то печі ЕПП мають (на противагу печам ЕШП і ВДП) незалежне джерело нагріву – електронно-променеві пушки.

Принцип ЕПП полягає в тому, що пучок (струмінь) електронів, що володіють високою кінетичною енергією за рахунок величезної швидкості (близько до швидкості світла), бомбардують металеву заготовку чи кускову шихту, що переплавляється в кристалізаторі чи в проміжній ємкості.

Позитив цього методу полягає в наступному:

- можливе переплавлення спеціально підготовлених витратних розплавляємих заготовок (металевих штанг, прутків, штабиків і т.п.) чи шихти будь-якого типу (комків, губки, подрібненого металу і т.п.);
- можна отримувати або зливки у водоохолоджуємому кристалізаторі з

витягуванням злитка або ж без нього, чи фасонні відливки;

- рідкий метал можна витримувати в глибокому вакуумі тривалий час, коли майже вся енергія направляєтся на перегрів металу, що забезпечує найбільш задовільні умови для дегазації (віддалення газів) і рафінування металу, надає можливість переплавляти тугоплавкі метали і матеріали.

Як показала довголітня практика використання ЕПП, він дозволяє отримувати найбільш якісні метали і сплави.

Джерелом виділення електронів є електронні нагрівачі (пушки), а саме їх робоча частина – металевий дріт чи пластина, які випускають потік електронів, що поширюються в різні боки. Явище випускання електронів з нагрітої поверхні називається термоелектричною емісією, а нагріта високоомна пластина (дріт) – термокатодом. Для того, щоб зосередити весь потік електронів в потрібному напрямі, застосовується декілька фокуруючих і відхиляючих пристроїв, оснований на взаємодії летючих з великою швидкістю електронів з електричним чи магнітним полем. Завдяки цим пристроям вдається сконцентрувати потік електронів у відносно вузький пучок (промінь) і направити його на розплавлений метал. При зіштовхуванні летючого електрона з металом отримана ним кінетична енергія переходить в теплову. Весь комплекс цих пристроїв і складає електронну пушку, які в залежності від конструктивного оформлення поділяються на радіальні і аксіальні.

Радіальні пушки застосовуються в печах з вертикальною подачею розплавляємої заготовки, які отримали назву через спосіб установки (розташовуються навколо заготовки). Аксіальні пушки переважно застосовуються в печах з горизонтальною подачею заготовки чи використанні проміжної ємкості.

Найбільшого поширення набули електронно-променеві печі з витягуванням злитка. Злиток формується в короткому кристалізаторі і витягується зі швидкістю, відповідною швидкості наповнення кристалізатора металом. Тобто рівень металу підтримується на постійній відмітці верхньої частини кристалізатора. Швидкість витягування складає приблизно 5 мм/хв.

Приводи механізмів подачі заготовки і витягування злитка, як правило однотипні, і забезпечують робочу регульовану (2,0...20,0 мм/хв) і маршову (>1,0 м/хв) швидкості. Для цього частіше використовують двошвидкісні диференціальні редуктори спеціального виготовлення з двигунами постійного і перемінного струму. В якості передач, головним чином, використовуються гвинтові передачі.

Особливістю ЕПП є інтенсивне виділення парів металів із розплавленої фази. З одного боку це є позитивом, бо саме за рахунок випаровування відбувається очищення металу від шкідливих домішок, а з іншого це призводить до створення над рідкою фазою злитка на стінках кристалізатора і його верхніх пружках масивної конденсатної (гарнісажної) кірки. А оскільки швидкість витягування злитка надзвичайно мала, то затвердівши частина злитка зварюється з гарнісажем, що міцно зчеплений зі стінками кристалізатора, внаслідок чого найбільш напружені ділянки застиглої кірки злитка руйнуються, що створює тріщини на його поверхні. Кафедрою в свій час (на початку промислового запровадження ЕПП) було запроваджено спосіб наплавлення злитків, згідно з яким злитку в процесі витягування надавались коливальні рухи (величини частоти і амплітуди залежали від властивостей металів). Це дозволило виплавляти злитки з якісною поверхнею, яка не потребувала механічної обробки. В той час, як при неперервному витягуванні злитки обдирались на глибину до 20 мм, що потребувало спеціального парку верстатів.

Для надання злитку коливань на перших печах використовували короткоходові гідроциліндри, які монтувались на каретці гвинтової передачі механізму витягування злитка. Проте, як показала практика, це не було кращим рішенням, бо коливання гідроциліндрів викликало знакоперемінні навантаження на гвинтову передачу, що прискорювало її вихід із ладу. Тому було розроблено серію механізмів витягування на базі поршневих гідроциліндрів, які, завдяки розробленим програмним пристроям, одночасно здійснювали поступальний (згідно зі швидкістю наплавлення злитків) і коливальний рух. Такі механізми відрізнялись високою надійністю і широкими можливостями регулювання

параметрів витягування і коливання злитка.

Перша напівпромислова електронно-променева піч в Запоріжжі була встановлена на з-ді «Дніпроспецсталь» (пізніше передана Запорізькому машинобудівному інституті), друга – в «УкрНДІспецсталь».

Що ж стосується промислових підприємств, то на цей час запроваджено електронно-променеву піч на ЗТМК на заміну вакуумно-дугових печей. Крім покращення якості продукції, не менш важливим є те, що ці печі, на противагу печам ВДП, не є вибухонебезпечними. Тобто, якщо на поверхню металу тут попадає вода (внаслідок руйнування водоохолоджуємих елементів: камери, кристалізатора і т.і.), то не утворюється вибухова суміш газів.

В цій печі безпосередньо переплавляється титанова губка з отриманням злитка. Губка завантажується на спеціальний піддон, розташований всередині вакуумної камери печі, де також розташовані проміжна ємкість і короткий крізний кристалізатор. Через вакуумне ущільнення в камері злитка входить водоохолоджуємий шток механізму витягування з піддоном, який створює тимчасове днище кристалізатора. Над проміжною ємкістю і кристалізатором розташовуються електронно-променеві пушки.

Приводи механізмів витягування злитка і подачі губки в проміжну ємкість розташовуються за межами камер печі і злитка.

Губка подається в проміжну ємкість, де розплавляється. А після наповнення проміжної ємкості метал стікає в кристалізатор, де і формується злиток.

Оскільки цей процес перебуває на стадії освоєння, то не має можливості остаточно визначити недоліки як самої технології, так і виконавчих механізмів печі. Але це не є перешкодою для розробки нових технічних рішень, пов'язаних з подальшим розвитком ЕПП та засобів для його втілення.

Одним з найбільш економічних і перспективних методів є плавлення в печах плазово-дугового переплаву (ПДП), джерелом тепла якого є плазова дуга.

Найменування печі ПДП є умовним, бо плазма утворюється всюди, де

має місце електричний розряд в газів, в тому числі і в дугових печах всіх типів. Печами ж ПДП називаються дугові печі зі стабілізованою дугою. У більшості випадків стабілізація досягається за рахунок обдування стовпчика дуги струменем плазмостворюючого газу (наприклад, аргону). Внаслідок цього створюється низькотемпературна плазма, температура якої складає в середньому 10000° С. Це пояснюється тим, що стовпець дуги стискується внаслідок термічного пінч-ефекту, а щільність струму і температура по осі стовпця зростають в порівнянні з вільною дугою, що використовується у звичайних дугових печах.

Особливі властивості стабілізованої дуги дозволяють використовувати її для інтенсифікації і удосконалення існуючих, а також для створення принципово нових процесів.

Сам же плазово-дуговий процес має такі позитивні якості:

- тому, що в печах використовуються невитратні електроди (маються на увазі вугільні чи графітові електроди, які застосовуються у звичайних дугових печах), а стабілізована «чиста» дуга, при використанні ПДП практично усувається можливість забруднення металу небажаними домішками;

- завдяки стабільності дуги спрощується задача регулювання процесу;

- над ванною металу (рідка фаза злитка) може створюватись контрольована атмосфера: нейтральна; відновлююча; окислююча.

- печі ПДП можуть функціонувати в широкому діапазоні тисків (наприклад, при пониженому тиску, близькому за величиною до тиску у вакуумних індукційних печах);

- можливість інтенсивного підводу тепла дозволяє вести плавлення на більших швидкостях, ніж в печах ВДП і ЕПП;

- незалежне високотемпературне джерело нагріву дозволяє переплавляти самі що не є тугоплавкі метали і інші матеріали (навіть неметалічні мінерали).

Пристроями, що створюють тепло, тут є плазмові пальники-плазмотрони, основними елементами яких являються катод (торирований вольфрамовий стрижень) і мідний водоохолоджуємий анод, замкнені в порожнистому

водоохолоджуваному циліндричному корпусі. Під дією струменю газу дуга, що запалюється між катодом і анодом, «видувається» у вузький отвір в аноді (сопло) і стискується, що створює вузький пучок плазми. Газ в корпус плазмотрона подають аксиально чи тангенціально по відношенню до осі дуги.

Плазмові печі подібні до печей ЕПП, мають герметичну камеру, механізми подачі заготовки та витягування злитка. В печах для переплавлення кускової шихти передбачено пристрої у вигляді різних конструкцій герметичних живильників. Перед початком плавлення в камерах створюється вакуум, а потім туди подається нейтральний газ, який створює захисну атмосферу для розплавленого металу.

Хоча ПДП і поступається ЕПП щодо очищення металів від газових і інших домішок, він має ту перевагу, що тут не створюється гарнісажна кірка і злитки не мають поверхневих пошкоджень.

В свій час ПДП використовувався на ЗТМК, який сьогодні замінили на ЕПП, а піч передано підприємству «Армаліт». Головним механізмом в цій печі є механізм витягування злитка, що має гвинтову передачу і електромеханічний привод. Напрямом творчої діяльності тут може стати удосконалення цього механізму за рахунок використання сучасних більш ефективних передач і приводів. Удосконаленню можуть підлягати і інші елементи печі, пов'язані із завантаженням і подачею вихідного матеріалу і розвантаженням злитків.

Тема 2.13. Модернізація (удосконалення) обладнання алюмінієвих електролізерів

Виконавчі механізми електролізерів

Електролізний процес є основним промисловим способом отримання алюмінію. Вихідною сировиною слугує глинозем (Al_2O_3), а основою електроліту – системи кріоліт-глинозем. Апаратурно-технологічна схема виробництва алюмінію показана на рис. 1.8.

Електролізери незалежно від конструкції мають анод, катод, катодну і анодну ошиновки, металоконструкцію, систему уловлювання і відводу газів. Їх

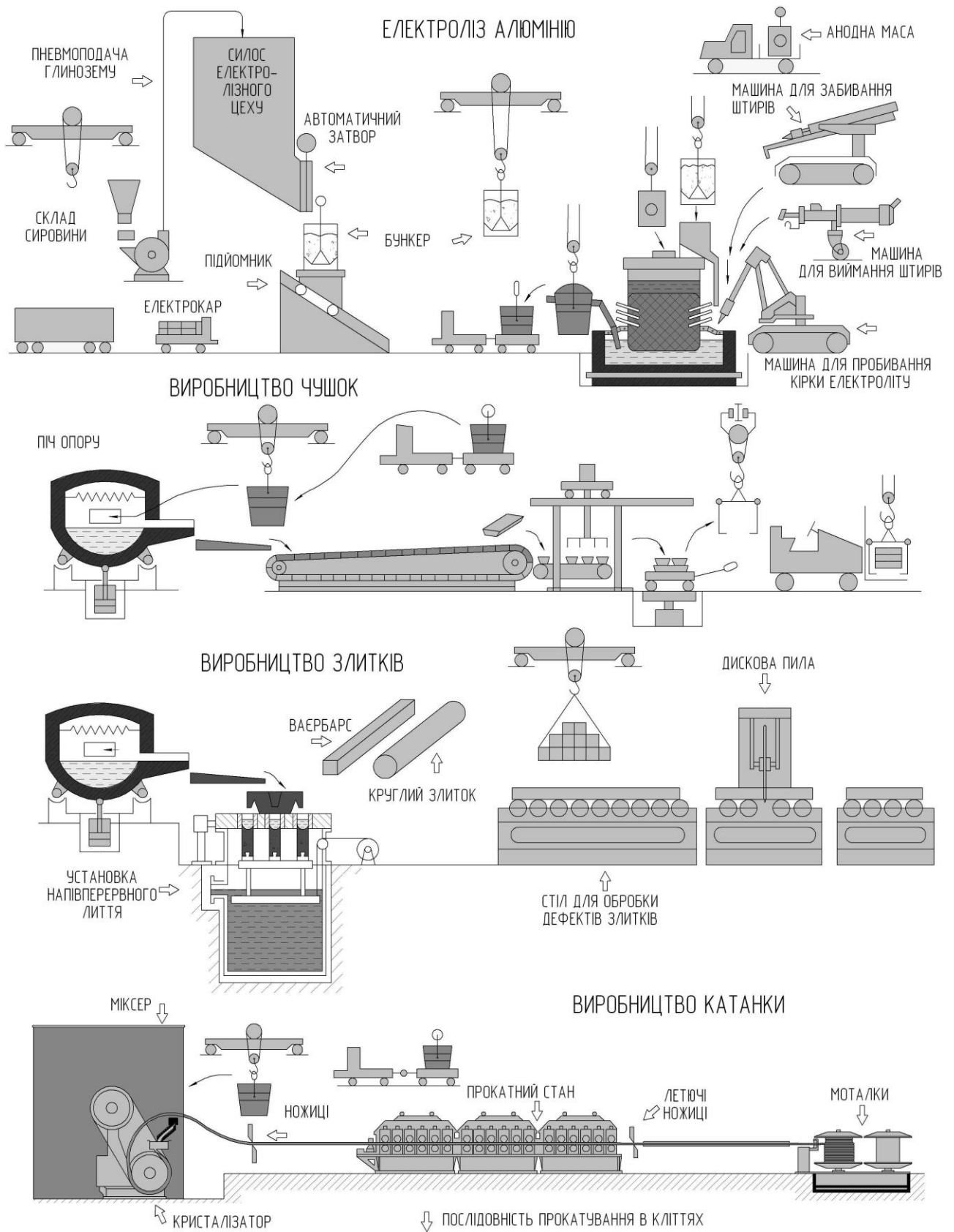


Рисунок 1.8

Апаратурно-технологічна схема виробництва алюмінію

класифікують за такими ознаками:

- за конструкцією анода: з самоспівливими і обпаленими анодами;
- за способом підводу струму до анода: з боковим і верхнім підводом;
- за величиною потужності (сила струму): малої (40-50 кА), середньої (60-80 кА), великої (100-160 кА), дуже великої (200-250 кА) потужності.

На ЗАЛК використовуються електролізери середньої потужності із самоспівливими анодами, які в порівнянні з сучасними конструкціями (великої і дуже великої потужності, з обпаленими анодами) є дуже застарілими щодо продуктивності, енерговитрат, умов обслуговування і т.п.. Тому зупинимось лише на розгляді цих електролізерів, а ознайомитись з сучасними розробками електролізерів можна в інформаційних джерелах.

До деякого недавнього часу електролізери ЗАЛК були оснащені канатно-барабанними механізмами переміщення анодів (регулювання положення анода). Тут анод підвішується за його раму на поліспапну систему (за чотири точки), кратність якої складає $i = 8$. Чотири канати, що надходять від поліспапів, навиваються на барабан, який приводиться в дію від електромеханічного привода, що має відкриту і закриту зубчасті передачі застарілої конструкції.

Безумовно, що при такій конструкції (збереженні канатної передачі) доцільно замінити існуючий привод на сучасний загрегований привод, що відрізняється суттєво вищими надійністю і ККД.

В останні роки на деяких електролізерах канатну передачу замінили на гвинтову таким чином, як це зроблено на сучасних конструкціях електролізерів. Тут анод через раму спирається на чотири гвинтові стійки, які закріплені в нерухомому стані. Тому рухомими є гайки гвинта, які вмонтовано в черв'ячні колеса спеціальних черв'ячних редукторів, а останні закріплені на анодній рамі. Синхронізація кожної торцевої сторони досягається шляхом з'єднання черв'ячних редукторів з одним електромеханічним приводом. Тобто на дві торцеві гвинтові стійки призначається один привод.

Перевагами такого механізму є те, що він забезпечує більш точне

відпрацювання електричного сигналу під час корегування положення анода. Відомо, що міжелектродна відстань в середньому складає 45,0 мм (в залежності від властивостей електроліту вона може дещо змінюватись), а допустиме (що практично не впливає на електричний режим) її відхилення має складати не більше 2,0-3,0 %. В той же час в механізмі з канатною передачею така точність не завжди може бути досягнута через високу пружність канатів, що викликає пружні коливання.

Не менш важливим є і те, що гвинтова система має примусовий характер переміщення анода, що усуває можливе зависання останнього. Адже при канатній системі анод опускається за рахунок сил тяжіння і в деяких випадках через перекоси може зависати, суттєво порушуючи електричний режим.

З точки зору експлуатаційних показників гвинтовий механізм не має особливих переваг. Тому при визначенні економічного ефекту тут належить виходити, перш за все, з покращення електричного процесу, від якого залежать продуктивність електролізера і витрати електроенергії.

Проте кращим варіантом є використання гвинтових механізмів в електролізерах з обпаленими анодами (сучасна схема), або з самоспікливими анодами і верхніми струмопідводами (сьогодні це найбільш потужні електролізери).

Обладнання для завантаження і обробки ванни електролізерів

Схема завантаження електролізерів глиноземом залежить від типу електролізера. В електролізерах з обпаленими анодами і в електролізерах з самоспікливими електродами і верхнім струмопідводом застосовуються універсальні наземно-рейкові машини порталного типу, які переміщуються над ниткою (лінією) електролізерів. Тобто, електролізери перебувають між опорами машини. З двох боків машини розташовані бункери з глиноземом і живильниками та механізми руйнування кірки електроліту, які являють собою фрезерну установку з фрезою $\varnothing 1600$ мм, закріплену на хитній рамі. Обертання фрези ($n=50$ об/хв) передається від електродвигуна через вертикальний

(крановий) редуктор. Таким чином, при русі машини кірка руйнується і тут же електролізер завантажується глиноземом.

В той же час в цехах з електролізерами із самоспівливими анодами і боковим струмопідводом, що будувались в 30-ті роки минулого століття, практично не передбачалась механізація по обслуговуванню електролізерів, внаслідок чого застарілі цехи не мають достатнього простору для використання таких крупногабаритних машин, як це є універсальні наземно-рейкові машини. Тому в цих цехах завантаження витратних бункерів електролізерів (по два на кожний електролізер) здійснюється за допомогою переносних (краном) саморозвантажуючих бункерів. Запаси глинозему перебувають в торцевих великих бункерах-силосах. Під кожним силосом змонтована установка для автоматичної подачі переносного бункера під випускний отвір силосу і повернення його після автоматичного завантаження назад. При цьому підвіска бункера перебуває на гаку крана. При установці переносного бункера на витратний відбувається автоматичне висипання глинозему.

Тут об'єктом удосконалення може стати установка подачі переносного бункера і живильника силосу на предмет підвищення надійності і терміну їх служіння.

Кірку електроліту руйнують за допомогою малогабаритних самохідних машин на гусеничному ході, володіючих надзвичайно високою маневреністю. Така машина має гусеничне шасі з пневмодвигунами, поворотну від пневмоциліндра стрілу. Стріла може змінювати нахил за допомогою пневмоциліндра. Для фіксації і стабільності руху стріла оснащена пневмогвинтовим пристроєм, який являє собою одночасно гальмо і стабілізатор руху. Тут гвинт (не самогальмівний: кут нахилу різьби більший за кут тертя) з'єднується з рухомою частиною стріли, а його гайка зафіксована в підшипниках і поєднана з нерухомою частиною стріли. Внаслідок такого рішення гвинт рухається поступально при дії пневмоциліндра нахилу стріли, а гайка обертається. На останній закріплено гальмівний шків, а гальмівні колодки управляються пружною діафрагмою. При нахилі стріли колодки розкриті, а при

зупинці стріли затискують шків, фіксуючи тим самим положення стріли. Сили тертя в гвинтовій передачі і момент інерції шківів з гайкою в деякій мірі згладжують нестабільність руху циліндра нахилу.

На стрілі закріплено через пневмоциліндр пневмомолот (пневматичний молоток підвищеної енергії – 700 Н·м). При натисканні зубила на електролітну кірку за допомогою пневмоциліндра автоматично спрацьовує зубило і пробиває кірку електроліту. Маневруючи переміщенням самої машини і обертанням стріли, пробивають таким чином всю поверхню ванни.

Основним напрямом творчої діяльності тут може бути розробка більш продуктивного способу руйнування кірки і засобів для його впровадження. Тут можна, наприклад, замість одного пневмомолота установити на стрілі декілька пневмомолотів, взагалі змінити спосіб руйнування чи установити стаціонарне обладнання.

В інших випадках можна обмежитись удосконаленням існуючих механізмів і вузлів на предмет підвищення їх надійності і терміну служіння, зниження витрат стисненого повітря за рахунок застосування сучасних розробок пневмоциліндрів і пневмомоторів.

Обладнання для обслуговування анодного господарства

Тип електролізера визначає і будову обладнання, що застосовується для проведення робіт, пов'язаних з експлуатацією анодів.

В електролізерах із самоспівливими анодами і верхнім струмопідводом завантаження анодної маси здійснюється за допомогою тих же універсальних наземно-рейкових машин, які мають бункери для анодної маси і оснащені живильниками. Установлення і витягування струмопідводящих штирів здійснюють спеціальними штирьовими кранами. Перетяжку кожуха (він сталевий) анода виконують за допомогою спеціального механізму, установленного на анодній рамі і який має чотиригвинтову передачу, гвинти якої з'єднані з рамою кожуха анода і рухаються поступально (схема аналогічна механізму переміщення анода).

В електролізерах з обпаленими анодами (їх 24 шт.) установку і перепуск анодів здійснюють анодними кранами, що являє собою саму просту і надійну систему анодного господарства.

В електролізерах із самоспівним анодами і боковим струмопідводом використовують малогабаритні машини і устаткування, а в деяких випадках – навіть ручні засоби (наприклад, при нарощуванні кожуха анода, з'єднанні контактів шинка – штир та інші). Витягують штирі із анода машиною безударної дії. Така машина має ручний механізм переміщення і спирається на двоколійний лафет. Машина наділена пневмогідравлічним підсилювачем і робочим циліндром, поршень якого поділяє його порожнини на гідравлічну і пневматичну. Прямий хід поршня відбувається під дією масла, тиск якого створює підсилювач, а зворотній – під дією стисненого повітря, яке надходить із центральної магістралі. Підсилювач являє собою поршневий пневмодвигун, пневмодвигун зворотно-поступальної дії й спарений плунжерний гідронасос. При цьому тиск масла на виході насоса в стільки разів більший тиску стисненого повітря, в скільки разів площа поршня пневмодвигуна більша за площу плунжера. При витяганні штирів закріплені на корпусі машини крюки накидають на металевий стрижень, який в цей час вставляють в отвір голівки штиря. Вмикають машину і упор, який висувається із машини при прямому русі поршня, упирається в тіло анода, а машина відкочується в зворотному напрямку, тягнучи за собою штир. Зусилля на упорі – 300 кН, тиск масла – 17 МПа, діаметр робочого циліндра – 150 мм.

Головним напрямом творчої діяльності тут може бути розробка для цієї машини самохідного шасі (подібного до шасі машини для пробивання електролітної кірки). Але слід урахувати те, що цим питанням займався проектно-конструкторський відділ ЗАЛК і їх розробка не отримала застосування через її нездатність реагувати на нерівність поверхні підлоги біля електролізерів і неоднакову висоту розташування штирів.

Штирі при їх забиванні і витягуванні, як правило деформуються і перед черговим установленням в анод їх піддають правці. Вирівнюють штирі за

допомогою спеціальних машин, принцип дії яких той же, що і в машин для витягування штирів.

Забивають штирі за допомогою самохідних гусеничних машин. Машина складається з гусеничного шасі з блоком пневмодвигунів і підйомно-зворотньої колони, на якій розташовані механізми для підйому і забивання штирів. Передбачений механізм підйому штирів не використовується, бо вага штирів порівняно невелика (близько 25 кг) і анодчик скоріше зніме і укладе у вихідне положення штир, ніж він це зробить за допомогою підйомника.

Механізм для забивання має хитну стрілу, кут якої визначається вертикальним переміщенням колони, і пневмомолот з пневмоциліндром його подачі і притискання. Поворот колони і нахил стріли виконують вручну. При забиванні штиря стрілу за допомогою захвату з'єднують тимчасово з анодом. Необхідний нахил стріли досягається за допомогою пневмоциліндра вмонтованого в колону і забезпеченого гвинтовим демпфером.

Тут можна зайнятись застосуванням сучасних розробок пневмодвигунів (або загрегованих мотор-колес) та удосконаленням вузлів підйомно-поворотної колони.

Радикальним напрямом творчої діяльності може бути розробка електролізерів з обпаленими анодами та їх обслуговуючих механізмів з метою різкого підвищення ефективності електролізерів та створення суттєвого покращення умов обслуговування та експлуатації.

Тема 2.14. Модернізація (удосконалення) обладнання для розливання алюмінію на чушки та злитки

Алюміній у розплавленому стані вибирається із ванни електролізера вакуумними ковшами. Розрідження в ковші створює пневматичний завиткоподібний насос, що живиться від центральної пневмосистеми. Із вакуумковша метал зливають в звичайний розливний ківш, що подається на чотириколісному лафеті за допомогою електрокара у електроливарне відділення (дільницю).

Витримку алюмінію проводять в печах опору, оснащених гідроциліндрами їх повороту. Особливістю механізму кантування печі є те, що піч спирається на чотири цапфи (по двоє з кожної сторін), оснащених відкидними замками. Таке рішення дає можливість (при необхідності) кантувати піч на два боки. Наприклад, одна піч може обслуговувати дві розливні машини (почергово).

На ЗАЛК алюміній розливають на чушки на стрічкових машинах з ролико-пластинчатими ланцюгами, з якими виливниці з'єднуються шарнірно. Завдяки цьому виливниці мають можливість кантуватись на криволінійній ділянці приводної станції машини, що полегшує задачу вивантаження чушок. Привод машини – електромеханічний з черв'ячним редуктором (бувають і інші рішення).

Чушки після випадання із виливниць збираються по чотири на конвеєрі чушкоукладчика, який укладає ці чушки на піддон вкратного візка. Конструкції чушкоукладчиків – різноманітні, хоча і використовуються на одному і тому ж виробництві. Модернізація чушкоукладчиків має бути направлена, перш за все, на створення високої надійності їх спрацьовування, бо порушення ритму роботи чушкоукладчиків призводить до зупинки всієї лінії розливання. Так, наприклад, захват укладчика не надійно захопив пакет чушок і котра із чушок випадає, створюючи ситуацію, при якій може відбутись пошкодження конвеєра укладчика. Удосконаленню можуть піддаватись приводна частина і окремі деталі на предмет підвищення їх довговічності.

Що ж стосується самої машини, то тут може бути декілька рішень. По-перше. Можна застосовувати сучасні загреговані електромеханічні приводи, що відрізняються високими надійністю і ККД. По-друге. Взагалі можна розробити принципово іншу конструкцію приводної частини машини. Наприклад, в якості двигуна обертальної дії застосувати двигун поступальної дії, тим більш, що такі приводи вже застосовуються на нових машинах.

Головним же недоліком існуючої лінії розливання чушок алюмінію є те, що під час розливання значна кількість металу окислюється і фактично

втрачається. Щоб зрозуміти як це відбувається, наведемо коротку технологію розливання. Алюміній із носика печі стікає струменем в жолоб, по якому надходить до виливниць і тут знову струменем зливається у виливниці. Перекидкою жолоба займається ливарник. Він же спеціальною плоскою ложкою знімає з поверхні металу у виливниці шлак і окисли, а також запобігає проливу металу мимо порожнини виливниць під час перекидки жолоба. При цьому, оскільки жолоб піднімається, то порушується стабільність потоку металу від зливного носика і до виливниці. Внаслідок цього захисна окисна плівка металу руйнується і він піддається новій стадії окислення. Щоб запобігти цьому явищу необхідно створити умови, при яких не буде руйнуватись сформована захисна плівка, або взагалі метал на більшій частині шляху не буде контактувати з киснем повітря.

В останньому випадку метал може подаватись по закритому каналу за допомогою вакуумного чи електромагнітного насосу. Для цього слід ознайомитись з насосами, що розроблені спеціально для транспортування розплавлених металів і сплавів. Можна також зайнятись і створенням системи нейтрального середовища.

Доцільною може стати і розробка пристрою, який зможе виконувати функції ливарника. В свій час цим питанням займались студенти і запропонували досить цікаві рішення.

Розливання алюмінію на злитки здійснюється на установках напівнеперервного лиття. Отримують злитки трьох основних типів: вайєрбарси (злитки квадратного перерізу 100×100 мм); круглі злитки (\varnothing 180 мм); злитки Т-подібного перерізу.

Усі установки однотипні, але мають різну кількість і форму кристалізаторів. Для лиття вайєрбарсів у відворотному столі вмонтовано 12 крізних кристалізаторів; для лиття круглих злитків – 6 кристалізаторів і для лиття Т-подібних злитків – 2 кристалізатори.

На вертикально рухомому столі встановлена відповідна кількість піддонів, які перед початком розливання вводяться в кристалізатори,

створюючи тимчасові днища. Переміщення стола здійснюється канатно-барабанною лебідкою, що встановлена окремо і на певній відстані від установки. Сам же стіл розташовується в колодязі (металевому циліндрі з відтоком води), оскільки при розливанні провадиться зовнішнє охолодження злитків водою і її необхідно організовано відводити.

Метал від печі поступає в розподільчу чашу, призначенням якої є рівне його розподілення між кристалізаторами. Тут застосоване просте і в той же час дуже ефективне рішення стосовно підтримання постійного рівня металу в кристалізаторі, яке полягає в тому, що кожний кристалізатор має вогнетривкий поплавець, що автоматично підтримує необхідний струмінь металу на виході із розподільчої чаші. Раніше цю функцію виконувало одночасно декілька ливарників, що обслуговували лише по три кристалізатори.

Відлиті злитки розрізаються на відрізки певної довжини на спеціальній установці, що має стіл з приводними роликками і кантувачем злитків, на якому відбувається огляд і вирубка дефектів, а також дискову пилу.

Загалом модернізації тут може підлягати як сама розливна машина, так і установка для оброблення і порізки злитків на предмет підвищення терміну служіння та надійності. Проте більш актуальною є розробка способу та засобу брикетування стружки перед її переплавленням в печах опору (тобто в тих печах, які обслуговують розливні машини).

Вельми актуальним є питання стосовно створення надійної високоефективної машини для механізованого скочування шлаку і чищення плавильного простору печей. На ЗАЛК розроблені зразки такого обладнання, але вони потребують суттєвого удосконалення.

Тема 2.15. Модернізація (удосконалення) обладнання руднотермічних печей для виробництва силуміну і кремнію

Виконавчі механізми печей

В цеху електротермічного силуміну виплавляють як силумін, так і технічний кремній. Для цього застосовуються потужні руднотермічні печі типу

РКО-16,5 (Р – руднотермічні, К – круглі, О – відкриті (открытые), потужністю 16,5 МВА). Печі мають по три електроди, які оснащені індивідуальними механізмами їх переміщення і перепуску. Апаратурно-технологічні схеми виробництва силуміну і кремнію показані на рис. 1.9 і 1.10.

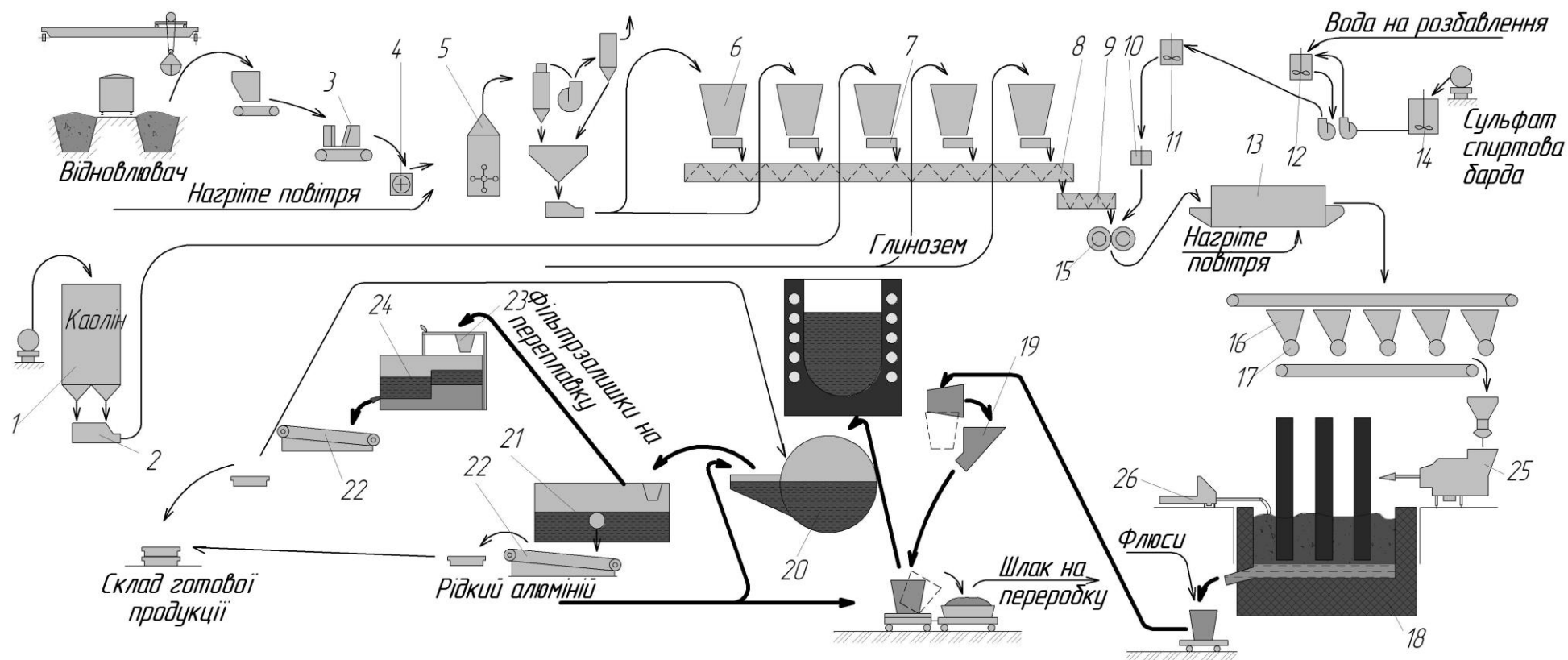
В печах для кремнію використовуються виключно обпалені вугільні (графітовані електроди), які не забруднюють розплав залізом, як це буває при використанні самоспівливих електродів, що формуються в сталевих оболонках (кожухах). В той же час в силумінових печах попадання заліза при сплавленні сталеві оболонки суттєво не позначається на показниках якості розплаву і тут застосовуються самоспівливі аноди, що коштують значно менше, ніж обпалені.

В тому і іншому випадках механізм переміщення має гідропривод поступальної дії, що складається з двох плунжерних гідроциліндрів, об'єднаних між собою несучою рамою, з нижньої частини якої жорстко закріплено несучий циліндр (мантель). На кінці несучого циліндра на водоохолоджуємих шарнірних тягах підвішене натискне кільце зі струмопідводячими мідними щоками. Для забезпечення стійкості цієї системи несучий циліндр переміщується в напрямних роликах напрямного стаціонарного циліндра.

Механізм перепуску електродів на печі для кремнію має двох затискних кілець з гідропружинними затискними буксами. Нижнє кільце спирається через балансир (розробка кафедри МО ЗДІА) на несучу раму, а верхнє спирається на нижнє через короткоходові поршневі гідроциліндри.

Напрямом творчої діяльності по кремнієвих печах може бути удосконалення балансірної системи, розробка затискних букс на основі металевих сільфонів.

Застосування надійної балансірної системи дозволяє використовувати технологію з обертанням ванни печі, що сприяє підвищенню продуктивності печі. Це пояснюється тим, що при обертанні ванни (достатньо на 60°) прогрівається весь об'єм шихти по колу, в той час як при нерухомій ванні шихта, що перебуває між електродами, прогрівається недостатньо. З цією метою в печі передбачена можливість обертати ванну (умовно 1 оберт за 24



1 – силосний склад; 2 – насос пневмогвинтовий; 3 – дробарка щоква; 4 – дробарка молоткова; 5 – млин шахтний з аеророзвантаженням; 6 – дункер; 7 – дозатор; 8 – шнек; 9 – змішувач; 10 – дозатор; 11, 12, 14 – мішалки; 13 – сушило; 15 – прес; 16 – дункер; 17 – живильник золотниковий; 18 – руднотермічна піч; 19 – установка для рафінування пічного сплаву; 20 – міксер; 21 – фільтрувальна піч; 22 – ливарний конвеєр; 23 – установка вібраційного виділення металу; 24 – двокамерна віддільна піч; 25 – завантажувальна машина; 26 – опіковочна машина

Рисунок 1.9

Апаратурно-технологічна схема виробництва силуміну

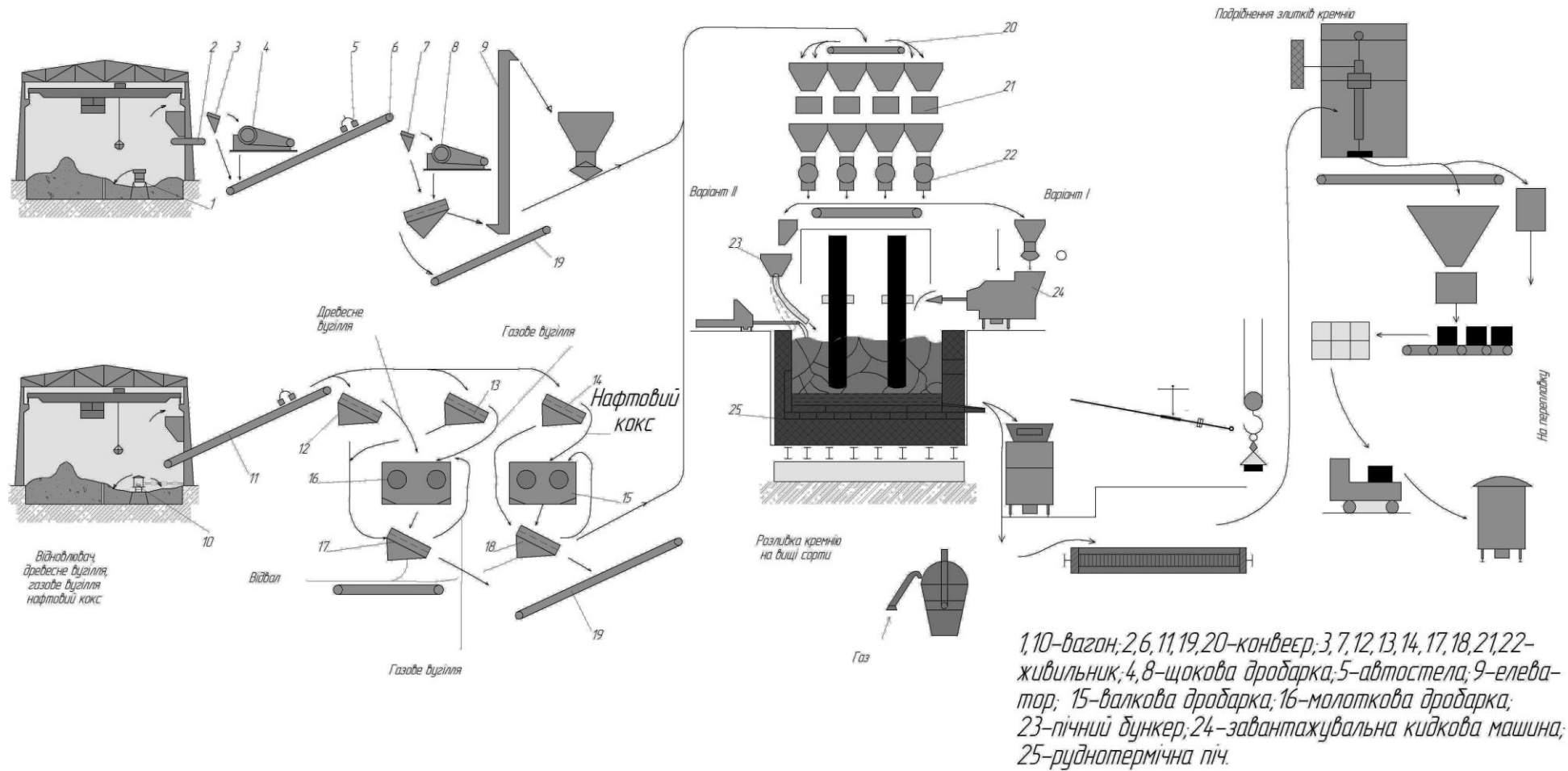


Рисунок 1.10

Апаратурно-технологічна схема виробництва кремнію

години). Але при обертанні ванни і жорсткому заземленні електродів відбувались руйнування останніх, бо шихта, рухаючись сумісно з ванною, натискала на електрод, через що в місцях заземлення (в затискних кільцях) виникали руйнівні напруження. Якщо ж електрод при упорі в нього шихти буде мати можливість відхилитись в момент упора і повернутись у початкове положення при усуненні упора, то електрод не буде руйнуватись. Існуюча балансірна система, хоча і усуває руйнування електродів, потребує подальшого удосконалення.

Що ж стосується затискних букс то тут з метою усунення проблем з ущільненнями гідроциліндрів доцільніше застосувати металеві герметичні сільфони. Сільфони можна використовувати і замість короткоходових гідроциліндрів, через які верхнє затискне кільце спирається на нижнє.

В силумінових печах застосовується пневматичний перепуск, в якому руховими і затискними елементами слугують пружні шланги, які під дією стисненого повітря через роз'ємні металеві кільця не тільки утримують електрод, а й мілкими кроками можуть переміщувати електрод вгору чи вниз (при постійному згорянні електрод періодично проштовхується відносно натискного струмопідвідного кільця).

Проте найбільш суттєвою проблемою тих і інших печей є велика витрата електроенергії через недосконалу контактну систему струмовідводу в натискному кільці. На цих печах застосовуються пружинно-гвинтові букси в натискних кільцях. А оскільки відбувається перепуск електродів під час роботи печей, то затиснути електрод до надійного контакту неможливо, бо він не зможе під дією власної ваги здолати сили тертя в щоках кільця. Ще більші складнощі виникають з електродами що самі спікаються, на поверхні металевих оболонок яких є виступаючі зварні шви. Тому експлуатуючий персонал змушений дещо послабляти зусилля натискання букс, що і є причиною виникнення електричних опорів і, як наслідок, суттєвих втрат електроенергії (за результатами замірів на іншому підприємстві витрати складають близько 500 кВт/годину на 1 фазі).

Обладнання для завантаження печей

Завантаження шихти на обох печах здійснюється стрічковими машинами, які переміщуються по рейковому круговому шляху навколо ванни. Машина має бункер, який заповнюється з витратних бункерів печі, встановлених стаціонарно. Бросковий механізм складається з напрямного барабану, напрямного, натяжного і приводного роликів, що охоплюються еластичною транспортною стрічкою, і має можливість обертатись відносно вертикалі. Таким чином, завдяки можливості регулювання кута нахилу стрічки, обертання броскового механізму відносно вертикалі і кругового переміщення машини завантаження відбувається майже по всій ванні печі.

Об'єктом удосконалення тут може бути будь-який механізм машини за рахунок застосування сучасних матеріалів, передач і приводів. Але головною проблемою при завантаженні шихти таким типом машин є сегрегація шихти в процесі її викидання за межі стрічки. Внаслідок цього має місце нерівномірне розподілення складових шихти по поверхні ванни, що негативно позначається на технологічному процесі. І вирішення цієї проблеми дозволить отримати суттєвий економічний ефект. Шляхи ж її вирішення можуть бути різними. На наш погляд, найбільш доцільним рішенням може стати розробка завантажувального пристрою на основі вібраційного конвеєра з можливістю охоплення ним всієї завантажувальної зони. На цей час є і більш радикальні технічні рішення, в яких завантажувальний пристрій являє собою кільцеву металеву конструкцію з гребками, при обертанні якої шихта рівномірно розподіляється по поверхні ванни.

Можна обмежитись і розв'язанням питання щодо підвищення терміну використання стрічки. На існуючих машинах інтенсивний знос стрічки відбувається через те, що в момент зіткнення шихти зі стрічкою, вони обидві мають різні напрямки руху і швидкості. А зміщення напрямку руху і швидкості шихти чиниться за рахунок сил тертя між стрічкою і шихтою.

Для усунення цього явища можуть бути прийняті різні рішення (наприклад, цього недоліку позбавлені роторно-стрічкові машини).

Опіковочні машини

Ці машини виконують три основні функції: рихлення поверхні шихти (шихта схильна до спікання і створення штучного скріплення, яке перешкоджає попаданню шихти що завантажується в зону плавлення); закривання свищів (отворів, що створюються в товщині шихти і виходять на поверхню); підгрібання шихти до електродів (куди не долітає шихта від завантажувальної машини).

Опіковочна машина, як і завантажувальна, рухається навколо ванни по кільцевому рейковому шляху. Робочим органом тут слугує прямокутна порожниста штанга, яка фіксується горизонтальними і вертикальними напрямними роликами, змонтованими на хитній рамі. На кінці штанги закріплено піку, якою і здійснюються всі вищезгадані операції. Переміщення штанзи надається пневматичним циліндром, розташованим в її порожнині. Хитна рама керується пневматичним циліндром, який змінює кут її нахилу у вертикальній площині. Сама ж рама утримується на поворотній колоні, обертання якій надається через рейкову передачу від пневмоциліндру .

Таким чином, завдяки наявності таких рухів штанги машина може обслуговувати всю поверхню ванни печі.

Об'єктом удосконалення може бути як цілком вся машина, так і її окремі вузли і деталі на предмет підвищення продуктивності і якості роботи, надійності і довговічності.

Обладнання для металургійної обробки силуміну

В печах отримують силумін, забруднений різними домішками. Для зберігання металу і його обробки використовують міксери. В процесі обробки залишаються побічні продукти-фільтрзалишки, які мають в своєму складі велику кількість алюмінію і інших цінних металів. Раніш ці залишки йшли у відходи. Але в останні роки ЗАЛК разом з кафедрою МО ЗДІА (автор доц. Воронін Б.О.) виготовили і запровадили установку для відділення металевих складових від шлаку, що дало надзвичайний економічний ефект (із

загальної кількості фільтрзалишків виділяють до 65 % металу).

Принцип дії установки побудований на наданні ємкості з фільтрзалишками коливань певної частоти і амплітуди. Джерелом коливань тут є електродвигун, на валу якого закріплено дисбаланс.

Напрямом творчої роботи тут може бути застосування інших типів вібраторів і удосконалення окремих вузлів установки щодо забезпечення її високої надійності (в даній установці мали місце руйнування зварних з'єднань).

Обладнання для розливання силуміну на чушки

Застосовуються такі ж розливні стрічкові машини, що і для розливання алюмінію. Тому тут ті ж самі проблеми, які наведені для тих машин.

Інше обладнання

В склад електротермічного цеху входить відділення кремнію. В якому використовуються двоелектродні печі малої потужності. В цих печах механізми переміщення мають електромеханічний привод і ланцюгову передачу. Недоліком таких механізмів є висока інертність, яка негативно позначається на процесі регулювання електричного режиму. Тому задачею удосконалення може бути розробка нового механізму чи суттєва модернізація існуючого.

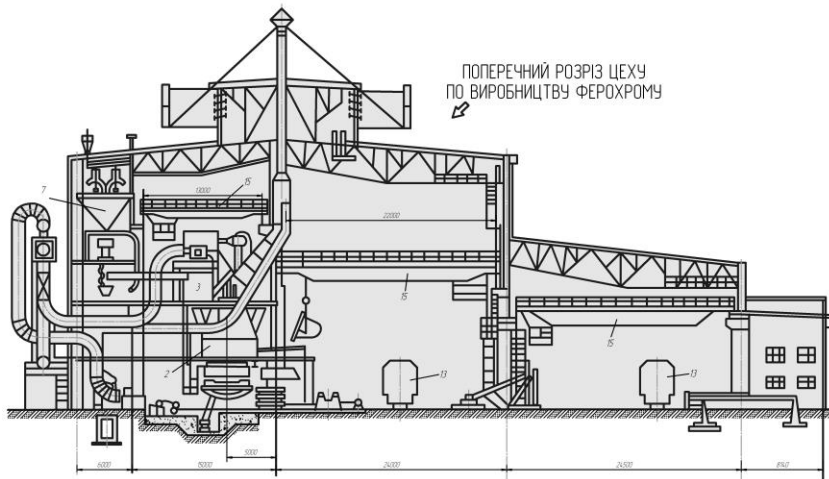
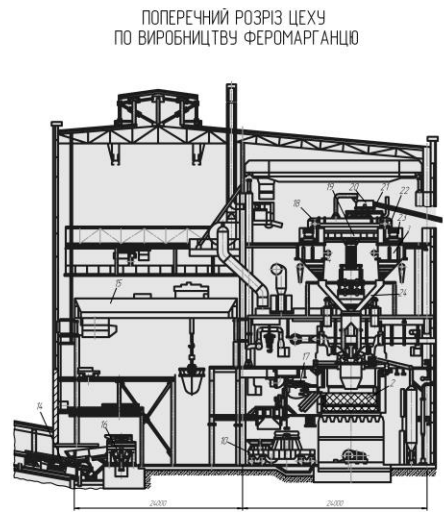
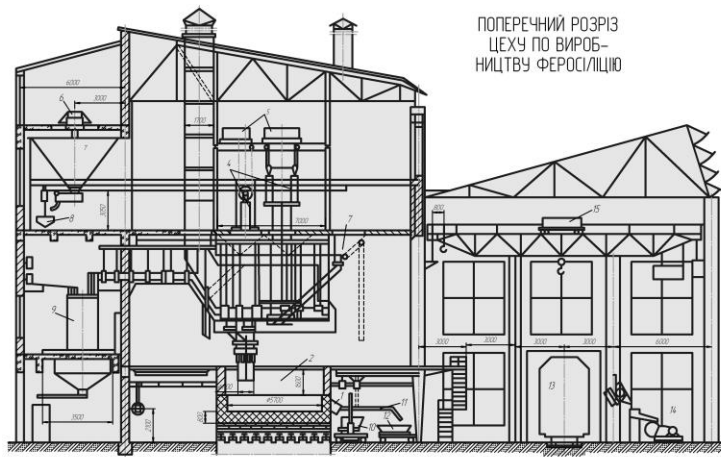
Об'єктом удосконалення може бути і система завантаження печей.

Тема 2.16. Модернізація (удосконалення) обладнання руднотермічних печей для виробництва феросплавів

Будова типових цехів і апаратурно-технологічна схема виробництва феросплавів з печами РК0-16,6 і РКЗ-16,5 показана на рис. 1.11.

В залежності від технологічного процесу електричні печі, призначені для виробництва феросплавів, поділяються на дві основні групи: рудовідновлюючі печі і печі для рафінувальних процесів.

Рудовідновлюючі печі неперервної дії; в них електричні дуги весь час закриті шаром твердої шихти. В печах з закритою дугою потрібний метал



- 1 - ЛЬОТКА; 2 - ПІЧ; 3 - ВИДАТКОВІ БУНКЕРИ;
- 4 - СИСТЕМА ПІДВІСКИ ЕЛЕКТРОДІВ; 5 - ЕЛЕКТРО-
ЛЕБІДКА; 6 - КОНВЕЄР ЦЕХОВИХ БУНКЕРІВ; 7 -
ЦЕХОВІ БУНКЕРИ; 8 - ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ВІЗОК;
- 9 - ПІЧНИЙ ТРАНСФОРМАТОР; 10 - ВІЗОК З КОВШОМ;
- 11 - АПАРАТ ДЛЯ ПРОПАЛЮВАННЯ ЛЬОТКИ; 12 -
ШЛАКОВНЯ; 13 - ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН; 14 - РОЗЛИВАЛЬНА
МАШИНА; 15 - МОСТОВИЙ КРАН; 16 - КАНТУВАЛЬНИЙ
ПРИСТРІЙ; 17 - МАШИНА ДЛЯ ЗАКРИТТЯ ТА ЗАБИВАННЯ
ЛЬОТКИ; 18 - СТАЦІОНАРНИЙ РЕВЕРСИВНИЙ КОНВЕЄР;
- 19 - МАШИНА ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ АНОДНОЇ МАСИ;
- 20 - ПРИЙОМНА ВОРОНКА; 21 - ТРАКТ ПОДАЧІ ШИХТИ;
- 22 - РОЗПОДІЛЬЧІ ТЕЧКИ; 23 - ПЕРЕСУВНИЙ РЕВЕРСИВНИЙ
КОНВЕЄР; 24 - БЛОКИ ТРУБОТЕЧОК

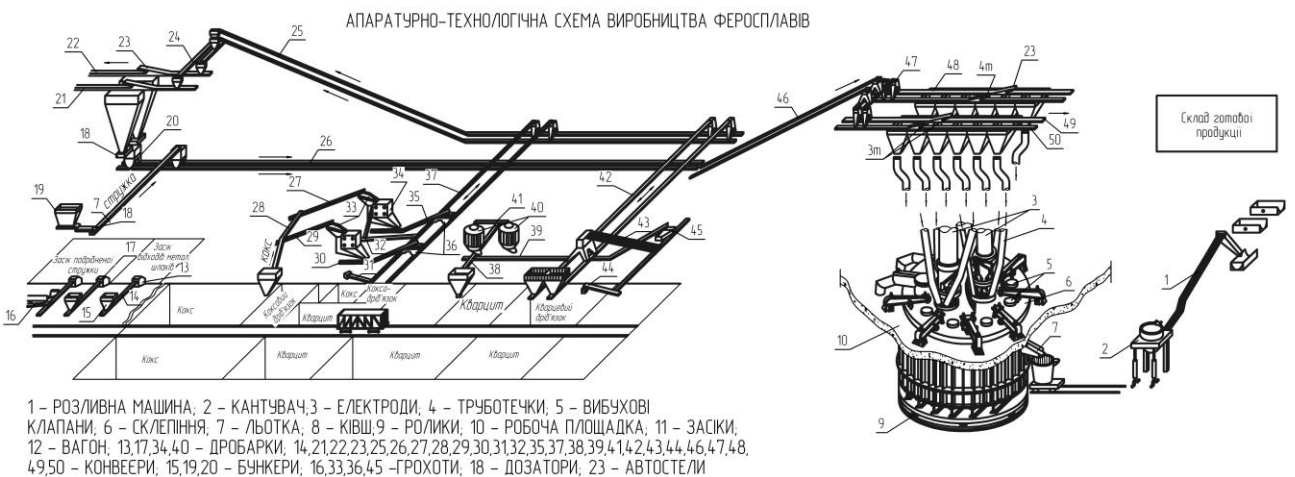


Рисунок 1.11

Апаратурно-технологічна схема виробництва феросплавів

Виконавчі механізми

відновлюється із руди і сплавляється з залізом. На ЗФЗ використовується декілька типів рудовідновлюючих печей; зокрема печі РКЗ-16,5, РКО-16,5, РКО-5,5. Печі-триелектродні з індивідуальними механізмами переміщення і перепуску електродів. Оскільки феросплави будуються на основі заліза, то тут доцільно використовувати самоспікливі електроди, які дешевші і легші, ніж обпалені (вугільні чи графітовані) електроди. Будова цих механізмів така ж, що і механізмів рудовідновлюючих печей для виробництва силуміну. Тому вони мають ті ж самі недоліки і потребують такого ж удосконалення.

Рафінувальні печі потужністю 4,5 МВА працюють подібно до сталеплавильних з проплавленням шихти. Плавлення в них проходить частково з закритою і частково з відкритою дугою; процес виробництва – циклічний. Печі відкриті, трифазні з індивідуальними механізмами їх переміщення, що оснащені електромеханічними приводами. Тобто, вони мають таке ж конструктивне виконання, що і механізми електросталеплавильних печей, що розглядалися вище. Перепуск і нарощування електродів здійснюються за допомогою цехового крана. Напрямки удосконалення тут можуть бути тими, що і для тих печей.

Феросплави розливаються у виливниці і на чушки. В залежності від марки феросплавів використовуються відповідні машини: стрічкові(однотипні з машинами для чавуну) і карусельні кільцеві, в яких виливниці встановлюються на поворотному кільці з можливістю їх кантування за допомогою кантувача. Злив металу із ковша здійснюється кантувальними пристроями, аналогічними, з кантувальними пристроями ковшів для чавуну.

Всі перераховані механізми і пристрої можуть бути об'єктами удосконалення на предмет підвищення їх надійності і довговічності, зменшення енерговитрат.

Тема 2.17. Модернізація (удосконалення) печей для виробництва титанових шлаків

На рис. 1.12 показана апаратурно-технологічна схема виробництва титану з використанням руднотермічних печей і магнію.

Для виробництва титанових шлаків застосовуються рудовідновлюючі печі типу РКЗ-5,5, зі стаціонарно встановленою ванною. Печі триелектродні з обпаленими анодами, які оснащені індивідуальними механізмами їх переміщення і перепуску.

Механізм переміщення складається з несучої траверси з напрямними і двох гідроциліндрів, що управляються від загальної маслонапірної станції. Механізм перепуску складається з двох затискних кілець кліщового типу. Електрод затискається пружинами, а розтискається клинами, подача якого здійснюється пневмоциліндром.

Завантаження печей здійснюється через отвори в склепінні. Продукти плавлення (титанистий шлак і чавун) зливаються через випускний отвір-льотку, яка на період зливу відкривається вручну.

Розділення титанистого шлаку і чавуну здійснюється шляхом каскадного розташування виливниць, витісняючи шлак в наступні виливниці.

Особливістю технологічного процесу є те, що він супроводжується неперервним кипінням розплаву і при деяких умовах воно буває дуже бурхливе, що коли електроди не можуть отримати необхідної швидкості підйому, виникають короткі замикання. Тому це є найбільш суттєвим питанням при модернізації існуючого механізму чи при розробці нового. Головним об'єктом, ясна річ, є маслонапірна станція. Але можна зайнятися удосконаленням безпосередньо самих механізмів переміщення і перепуску на предмет підвищення їх надійності і строку служіння за рахунок застосування сучасних розробок гідро – і пневмоприводів.

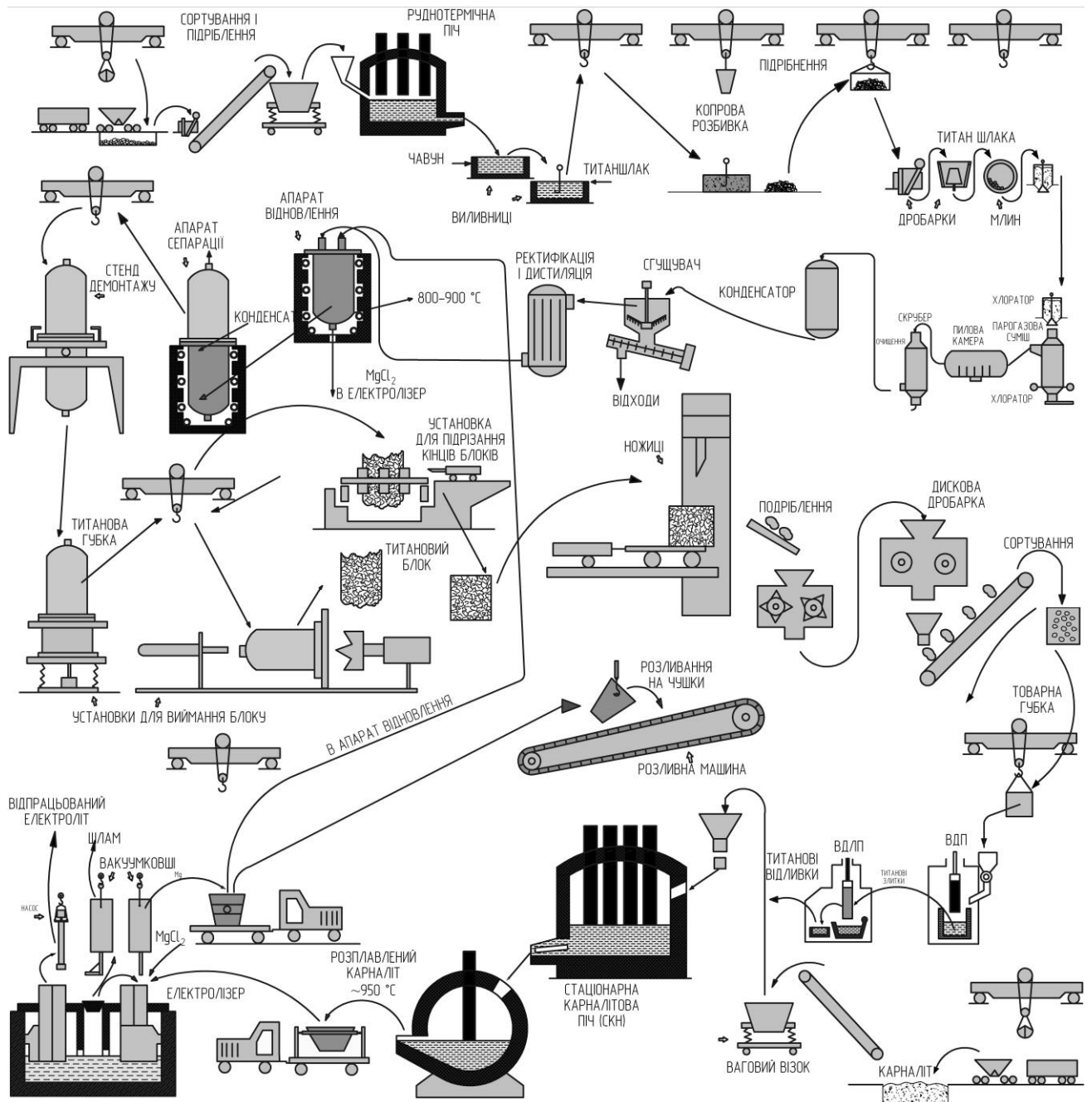


Рисунок 1.12

Апаратурно-технологічна схема виробництва магнію і титану

Тема 2.18. Модернізація (удосконалення) специфічного обладнання магнієвого виробництва

Для виробництва магнію (рис. 1.12) застосовується електролізний процес. Електролізери для магнію не мають виконавчих механізмів. Сировиною для них слугує карналіт, що пройшов три стадії обезводнення. На підприємство карналіт поступає у вигляді порошку. Заключна стадія обезводнення карналіту відбувається в печах СКН (стаціонарні, карналітові, неперервні), що фактично являє собою комплекс, бо в їх склад входить циліндричний міксер, де остаточно і відбувається обезводнення карналіту.

Міксер спирається на дві цапфи, що розташовані по лінії розташування зливного носика, і на стаціонарні опори. Таке розташування штанг усуває суттєве зміщення носика при кантуванні міксера. Механізм кантування складається з двох гідроциліндрів і маслonaпiрної станції.

Розплавлений карналіт ($\sim 900^{\circ}\text{C}$) зливається в ківш, забезпечений механізмом його кантування, який встановлений на чотириколісному лафеті.

Ось ці перераховані механізми і пристрої можуть стати об'єктами удосконалення на предмет підвищення їх надійності і довговічності за рахунок використання сучасних приводів, передач і матеріалів.

Тема 2.19. Модернізація (удосконалення) специфічного обладнання титанового виробництва

Для виробництва титану (рис. 1.12) застосовують розливний магній, при цьому в якості побічного продукту отримується хлористий магній, який слугує сировиною для виробництва магнію. Разом з тим при виробництві магнію побічним продуктом є хлор, який потрібен для отримання чотирихлористого титану, тому виробництво цих металів пов'язано технологічним ланцюгом.

Титаномісткі концентрати після відповідної підготовки (подрібнення сортування і т.д.) переплавляються в рудовідновлюючих печах. В процесі нагріву шихтової суміші (що містить не тільки титан, а й залізо) окис заліза під дією вуглецевого відновлювача відновлюється до металу, а двоокис титану,

будучи більш стійким окисом, відновлюється частково до нижчих окисів (Ti_2O_3 і TiO).

Двоокис титану і нижчі окиси разом з іншими окисами (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO і інші), що присутні в невеликій кількості в концентратах, створюють шлаковий розплав. Внаслідок нагріву і відновлення концентрату і плавлення продуктів реакції відбувається їх розподілення за густиною на два шари: нижній шар складається з чавуна, а верхній – із шлаку. Таким чином досягається комплексне використання сировини і практично повне розділення заліза і титану з отриманням товарних продуктів: легованого чавуна і титанового шлаку, маючого 75-85 % двоокису титану.

Після затвердіння злитків, що формуються у виливницях, вони піддаються трьом стадіям подрібнення: крупне подрібнення (на копровій основі); середнє (дробарки); мілке (млини).

Подальшу технологію переробки (хлорування) визначає тип хлоратора (шахтний чи киплячого шару). В шахтному хлораторі використовуються брикети, а в хлораторі киплячого-шару мілко подрібнений шлак.

При використанні шахтних хлораторів подрібнений шлак з додаванням зв'язуючих змішується в змішувачах типу «Анод» і брикетується на валкових брикет-пресах. В деяких випадках використовується технологія окомкування шлаку в барабанних окомковувачах.

Брикети або комки (шароподібної форми) підлягають термообробці (коксуванню) в печах ПНК (печі неперервного коксування) для видалення зв'язуючих та інших домішок.

Ті та інші хлоратори працюють на принципі хлорування шлаку. Складними проблемами при хлоруванні в хлораторах киплячого шару є усунення пиловиносу і рівномірне розподілення газового потоку по усьому перерізу хлоратора.

Створені в процесі хлорування титанистого шлаку продукти хлорування являють собою складну систему, яка складається з хлоридів (в пароподібному чи конденсованому стані) і газів. Далі ці продукти проходять системи

конденсації і очищення. Для відокремлення часток твердих хлоридів від чотирихлористого титану використовують двоє типів апаратів: згущувачі Дорра і фільтри. Згущувач Дорра являє собою звичайний одноярусний згущувач з центральним приводом, оснащений шнековим розвантажувачем осаду. Далі $TiCl_4$ проходить очищення в ректифікаційних колонах і дистиляційних апаратах.

Об'єктами удосконалення можуть бути будь-які виконавчі механізми з наведеного вище обладнання на предмет підвищення його надійності і довговічності за рахунок застосування сучасних приводів, передач і механізмів.

Відновлення $TiCl_4$ відбувається в апаратах відновлення. Метод відновлення полягає в тому, що в сталевий (з нержавіючих марок сталі) реактор-реторту (циліндро-конічної форми) з розплавленим магнієм і атмосфері інертного газу (аргон чи гелій) подають $TiCl_4$. Магній завантажують в реактор перед початком процесу однією порцією, а $TiCl_4$ подають безперервно протягом усього процесу, тому об'єм реактора визначається величиною завантаження магнію і кількістю отриманих продуктів реакції: титан і хлористий магній (магній є значно активнішим до з'єднання з хлором ніж титан).

Але отриманий титан забруднений нижчими хлоридами і іншими домішками. Тому він підлягає очищенню (сепарації) в апаратах вакуумної сепарації. Принцип сепарації полягає в тому, що отриману масу нагрівають в герметичному апараті, в якому створюють вакуум. При цьому хлористий магній і магній, що мають достатньо високий тиск парів, випаровуються і конденсуються в спеціальному пристрої-конденсаторі.

В даному випадку реторта з масою накривається зворотною ретортою, що має зону охолодження, розташовану зовні.

Для демонтажу реторт використовується спеціально виготовлений стенд з поворотною рамою, оснащеною затискачами, і електричним приводом.

Для видалення титанових блоків використовуються установки для витрушування. Принцип їх роботи полягає в піднятті реторти з блоком на певну

висоту (в середньому 0,5-0,6 м) і різкому її опусканні. При зіткненні реторти з нерухомою станиною (через демпфери) виникають потужні інерційні сили, під дією яких титановий блок виштовхується із реторти. Але бувають випадки, коли через міцний гарнісажний пояс, що створюється на поверхні реторти над блоком, блок не випадає. Тому реторта направляється на установку для підрізання гарнісажу і виштовхування блоку.

В першій установці для витрушування блоків підйом реторти і її опускання здійснювалось пневмоциліндром, в наступній – кулачковим механізмом.

Після вивільнення блоків вони піддаються механічній обробці – очищенню верхньої і нижньої частини шляхом зрізання певного шару їх масиву. Для цієї мети використовується спеціальна установка з можливістю затискання і корегування положення блоку. Ніж закріплено на каретці, що переміщується гідроциліндром. Зрізання здійснюється поступово смугами.

Далі блоки направляються на подрібнення : крупне; середнє; мілке.

Крупне подрібнення здійснюється на кривошипно-шатунних чи гідравлічних ножицях. Застосування останніх є більш доцільним і перспективнішим. Середнє і мілке подрібнення здійснюється на спеціальних дробарках з клиновими і дисковими ножами.

Гідравлічні ножиці мають замкнену рухому конструкцію, що складається з двох колон, що проходять через напрямні ковзання, та двох траверс: нижньої та верхньої. Колони скріпляються з траверсами різьбовими з'єднаннями. На верхній траверсі закріплено спеціальний ніж. Переміщення цієї конструкції (траверси і ножа) здійснюється гідроциліндрами (одним головним плунжерним і двома поршневыми). Поршневі циліндри забезпечують швидке переміщення ножа вниз і вгору, а плунжерний - подрібнення блоку, що відбувається поступовим відділенням його шарів певної товщини. Блок розташовується на нерухомій каретці, яка переміщується на необхідний хід за допомогою поршневого гідроциліндра.

Через недосконалість напрямних колони в процесі подрібнення зазнають

суттєвих згинаючих напружень, що негативно віддзеркалюється на вузлах тертя викликаючи їх підвищений знос і непродуктивні витрати енергії. Тому, тут перш за все, слід удосконалювати напрямні вузли. Удосконалення потребує і ніж (з погляду на вибір високоефективного матеріалу і геометрії).

Дробарки з клиновими і дисковими ножами мають однакову принципову схему. Дробарки мають по два вали, на яких в шахматному порядку закріплені ріжучі елементи, відстань між якими визначає сумісне зачеплення. Привод – електромеханічний. Предметом удосконалення тут можуть бути ріжучі елементи (підвищення стійкості і ріжучих властивостей) та електропривод (через застосування сучасних передач і приводів).

Подрібнена губка направляється на сортування та затарування. Частина товарної губки відправляється на замовлення, а частина перероблюється на злитки (як було відмічено вище, на сьогодні запроваджується електронно-променевої переплав).

Відходи застосовуються при виробництві нержавіючих та титаномістких сталей.

Тема 2.20. Модернізація (удосконалення) обладнання для виробництва напівпровідникових матеріалів

Для виробництва напівпровідникових матеріалів у вигляді злитків монокристалічного кремнію використовуються два основних методи: метод Чохральського і зонна плавка.

На методі Чохральського працюють установки серії «Редмет...» (Редмет-8, Редмет-15, Редмет-30(40), Редмет-60) та установки типу «Кедр» і інші. Цифра позначає масу злитків у кг. Діаметри злитків складають від 40 до 200 мм (Редмет-8... Редмет-60). В установках «Кедр» отримують злитки діаметром до 205 мм.

Установки мають герметичні камери, що дає можливість створювати нейтральну атмосферу (після створення вакууму, камери заповнюються аргоном чи азотом) та необхідні механізми: лінійного і обертового переміщення

затравки; підйому та обертання тигля.

В установках «Редмет-8» і «Редмет-15» затравка має жорстку підвіску (шток, що водоохолоджується), а в інших установках – гнучку (дротову).

Приводи розташовані зовні. Робоча швидкість переміщення затравки – 0,5-5,0 мм/хв, маршова – до 200-250 мм/хв.. Затравка і тигель мають зустрічне обертання. Швидкість обертання тигля – 3...5 об/хв., затравки – до 30 об/хв.

На погляд експлуатаційників гнучка підвіска значно поступається жорсткій стосовно надійності (можливі розриви) і стабільності поступального і обертального рухів.

Середня швидкість нарощування кристалів складає 0,8 мм/хв., тобто вона є надто малою по відношенню до механізмів установок ВДП, ПДП і ЕПП. Тому приводи цих установок мають значно більші передатні відношення, а для цього використовуються черв'ячні і гвинтові передачі.

Основними вимогами до механічних систем є висока стабільність руху і відсутність вібрацій, в іншому випадку неможливо отримати якісну продукцію.

Об'єктами удосконалення тут може бути кожний механізм установок з метою підвищення надійності та забезпечення стабільності швидкостей руху, повного усунення можливостей виникнення вібрацій і зривів в русі. При цьому слід розглянути можливість застосування для обертових рухів крокових двигунів, а для поступального – сучасних розробок лінійних приводів.

Необхідно відмітити такі особливості енергосилових параметрів виконавчих механізмів. Оскільки маса рухомих частин невелика, а швидкість, взагалі, дуже мала, то і витрати потужності двигунів в цьому випадку складають всього-на-всього декілька ват. Проте встановлені двигуни мають декількаразовий запас. І це виправдано, бо двигун підвищеної потужності менш чутливий до змін в навантаженні і до того ж слугує своєрідним акумулятором енергії, нівелюючи можливі сплески навантаження. Тому тут не слід намагатись змінити існуючі двигуни на менш потужні, бо від цього рішення можуть біти тільки збитки.

На противагу методу Чохральського зонна плавка є універсальним

процесом бо, крім вирощування монокристалів, може використовуватись як кристалографічний метод рафінування матеріалів, для отримання чистих матеріалів із вмістом домішок до $10^{-7} \dots 10^{-9}$ (так зване зонне очищення), легування і рівномірне розподілення домішок по зливку. Назву зонної плавки процес отримав через поступальне переміщення вузької зони нагріву. Тобто, метод являє собою безтигельний процес. Якщо при методі Чохральського розплав може забруднюватись частково розчинившимся тиглем, то тут ці недоліки відсутні.

Загальна принципова схема метода безтигельної зонної плавки наступна: кремнійовий стрижень, отриманий, наприклад, методом Чохральського, закріплюють вертикально в герметичній камері установки в спеціальному тримачі. З боку одного із кінців стрижня (зазвичай нижнього) розташовують затравочний кристал. Зону розплаву створюють у вертикально розташованому стрижні і в ній створюється тиск, зумовлений масою розплаву. Висота зони складає до 15 мм і не залежить від діаметра стрижня, що переплавляється.

В якості джерел нагріву при створенні зони розплаву можуть бути використані: радіаційний, електронно-променевий, електродуговий, індукційний та інші. Серед них найбільшого поширення набув високочастотний (індукційний) метод нагріву, коли стрижень кремнію охоплюється кільцевим індуктором, по якому пропускається електричний струм високої частоти. Крім нагріву цей струм ще й чинить тиск на поверхню розплаву, що вкрай важливо для процесу.

Установки виконуються по двом схемам: з рухомим і нерухомим індукторами. В першому випадку вертикальне переміщення має індуктор (хід відповідає довжині стрижня), в другому – стрижень при стаціонарному індукторі. В тому і іншому випадку стрижень перебуває в фіксованому положенні між двох штоків (верхнього і нижнього).

При стаціонарному індукторі штоки оснащено механізмами поступального і обертального рухів, при рухомому індукторі нижній шток має тільки обертальний рух, а верхній – поступальний і обертальний рух (тут

поступальний рух використовується лише для можливості регулювання параметрів зони розплаву). В обох випадках (схемах) застосовується паралельне зміщення одного із штоків (зазвичай верхнього). При вирощуванні кристалів масою більше 4,0 кг застосовуються спеціальні пристрої, які підтримують кристал, що вирощується.

Швидкість вирощування монокристалів тут складає 3,0-5,0 мм/хв, що в декілька разів вища, ніж в методі Чохральського.

В якості установок зонної плавки поширення набули установки типу «Кристал» («Кристал-105»; «Кристал-106»; «Кристал-108»; «Кристал-109»; «Кристал-502») вітчизняного виробництва.

Всі установки (за винятком «Кристал-502») розраховані на один стрижень. Причому в установці «Кристал-105» рухомим є індуктор, а в інших стрижень.

Метою удосконалення виконавчих механізмів цих установок може бути підвищення рівня стабільності і синхронності руху штоків і індукторів. Для цього можна використати нові розробки електродвигунів обертальної чи поступальної дії, сучасні передачі та системи стабілізації і контролю та інше.

1.3. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ТИСКОМ*

* Примітки.

Головними виробниками прокату в м. Запоріжжі є ВАТ з-д «Дніпроспецсталь», ВАТ к-т «Запоріжсталь», ВАТ «Сталепрокатний завод».

На заводі «Дніпроспецсталь» встановлено стан «Блюмінг – 1050», що має обтискну і заготовочну кліті, сортові стани «280», «325», «550» та калібровочні стани.

На комбінаті «Запоріжсталь» експлуатуються наступні стани: обтискний «Слябінг-1150»; неперервний тонколистовий стан гарячої прокати «1680»; три профілезгинальних агрегати (ЦГПТЛ); неперервний 4-х

клітьовий стан «1680»; одноклітьові реверсивні стани «1200» і «1680»; 20-ти валковий стан «1700»; неперервні вузькоштабові 4-х клітьові стани «450» і «650», дресировочні стани «1700-1» і «1700-2» (ЦХП-1); одноклітьовий стан «2800» (ЦХП-3).

На ВАТ «Сталепрокатний завод» в експлуатації перебувають волочильні стани «Грюно» 3/550, 4/550, 6/550, 2500/6 з апаратами, що розмотують і намотують.

Тема 3.1. Модернізація (удосконалення) обладнання робочих клітей

До цього обладнання відносяться прокатні валки, підшипникові вузли, механізми для встановлення і зрівноваження валків, проводки, станинні ролики, механізми і пристрої для заміни валків.

3.1.1. Прокатні валки

При гарячій прокатці злитків на обтискних станах (блүмінгах і слябінгах) застосовують сталеві валки з насічкою чи наварюванням швів на їх поверхні (для покращення умов захвату металу).

При гарячій прокатці сортового металу і товстих листів використовують сталеві або чавунні валки з високою якістю поверхні.

Напрямом удосконалення тут може бути розробка заходів щодо підвищення терміну служіння валків за рахунок застосування сучасних матеріалів, методів поверхневої обробки та виготовлення.

3.1.2. Підшипникові вузли

Особливістю роботи підшипників прокатних станів є висока питома

навантаженість (в декілька разів перевищуюча навантаження підшипників загального використання), яка зумовлена порівняно малими габаритами шийки валка і великим зусиллям прокатки. Тому тут застосовуються спеціальні підшипники, які бувають трьох типів: підшипники ковзання з неметалевими вкладишами, підшипники рідинного тертя і підшипники кочення. В обтискних станах, як правило, застосовуються підшипники ковзання рідинного тертя. Тут можна удосконалювати пристрої захисту від абразивних забруднень та систему створення масляного клина.

Підшипники кочення широко використовуються в листових чотиривалкових станах гарячої і холодної прокатки, а також в тонколистових двовалкових, заготовочних і сортових станах. Для валків цих станів застосовують виключно роликові підшипники з конічними роликами (дворядні і чотирирядні), бо вони добре самовстановлюються і здатні сприймати більші осьові навантаження. Тут також можна зайнятись удосконаленням системи захисту та охолодження підшипників.

3.1.3. Механізми для установки валків. Натискні механізми

Установка валків у вертикальній площині на більшості станів здійснюється за допомогою спеціального механізму з натискними гвинтами з трапецеїдальною різьбою.

На всіх листових, штабових і обтискних станах положення нижнього валка з подушками і підшипниками в робочій кліті постійне. Тому розхил (зазор) між валками регулюється переміщенням тільки верхнього валка за допомогою натискного механізму.

На чотиривалкових станах, що прокатують довгі штаби, для отримання заданої товщини штаби коригування обтискання здійснюється в процесі прокатки, тому натискний механізм верхнього валка має бути розрахований на подолання максимального зусилля, що діє на валки в процесі прокатки.

На сортових дво- і тривалкових станах положення валків при прокатці не

змінюється (зазор між валками встановлюється заздалегідь).

На сортових двовалкових станах для забезпечення лінії прокатки на постійному рівні необхідну відстань між валками при прокатці заданого профілю встановлюють переміщенням верхнього і нижнього валків.

На сортових тривалкових станах середній валок встановлюють нерухомо, а налаштування здійснюють переміщенням верхнього і нижнього валків.

На тих станах, де положення верхнього валка має змінюватись після кожного проходу металу через валки (блюмінги, реверсивні чотиривалкові стани і т. д.), це переміщення відбувається між проходами.

Для отримання високої продуктивності стана час, витрачений на встановлення верхнього валка, має бути мінімальним. Тому швидкість на обтискних станах, наприклад, на блюмінгах складає 250 мм/с. Проте на деяких станах, що прокатують тонкі листи і штаби, швидкість переміщення верхнього валка обмежується необхідною точністю установки валків в певному положенні, тому ця швидкість має бути незначною (для чотиривалкових тонколистових станів холодної прокатки вона складає близько 0,1 мм/с).

На практиці застосовують наступні швидкості, мм/с:

Блюмінги	100-250
Слябінги	100-150
Товстолистові стани	5-25
Сортові стани дво- і тривалкові	2-5
Тонколистові чотиривалкові	0,05-1,0

На блюмінгах, слябінгах і тонколистових станах переміщення верхнього валка відбувається після кожного пропуску металу через валки, тому з метою скорочення пауз між проходами для установки верхнього валка застосовують швидкохідні натискні механізми з приводом від вертикальних фланцевих електродвигунів через циліндричні шестерні.

Якщо ж в обтискних і товстолистових станах застосування електро-механічних натискних механізмів є доцільним, то в тонколистових вони проявляють свої недоліки. Справа полягає ось у чому. В процесі прокатки

товщина виходячої із валків штаби безперервно змінюється внаслідок непостійності товщини підкату при вході у валки, механічних властивостей штаби по довжині рулону, умов змащення валків і штаби і т.п. Для контролю за товщиною і її коригування застосовуються системи автоматичного регулювання товщини (САРТ) з метою зниження поздовжньої і поперечної різнотовщинності штаби в процесі прокатки. Як показала практика, внаслідок високої інерційності електромеханічні натискні механізми мають суттєві запізнення у відпрацюванні сигналів. Наприклад, розгін таких механізмів складає 0,5-1,0 с, а за цей час штаба (при швидкості прокатки 10-30 м/с) пройде 5-30 м. Тому для підвищення швидкодії САРТ, все більш широкого поширення набувають гідравлічні і комбіновані (гідромеханічні) натискні механізми.

Творча робота студентів щодо удосконалення цього обладнання може полягати в наступному.

Головним недоліком електромеханічних натискних механізмів є суттєвий знос гвинтів та їх гайок. Особливо це стосується гайок, маса яких на обтискних станах складає до 800 кг і більше, гайки виготовляють із литої бронзи марок АЖ9-4 і ЖМц10-3-1,5, що вимагає надзвичайно великих витрат.

Для економії бронзи, як показала практика, доцільно виготовляти натискні гайки складовими. При цьому бандажі гайок виготовляються із надміцного чавуну, а іноді застосовують заливання бронзи в сталевий ступінчастий бандаж. Охолодження водою бандажових гайок значно зменшує знос їх різьби.

В останні роки стали застосовувати гайки із змінним перерізом їх тіла по висоті. Як показують дослідження, навантаження по висоті гайок зменшується за законом гіперболічного косинуса, досягаючи максимальних значень в крайніх торцях гайки. Особливо це проявляється на верхньому торці [23]. Внаслідок таких обставин верхні витки гайок значно більш навантажені і, ясна річ, скоріше зношуються. Якщо виконати гайку з перемінним перерізом, що забезпечує тим самим однакові напруження по її висоті, то навантаження між витками вирівнюється і стане значно меншим. Методика дослідження

напружень в гайках висвітлена в роботі «Теория и практика приводов» авторів Жука А.Я, Желябіної Н.К., де наведена і комп'ютерна програма.

Через абразивне забруднення додатковому зносу піддається як гайка, так і гвинт. Вирішити цю проблему можливо наступним чином. Для захисту гвинта застосовуються металеві сильфони, які герметично з'єднуються нижнім кінцем з подушками валків, а верхні із станиною. Крім того верхні частини камер сильфонів з'єднуються трубопроводами з баками, заповненими до певної висоти рідким маслом. При опусканні валків масло наповнює сильфони, а при підйомі воно витісняється в бак і охолоджується. В цьому випадку створюється ідеальне середовище для роботи пари «гвинт-гайка», що значно підвищить термін її використання.

3.1.4. Механізм для зрівноваження валків

Призначенням механізмів зрівноваження, перш за все, є забезпечення надійного контакту подушок верхніх валків з натискними гвинтами, бо підйом валків здійснюється не гвинтами, а пристроями, що зрівноважують. Тому потенціальна швидкість пристрою, що зрівноважує має бути гарантовано більшою, ніж швидкість підйому гвинтів.

Для зрівноваження застосовуються пристрої вагові, гідравлічні і пружинні.

Вагове зрівноваження застосовують при переміщенні верхнього валка на значну висоту (до 2000 мм на блюмінгах і слябінгах). Конструкція його проста і надійна в експлуатації. Проте йому властиві недоліки: інерція контрваги великої маси викликає динамічні навантаження в системі; розташування великих важелів з контрвагою вимагає заглиблення і ускладнення фундаменту під робочою кліткою; неможливо здійснювати переміщення валка незалежно від натискного механізму.

Гідравлічне зрівноваження застосовується як при великому ході

верхнього валка (на обтискних станах, в тому числі на «Блюмінг-1050» і «Слябінг-1150»), так і при невеликому розхилі валків (на листових станах). Воно не має вищезгаданих недоліків, властивих ваговому зрівноваженню, працює безшумно та без товчків, має невеликі габарити і легко керується при роботі стана. В якості робочої рідини застосовують масло-водяну емульсію чи веретенне масло. До недоліків такої системи відносять наявність насосної – акумуляторної станції. Проте наявність акумулятора дає можливість значно зменшити витрати електроенергії в порівнянні з безакумуляторною системою.

При цьому слід зауважити, що на обтискних станах гідравлічне зрівноваження застосовується не тільки для валків, а й для шпинделів. Через це виникають проблеми, пов'язані з необхідністю незалежного точного налагодження тисків в лінії валків і шпинделів. Існуючі системи не дозволяють цього робити, внаслідок чого виникає розбіжність в рухах валків і шпинделів, що викликає в момент реверсування ударні навантаження в головках шпинделів, які призводять до прискореного зносу чи руйнування з'єднань.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є встановлення двох окремих акумуляторів, що дозволяє вести незалежне настроювання тиску в лініях валків і шпинделів і підібрати такі режими, при яких різкі ударні навантаження усуватимуться.

Можна зайнятись і таким питанням. Сучасні системи не враховують змінення знаку сил тертя. Тобто, при опусканні валків сили тертя поглинають частину енергії рухомих частин, зменшуючи тиск в гідроциліндрах, а при підйомі сили тертя протидіють, що збільшує тиск в гідроциліндрах. І ця різниця в тисках негативно впливає на якість процесу зрівноваження, що проявляється в ударах між контактуючими елементами валка (лопаті) і шпинделя (вкладиш). Отже необхідно розробити таку гідросистему, яка б дозволяла враховувати це явище.

Тема 3.2. Модернізація (удосконалення) приводів валків

3.2.1. Шпинделі

На прокатних станах застосовуються шпинделі двох типів: універсальні шарнірні і зубчасті.

В основу конструкції універсальних шпинделів покладено принцип шарніра Гука. Ці шпинделі можуть передавати обертання і крутний момент під кутом нахилу до $8-10^\circ$.

Завдяки шарнірній конструкції універсальні шпинделі працюють досить плавно при передачі значних крутних моментів, а тому їх застосовують для приводу валків листових і сортових станів (кут нахилу $\sim 1-2^\circ$, момент до $200 \text{ кН}\cdot\text{м}$), обтискних, товстолистових і заготовочних станів (кут нахилу $\sim 3-10^\circ$, момент до $3,0 \text{ МН}\cdot\text{м}$).

В універсальних шпинделях передача крутного моменту відбувається через бронзові вкладиші. Оскільки при прокатці відстань між кінцем верхнього шпинделя і контактуючими лопатями валка і шестерневої кліті змінюється (в залежності від відстані між валками), то він виконується «плаваючим». Для цього з боку валка шпиндель має можливість відходити чи підходити на певну відстань.

В цілому ж шпинделі з бронзовими вкладишами мають низку недоліків: ускладнення з підводом мастила до поверхні тертя; нерівномірний і великий знос вкладишів, що призводить до великих витрат дорогоцінної і дефіцитної бронзи (маса кожного вкладиша на потужних станах досягає 300 кг). Недоліки їх ще більше посилюються при високих швидкостях роботи, характерних для сучасних прокатних станів. Все це змушує знаходити більш раціональні конструкції шпинделів. Але не можна ігнорувати і шляхи їх удосконалення.

Коли вчені, що зробили висновки про недоцільність застосування замінників бронзи для вкладишів (пластмас), пройшло багато часу. А сьогодні маємо полімерні матеріали, які можуть легко посперечатися з тією ж бронзою

щодо механічних характеристик. Що ж стосується їх ковзних властивостей, то вони мають значно менший коефіцієнт тертя. Не розкрито всі можливості стосовно і способів змащення шпинделів. Тобто, тут є над чим працювати.

Поряд з універсальними шпинделями на бронзових вкладишах поширення набули шпинделі з шарнірами на підшипниках кочення (по типу карданних валів автомашин). По стійкості і якості роботи вони мають переваги. Проте сфера їх застосування обмежується можливістю передачі значних крутних моментів. Тобто вони не можуть застосовуватись на потужних обтискних і заготовочних станах, де крутний момент досягає 2,0-3,0 МН·м.

Для привода валків чистових клітей широкоштабових станів (крутний момент на одному шпинделі – 0,3-0,5 МН·м), валків жерстепрокатних і дресировочних станів при великих швидкостях прокатки (до 30 м/с) застосовуються шарніри типу подовжених зубчастих муфт, зубці яких виконані по зовнішній поверхні у вигляді сфери і мають переріз бочкоподібної форми.

В приводах валків чистових клітей неперервних станів мілкосортових і дровових станів при високих частотах обертання (до 2000 об/хв.) виникають проблеми із застосуванням універсальних шпинделів через великий знос і виникнення вібрацій. Тому тут і на інших станах розпочинається застосування кулькових та роликів шпинделів, що показали високу працездатність і якість роботи при відсутності вібрацій.

Тому там, де це можливо, слід замінити існуючі шпинделі на кулькові і роликові.

Відомо, що робота багатьох станів супроводжується суттєвими динамічними навантаженнями на шпинделі і інші елементи головної лінії станів. В цьому випадку слід розглядати можливість оснащення шпиндельних пристроїв та муфт демпферами – поглиначами енергії.

3.2.2. Зрівноважуючі пристрої

Як для зрівноваження валків, так і для зрівноваження шпинделів застосовуються вагові, пружинні і гідравлічні пристрої.

Особливі ускладнення виникають при зрівноваженні шпинделів обтискних, заготовочних і крупних сортових станів. Так, наприклад, маса шпинделів обтискних станів досягає 40 т, довжина – 12 м, висота підйому верхнього валка – до 2,0 м. Тому в цих станах, як показала практика, доцільно запроваджувати гідравлічні пристрої, тим більш коли застосовується і гідравлічне зрівноваження валків. В цьому випадку, переважно, використовується сумісна гідравлічна система. Проте це не дає можливості добиватись оптимального і незалежного налагодження режимів спрацьовування механізмів зрівноваження валків і шпинделів. Тому, як було сказано вище, доцільно зайнятись вирішенням саме цього питання.

Заслуговує на увагу і проблема, пов'язана з підшипниковими опорами шпинделів. Шпиндель спирається на два підшипники з бабітовою заливкою. Підшипник розташовується в спеціальному корпусі, в якому також передбачені обмежувачі осьового зміщення шпинделя. Всі вони разом піддаються інтенсивному зносу через потужну завантаженість, ненадійний захист від забруднення та незадовільних умов змащення. Тут можна зайнятись удосконаленням підшипникових вузлів як за рахунок конструктивних змін, так і за рахунок застосування сучасних полімерних, металополімерних та металевих матеріалів. Можна також розробити високоефективну систему демпфірування вузлів з'єднання підшипників зі стояками.

В тонколистових станах, де малі чи помірні навантаження, можна розробити конструкції шпинделів з комбінованого матеріалу. Наприклад вал шпинделя виготовляється із полімерного матеріалу, який має великі внутрішні сили тертя і який суттєво поглинає динамічні навантаження – моменти пружних коливань, а його голівки – із сталі.

3.2.3. Шестерневі кліті і редуктори

Шестерневі кліті призначаються для розподілення крутного моменту, що отримується від головного двигуна, і приводу валків станів. Шестерневі кліті передбачені в усіх прокатних станах, за винятком станів з індивідуальним приводом (великі блюмінги, слябінги і в деяких випадках товстолистові стани з клітьми кварто).

Тут творча робота може полягати в розробці заходів щодо підвищення терміну служіння і ККД за рахунок застосування зачеплення Новікова чи нового кулькового зачеплення А.І. Турменко сучасних матеріалів та методів зміцнення.

В деяких станах, поряд з шестерневими клітьми застосовуються редуктори спеціальної розробки. На станах «Слябінг» в приводній частині, взагалі, встановлюються спеціальні редуктори з двома двигунами. Синхронізація досягається за рахунок взаємного зачеплення передачі. Така система використана і на стані «Слябінг 1150». Але базова розробка редуктора виявилась невдалою, через що на деяких шестернях редуктора руйнувались зубці. Тому були зроблені деякі удосконалення. Проте проблема до кінця не вирішена.

Тут відкривається широке поле творчої діяльності як в напрямі дослідження, так і проектних розробок. Одним із варіантів проектного рішення може бути розробка демпферних пристроїв, вмонтованих, наприклад, у вихідні шестерні.

Тема 3.3. Модернізація (удосконалення) машин і механізмів для переміщення злитків і прокату

3.3.1. Злитковози

Злитки, нагріті до температури прокатки, із нагрівних колодязів кліщовим краном подаються на злитковоз, який підвозить їх до прийомного

рольганга блюмінга чи слябінга і кладе на ролики рольганга. Потім злиток або прямо подається до робочої кліті, або змінюють його напрямом. Наприклад, на «Блюмінгі 1050» він поступає прямо до кліті, а на стані «Слябінг 1150» він проходить повз поворотний стіл, який, при необхідності, змінює положення злитка. Крім того, для прискорення процесу злиткоподачі на стані «Слябінг 1150» в рольганг вбудовано стаціонарний перекидач, а злитковоз доповнено прицепним візком.

Розглянемо конкретно недоліки систем злиткоподачі станів «Блюмінг 1050» і «Слябінг 1150» і заходи щодо їх удосконалення.

Загальному удосконаленню злитковозів можуть підлягати механізми кантування злитків. Кожний з них являє собою кривошипно-коромислову передачу з електродвигуном і зубчастою передачею. Перекидний момент тут змінюється в залежності від кута нахилу люльки зі злитком, а його максимальна величина досягає в кінцевих положеннях люльки ($80^\circ - 90^\circ$). Для зменшення навантаження на двигун, а отже і для заміни його на менш потужний, доцільно розробити зрівноважуючу систему (краще пружинну, гідравлічну чи комбіновану). Одним із найбільш ефективних рішень тут може стати використання металевих сильфонів, які від гідроциліндрів відрізняються абсолютною герметичністю.

Не виключається можливість розроблення принципово нових конструкцій механізмів.

Піддаватись удосконаленню може і ходова частина злитковозів, від кінематичних параметрів якої цілковито залежить продуктивність злитковоза. Так, наприклад, мінімальний цикл роботи механізму залежить від швидкості руху злитковоза. Із збільшенням швидкості час циклу зменшується. Але це відбувається до певної величини швидкості руху злитковоза, яку прийнято називати оптимальною. При подальшому збільшенні швидкості, навпаки, час циклу зростає, що визначається динамікою. Таким чином, перед тим, як приступити до конструктивних змінень, необхідно визначити фактичну швидкість злитковозу і порівняти її з оптимальним значенням. Методика

визначення оптимальних значень швидкостей і передатних відношень докладно розглянута в роботі «Теория и практика приводов» авторів Жука А.Я., Желябіної Н.К., де також наведена програма дослідження на ЕОМ.

Наведемо такий приклад. На стані «Слябінг 1150» з метою підвищення продуктивності злиткоподачі існуючий злитковоз споряджено додатковим прицепним візком. Внаслідок цього значно погіршилось позиціонування злитковоза, що вкрай негативно проявилось на довговічності кінцевих упорів. Як показали дослідження, це сталося через порушення оптимального значення швидкості. Тут належало б змінити передатне відношення привода механізму переміщення злитковоза на відповідно меншу величину, але цього не було зроблено.

Потребують удосконалення і безпосередньо кінцеві упори. Тут доцільно застосувати заходи, із застосуванням більш ефективних демпферів.

3.3.2. Рольганги

За призначенням рольганги поділяються на робочі і ті що транспортують. Робочими прийнято називати ті рольганги, що розташовані безпосередньо біля клітей і слугують для подання металу у валки.

Рольганги виконуються з груповим і індивідуальним приводом роликів і холості рольганги. При груповому приводі всі ролики однієї секції рольганга, маючи по 4 – 10 роликів і більше, приводяться від одного електродвигуна через конічні шестерні і трансмісійний вал. В рольгангах з індивідуальним приводом кожний ролик має свій двигун.

Рольганги блюмінгів і слябінгів розташовані з обох сторін клітей. На нових станах застосовують робочі рольганги двох типів. В першому із них всі ролики (8-10 шт.) мають індивідуальний привод від окремих розташованих збоку тихохідних двигунів. Обертання передається через зубчасті муфти з поздовженим валом. Такий рольганг вимагає установлення великої кількості двигунів підвищеної потужності (для надійного привода кожного ролика) і,

крім того, великих площ для розташування цих двигунів. У рольгангів другого типу перші два-три ролики, розташовані поряд із станинними роликами, що мають індивідуальний привод, а інші 6-8 роликів – груповий привод через окремий редуктор з циліндричними шестернями і зубчасті муфти поздовженого типу.

Привод такого рольганга займає меншу площу, сумарна потужність двигунів також менша. Крок роликів вибирають із умови, щоб розкат лежав не менш, ніж на двох роликах.

Сферою удосконалення рольгангів може стати удосконалення підшипникових опор, зачеплення, ущільнень на предмет їх захисту від забруднень і дії високих температур, а також розробки більш ефективних засобів охолодження роликів та використання сучасних матеріалів.

3.3.3. Шлеппери

Для переміщення заготовок і крупносортних профілей металу впоперек цеху (від підводячого рольганга до відводячого, до уборочного пристрою і т. інше) застосовують канатні і ланцюгові транспортери, що називаються шлепперами. Зокрема шлеппери застосовуються на стані «Блюмінг 1050»).

Канатний чи ланцюговий шлеппер має замкнені гілки канатів чи ланцюгів, які на верхніх ділянках пов'язані з шлеперними візками на роликах. Кожний візок має палець, який виступає над поверхнею шлеппера і захоплює прокат і вимушує той рухатись по ковзним напрямним.

Удосконалення шлепперів може бути направлено на підвищення надійності його складових шляхом захисту від забруднення, покращення умов змащування та застосування сучасних матеріалів. Доцільним може стати також і використання сучасних типів приводів і передач, що мають значно вищий ККД і ресурс роботи.

3.3.4. Поворотні столи і стаціонарні кантувачі для злитків

Поворотні столи

На блюмінгах і слябінгах злитки із дільниці нагріваючих колодязів подають злитковозом на прийомний рольганг в деяких випадках широким кінцем вперед. Для зменшення обрізків «нездорового» металу при наступній порізці прокату на ножицях, що розташовані за блюмінгом (слябінгом), ці злитки прокатують вузьким кінцем вперед, щоб їх прибірна частина була позаду прокатного блюма (сляба). Для розвороту злитків в необхідному напрямі використовуються поворотні столи, що являють собою достатньо складні машини. Рама типового стола спирається на опорні котки і центрована на литій сталевій втулці, установленій на фундаментній плиті. Знизу до рами кріпиться зубчастий вінець, перебуваючий в зачепленні з конічною приводною шестернею. Привод повороту стола здійснюється від електродвигуна перемінного струму через двоступінчастий редуктор і конічну передачу. На столі змонтовано чотири ролики, призначені для прийому злитка і передачі його (після повороту на 180°) на підводячий рольганг до стана.

Експлуатація стола на стані «Слябінг 1150» показала на його незадовільну роботу (в останні роки експлуатації). Перш за все, це відноситься до механізму повороту стола. Через деформацію рами і просідання фундаменту порушилось нормальне зачеплення між приводною конічною шестернею і зубчастим вінцем. Тому було поставлено питання про заміну функцій стола іншими пристроями. Зокрема, прийнято рішення про модернізацію стаціонарного перекидача, який би дозволяв, крім кантування злитків, змінювати їх положення, тобто направляти злитки вузькою частиною вперед.

Якщо ж зупинитись на модернізації існуючого стола, то тут слід змінити конічну передачу (шестерня – зубчастий вінець) на циліндричну. В цьому випадку між зубчастим вінцем і приводною шестернею, якщо її виконати дещо ширшою та поверхні її зубців завалити (як це робиться в зубчастих муфтах),

нормальність зачеплення буде зберігатись навіть при значних деформаціях рами і фундаменту. Можна, взагалі, перейти на іншу конструкцію приводної частини з використанням приводів поступальної дії і т. і. Доцільним може стати і заміна існуючого привода з використанням сучасних загрегованих електромеханічних приводів. Можна зайнятись і питаннями підвищення довговічності інших вузлів і деталей.

Стаціонарні кантувачі злитків

На стані «Слябінг 1150» для підвищення продуктивності системи злиткоподачі передбачено стаціонарний кантувач для злитків, що подаються до стану безпосередньо колодязним краном. Таке рішення, крім того, дозволяє забезпечити подачу злитків при короткочасній зупинці злитковоза. Проте в люльку перекидача злитки мають поступати саме широким кінцем, що створює певні проблеми, бо не завжди можна захопити колодязним краном за певну частину злитка і, отже, нинішня система злиткоподачі не може обійтись без поворотного стола. Тому першочерговою задачею тут може стати розробка нової конструкції перекидача, яка б забезпечувала подачу злитків необхідним кінцем до кліті незалежно від того, яким кінцем він завантажений в люльку перекидача.

Маніпулятори і кантувачі обтискних станів

Маніпулятор призначається для переміщення металу по роликам рольганга паралельно їх бочки з метою наступного направлення металу у валки (чи їх калібри). Одночасно з цим лінійки маніпулятора випрямлюють прокат (блюм, сляб, заготівку), якщо він викривився при прокатці.

Кантувачі слугують для повороту (кантування) прокату відносно його поздовжньої осі перед подачею у валки. Вони застосовуються на блюмінгах, слябінгах, рейко-балкових і сортових станах.

Маніпулятори встановлюються з передньої і задньої сторін робочої кліті.

Кожний маніпулятор постачено двома масивними сталевими лінійками, установленими по бокам робочого рольганга і рухомими за допомогою довгих штанг зі зубчастими рейками.

Напрямок творчої роботи тут може стати удосконалення приводної частини і напрямних вузлів рейок, а також підвищення довговічності найбільш навантажених елементів.

Такі заходи можуть поширюватись і на кантувачі, які розташовуються тільки з однієї сторони. Принцип їх дії полягає в наступному: в лінійці маніпулятора (з боку привода) передбачені напрямні пази (зазвичай чотири або п'ять), в яких можуть вертикально переміщуватись кантуючі крюки. Підйом і опускання крюків відбувається валом, підшипники якого змонтовані на лінійці маніпулятора, що пов'язаний з крюками через важелі. В свою чергу поворот валу задається зубчастою рейкою, що приводиться від електродвигуна.

Маніпулятори і кантувачі сортових і листових станів

До цього обладнання відносяться і підйомно-хитні столи тривалкових сортових станів. Реверсивна прокатка тут відбувається у валках з постійним напрямом їх обертання. При цьому при непарних пропусках метал прокатується між нижнім і середнім валками, а при парних – між середнім і верхнім валками. Задача металу у валки і прийом його із валків здійснюється підйомно-хитними столами, установленими спереду і ззаду кліті, на яких розташовані ролики робочих рольгангів (а також можуть розташовуватись маніпулятори і кантувачі).

Підйомний стіл, розташований з передньої сторони стана, слугує для підйому прокату і задачі його у валки (між верхнім і середнім валками), а підйомний стіл, розташований з задньої сторони – для прийому виходячого із валків прокату, опускання його і задачі у валки (між середнім і нижнім валками).

Приводна частина столів являє собою кривошипно-важелеву систему, що

приводиться в рух від двигуна і зубчасту передачу.

Маніпулятори і кантувачі товстолистових станів мають певні відмінності від маніпуляторів і кантувачів обтискних станів. Проте і тут творча робота може бути направлена на підвищення довговічності їх найбільш навантажених вузлів і деталей, як це рекомендувалось раніш.

Об'єктами удосконалення можуть бути також кантувачі гарячих і холодних рулонів та інше обладнання, що пов'язане з обслуговуванням моталок і транспортуванням рулонів. Задача може зводитись до підвищення довговічності, продуктивності та ККД обладнання за рахунок застосування сучасних матеріалів та приводів.

Тема 3.4. Ножиці і пили

3.4.1. Ножиці для поперечної порізки

Для поперечної різки гарячого металу квадратного, прямокутного і круглого перерізів після прокатки його на блюмінгах і слябінгах, заготовочних і сортових станах застосовують *ножиці з паралельними ножами*. Ці ножиці використовуються також і для поперечної різки холодного металу. В цьому випадку профіль ножа відповідає формі поперечного перерізу металу, що підлягає порізці. В процесі різання на цих ножицях площа, в якій рухається ніж, є незмінною. Форму ножів приймають у вигляді симетричного прямокутника, щоб можна було при різанні використовувати всі чотири кути. Кут загострення виконують рівним 90° . Ножі виготовляють із сталі марок 6ХНМ, 6ХВ2С і інших з твердістю після термообробки до НВ 400.

За конструкцією ножиці з паралельними ножами поділяються на дві основні групи: *ножиці з верхнім рухомим ножем* (верхнім різом); *ножиці з нижнім рухомим ножем* (нижнім різом).

Першим ножицям властиві суттєві недоліки: після порізки металу на

нижній грані сляба (блюма, заготівки) створюється задирка, яка заважає при подальшому русі прокату по рольгангу; порізку можна здійснювати лише при наявності хитного стола за ножицями, що ускладнює конструкцію системи порізки в цілому.

Ножиці з нижнім різом не мають цих недоліків. Тому їх використання є доцільнішим.

Ті і інші ножиці виконуються з електромеханічними і гідравлічними приводами. Гідравлічні ножиці значно простіші. Крім того, дуже важливим є те, що вони можуть розвивати значно більші зусилля і мають дуже високий рівень захисту від руйнування (необхідний тиск робочої рідини налагоджується за допомогою запобіжного клапану, котрий автоматично не допускає його збільшення). Тому доцільно використовувати саме ножиці з гідравлічним приводом.

Поряд з ножицями, що мають паралельні ножі, широко застосовуються і *ножиці з похилими ножами*, які отримали назву *гільйотинних*. Вони бувають відкритого і закритого типів.

Ножиці відкритого типу мають короткі ножі і одну станину з боковим просвітом, через який подається прокат, що розрізується. Їх застосовують, головним чином, для порізки сутунки і сортового прокату в холодному стані. Верхній ніж – рухомий з кутом $2-5^\circ$.

Ножиці закритого типу мають дві станини, з'єднані між собою траверсою внизу. В просвіті між станинами рухається каретка з ножем. Ці ножиці застосовують для поперечної порізки широких штаб і листів в холодному, напівзастиглому чи гарячому стані. Так, наприклад, довжина порізки товстого листа може досягати 3000 мм.

В залежності від призначення ножиці закритого типу виконуються з верхнім чи нижнім рухомим ножем.

Ножиці з верхнім рухомим ножем застосовують, головним чином, як окремі об'єкти, так і в потокових лініях для поштучної порізки листів на необхідні розміри і обрізання бокових пружків листів.

Ножиці з нижнім рухомим ножем зазвичай установлюють в лінії рольгангу прокатного стана чи в агрегаті порізки штаби, тобто в потокових технологічних лініях. Таким чином, на цих ножицях здійснюється тільки поперечна порізка штаби на листи чи відрізання переднього і заднього кінців у довгих штаб (порізка бокових пружків штаби в цьому випадку здійснюється дисковими ножицями, установленими за поперечними ножицями).

В ножицях з верхнім рухомим ножем цей ніж установлюється похило ($1-6^\circ$ в залежності від товщини листів: зі збільшенням товщини збільшується і кут нахилу), а нижній – горизонтально.

В ножицях з нижнім рухомим ножем він установлюється прямо (а верхній похило, як в першому випадку) чи похило (а верхній прямо). Кращі показники щодо якості порізки досягаються в ножицях з нижнім похилим рухомим ножем. Матеріал ножей – сталь марок 5X2BC, 55XNB і інші, твердість після гартування HRC 48-50.

Для порізки металу на ходу (на лету) при його великій швидкості застосовуються **летючі ножиці**. Якщо вони перебувають у неперервній лінії, то їх продуктивність повинна мати резерв, тобто буди дещо більшою, ніж продуктивність стана.

Застосовуються різноманітні за конструкцією і принципом дії ножиці: **барабанні, кривошипні, з плаваючим кривошипом, планетарні і маятникові.**

Барабанні летючі ножиці отримали широке застосування для гарячої порізки широких сталевих штаб товщиною до 30 мм, холодної порізки сталевих штаб товщиною до 3 мм і гарячої порізки мілких сортових профілей.

Назву барабанних отримали через те, що ножі закріплюються на двох барабанах, що обертаються синхронно назустріч один одному. Для забезпечення можливо більш рівної площини різання (особливо при порізці товстих штаб) необхідно, щоб ножі в період різання зближались, залишаючись паралельними один одному, і складали кут 90° з рухомою штабою. При використанні ж гільйотинного типу ножів, що дозволило б дещо зменшити

динамічні навантаження в момент порізки, виникають великі складнощі.

Ця проблема легко вирішується в важільно-кривошипних летючих ножицях, ножі яких рухаються по складній еліпсоподібній траєкторії, а на ділянці різання ця траєкторія майже співпадає з горизонтальним рухом штаби (ножі рухаються поступально, зближуючись по вертикалі). Суттєвим недоліком цих ножиць є велика інерційність механізму різання при нерівномірному русі ножів, тому такі ножиці застосовують тільки для різання штаби при швидкості не більше 2,0 м/с.

Для порізки тонких штаб (товщиною 2,5-8,0 мм) застосовуються ті ж важільно-кривошипні ножиці, які мають спеціальний механізм пропуску різання (в той же час, якщо товщина штаби менше 2,5 мм, рекомендується застосовувати більш прості барабанні летючі ножиці).

Для нормальної роботи ножиць необхідно витримувати умови, щоб на ділянці різання швидкість ножів була тільки на 1,0-3,0 % більша за швидкість руху штаби. Тому на ножицях для холодного різання застосовують ще один спеціальний механізм, призначений для вирівнювання швидкості ножів і штаби в момент різання. Наприклад, для цього використовуються двокривошипні кулісні механізми. Проте вони мають суттєвий недолік, який полягає в тому, що внаслідок нерівномірної кутової швидкості ведучої куліси виникають великі прискорення і дуже суттєві динамічні навантаження, що обмежують можливість застосування цих ножиць при швидкості вище 2,6 м/с.

Більш ефективним способом вирівнювання є радіальний, при якому в барабанах ножів передбачаються ексцентрикові втулки, які обертаються в тому ж напрямку, що і ножі. Змінюючи кут положення ексцентрикових втулок в період одного оберта ножів дозволяється отримувати будь-які проміжкові довжини листів, тобто радіальний спосіб забезпечує безступінчасте регулювання довжини різання і синхронність швидкостей ножів і штаби.

Для порізки сортових профілей застосовуються **кривошипно-важельні ножиці з радіальним ступінчастим вирівнюванням швидкості різання**. Профіль ножів тут відповідає перерізу прокату (квадрат, квадрат на ребро,

круг). Вирівнювання швидкості ножів (відносно швидкості поступаючого із кліті прокату) і ступінчасте змінення довжини порізки здійснюється одним і тим же ексцентриковим профілем, що є перевагою цих ножиць.

Планетарні летючі ножиці застосовують для порізки заготовок (зусилля різання 1,0-1,5 МН) і сортових профілей (зусилля різання 0,12-0,5 МН). Механізм різання ножиць складається з двох ведучих барабанів, що приводяться в дію через зубчасті шестерні від електродвигуна. В середині кожного барабана є планетарна зубчаста передача, що складається із центральної, проміжкової і планетарної шестерен. В порівнянні з кривошипно-важільними ці ножиці мають деякі переваги: двоопорне розташування барабанів; більш зрівноважена система ріжучого механізму. Це дозволяє їх використовувати для порізки прокату, що переміщується зі швидкістю 7,0 - 20,0 м/с. Недоліком є більш складна конструкція і більший сумарний маховий момент обертових мас, що вимагає використання більш потужних двигунів.

Маятникові летючі ножиці мають просту конструкцію і надійні в експлуатації, проте внаслідок великої інерційності рухомих мас вони дуже тихохідні і застосовуються для різання на ходу металу, що рухається зі швидкістю не більше 2,5 м/с.

Ножиці нагадують маятник, що і дало їм назву маятникових.

3.4.2. Ножиці для поздовжньої порізки. Діскові ножиці

Діскові ножиці застосовують для обрізання пружків у широких штаб і порізки цих штаб поздовж на декілька більш вузьких штаб.

Для отримання якісної порізки (пряма порізка без задирок) діскові ножі установлюють з радіальним перекриттям 1,0-3,0 мм (чим товща штаба, тим менше перекриття ножів, а при товщині прокату 10 мм приймають від'ємне перекриття) і з невеликим боковим (горизонтальним) зазором (0,05...0,08 – товщини листа). При порізці полоси товщиною менше 0,2 мм ножі установлюють щільно, без зазорів. Ножі виготовляють із хромовольфрамкової

сталі марки 5XB2C з твердістю після термообробки HRC 50-52, кут загострення ножів – 90° (ножі строго циліндричні). Дискові ножі закріплюються на приводних валах і приводяться в дію від двигуна через зубчасте зачеплення, бувають двопарними і чотирипарними. За такою ж схемою виготовляються і дискові пружкокрошители (кромкокрушители).

3.4.3. Дискові пили

Зважаючи на те, що при порізці на ножицях фасонних профілей відбувається зім'яття пружків і стінок цих профілей, для порізки їх на мірні довжини використовуються дискові пили.

Пили поділяються на дві групи (в залежності від конструкції диска): для гарячого різання і для холодного різання (пили тертя). У пил першої групи диски – зубчасті, а у пил другої групи диски – без зубців і різання тут відбувається внаслідок розплавлення металу при терті швидкообертаючого диска. Продуктивність останніх пил значно менша.

Найбільш широкого поширення набули полозкові дискові пили, у яких привод диска розташований на рухомій рамі з напрямних (полозками). Жорсткість направляючих станини і самих полозків усуває бокове биття диска, що є основним позитивом цих пил.

Поряд з полозковими пилами застосовуються також дискові роторні пили. В цьому випадку диск установлюється на кінці збалансованого важеля. Тому центр диска обертається по круговій траєкторії відносно осі приводного вала важеля-води́ла. Завдяки великій швидкості подачі продуктивність роторних пил значно вище, ніж полозкових.

Напрямом творчої діяльності щодо удосконалення ножиць і пил може бути підвищення їх продуктивності, довговічності, якості порізки, зниження відходів і енерговитрат і т. д. Можуть бути запропоновані і принципово нові розробки (на основі власних чи запозичених ідей).

Тема 3.5. Модернізація (удосконалення) правильних машин

3.5.1. Листоправильні машини

Листоправильні багатороликові машини поділяються на дві групи: з паралельним розташуванням роликів і похилими. На перших здійснюють правлення товстих і в деяких випадках попереднє правлення тонких листів, на других – правлення тонких листів і штаб.

На машинах з паралельним розташуванням роликів лист прогинається однаково під усіма роликами. В машинах з похилими роликами лист отримує найбільший прогин між першими роликами, а далі по мірі переміщення листа прогин його зменшується і біля останніх роликів кривизна (коробчастість, хвилястість) повністю випрямляється. В цьому і полягають переваги правлення листів (штаб) на цих машинах в порівнянні з правленням на машинах з паралельним розташуванням роликів.

Діаметр і відстань (крок) роликів обумовлюють якість правлення і зусилля на ролики правильної машини. Надмірно великі відстань і діаметр роликів не забезпечують потрібної точності правлення, а при зменшенні їх збільшується тиск на ролики і ускладнюється конструкція машини. І це слід урахувати при удосконаленні правильних машин.

Для гарячої і холодної правки товстих листів шириною до 2600 мм і товщиною 25-50 мм застосовуються 7-ми роликові машини (7×50×2600). Тут передбачено п'ять приводних роликів діаметром 400 мм (двоє середніх зверху і троє знизу). Верхні крайні ролики не приводні (\varnothing 450 мм) і призначені для правильного (горизонтального) направлення металу і усунення загальної кривизни виходячого листа. Ці ролики переміщуються незалежно у вертикальному напрямі за допомогою натискних гвинтів, постачених ручним приводом натискних гайок. Для зменшення прогину робочих роликів до них попередньо притискують опорні ролики діаметром 650 мм. Всі ролики установлені в опорах на самоустановлюючих сферичних роликотілопідшипниках.

Для установлення необхідного розгину (зазору) між робочими роликами верхні ролики, розташовані у рухомій траверсі, переміщують вертикально за допомогою черв'ячних передач від електродвигуна. Робочі ролики приводяться в рух від п'яти універсальних шпінделей, з'єднаних з комбінованим редуктором-шестерневою кліттю і через нього з електродвигуном.

В машині $7 \times 32 \times 2600$ налагодження робочих валків здійснюється при паралельному переміщенні траверси з валками натискними гвинтами, що мають привод від електродвигуна через черв'ячні редуктори. Всі сім роликів приводяться від двох електродвигунів через комбінований редуктор і універсальні шпінделі. По відношенню до машини $7 \times 50 \times 2600$, що має тільки паралельне переміщення верхньої траверси з роликами, на цій машині можливе регулювання положення верхніх роликів і нижніх опорних роликів за допомогою механізованих пристроїв з приводом від електродвигунів, завдяки чому підвищується і якість правки.

Для правлення тонких листів товщиною 4,0 мм, шириною до 1500 мм і довжиною до 2,0-4,0 м застосовуються 17-ти роликові машини конструкції УЗТМ та «ВНИИметмаш». Ці машини, як і попередні машини, мають робочі і упорні валки з установочними пристроями та електромеханічний привод. Основна різниця в їх конструкції полягає в тому, що в машині УЗТМ опорні ролики розташовуються безпосередньо над робочими, а в машині «ВНИИметмаш» вони розташовуються в шаховому порядку.

Перші машини типу $0,25 \times 0,6 \times 1000$, головним чином, призначаються для правлення штаб товщиною 0,25-0,6 мм і шириною до 1000 мм при швидкості до 5 м/с. Вони установлюються в лініях поперечної порізки. Всі ролики установлені на голкових підшипниках. Верхні робочі і опорні ролики змонтовані у верхній траверсі, що має систему (пристрій) її нахилу з чотирма натискними гвинтами з ручним приводом. Крім того, для надання попереднього прогину робочим валкам через опорні передбачені інші гвинти, розташовані у верхній і нижній траверсах в місцях опор цих роликів. Правильна машина і ролики, що подають мають загальний синхронізуючий привод від

електродвигуна привода летючих ножиць.

Перевагою машини «ВНИИметмаш» є те, що шахове розташування роликів є більш раціональним, бо досягається більша стійкість робочих роликів з меншими діаметрами в горизонтальній площині. Тобто, тут є можливість застосовувати ролики менших діаметрів, що покращує умови правлення. На відміну від машини УЗТМ тут привод кожного натискного гвинта здійснюється від окремого фланцевого електродвигуна, надаючи можливість змінювати нахил траверси в двох напрямках, що необхідно для підвищення точності правлення окремих листів. Крім того, для підвищення точності правлення передбачена можливість попереднього місцевого прогину робочих валків, причому для кожного ряду опорних роликів передбачено окреме регулювання. З цією метою опорні ролики кожного одного ряду установлені в окремій траверсі, яка може переміщатись нажимними гвинтами з ручним приводом штурвалів. Регулювання нахилу верхньої траверси і підтискання кожного ряду опорних роликів дозволяє правити окремі листи з різною хвилястістю, а також місцеву жолобчастість, що є позитивом цієї машини.

В цеху гарячої прокатки тонкого листа, крім 17-ти роликової машини, функціонують 5-ти, 11-ти і 13-ти роликові машини, що викликано широким діапазоном товщин штаб (2,0-7,0 мм) (зі зменшенням товщини кількість роликів збільшується).

Об'єктом удосконалення можуть бути пристрої для регулювання положення робочих і опорних роликів, підшипникові вузли, приводи робочих роликів з метою підвищення продуктивності, довговічності машин, покращення якості правлення та зниження енерговитрат.

3.5.2. Сортоправильні машини

Роликові сортоправильні машини застосовують для холодного правлення сортового металу з різноманітним поперечним перерізом.

Сортоправильні машини з профільованими роликами конструктивно

виконують двох типів: з відкритим консольним розташуванням роликів; з закритим розташуванням роликів на валах між двома опорами.

Для правки крупних сортових профілей застосовують машину з 7-9 роликками, а для правлення середніх і мілких профілей – з 11-13 роликками. Як і в листоправильних машинах, в цих машинах також є пристрої для регулювання положення роликів і приводна частина, які можуть підлягати удосконаленню з тією ж самою метою.

Тема 3.6. Модернізація (удосконалення) моталок і розмотувачів

3.6.1. Барабанно-роликові та барабанні моталки

Змотування гарячекатаної штаби на барабан барабанно-роликових моталок в щільні рулони здійснюється двома способами:

- барабаном моталки, що створює натяг (без притискання до штаби формуючих роликів);
- формуючими роликками, щільно притисненими до штаби на барабані моталки, але без натягу штаби барабаном моталки.

Основними елементами моталок є ролики, що подають і формують, барабан та привод барабана.

При змотуванні відносно тонкої штаби (1,0-4,0 мм) після створення 2-3 перших витків ролики що формують можуть відводитись від рулону і подальше змотування здійснюється з натягом штаби барабаном моталки (верхні тягнучі ролики при цьому працюють в генераторному (гальмовому) режимі). При використанні цього ж способу при змотуванні штаб більших товщин рекомендується установлювати 2-3 пари роликів що притискають. Все це робиться для забезпечення щільності намотки рулонів. Найбільш доцільним є використання безредукторних приводів формуючих роликів і барабана, на чому і базуються сучасні конструкції моталок. Для зняття з барабана рулону краще використовувати замість зіштовхувачів візки-зйомники.

Барабанні моталки для змотування холодних штаб відрізняють від перших тим, що не мають ролики що подають і формують і можуть не тільки намотувати чи змотувати штабу, а й одночасно створювати її натяг, що необхідно для стійкого процесу прокатки, отримання щільного рулону і правильного направлення штаби при вході її у валки і при виході із валків. Створення переднього (на виході металу із валків) і заднього (на вході металу у валки) натягів штаби бажано ще й тому, що за рахунок натягу зменшується тиск на валки при прокатці.

Моталки застосовуються при холодній прокатці довгих штаб і стрічки (що змотуються в рулони) на реверсивних і неревверсивних станах.

На реверсивних одноклітьових станах (наприклад, 1200; 1680) моталки установлюються з обох сторін робочої кліті. При цьому їх роль весь час змінюється: із ведучої (передньої) одна із моталок стає веденою (задньою), а ведена (задня) стає ведучою (передньою). Таким чином, здійснюється прокатка (в 3-5 проходів в залежності від товщини штаби (стрічки), її обтиснення та рівня наклепу), після чого рулон з однієї із моталок знімається і направляється на обпалення для зняття наклепу у печах випалу з подальшим обробленням на дресировочних станах.

На неревверсивних станах моталки установлюються тільки з передньої сторони (вхідної) стана.

Так як рулон штаби (стрічки) після прокатки знімається з моталок то очевидно, що конструктивно барабан моталки має бути тільки консольного типу, тобто з опорами тільки на одній стороні. З метою зменшення прогину консольного вала і барабана моталки на станах, що прокатують широкі штаби (при великому натязі), застосовують відвідну опору, яка підводиться до вільного кінця вала моталки перед намотуванням на неї штаби і відводиться в бік при знятті рулону.

Окружні швидкості змотування штаби з однієї моталки і намотування на іншу постійні, в той час як діаметр рулону на одній моталці зменшується, а на іншій збільшується. Отже, кутова швидкість барабанів постійно змінюється.

Крім цього, натяг штаби на вході і виході має залишатись постійним. Для вирішення цієї проблеми застосовуються надскладні електричні системи автоматичного регулювання, що мають забезпечувати не тільки постійну швидкість, а й постійний натяг.

В процесі прокатки задня моталка створює задній натяг, а її двигун працює в гальмовому режимі, віддаючи електричну енергію в сіть.

Об'єктами удосконалення моталок можуть бути виключно всі складові на предмет підвищення їх довговічності і надійності формування щільних рулонів без пошкоджень, поліпшення умов при заправці моталок і знятті рулонів. Заслуговує на увагу задача по визначенню доцільності чи недоцільності використання інших типів двигунів (моментних, гідравлічних).

3.6.2. Розмотувачі рулонів

Розмотувачі рулонів використовуються в станах холодної прокатки штаби, при порізці штаби, а також в агрегаті очищення, обпалення та інших.

Основною відмінністю розмотувачів від барабанних моталок є те, що вони працюють в гальмовому (генераторному) режимі.

Розмотувачі виконуються двоконусними і консольними з клиновими механізмами розсуванням сегментів барабана. Тут об'єктами удосконалення можуть бути як вузли і механізми власне розмотувачів на предмет підвищення надійності і довговічності, так і допоміжне обладнання.

Тема 3.7. Модернізація (удосконалення) обладнання агрегатів для порізки холоднокатаних штаб

3.7.1. Агрегати для поперечної порізки

Основними складовими агрегату конструкції УЗТМ є пересувний підйомний стіл, барабанний розмотувач, магнітний відгинач, гільйотинні

ножиці, похилий стіл, правильна машина, петльові столи, дискові ножиці (для обрізання пружків штаби), бракомоталка, дресировочна кліть, друга правильна машина, летючі барабанні ножиці, стіл другої правильної машини, розподільчі стрічкові транспортери, промаслюючі та пакетуючі пристрої. Кожна із складових може стати об'єктом дослідження з метою підвищення терміну їх служіння та якості і точності порізки, зниження енерговитрат за рахунок застосування сучасних приводів і передач. Заслуговує на увагу і оснащення агрегату системою контролю і діагностування.

3.7.2. Агрегати для поздовжньої порізки

До складу агрегату конструкції УЗТМ входять: барабанний розмотувач, магнітний відгинач, ножиці для обрізання кінців штаби, контрольно-маркировочний стіл, промаслюючий пристрій, дискові багатопарні ножиці для розпускання штаби на стрічки, бракомоталка для змотування пружків, барабанна моталка, поворотний пакетировочний пристрій. Кожний з цих об'єктів може підлягати удосконаленню з метою підвищення продуктивності за рахунок скорочення часу на допоміжні операції (установка рулона на барабан розмотувача, порізка переднього некондеційного кінця штаби, прибирання відрізків, заправлення передніх кінців окремих стрічок на барабан моталки, прибирання окремих вузьких рулонів з барабана моталки, обрізка та інше), що займають до 80 % загального часу. До кінця не вирішені і питання належного рівня довговічності найбільш навантажених вузлів, які підлягають зносу, є ще і резерв зменшення енерговитрат.

Об'єктом удосконалення може стати обладнання для укладання і обв'язування прокату (листи, рулони).

Тема 3.8. Модернізація (удосконалення) агрегатів травлення штаб

Процес травлення використовується для віддалення з поверхні гарячекатаної стрічки із вуглецевої сталі окалини. Найбільшою активністю

володіє 26 %-вий розчин сірчаної кислоти при температурі 95°C. Коли концентрація кислоти знижується до 10 %, розчин зливають і замінюють свіжим маточним розчином.

Основними складовими травильних агрегатів є: транспортер для подачі рулонів, кантувач рулонів, підйомний стіл, розмотувач, окалиноломач, тягучі ролики, правильна машина, гільйотинні ножиці для відрізання переднього і заднього кінців, стикозварювальна машина (для зварювання заднього кінця попереднього рулону з переднім кінцем стрічки (штаби) наступного рулону), гратознімач зварних швів, зшивна машина (якщо матеріал штаби неможливо зварити), тягучі ролики, дресировочна кліть, натяжні ролики (служать в якості другого окалиноломача), індукційна установка (для підігріву штаби), промивна ванна з холодною водою, промивна ванна з гарячою водою, гільйотинні ножиці (для вирізання місць зварювання), дискові ножиці (для обрізання бокових пружків штаби), пружкокрошитель, установка електростатичного промаслювання, моталка для змотування штаби в рулон.

Об'єктом удосконалення може бути кожна складова агрегату на предмет підвищення довговічності та продуктивності, зниження енерговитрат за рахунок застосування сучасних двигунів, передач та матеріалів.

Тема 3.9. Модернізація (удосконалення) агрегатів для виробництва алюмінієвої катанки та фольги

Агрегат для виробництва алюмінієвої катанки став першим зразком, в якому одночасно застосовуються дві технології: лиття і прокатування. А неперервність лиття і прокатки дозволила здійснити незрівнянно вищу продуктивність виробництва цієї продукції в порівнянні з класичною схемою (розливання алюмінію на злитки з перерізом 100×100 мм з наступною обробкою на сортових і дрових станах). Окремі фрагменти стана для виробництва алюмінієвої катанки показані на рис. 1.13.

Основними складовими агрегату алюмінієвої катанки є: кристалізатор

обертальної дії з електромеханічним приводом, ножиці для порізки заготовки, багатоклітьовий стан, барабанні летючі ножиці для порізки катанки, моталки.

Кліті стана тривалкові. Вали валків розташовані в корпусі кліті під кутом 120° по відношенню один до одного. Крутний момент від розподільчого редуктора передається на один валок, який через зубчасту передачу передає крутний момент іншим двом валкам.

Загалом таку ж принципову схему має і агрегат для виробництва алюмінієвої фольги. Але будова кристалізатора і клітей стана є дещо іншою.

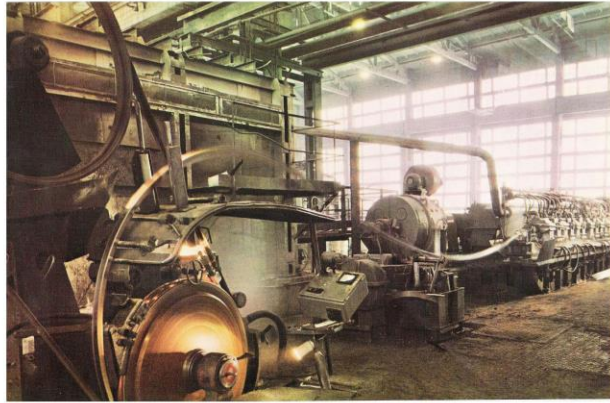
Об'єктами модернізації можуть бути кристалізатори, ножиці, кліті, приводи, моталки з метою підвищення їх довговічності, зниження енерговитрат та поліпшення якості продукції. Заслуговує на увагу і розробка заходів щодо захисту розплавленого алюмінію на ділянці його подачі від печі до кристалізатора від окислення.

Тема 3.10. Модернізація (удосконалення) калібрувальних та волочильних станів

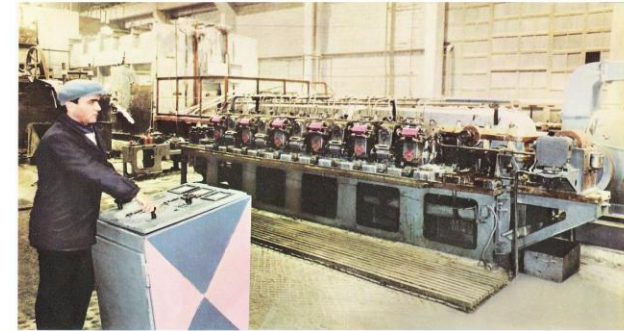
Калібрувальні стани призначені для отримання точних розмірів та покращення чистоти поверхні прокату (труб та прутиків), а волочильні стани – переважно для виробництва дроту з катанки.

Процеси калібрування і волочіння є тотожними, бо в обох випадках прокат протягується через волоку, що має певний розмір, менший за переріз катанки на визначену величину. Таким чином, в процесі протягування відбувається зменшення діаметра прокату за рахунок пластичних деформацій.

Різняться між собою ці стани тим, що в калібрувальних відбувається пластична обробка прокату обмеженої довжини, а в волочильних – необмеженої. В зв'язку з цим механізм протягування в калібрувальних станах виконується з поступальним рухом робочого органу (каретки із затискачем), а в волочильних – з обертовим рухом (барабани). Причому, для підвищення продуктивності волочильні стани можуть мати декілька робочих органів для



а



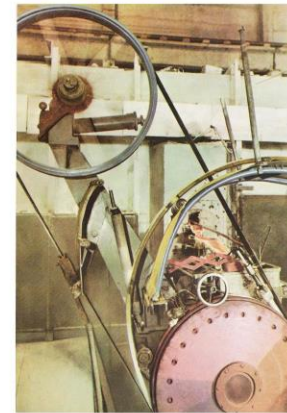
б

в

г

АГРЕГАТ НЕПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ТА ПРОКАТКИ

Такі агрегати в порівнянні з традиційними способами дозволяють зменшити собівартість продукції на 65–75%



а – загальний вид; б – власне прокатний стан; в – кристалізатор; г – моталка з рулоном катанки

Рисунок 1.13

Стан для виробництва алюмінієвої катанки

одночасного протягування декількох ниток дроту.

Удосконаленню тут можуть підлягати робочі органи та приводи. Але головною задачею творчої діяльності тут може бути зниження зусиль деформації, а, отже і зменшення енерговитрат. Одним із найефективніших заходів, крім змащення, може стати накладка на зону деформації низькочастотних чи високочастотних коливань. Ясна річ, що для цього необхідно розробляти відповідні пристрої.

В калібрувальних же станах, крім цього, можна зайнятись питанням задавання прутків у волоку без загострення.

Об'єктами удосконалення можуть також бути апарати волочильних станів, що намотують і розмотують з метою підвищення їх довговічності та зниження енерговитрат.

Розділ 2

Основні показники економічної ефективності технічних розробок

До цих показників, перш за все, слід віднести економічний ефект, доходи, прибутки, термін окупності заходів, рентабельність виробництва.

2.1 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Економічний ефект – корисний результат економічної діяльності, зиск від неї, що його обчислюють як різницю між грошовим доходом від цієї діяльності та грошовими витратами на її здійснення.

Залежно від сфери (виробництво, експлуатація) та часу проявлення (одержання) ефект може бути фактичним, тобто отриманим у поточному році (переважно у виробника), очікуваним протягом 1-2 років у виробника і першого споживача, та потенційним при трансфері області експлуатації за умов мінімізації всіх видів ризиків (комерційних, технічних, фінансових та інших) та відповідного вирішення постановлених задач з високим ступенем ймовірності 3-4-х років.

Методична проблема визначення величини ефекту полягає у виборі та можливості оцінки відповідних показників, які характеризують величини (результатів і видатків), а також критеріїв та умов ефективності цього виду проектного рішення.

Щодо визначення видів ефектів, яким притаманна якісна форма оцінки, то на сьогодні в економічній науці немає установлених методичних засад їх визначення.

2.2 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічна ефективність – забезпечення результативності (ефекту) процесу, проекту та інше, яку обчислюють як відношення ефекту (результату) до витрат, що забезпечує цей результат. Вона має декілька різновидів: ефективність власне економічна (відношення отриманого економічного ефекту до витрат ресурсів, які зумовили отримання цього результату), ефективність інвестицій, ефективність капіталу, ефективність капітальних вкладень в оновлення чинного виробництва, ефективність капітальних вкладень загальна, ефективність кредитування, ефективність науково-технічного процесу, ефективність порівняльна та інші.

Ефективність інвестицій у виробництві являє собою результат її зіставлення розподілених у часі віддач від інвестування із сумою інвестиції. Вимірюються терміном окупності витрат, внутрішньою нормою дохідності, рентабельністю виробництва.

Інші види ефективності детально розглянуті в наступному розділі.

2.3 ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЗАХОДІВ

Являє собою період часу в роках, за який запроваджений технічний захід (побудоване чи реконструйоване підприємство, окреме виробництво, обладнання) забезпечує накопичення прибутку в розмірах, що дорівнюють здійсненим вкладенням (витратам). Його розраховують за формулою:

$$T = \frac{B}{P_p}, \quad (2.1)$$

де B – повні витрати;

P_p – річний прибуток.

Звідси виходить, що при рівних умовах чим менший термін окупності, тим вище ефективність використання вкладень.

2.4 ДОХОДИ

Дохід (доходи) – 1) збільшення економічних вигід протягом звітного періоду у формі набуття або зростання активів, що забезпечує зростання капіталу і не є внесками акціонерів;

2) грошові або матеріальні цінності, отримані від виробничої, комерційної чи іншої діяльності;

3) сума будь-яких коштів, вартість матеріального та нематеріального майна та інших активів.

Розрізняють декілька типів доходів (валовий, від акцій, від вкладу, від приросту капіталу, дивідендний, інвестиційний, національний, чистий, чистий зведений та інші). Розглянемо більш детально валовий і чистий доходи. З іншими видами доходів можна ознайомитися в роботах [12, 13, 36].

Валовий дохід являє собою:

1) сукупний грошовий виторг підприємства, одержуваний від діяльності основного, допоміжних, обслуговувальних виробництв підприємства та від реалізації додаткових послуг. Найвагомішою часткою валового доходу є виторг від реалізації продукції. Він забезпечує відшкодування всіх поточних витрат підприємства, пов'язаних із його господарською діяльністю, сплату всіх видів податкових платежів та формування прибутку підприємства. Валовий дохід підприємства характеризується двома показниками – сумою та рівнем доходу;

2) загальна сума доходу платника податку від усіх видів діяльності, отриманого (нарахованого) протягом звітного періоду у грошовій, матеріальній та нематеріальній формах. Його визначають як різницю між виторгом від реалізації та матеріальними і порівняними до них витратами.

Чистий дохід визначається сумою доходу підприємства, яка залишається в його розпорядженні після виплати з отриманого валового доходу сум податкових платежів включених до ціни продукції, зокрема податку на додаткову вартість (ПДВ), акцизного збору, митних та інших зборів.

Зведений чистий дохід є найузагальненішою характеристикою інвестування, а його кінцевий ефект визначається в абсолютній сумі. Розраховується шляхом віднімання від суми чистого грошового потоку за час експлуатації інвестиційного проекту, приведеної до існуючої вартості на певний час, суми інвестиційних витрат на його реалізацію. Тобто

$$D_{чз} = P_{чз} - I, \quad (2.2)$$

де $P_{чз}$ – сума чистого грошового потоку за весь час експлуатації інвестиційного проекту;

I – сума інвестиційних витрат на реалізацію інвестиційного проекту.

При одноразових інвестиціях

$$D_{чз} = \sum_{t=1}^n \frac{P_{чзt}}{(1+i)^t} - I_o, \quad (2.3)$$

де $P_{чзt}$ – сума чистого грошового потоку в окремі роки загального терміну експлуатації інвестиційного проекту;

I_o – сума одноразових інвестиційних витрат ;

i – дисконтна ставка;

n – число інтервалів у загальному розрахунковому терміні.

При інвестиційних витратах у декілька етапів використовують формулу

$$D_{чз} = \sum_{t=1}^n \frac{P_{чзt}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+i)^t}, \quad (2.4)$$

де I_t – сума інвестиційних витрат в окремі інтервали (роки) загального терміну реалізації інвестиційного проекту.

Дисконтна ставка являє собою ставку процента, за якого майбутня вартість грошей чи фінансових інструментів приводять до їхньої існуючої на даний час вартості, або ж є платою, яку банк сплачує за врахування векселів, тобто авансування грошей на закупівлю векселів.

2.5 ПРИБУТОК (ПРИБУТКИ)

Прибуток, по-перше, визначається як сума, на яку доходи перевищують пов'язані з ним витрати, і, по-друге, як перевищення сукупних доходів над сукупними витратами.

Обчислюють як різницю між валовим вииторгом (без податку на додану вартість і акцизного збору) та витратами на виробництво й реалізацію продукції (робіт, послуг). Прибуток є основним узагальненим показником фінансових результатів виробничо-господарської діяльності підприємства; характеризує частину отриманого на вкладений капітал чистого доходу підприємства, який є винагородою за ризик підприємницької діяльності.

Види прибутку підприємства класифікують за такими ознаками:

- джерела формування прибутків, використовувані у його обліку: прибутки від реалізації продукції; прибутки від реалізації майна; прибутки від позареалізаційних операцій;

- джерела формування прибутків за основними видами діяльності підприємства: прибутки від операційної діяльності; прибутки від інвестиційної діяльності; прибутки від фінансової діяльності;

- склад, елементів які формують прибутки: маржинальний прибуток (різниця між сумою чистого доходу від реалізації продукції, робіт і витрат); валовий прибуток (різниця між чистим доходом від реалізації продукції, робіт і послуг та собівартістю реалізованої продукції, робіт і послуг; загальна сума одержаного підприємством прибутку до відрахування податків з прибутку); чистий прибуток (алгебраїчна сума прибутку від звичайної діяльності, надзвичайного прибутку, надзвичайних збитків та податків з надзвичайного прибутку (прибуток отриманий із незвичайного для підприємства джерела його формування));

- характер оподаткування прибутків: оподаткований прибуток; прибуток, що не підлягає оподаткуванню;

- час формування прибутків: прибуток попереднього періоду; прибуток

звітнього періоду; прибуток планового періоду (плановий прибуток);

- регулярність формування прибутків: прибуток, що формується регулярно; надзвичайний прибуток;

- характер використання прибутків: капіталізований (нерозподілений) прибуток; спожитий (розподілений) прибуток;

- значення підсумкового результату господарювання: додатковий прибуток; від'ємний прибуток (збиток).

Серед розглянутих видів прибутків частіш використовуються валовий і чистий прибутки.

Валовий прибуток являє собою різницю між виручкою від реалізації продукції, робіт, послуг і фактичною собівартістю продукції робіт, послуг.

Чистий прибуток це той прибуток, що залишається після сплати (з суми валового продукту) законодавчо встановлених податків.

2.6 БАЛАНС ПРИБУТКІВ І ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА

Баланс прибутків і витрат підприємства – фінансовий план – являє собою основу формування грошових прибутків на цілі розгортання відновлення і матеріальне заохочення трудових колективів. Складається з чотирьох розділів: 1) прибутки і надходження засобів (прибуток чи дохід, амортизаційні відрахування, прибутки від оренди і цінних паперів та інше); 2) витрати і відрахування засобів (інвестицій, приріст нормативів у власних оборотних засобах, відрахування у фонди економічного стимулювання, виплата дивідендів на орендні платежі, відрахування у стабілізаційний фонд, податок із продаж і оборотів, частина вільних залишків прибутків); 3) кредитні взаємовідносини: отримання і погашення довгострокових кредитів, сплата процентів на банківський кредит; 4) взаємовідносини з бюджетом: податкові надходження в бюджет – податок на прибуток, податок з обороту, податок на експорт і імпорт, податок громадян і т. інше.

2.7 РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА

Рентабельність – виражений у відсотках відносний показник прибутковості, який характеризує ефективність витрат підприємства загалом або ефективність виробництва окремих видів продукції. Рівень рентабельності розраховується як відношення величини прибутку, отриманого за певний період часу (місяць, квартал, рік), до середньої за цей період вартості засобів виробництва чи до загальної величини витрат на виробництво.

Крім того, показник слугує в деяких випадках засобом обмеження надмірних прибутків підприємств-монополістів (підприємств, що є одноосібними виробниками продукції в державі). Рентабельність (P) кожного об'єкта (вида) виробництва продукції (робіт, послуг) визначається за формулою:

$$P = \frac{\Pi}{B_c + B_a + B_z + B_{in} + B_{niz}} \cdot 100\%, \quad (2.5)$$

де Π - сума прибутку;

B_c - виробнича собівартість продукції (робіт, послуг);

B_a - визнані адміністративні витрати;

B_z - витрати на збут;

B_{in} - інші операційні витрати;

B_{niz} - постійні нерозподілені загальновиробничі витрати.

2.8 СОБІВАРТІСТЬ ПРОДУКЦІЇ (РОБІТ, ПОСЛУГ)

Собівартість – грошове вираження загальної суми витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції (робіт, послуг). Розрізняють заводську собівартість, яка включає поточні витрати та виробництво продукції, та повну собівартість продукції, яка, крім заводської собівартості, включає і поточні витрати підприємства на збут цієї продукції. Витрати, що складають собівартість групуються за калькуляційними статтями й елементами.

Собівартість є важливим показником, в якому у концентрованій формі знаходять відображення результати господарської діяльності підприємств, їх досягнення, невикористані резерви і недоліки. Вона дає можливість аналізувати, наскільки результативно ведеться робота за підвищення ефективності суспільного виробництва, за раціональне використання матеріальних, грошових і трудових ресурсів, яким чином дотримується режим економії і які заходи мають бути пріоритетними.

Зниження собівартості є одним із головних напрямів збільшення прибутку, підвищення рентабельності і ефективності виробництва, а сама собівартість слугує джерелом зростання нагромадження та примноження суспільного достатку і підвищення народного добробуту.

Типова структура собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг) показана на рис 8.1.

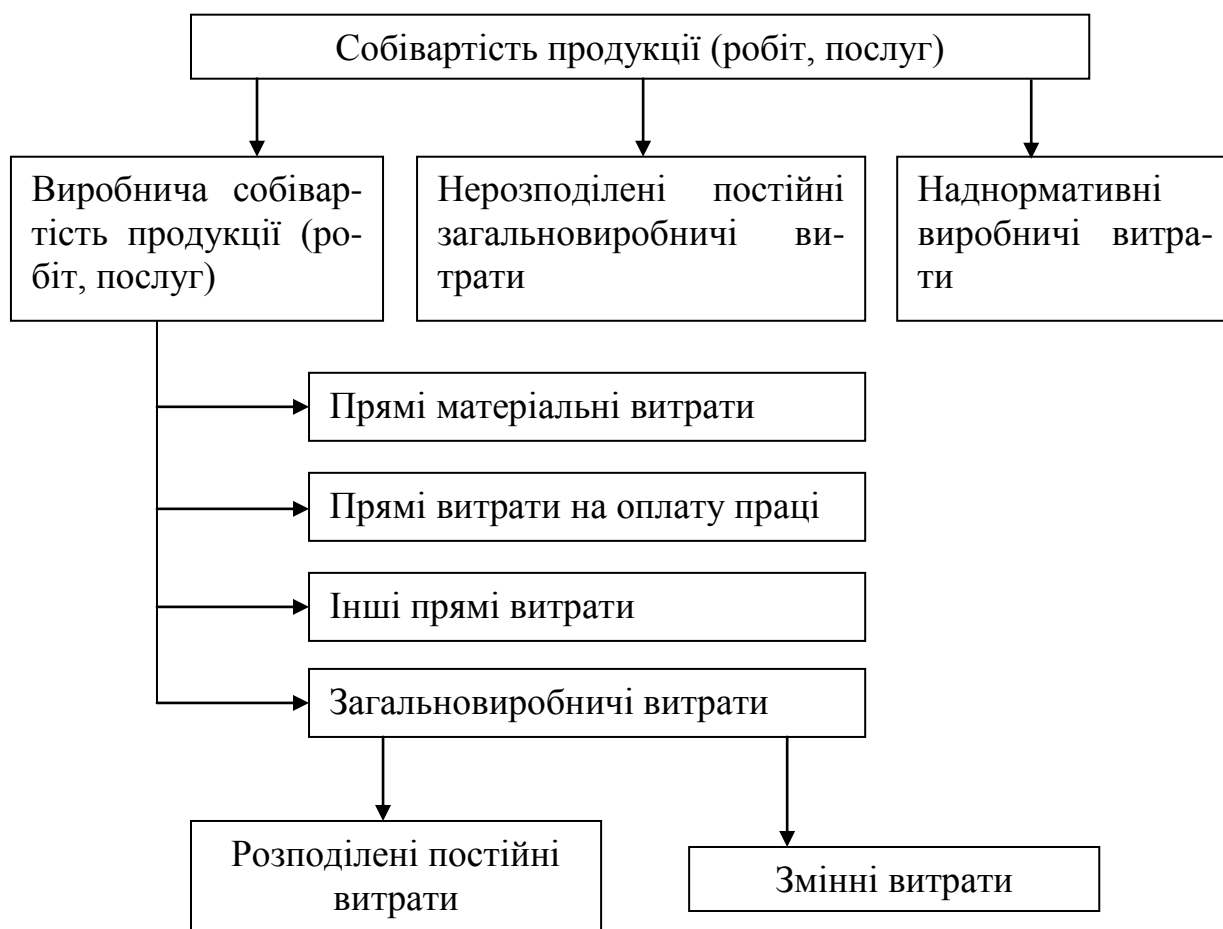


Рисунок 2.1

При вираженні собівартості в залежності від задачі, що вирішується складаються кошторис чи калькуляція витрат, в яких ураховуються всі види витрат, що йдуть на здійснення усіх етапів здійснення технічного рішення (від дослідження до остаточного запровадження у виробництво). Тому тут зупинимось лише на короткому розгляді головних форм витрат, до яких можна віднести витрати основні, валові, змінні (прямі), постійні.

Витрати валові – 1) сума постійних та змінних витрат підприємства та конкретного рівня виробництва;

2) сума будь-яких витрат платника податку у грошовій, матеріальній та нематеріальній формах, здійснюваних для придбання (виготовлення) товарів (робіт, послуг) з метою їх подальшого використання у власній господарській діяльності.

Витрати змінні (прямі) – витрати матеріальних і трудових ресурсів (оплата праці основних працівників) на виробництво продукції (робіт, послуг), що змінюються пропорційно обсягові виробництва. Здебільшого нормується на одиницю продукції. Вимірюються як натуральними, так і вартісними одиницями. За рівнем залежності від обсягу виробництва ці витрати поділяються на пропорційні (лінійні), прогресивні та дегресивні.

Витрати основні – витрати, безпосередньо пов'язані з виробничим (технологічним) процесом виготовлення продукції (виконання робіт, надання послуг).

Витрати постійні (умовно постійні) – витрати, які із зростанням обсягу виробництва і продаж не змінюються в сумі. При цьому в розрахунках на одиницю продукції ці витрати знижуються при збільшенні обсягу виробництва і збільшуються при скороченні.

До постійних витрат відносяться витрати на обслуговування і ремонт обладнання, на оплату праці, соціальне і пенсійне страхування допоміжного, обслуговуючого і управлінського персоналу, витрати на утримання транспорту, послуг зв'язку, охорону праці і об'єктів та інше.

Постійні витрати можуть бути прямими, що відносяться до конкретного

виду продукції, а можуть відноситись до випуску декількох видів продукції (це є загальновиробничі витрати) чи до діяльності підприємства в цілому (це є адміністративні і інші витрати). Постійні витрати, які не відносяться до конкретного виду продукції, називаються *непрямими*, чи *витратами, що розподіляються*, що при калькулюванні собівартості даного продукту розподіляються за видами продукції: чим точніше буде визначена сума прямих витрат, тим точнішим буде визначена собівартість продукції. Їх величина може регулюватись (лімітуватись) рішеннями керівника підприємства шляхом установлення бюджету витрат.

При оцінці змінення собівартості продукції під впливом техніко-економічних факторів необхідно ураховувати, що всі фактори, крім змінення обсягу виробництва, вартості і рівня використання основних виробничих фондів, впливають лише на величину перемінних (умовно-перемінних) витрат, абсолютна сума яких змінюється прямо пропорційно зміненню обсягів виробництва.

Змінення постійних (умовно-постійних) витрат розглядається як результат змінення обсягу виробництва, вартості і рівня використання основних виробничих фондів. Усереднені дані про розподілення витрат на виробництво в основних металургійних цехах на постійні і перемінні витрати наведено в таблиці 2.1.

В окремих випадках, наприклад, коли основною метою проекту є забезпечення зниження собівартості випускаємої продукції, частка постійних і перемінних витрат по окремим статтям калькуляції собівартості (див розділ 4) може бути встановлена на підґрунті аналізу даних підприємства за декілька років, отриманих під час виробничих чи переддипломної практик. Частка постійних витрат A може бути встановлена за формулою:

$$A = \frac{K(B_c - B_n)}{B_c(K - 1)} \cdot 100, \quad (2.6)$$

де B_c – питома величина витрат по статті в році n , грн/т;

B_n – питома величина витрат по статті в році $(n+m)$, грн/т;

K – коефіцієнт, що являє собою відношення обсягу виробництва в роках $(n+m)$ і n , частка од.

Таблиця 2.1

Частка умовно-постійних витрат в деяких статтях собівартості продукції, %.

Статті витрат	Виробництво		
	доменне	сталеплавильне	прокатне, трубне
1	2	3	4
I. Витрати з переділу			
1. Сировина та матеріали			
1.1 Використання виходячого тепла	x	40	x
2. Купівельні напівфабрикати	-	-	-
3. Паливо й енергія на технологічні цілі			
3.1 Технологічне топливо	x	40	40
3.2 Енерговитрати:			
- пар	100	40	40
- вода	100	100	100
- кисень (без стислого повітря)	100	-	-
- стиснене повітря	100	-	-
4. Основна, додаткова заробітна плата та відрахування на соціальне страхування	60	60	50
5. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	90	65	80
6. Інші витрати	80	80	80
II. Адміністративні витрати	100	100	100
III. Витрати на збут	100	100	100

2.9 АМОРТИЗАЦІЯ, АМОРТИЗАЦІЙНИЙ ФОНД ТА АМОРТИЗАЦІЙНІ ВИТРАТИ

Амортизація це є процес перенесення частини вартості основних виробничих фондів на вироблюваний продукт і використання амортизаційних сум на реновацію (економічний процес оновлення елементів основних виробничих фондів, що вибувають внаслідок фізичного та морального зношування). Реновацію здійснюють шляхом заміни ліквідованих елементів основних фондів новими технологічно досконалішими. Витрати на реновацію

фінансуються за рахунок амортизаційних відрахувань. Амортизаційні суми включаються в собівартість і після реалізації продукції зараховуються в амортизаційний фонд. Частково відшкодування зносу основних фондів здійснюється за рахунок ремонтного фонду. Щорічні амортизаційні підрахунки визначаються за установленими нормами амортизації.

Нарахування амортизації здійснюється протягом терміну корисного використання (експлуатації) об'єкта основних засобів, який (термін) встановлюється підприємством під час визнання цього об'єкта активом (при зарахуванні на баланс) і призупиняється на час його реконструкції, модернізації, добудови, дообладнання та консервації. Визначаючи термін корисного використання (експлуатації) об'єкта основних засобів, беруть до уваги: очікуване використання об'єкта підприємством з урахуванням його потужності або продуктивності; передбачуване фізичне зношення та моральне старіння; правові чи інші обмеження щодо часу використання об'єкта та інші чинники. Термін корисного використання (експлуатації) об'єкта основних засобів передають у разі зміни очікуваних економічних вигід від його використання. При цьому амортизацію об'єкта основних засобів нараховують на підставі нового терміну корисного використання, починаючи з місяця, наступного за місяцем зміни терміну корисного використання. За рахунок амортизаційних відрахувань формується амортизаційний фонд, кошти якого використовують для відтворення основних фондів.

Амортизаційні відрахування – відрахування частини вартості основних фондів із метою відшкодування їх зношення. Їх включають до собівартості продукції (робіт, послуг) відповідно до вартості основних фондів, списаної на виготовлену продукцію протягом терміну їх експлуатації (таким чином вони утворюють амортизаційний фонд).

Загалом норма амортизаційних відрахувань являє собою частку балансової вартості основних фондів (у відсотках), яка має бути перенесена (списана) на виготовлену продукцію протягом року і спрямована до амортизаційного фонду. Норма амортизаційних відрахувань встановлюється

диференційовано для окремих груп і видів основних фондів.

Амортизація основних засобів нараховується із застосуванням таких методів:

1) Прямолінійного, за яким річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів;

2) Зменшення залишкової вартості, за яким річна сума амортизації визначається як добуток залишкової вартості об'єкта на початок звітного року або первісної вартості на дату початку нарахування амортизації та річної норми амортизації. Річна норма амортизації (у відсотках) обчислюється як різниця між одиницею та результатом кореня ступеня кількості років корисного використання об'єкта з результату від ділення ліквідаційної вартості об'єкта на його первісну вартість;

3) Прискореного зменшення залишкової вартості, за яким річна сума амортизації визначається як добуток залишкової вартості об'єкта на початок звітного року або первісної вартості на дату початку нарахування амортизації та річної норми амортизації, яка обчислюється відповідно до строку корисного використання об'єкта і подвоюється. Метод прискореного зменшення залишкової вартості застосовується лише при нарахуванні амортизації до об'єктів основних засобів, які входять до груп 4 (машини та обладнання) і 5 (транспортні засоби);

4) Кумулятивного, за яким річна сума амортизації визначається як добуток вартості, яка амортизується, та кумулятивного коефіцієнта. Кумулятивний коефіцієнт розраховується діленням кількості років, що залишаються до кінця строку корисного використання об'єкта основних засобів, на суму числа років його корисного використання;

5) Виробничого, за яким місячна сума амортизації визначається як добуток фактичного місячного обсягу продукції (робіт, послуг) та виробничої ставки амортизації. Виробнича ставка амортизації обчислюється діленням вартості, яка амортизується, на загальний обсяг продукції (робіт, послуг), який

підприємство очікує виробити (виконати) з використанням об'єкта основних засобів.

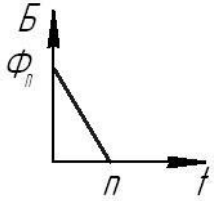
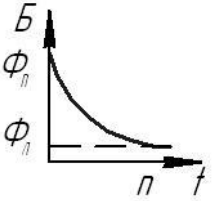
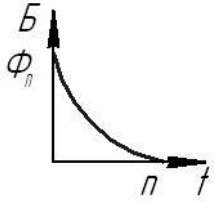
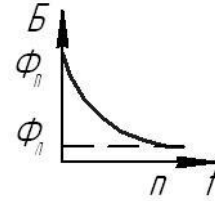
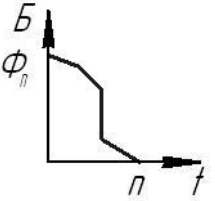
Класифікація груп основних засобів і мінімально допустимих строків їх амортизації представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Групи	Мінімально допустимі строки корисного використання, років
група 1 – земельні ділянки	-
група 2 – капітальні витрати на поліпшення земель, не пов'язані з будівництвом	15
група 3 – будівлі,	20
споруди,	15
передавальні пристрої	10
група 4 – машини та обладнання	5
з них:	
електронно-обчислювані машини, інші машини для автоматичного оброблення інформації, пов'язані з ними засоби зчитування або друку інформації, пов'язані з ними комп'ютерні програми (крім програм, витрати на придбання яких визначаються роялті, та/або програм, які визначаються нематеріальним активом), інші інформаційні системи, комутатори, маршрутизатори, модулі, модеми, джерела безперебійного живлення та засоби їх підключення до телекомунікаційних мереж, телефони (в тому числі стільникові), мікрофони і рації, вартість яких перевищує 2500 гривень	2
група 5 – транспортні засоби	5
група 6 – інструменти, прилади, інвентар (меблі)	4
група 7 - тварини	6
група 8 – багаторічні насадження	10
група 9 – інші основні засоби	12
група 10 – бібліотечні фонди	-
група 11 – малоцінні необоротні матеріальні активи	-
група 12 – тимчасові (нетитульні) споруди	5
група 13 – природні ресурси	-
група 14 – інвентарна тара	6
група 15 – предмети прокату	5
група 16 – довгострокові біологічні активи	7

Аналіз методів амортизації основних засобів наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Методи амортизації [30]

Методи амортизації	Залежні від строку служби				Виробнича
	Прямолінійна	Дегресивна			
		Зменшення залишкової вартості	Кумулятивна	Прискореного зменшення залишкової вартості	
Сума амортизаційних відрахувань	Незмінна	Знижується у геометричному ряду	Знижується у арифметичному ряду	Знижується	Варійована
База амортизаційних відрахувань	Витрати на придбання	Залишкова балансова вартість	Витрати на придбання	Залишкова балансова вартість	Витрати на придбання
Визначення суми амортизації	$A_t = \frac{\hat{O}_i - \hat{O}_\varepsilon}{i}$	$A_t = I_{\dot{a}} \cdot \hat{O}_{t-1}$	$A_t = H_a \cdot (\hat{O}_i - \hat{O}_\varepsilon)$	$A_t = I_{\dot{a}} \cdot \hat{O}_{t-1}$	$A_t = (\hat{O}_i - \hat{O}_\varepsilon) \cdot \frac{L_t}{\sum_{t=1}^n L_t}$ $n = 1, \dots, n$
Норма амортизації (%)	$H_a = \frac{1}{i} \cdot 100$	$H_a = 100 \cdot \left(1 - \sqrt[n]{\frac{\hat{O}_\varepsilon}{\hat{O}_i}} \right)$	$H_a = \frac{b_t}{n \cdot (n+1)} \cdot 100$ $t = 1, \dots, n$	$H_a = 2 \cdot \left(\frac{1}{i} \cdot 100 \right)$	-
Графічне зображення процесу амортизації					
<p>Примітка: t – індекс періоду; n – строк корисного використання в роках; H_a - норма амортизації; A – сума амортизації; L_t - обсяг продукції; $t-1$ – індекс передуючого періоду; \hat{O}_{t-1} - залишкова вартість на кінець періоду, що передує звітному; \hat{O}_i - первісна вартість; \hat{O}_ε - ліквідаційна вартість; $\sum_{t=1}^n L_t$ - загальний обсяг продукції (робіт, послуг), який підприємство очікує виробити.</p>					

Наприклад, за методом прискореного зменшення залишкової вартості, величину амортизаційних відрахувань A_e можна визначити за формулою:

$$A_e = B \cdot H_a, \quad (2.7)$$

де B – первісна або залишкова вартість обладнання на початок року, грн.;

H_a – норма амортизації на рік (в абсолютних одиницях);

$$H_a = \frac{2}{T_K},$$

де T_K – строк корисного використання обладнання, років.

Металургійне обладнання відноситься до групи 4, в якій мінімально допустимий строк корисного використання складає 5 років.

Тоді, якщо початкова вартість обладнання, наприклад, складає 120000 тис.грн., то амортизаційні відрахування на перший рік складуть:

$$A_e = 120000 \cdot 2/5 = 48000 \text{ грн.}$$

При визначенні амортизаційних відрахувань за кожний наступний рік при розрахунках ефективності на протязі декількох років слід користуватись наступними виразами:

$$\begin{aligned} \text{1-й рік} \quad \dot{A}_{\hat{a}_1} &= B \cdot H_a; \\ \text{2-й рік} \quad \dot{A}_{\hat{a}_2} &= \hat{A}_{\text{зàв.1}} \cdot \dot{I}_{\hat{a}} = (\hat{A} - A_{\hat{a}_1}) \cdot \dot{I}_{\hat{a}}; \\ \text{3-й рік} \quad \dot{A}_{\hat{a}_3} &= \hat{A}_{\text{зàв.2}} \cdot \dot{I}_{\hat{a}} = (\hat{A} - A_{\hat{a}_1} - \dot{A}_{\hat{a}_2}) \cdot \dot{I}_{\hat{a}}; \\ \text{4-й рік} \quad \dot{A}_{\hat{a}_4} &= \hat{A}_{\text{зàв.3}} \cdot \dot{I}_{\hat{a}} = (\hat{A} - A_{\hat{a}_1} - \dot{A}_{\hat{a}_2} - \dot{A}_{\hat{a}_3}) \cdot \dot{I}_{\hat{a}}; \\ &\dots\dots\dots \\ \text{n-й рік} \quad \dot{A}_{\hat{a}_n} &= (B - \sum A_{\hat{a}_{n-1}}) \cdot \dot{I}_{\hat{a}}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Для нашого випадку (при 5-ти роках):

$$\begin{aligned} \text{1-й рік} \quad A_{e_1} &= 120000 \cdot 0,4 = 48000 \text{ грн.}; \\ \text{2-й рік} \quad A_{e_2} &= (120000 - 48000) \cdot 0,4 = 28800 \text{ грн.}; \\ \text{3-й рік} \quad A_{e_3} &= (120000 - 48000 - 28800) \cdot 0,4 = 17280 \text{ грн.}; \\ \text{4-й рік} \quad A_{e_4} &= (120000 - 48000 - 28800 - 17280) \cdot 0,4 = 10368 \text{ грн.}; \\ \text{5-й рік} \quad A_{e_5} &= (120000 - 48000 - 28800 - 17280 - 10368) \cdot 0,4 = 6220,8 \text{ грн.}; \end{aligned}$$

Разом

110668,8 грн.

Амортизаційний фонд – фонд грошових ресурсів, що формується за рахунок амортизаційних відрахувань і призначений для відтворення основних фондів.

2.10 КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Загалом капітальні вкладення спрямовані на будівництво нових, розширення, реконструкцію і технічне переобладнання наявних основних фондів і виробничого призначення.

Витрати на капітальний ремонт будівель, споруд та інших видів основних фондів до капітальних вкладень не зараховуються.

До капітальних вкладень належать витрати на: будівельно-монтажні роботи; придбання обладнання, інструментів, інвентаря; проектно-дослідницькі роботи, пов'язані з будівництвом.

Джерелами фінансування капітальних вкладень є кошти державного бюджету (централізовані капітальні вкладення), прибуток та амортизаційний фонд державних підприємств і організацій, кредити банків і інші.

Капітальні вкладення і основні фонди сфери матеріального виробництва належать до капітальних вкладень виробничого призначення; капітальні вкладення в основні фонди невиробничої сфери до капітальних вкладень невиробничого призначення.

За напрямом і характером використання капітальні вкладення поділяють:

- за видом робіт і витрат на відтворення основних фондів – групування капітальних вкладень за технічною та відтворювальною структурами;
- за формами власності – капітальні вкладення державних, кооперативних, приватних підприємств і організацій, а також населення;
- за галузевою, територіальною, відомчою належністю будов та об'єктів будівництва;

- за рівнем освоєння коштів у будівництві – завершені та незавершені капітальні вкладення.

КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ В ОБЛАДНАННЯ

Ці вкладення призначаються для придбання технологічного, енергетичного, підйомно-транспортного та іншого обладнання, а також інструментів й інвентаря.

Вартість обладнання складають його гуртова ціна, транспортні витрати, а також вартість тари, упакування та витрати на комплектацію.

Все обладнання, фінансоване за рахунок капітальних вкладень, поділяється на обладнання, що потребує або не потребує монтування, а також обладнання, що входить або не входить до кошторисів на будівництво.

Суму капітальних вкладень (грн.) можна розрахувати за формулою

$$KB = B \cdot (1 + K_{mз} + K_{\text{бм}}) \cdot n, \quad (2.9)$$

де B - вартість в цінах одиниці обладнання і засобів контролю й автоматизації, грн.;

$K_{mз}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати (0,05-0,1 від вартості обладнання)

$K_{\text{бм}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на будівельно-монтажні роботи (0,1-0,2 від вартості обладнання);

n - кількість одиниць обладнання.

Розраховують KB по кожному виду, а потім визначають сумарні капітальні вкладення.

КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ ВАЛОВІ

Валові капітальні вкладення являють собою загальні капітальні вкладення в економіку протягом певного часу, здебільшого – року. Включають як безпосередньо капітальні вкладення (чисті капітальні вкладення), так і

інвестицію в реновацію (відновлення) основних фондів.

КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ ЗАВЕРШЕНІ

До цих капітальних вкладень відносяться вкладення в закінчені та підготовлені до експлуатації будови та об'єкти будівництва, на яких завершені всі заплановані проектом роботи. Їх величина більша за обсяг введення в дію основних фондів на суму витрат, що входять до обсягу капітальних вкладень, але не враховуються у вартості основних фондів (див. п. 2.12). До них належать: витрати, передбачені в кошторисах на підготовку експлуатаційних кадрів; витрати на тимчасові нетитульні будівлі та споруди; вартість предметів інвентаря, спецодягу, придбаних за рахунок капітальних вкладень, проте не приналежних до основних фондів, та інші.

КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ ПИТОМІ

Складають обсяг капітальних вкладень, що припадає на одиницю введених в дію виробничих потужностей або на одиницю розміру об'єкта та на одиницю приросту виробництва продукції, робіт, послуг і т.д.

Як показник потужності їх обчислюють діленням капітальних вкладень, направлених на створення об'єкта (виробничої потужності), на їх потужність. А як узагальнюючий показник розраховують діленням вартості введених в дію основних фондів на сумарну потужність однотипних об'єктів цих фондів. Для планування капітальних вкладень використовуються відповідні нормативи.

ПРИВЕДЕНІ КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ

Являють собою різночасові капітальні вкладення, приведені шляхом дисконтування до якогось певного часу (до початку чи завершення робіт). При порівнянні різних за тривалістю будівництва варіантів вкладень, а також

варіантів, які відрізняються розподілом капітальних вкладень за періодом будівництва або можливістю будівництва чергами, здійснюють розрахунок впливу різночасовості витрат на їх економічну ефективність. Для цього капітальні вкладення за допомогою коефіцієнта приведення t_α приводять до початку або закінчення виконання робіт (див. розділ 3). Така операція називається *дисконтуванням капітальних вкладень*.

БАЛАНС КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Являє собою систему показників, які характеризують процес і результат освоєння капітальних вкладень. Загальна схема балансу така:

$$H_n + K = B + C + H_k, \quad (2.10)$$

де H_n, H_k - обсяг незавершеного будівництва відповідно на початок і кінець звітного періоду;

K - обсяг здійснених у звітному періоді капітальних вкладень;

B - обсяг уведених до дії у звітному періоді основних фондів;

C - списання у встановленому порядку припинених будівництвом незавершених об'єктів.

Баланс складають як за кошторисною, так і за фактичною для забудовника вартістю.[12]

ОКУПНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

По-перше, це є показник окупності використаних коштів, що його розраховують порівнянням витрат з доходами, одержаними внаслідок здійснення цих витрат. Термін окупності витрат обчислюють за формулою

$$T_{ог} = B : (Ц - C), \quad (2.11)$$

де B - витрати на виробництво продукції;

$Ц$ - вартість реалізації продукції в гуртових цінах;

C - собівартість продукції.

По-друге, це є період часу в роках, за який побудоване чи реконструйоване підприємство забезпечує накопичення прибутку в розмірах, що дорівнюють здійсненним капітальним вкладенням. Цей випадок може бути поданий у вигляді:

$$\sum_{t=1}^T \Pi_{p_t} = K, \quad (2.12)$$

де T - термін окупності капітальних вкладень, років;

Π_{p_t} - прибуток в (t) -му році експлуатації підприємства, грн.;

K - капітальні вкладення, грн.

Термін окупності витрат обчислюють за формулою

$$T = \frac{K}{C - C_e} = K : \Pi_p, \quad (2.13)$$

де C - вартість річного випуску продукції, грн./рік;

C_e - собівартість річного випуску продукції, грн./рік;

Π_p - річний прибуток, грн./рік.

За інших рівних умов чим менший термін окупності, тим вища ефективність їх використання.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Розрізняють ефективність капітальних вкладень в оновлення чинного виробництва, загальну (абсолютну), порівняльну, науково-технічного прогресу (в тому числі і нової техніки), прискореної амортизації активів, скорочення тривалості будівництва і інші.

Ефективність капітальних вкладень в оновлення чинного виробництва розраховують з метою визначення оптимального спрямування коштів у реконструкцію і технічне переобладнання чинних підприємств.

Загальну економічну ефективність капітальних вкладень у реконструкцію або технічне переобладнання визначають як відношення річного приросту прибутку (зниження поточних витрат) від робіт, що спрямовані на

реконструкцію до капітальних вкладень на їх проведення.

Тут мають місце два випадки: капітальні вкладення на нове будівництво і реконструкцію чинного підприємства (об'єкта).

В першому випадку, у разі коли вкладення на будівництво більші, ніж на реконструкцію, вартість на новому підприємстві (об'єкті) нижча (або навпаки), визначається коефіцієнт капітальних вкладень E .

В якості орієнтира в роки СРСР було встановлено нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень $E_n = 0,15$. Для нинішньої грошової одиниці ця цифра означає, що на кожен вкладений гривню буде отримано 0,15 гривень прибутку. На сьогодні ця величина для металургійних підприємств офіційно не змінена.

Ефективність капітальних вкладень порівняльна визначається шляхом зіставлення величини одноразових (капітальні вкладення) та поточних (повна собівартість річного обсягу продукції) витрат порівнюючих технічних або господарських рішень, впровадження нових видів техніки, будівництва нових або реконструкції існуючих об'єктів і т.д.

Ефективність науково-технічного прогресу визначає величину економічного ефекту, що отримується від впровадження нової техніки, в розрахунку на одиницю витрат на нову техніку. Критерієм оцінки народногосподарської ефективності є відношення спричиненого нею приросту національного доходу, а на інших рівнях – приросту чистої продукції до витрат на нову техніку, які порівнюються з витратами на базову (існуючу) техніку.

Ефективність скорочення тривалості будівництва характеризується величиною ефекту від скорочення нормативної тривалості будівництва. Економічний ефект у сфері експлуатації прискореного введення в дію виробничих об'єктів утворюється за рахунок прибутку від випуску продукції на достроково введених об'єктів, але за умови, щодо цього виробництво буде забезпечене необхідними матеріалами.

Показником питомих витрат слугує коефіцієнт капіталомісткості продукції $K_{кп}$. Його обчислюють за формулою

$$\hat{E}_{ei} = \hat{E}_{ae\delta} \cdot \hat{I}_i, \quad (2.14)$$

де $\hat{E}_{ae\delta}$ - загальна сума капіталу, що спрямована на виробництво продукції;

O_n - обсяг виробництва (реалізації) продукції.

Методика визначення ефективності капітальних вкладень подана в наступному розділі.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Являють собою кошти, які направляються на створення нових, розширення, реконструкцію чи технічне переобладнання чинних основних фондів. До них відносяться наступні джерела:

- власні фінансові ресурси підприємства (прибуток, амортизаційні відрахування, грошові заощадження);
- запозичені фінансові кошти (банківські та бюджетні кредити);
- залучені кошти інвесторів, отримані від реалізації акцій, паїв;
- бюджетні інвестиційні асигнування;
- кошти страхових компаній.

Таким чином, як видно з наведеної класифікації джерел фінансування, вони поділяються на внутрішні і зовнішні.

2.11 ВИРОБНИЧІ ФОНДИ

Виробничі фонди являють собою сукупність основних фондів та обігових коштів, які функціонують у процесі матеріального виробництва.

Функціонування цих фондів залежить від форм власності. Вони послідовно проходять три стадії:

- обігу (перетворення грошових коштів у засоби виробництва і робочу силу);
- виробництва (процес поєднання робочої сили з засобами виробництва і створення нових споживчих вартостей, що являє собою найважливішу стадію);

- реалізації новоствореної вартості.

Виробничі фонди мають також і три форми:

- грошову;
- виробничу;
- товарну.

Кожний даний момент виробничі фонди перебувають у всіх трьох формах. При цьому вони функціонують у сфері виробництва, а товарні і грошові – у сфері обігу, що становлять групу фондів обігу.

Виробничі фонди перебувають у постійному русі. Послідовне проходження виробничими фондами трьох стадій і перетворення однієї форми в іншу до повернення в первісну форму називається *кругообігом фондів*, що розглядається як періодично повторюваний процес. В результаті кругообігу анонсована вартість цілком повертається до своєї вихідної форми, що називається *обігом фондів*.

Структура виробничих фондів показана на рис.2.2

ВИРОБНИЧІ ФОНДИ						
Продуктивні фонди					Фонди обігу	
Основні фонди		Обігові фонди			Готова продукція	Грошові засоби, у т.ч. в розрахунках
Активна частина	Пасивна частина	Виробничі запаси	Незавершене виробництво	Витрати майбутніх періодів		
Основні засоби		Обігові кошти				

Рисунок 2.2

Таким чином, як видно з рисунка 2.2, виробничі фонди поділяються на дві основні частини: основні фонди (засоби) і обігові кошти.

2.12 ОСНОВНІ ФОНДИ (ЗАСОБИ)

Являють собою сукупність матеріальних активів, які тривалий час (понад рік від дати введення їх в експлуатацію) у незмінній натурально-речовій формі використовуються у виробничому процесі.

За призначенням основні фонди поділяються на виробничі й невиробничі. Основні виробничі фонди – засоби праці, що застосовуються у виробничому процесі протягом тривалого проміжку часу в незмінній натуральній формі і переносять свою вартість на вартість виготовленої продукції поступово, в міру спрацьовування.

Основні невиробничі фонди безпосередньо у виробничому процесі не застосовуються. З їх допомогою обслуговують працівників підприємств в невиробничій сфері, побуті, забезпечують відповідні умови для проживання та відпочинку. До них належать житлові будинки, об'єкти комунального призначення, лікарні, школи й інші об'єкти.

За економічним змістом основні виробничі фонди поділяють на активну та пасивну частини. Сукупність фондів, що безпосередньо впливають на предмет праці (машини, обладнання, інструменти, технологічний транспорт) становлять їх активну частину. До пасивної частини належать фонди, з допомогою яких забезпечуються умови для нормального перебігу процесу виробництва (будівлі, споруди).

Класифікують основні фонди за видами, функціональною ознакою, галузевою залежністю, віковим складом.

Видова класифікація основних фондів, що застосовується в бухгалтерському обліку (згідно з П(С)БО 7), така:

- земельні ділянки;
- капітальні витрати на поліпшення земель;
- будинки, споруди та передавальні пристрої;
- машини та обладнання;
- транспортні засоби;

- інструменти, прилади, інвентар (меблі);
- робоча і продуктивна худоба;
- багаторічні насадження;
- інші основні фонди.

До групи «*Машини та обладнання*» відносять насамперед робочі машини та устаткування, силові машини та устаткування (двигуни, генератори, трансформатори), пристрої розподілу електроенергії тощо.

До групи «*Транспортні засоби*» належать засоби пересування, призначені для переміщення людей та вантажів, а також магістральні трубопроводи, призначенням яких є транспортування рідких і газоподібних речовин від постачальника до місця їх перебування.

До групи «*Інструменти, прилади та інвентар (меблі)*» відносять: ріжучі, ударні, давлючі та ущільнюючі знаряддя праці, включаючи ручні механізовані знаряддя, які працюють за допомогою електроенергії, стисненого повітря тощо, а також будь-які пристрої для обробки матеріалу, здійснення монтажних робіт та ін.. До виробничого інвентарю і приладдя належать предмети виробничого призначення, які використовуються для полегшення виробничих операцій під час роботи, обладнання для охорони праці, ємності для зберігання рідких та сипучих речовин. До цієї групи входять також меблі.

Таким чином, до групи 3 можна віднести технологічне обладнання металургійного і металургійно-машинобудівного призначення.

ПРИДАТНІСТЬ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Показником стану основних фондів на певний момент часу слугує коефіцієнт придатності основних фондів K_n . Його обчислюють за формулою

$$K_n = \frac{\Phi_n - 3}{\Phi_n}, \quad (2.15)$$

де Φ_n - повна балансова вартість основних фондів;

3 - сума зношення основних фондів.

ВИБУВАННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Цей процес характеризується коефіцієнтом вибування основних фондів K_v . Його визначають як відношення основних фондів, що вибули протягом року, до їх наявності на початок року. Цей коефіцієнт розраховують як для всієї сукупності основних фондів, так і для окремих їх видів. Для сукупності основних фондів цей показник розраховують у вартісному вимірі, а за окремими групами та видами – в натуральному виявленні (за кількістю, потужністю і т.д.).

ЗНОШУВАННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Зношування основних фондів є часткова чи повна втрата основними фондами споживчих властивостей і вартості в процесі експлуатації, а також під впливом навколишнього середовища, внаслідок технічного прогресу та зростання продуктивності суспільної праці. Інтенсивність зношування залежить від виду основних фондів, особливостей їх конструкції, якості виготовлення, характеру й умов експлуатації, якості обслуговування, кваліфікації робітників та інших чинників. Кількісними показниками рівня зношеності основних фондів є коефіцієнт зношення та коефіцієнт придатності. Розрізняють фізичне і моральне зношування.

Фізичне зношування – це зміна механічних, фізичних та інших властивостей основних фондів (засобів праці) як загалом, так і окремих їх частин під впливом зовнішнього середовища та експлуатаційних навантажень.

Виділяють два види фізичного зношування:

- втрата споживчої вартості в процесі виробничої діяльності;
- зношування в процесі зберігання чи бездіяльності (наприклад, під впливом атмосферних умов).

Показником фізичного зношування є коефіцієнт фізичного зношування $K_{фз}$, який визначається за формулою [12, 13]:

$$K_{фз} = \frac{T_{ек}}{T_n}, \quad (2.16)$$

де $T_{ек}$ - термін експлуатації;

T_n - нормативний термін експлуатації.

Ліквідацію (заміну) основних фондів унаслідок їх фізичної спрацьованості здійснюють рідко (результат своєчасного ремонту). Здебільшого ліквідують та змінюють основні фонди не тому, що вони фізично зносилися, а тому, що з'явилися нові, ефективніші види основних фондів. Тобто існуючі засоби морально застарілі.

Моральне зношування – це зниження їх вартості через здешевлення відтворюваності чинних або створення нових, досконаліших та економічно ефективніших основних фондів.

Виділяють також дві форми морального зношування:

- скорочення суспільно необхідних витрат на їх відтворення (зумовлене зростанням продуктивності праці в галузях, які створюють об'єкти основних фондів), а також на сировину, матеріали, напівфабрикати, готові вироби, потрібні для їх виготовлення;

- поява під впливом науково-технічного прогресу основних фондів, що перевищують техніко-економічними характеристиками раніше використовувані фонди.

Моральне зношування першої форми не впливає на тривалість експлуатації основних фондів, а другої форми призводить до скорочення термінів її служіння. Оскільки величина морального зношування не залежить від фізичного стану та конкретних умов експлуатації основних фондів, її не відображають у поточній бухгалтерській звітності, а враховують періодично під час переоцінки основних фондів.

Показником морального зношування є коефіцієнт морального зношування $K_{мз}$, який визначається за формулою [12, 13]:

$$K_{мз} = 1 - \frac{B_1}{B_0} \cdot \frac{\Pi_0}{\Pi_1}, \quad (2.17)$$

де B_0, B_1 - відповідно вартість нового та задіяного основного капіталу (відновлювальна вартість);

P_0, P_1 - відповідно продуктивність нового та задіяного основного капіталу.

РЕМОНТ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Ремонт основних фондів являє собою часткове оновлення (зменшення спрацьованості) основних фондів для підтримання їх у робочому стані. Розрізняють поточний, середній та капітальний ремонти. Перелік робіт, що належать до того чи іншого виду, визначають за відповідними нормативними документами. Витрати на всі види ремонтів зараховують до собівартості продукції.

РЕМОНТНИЙ ФОНД ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Ремонтний фонд є спеціальним резервним грошовим фондом підприємства, що створюється для фінансування всіх видів ремонтів основних фондів та їх технічного обслуговування. Відрахування з нього здійснюють рівномірно за нормативами підприємств.

ВІДНОВНА ВАРТІСТЬ.

ВІДТВОРЕННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Відновну вартість визначають, зважаючи на умови відтворення основних фондів, які реально склалися на момент їх переоцінення.

Допускається лінійний характер змінення відновної вартості від зниження чи підвищення цін на робочі машини і обладнання [14]. В цьому випадку можна визначити величину відновної вартості B_e в будь-якому році експлуатації агрегату за формулою:

$$B_e = \frac{B_n \cdot (100 \pm \alpha \cdot T_c)}{100}, \quad (2.18)$$

де B_n - початкова вартість агрегату;

T_c - термін служіння агрегату, роках;

α - допустимий середньорічний відсоток збільшення відновної вартості ($\alpha = 0,5\%$).

Якщо подальше використання агрегату за його призначенням неможливе, то визначають його ліквідаційну вартість L_6 за ціною металобрухту при відрахуванні витрат по ліквідації плюс вартість вузлів і механізмів, які можуть бути використані в якості запасних частин.

По мірі збільшення нормативного терміну служіння агрегатів ліквідаційна вартість має також тенденцію до змінення внаслідок зниження чи підвищення цін на металобрухт і запасні частини. Через те, що ліквідаційна вартість має незначну величину в порівнянні з початковою вартістю (5...10%), то її можна прийняти постійною на протязі усього терміну служіння обладнання.

Зазвичай, ліквідаційна вартість подається в частках від початкової вартості ($\varphi = 0,05...0,10$).

РЕНОВАЦІЯ (ВІДНОВЛЕННЯ) ОСНОВНИХ ФОНДІВ

Реновація являє собою економічний процес оновлення елементів основних виробничих фондів, що вибувають внаслідок фізичного та морального зношування. Реновацію здійснюють шляхом заміни ліквідованих елементів основних фондів новими, технічно досконалішими. Витрати на реновацію фінансуються за рахунок амортизаційних відрахувань.

Базовим показником (коефіцієнтом) реновації є коефіцієнт реновації K_p , який віддзеркалює процес заміщення основних фондів, що вибувають в результаті морального та фізичного зносу, новими для забезпечення безперервності виробництва. Визначається за формулою [19]:

$$K_p = \frac{E_{\text{нн}}}{(1 + E_{\text{нн}})^{T_c} - 1}, \quad (2.19)$$

де E_{nn} - нормативний коефіцієнт (частка відрахувань від балансової вартості на повне відновлення об'єкта, для нової техніки приймається $E_{nn} = 0,1$);

T_c - термін служіння засобів і знарядь праці довгочасного застосування (техніки).

Числові значення K_p для різних термінів служіння техніки наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

T_c	K_p	T_c	K_p	T_c	K_p	T_c	K_p
1	1,000	6	0,1296	11	0,0540	20	0,0175
2	0,4762	7	0,1054	12	0,0465	25	0,0102
3	0,3021	8	0,0874	13	0,0408	30	0,0061
4	0,2155	9	0,0736	14	0,0357	40	0,00226
5	0,1638	10	0,0627	15	0,0315	50	0,00086

2.13 ОБІГОВІ КОШТИ

Являють собою авансовану підприємством в оборотні фонди обігу сукупність коштів (за мінусом амортизаційних відрахувань), яка опосередковує їх рух у процесі кругообігу. Основними складовими обігових коштів підприємства є товарно-матеріальні цінності, що являють його виробничі запаси, засоби у виробництві, а також кошти в розрахунках, на рахунках у банках і в касі підприємства. Структурна схема розподілення обігових коштів показана на рис. 2.3.

Джерелами фінансування обігових коштів є власні та прирівняні до них кошти, кредиторська заборгованість, інші джерела та банківські кредити. До власних обігових коштів належать кошти, які постійно перебувають у підпорядкуванні підприємства. Їх закріплюють за підприємством у момент його утворення і вони стають частиною його статутного фонду.

Прирівняними до власних вважаються обігові кошти, котрі перебувають в обороті підприємства (стійкі пасиви). Це є залучені підприємством кошти, що формально йому не належать, але за прийнятою системою розрахунків постійно перебувають у його розпорядженні: перехідна заборгованість із заробітної плати та відрахувань у фонди; заборгованість перед бюджетом за податки; аванси замовників; резерви майбутніх платежів і інше.

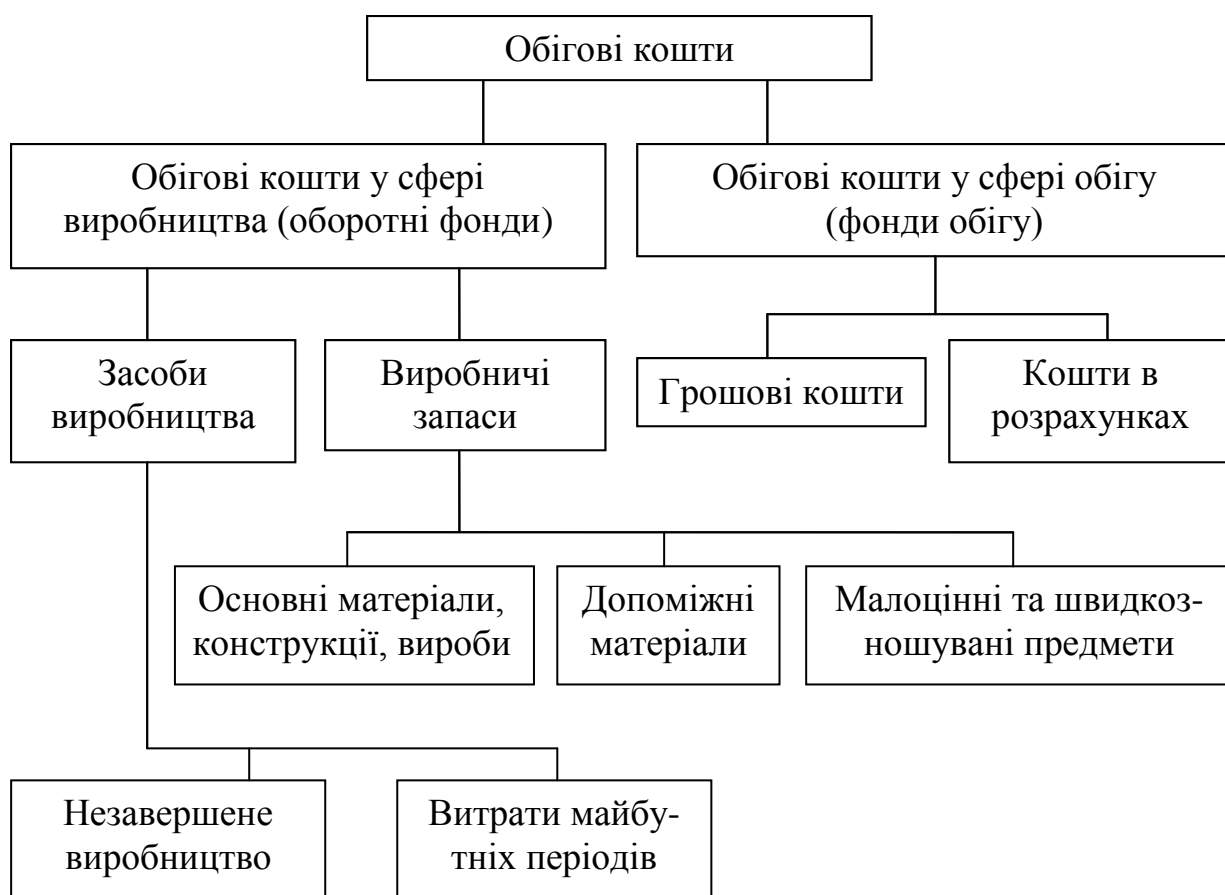


Рисунок 2.3

ПЕРІОД ОБОРОТНОСТІ ОБІГОВИХ КОШТІВ

Період оборотності обігових коштів являє собою час, який необхідний для перетворення в готівку коштів, вкладених у запаси та дебіторську заборгованість (сума заборгованостей підприємства від юридичних або

фізичних осіб (дебіторів) на певну дату). Його обчислюють за формулою:

$$T_o = T_{oz} + T_{odz} - T_{ocz}, \quad (2.20)$$

де T_{oz} - період оборотності запасів;

T_{odz} - період оборотності дебіторської заборгованості;

T_{ocz} - середній термін оплати кредитної заборгованості.

Всі складові цієї формули виражаються разом з підсумком T_o в днях і обчислюються за наступними формулами:

$$T_{oz} = Z : B_{pc},$$

де Z - величина запасів;

B_{pc} - виторг від реалізації середньоденний;

$$T_{odz} = D_z : B_{pc},$$

де D_z - дебіторська заборгованість;

$$T_{ocz} = (K_{nz} : B_{nc}) + (K_{зон} : O_{nc}), \quad (2.21)$$

де K_{nz} - кредиторська заборгованість постачальникам;

B_{nc} - вартість поставок середньоденна;

$K_{зон}$ - кредиторська заборгованість з оплати;

O_{nc} - величина оплати праці середньоденна.

БАЛАНС ОБІГОВИХ КОШТІВ

Баланс обігових коштів є відображення процесів надходження та використання обігових коштів підприємства. Формування коштів відбувається за рахунок прибутку, амортизаційних відрахувань, кредитів банків. Емісії акцій (випуск в обіг) та інших цінних паперів, зміни кредиторської заборгованості. Кошти використовують на капіталовкладення, приріст товарно-матеріальних цінностей, зміну дебіторської заборгованості, виплату дивідендів, сплату кредитів і відсотків за ними, інші витрати.

2.14 АКТИВИ НЕОБОРОТНІ ТА ОБОРОТНІ

Загалом активи є контрольовані підприємством унаслідок минулих подій ресурси, використання яких приведе до збільшення економічних вигід у майбутньому. Активи підприємства формуються завдяки інвестованому в них капіталу і характеризуються вартістю, продуктивністю та спроможністю генерувати дохід. Існують десятки форм активів. Ми зупиняємось лише на розгляді необоротних і оборотних активів, які є одним із основних показників промислового виробництва.

Необоротні активи, по-перше, являють собою сукупність майнових цінностей підприємства, які багаторазово беруть участь у процесі його господарської діяльності (основні засоби, нематеріальні активи, незавершені капітальні вкладення, довготермінові фінансові вкладення та інше); по-друге, власні ресурси підприємства, які вибули з господарського обороту, надалі залишаються на його бухгалтерському балансі.

В групу необоротних активів входять також малоцінні необоротні матеріальні активи, які являють собою предмети виробничого призначення вартістю до 1000 гривень включно за одиницю (комплект) без податку на додану вартість, а термін їх використання перевищує один рік.

На необоротні активи, що перебувають на балансі бюджетних установ та перебувають в експлуатації, нараховується знос. Об'єктом для нарахування зносу є первісна (відновлювальна) вартість необоротних активів. Сума нарахованого зносу не може перевищувати 100% необоротних активів і визначається в останній робочий день грудня в гривнях за повну кількість календарних місяців їх перебування в експлуатації згідно з установленими нормами зносу.

Місячна сума зносу необоротних активів визначається діленням річної суми зносу на 12. Сума зносу розраховується за формулою:

$$\Sigma \text{зносу} = \left(\frac{B \cdot H}{100\%} \right) \cdot \frac{1}{12} \cdot K, \quad (2.22)$$

де $\Sigma \text{зносу}$ - сума зносу, нарахована за нормами;

B - первісна (балансова вартість);

H - норма зносу до первісної вартості в розрахунку на рік, %;

K - кількість місяців перебування об'єкта в експлуатації.

Оборотні активи, що ще називаються поточними, являють собою сукупність майнових цінностей підприємства, які обслуговують поточний господарський процес і повністю споживаються впродовж одного операційного циклу. До них належать: виробничі запаси сировини й матеріалів, запаси малоцінних і швидкозношуваних предметів, обсяги незавершеного виробництва, запаси готової продукції, призначеної для реалізації, витрати майбутніх періодів, грошові кошти чи еквіваленти, необмежені у використанні, а також активи, призначені для реалізації чи споживання протягом операційного циклу або дванадцяти місяців дати балансу.

2.15. ПОДАТКОВА СИСТЕМА ТА ЇЇ СКЛАДОВІ

Загалом податкова система являє собою сукупність урегульованих правовими нормами податків і зборів, що стягуються з юридичних і фізичних осіб в межах країни, принципів форм та методів їх встановлення, зміни чи відміни, а також дій щодо забезпечення їх сплати, контролю й відповідальності за порушення податкового законодавства.

Податкова система включає дві групи відносин:

- відносини, які регулюють сукупність податків і зборів;
- відносини щодо встановлення, зміни, відміни податків і зборів, забезпечення їх сплати, організації контролю й відповідальності за порушення податкового законодавства [12, 13].

Самі ж податки являють собою обов'язкові платежі в державний або місцеві бюджети, які вносять окремі особи підприємства, організації, установи, фірми. Через податки держава вилучає значну частину прибутків промислових підприємств різних форм господарювання, доходів від підприємницької діяльності та сільськогосподарського виробництва.

Податки поділяються на прямі (установлюються безпосередньо на дохід, майно, заробітну плату фізичних осіб); непрямі (податки на товари і послуги, що входять в ціну товару або включені в тариф); державні (податок на прибуток, на додану вартість), які направляються в державний бюджет (на основі державного законодавства); місцеві (стягуються місцевими органами влади і надходять у місцевий бюджет); прогресивні, пропорційні. За умовами прогресивного оподаткування податкова ставка збільшується із зростанням доходу, а за умови пропорційного податкова ставка залишається незмінною і не залежить від рівня доходу).

Головними з податків є податок на прибуток підприємств і податок на додану вартість.

ПОДАТОК НА ПРИБУТОК ПІДПРИЄМСТВ

Цей податок відноситься до прямих податків і сплачується підприємствами з прибутку, отриманого від реалізації продукції (робіт, послуг), основних фондів, нематеріальних активів, цінних паперів, валютних цінностей, інших видів фінансових ресурсів та матеріальних цінностей, а також із прибутку від орендних операцій, платежів за використання нематеріальних активів підприємства та інших. Головним же чином тут об'єктом оподаткування є прибуток, визначений зменшенням суми скоригованого валового доходу звітного періоду на суму валових витрат і суму амортизаційних витрат. Зі складу валового доходу при цьому виключаються деякі суми (суми попередньої оплати та авансів, отриманих в рахунок оплати товарів, виконаних робіт, наданих послуг, податок на додану вартість, суми

коштів, що надходять у вигляді прямих інвестицій і інше). І стаття 136 [30]. Обчислюють податок на прибуток підприємств за пропорційними ставками (процентна ставка, що не залежить від розміру об'єкта оподаткування).

Ставку податку на прибуток підприємств складають [30]:

- до 1 квітня 2011 року включно – **25 відсотків**;
- з 1 квітня 2011 року по 31 грудня 2011 року включно – **23 відсотки**;
- з 1 січня 2012 року по 31 грудня 2012 року включно – **21 відсоток**;
- з 1 січня 2013 року по 31 грудня 2013 року включно – **19 відсотків**;
- з 1 січня 2014 року – **16 відсотків**.

ПОДАТОК НА ДОДАНУ ВАРТІСТЬ (ПДВ)

Податок на додану вартість є другим за своїм значенням податком. Він застосовується в більшості країн світу але з різними податковими ставками, які не перевищують 20 - 30% (найнижчий ПДВ = 6% у Німеччині).

За податковими зобов'язаннями з ПДВ, що виникли з 1.01.2011 року до 31.12.2013 року включно ставка податку становить 20%.

Ставки податку встановлюються від бази оподаткування в таких розмірах (31.01.2014 року):

- а) 17 відсотків;
- б) 0 відсотків. [30]

Податок стягується з різниці між відпускною ціною і витратами виробництва до даної стадії руху товарів. Є непрямим одним із різновидів універсальних акцизів (непрямі податки на товари і послуги, включені до ціни і сплачувані за рахунок покупців, замовників).

Для визначення величини ПДВ рекомендується користуватися двома формулами [12, 13], грн.:

$$\text{ПДВ} = \frac{\tilde{\sigma}' \cdot 20\%}{100\%}; \text{ПДВ} = \frac{\tilde{\sigma}'' \cdot 20\%}{100 + 20\%}, \quad (2.23)$$

де x – база оподаткування ($\tilde{\sigma}'$ - без урахування ПДВ; $\tilde{\sigma}''$ - з урахуванням ПДВ);

20% - норма відрахувань.

Перша формула застосовується тоді, коли податок обчислюється та сплачується вперше, а друга – в тому випадку, якщо під час виготовлення продукції використовували покупні вузли, деталі, матеріали за цінами з додатковими нарахуваннями ПДВ.

2.16 ОПЛАТА ПРАЦІ

Показником оплати праці є заробітна плата, як правило в грошовому вимірі, яку згідно з трудовою угодою власник підприємства, організації чи установи або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану роботу. Розмір заробітної плати має залежати від складності та умов роботи, що виконується професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці, фінансово-господарської діяльності підприємства. Останнє загалом і визначає розміри заробітної плати. В цілому ж заробітна плата є органічною частиною системи оплати праці.

СИСТЕМА ОПЛАТИ ПРАЦІ

Система оплати праці являє собою спосіб нарахування заробітної плати відповідно до затрат праці та її результатів.

Погодинна форма оплати праці охоплює дві системи – погодинну просту і погодинну преміальну. За погодинної простої оплати праці заробітну плату нараховують шляхом множення фактично відпрацьованого часу на годинну тарифну ставку відповідного розряду незалежно від обсягу виробленої праці.

Погодинна преміальна оплата праці передбачає виплату премій робітникам за умови якісного виконання виробничих завдань у встановлений термін або достроковою.

Відрядна (поштучна) форма оплати праці має пряму, преміальну та акордну системи. За *прямої відрядної* системи оплати заробітну плату

визначають множенням обсягів виробленої продукції і відрядних розцінок за одиницю продукції. *Відрядна преміальна* система оплати передбачає, що праця робітників оплачується прямою відрядною оплатою з урахуванням преміювання за досягнення певних показників у роботі, наприклад, за вчасне чи дострокове виконання виробничих завдань, економію матеріалів, тощо.

За *акордної* системи оплати заробітну плату нараховують за весь обсяг робіт відповідно до договору. Будь-яка система оплати може бути індивідуальною чи бригадною.

ТАРИФНА СИСТЕМА

Тарифна система оплати є одним з елементів організації заробітної плати, що становить собою сукупність затверджених нормативів, за допомогою яких здійснюється регулювання (диференціація) заробітної плати залежно від якості, складності, важкості та важливості праці і які враховують відмінність між працею кваліфікованою та некваліфікованою.

Складовими елементами тарифної системи є: тарифно-кваліфікаційні довідники робіт і професій робітників; тарифні сітки і тарифні ставки робітників; кваліфікаційні довідники посад службовців; схеми посадових окладів інженерно-технічних працівників і службовців; районні коефіцієнти до заробітної плати; умови встановлення доплат до тарифних і посадових окладів; типові переліки робіт, на які поширюються тарифні ставки залежно від умов праці у разі відхилення від нормативних (під час виконання важких та особливо важких робіт, за шкідливих та особливо шкідливих умов праці); умови оплати праці у разі суміщення професій та інші.

В останній час на промислових підприємствах введено єдині (для окремого підприємства) тарифні сітки і ставки для робітників, керівників, спеціалістів і технічних службовців. При розрахунках заробітної плати металургійних підприємств України в економічних розрахунках можна

скористуватись даними, наведеними в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Розряд	Погодинні тарифні ставки, грн.:		
	мінімальна	середня	максимальна
1	4,34	5,02	5,69
2	5,89	6,22	6,54
3	6,77	7,15	7,53
4	7,79	8,22	8,65
5	8,96	9,45	9,95
6	10,30	10,87	11,44
7	11,85	12,50	13,16
8	13,62	14,38	15,14
9	15,67	16,54	17,41
10	18,02	19,02	20,02
11	20,72	21,87	23,02
12	23,82	25,15	26,47
13	27,40	28,92	30,44
14	31,51	33,26	35,01
15	36,23	38,25	40,26

ВИДИ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

До них, перш за все, можна віднести наступні види плати: основну, тарифну, номінальну, мінімальну, реальну.

Основна заробітна плата – оплата за виконану роботу згідно з встановленими нормами праці (норми часу, виробітку, обслуговування) чи посадових обов'язків. нараховується за тарифними ставками (окладами) і відрядними розцінками (для робітників) та за посадовими окладами (для службовців).

Тарифна заробітна плата – величина заробітної плати, що нарахована працівникові згідно з його кваліфікацією, за виконай обсяг робіт певної складності або відпрацьований час та обчислена за тарифами ставками відповідних розрядів тарифної сітки без урахування премії, доплат та інших виплат.

Додаткова заробітна плата – оплата праці понад установлені норми (за трудові успіхи, гарантійні та компенсаційні виплати), що передбачені чинним

законодавством, а також премії за виконання виробничих задач і функцій.

Номинальна заробітна плата – виражена в грошовій формі оплата праці, а також певна сума грошей, яку одержує працівник за свою роботу. Вона характеризує рівень зарплати поза зв'язком з цінами на товари та послуги і величиною сплачуваних із заробітної плати податків.

Мінімальна заробітна плата – встановлюється державою нижня межа оплати праці за фактично відпрацьовану повну місячну норму праці найманого робітника.

Реальна заробітна плата – купівельна спроможність грошової номінальної заробітної плати. Вона залежить не тільки від величини грошової заробітної плати, а й від рівня цін на товари (роботи, послуги) та від розмірів податків.

ФОНД ОПЛАТИ ПРАЦІ

Фонд заробітної плати являє собою частину оплати праці, нараховану працівникам підприємства за відпрацьований час (виконану роботу), а також за невідпрацьований час, що підлягає оплаті.

Розрізняють годинний, денний, місячний і річний фонд заробітної плати.

Годинний фонд містить у собі заробітну плату за ставками, окладами та відрядними розцінками.

Денний фонд охоплює годинний фонд і доплату за роботу в понаднормові години, оплату за внутрішньозмінні простої, доплату за роботу в нічний час.

Місячний фонд складається з денного фонду, оплати цілоденних простоїв, оплати основних і додаткових відпусток та компенсацій за невикористані відпустки, одноразових винагород, тощо.

Річний фонд визначають як суму всіх місячних фондів за рік.

ЕКОНОМІЯ ФОНДУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

Ця економія досягається через випереджувальне зростання продуктивності праці порівняно зі зростанням заробітної плати.

Абсолютна економія фонду являє собою різницю між фактичним та плановим фондами заробітної плати. *Відносна економія* – різниця між фактичним і плановим фондами заробітної плати, скоригована щодо процента виконання плану будівельно-монтажних робіт. Остання визначається за формулою:

$$E_e = Z_f - Z_{пл} \cdot (O_f - O_{пл}), \quad (2.24)$$

де $Z_f, Z_{пл}$ - відповідно плановий та фактичний фонди заробітної плати;

$O_f, O_{пл}$ - відповідно плановий та фактичний обсяг виробленої продукції (робіт, послуг) у вартісному або натуральному вираженні.

Економію фонду заробітної плати за рахунок зростання продуктивності (Π_n) обчислюють за формулою:

$$E_n = 100 - \frac{100 + Z_{зн}}{100 + \Pi_n}, \quad (2.25)$$

де $Z_{зн}$ - зростання заробітної плати;

Π_n - зростання продуктивності праці.

2.17 ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗРАХУНКОВА ДОКУМЕНТАЦІЯ ЩОДО ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ НА ЗДІЙСНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

До цієї документації, перш за все, відносяться кошторис і калькуляція. Існує декілька різновидів цих показників. Тому розглянемо суть кошторисів і калькуляцій, які мають безпосереднє відношення до технічних задач.

КОШТОРИС ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ

Кошторис являється документом, в якому представлено обчислені згідно з нормативними документами та іншими керівними матеріалами витрати на виробництво продукції, виконання робіт, надання послуг, тощо.

В сфері практичної механіки кошторис складається на дослідження, проектування, виготовлення та запровадження технічного рішення. Оскільки ці етапи використовуються різними виконавцями, то кошторис складається на кожний етап окремо.

КАЛЬКУЛЯЦІЯ

Являє собою форму калькуляційного листа, в якому представлено розрахунки собівартості робіт (продукції, послуг) за встановленими статтями витрат (сам же термін «калькуляція» означає рахунок, підрахунок).

Калькуляція складається з окремих статей, а кожна стаття – із елементів. Склад останніх кожне підприємство визначає самостійно. При цьому важливо, щоб в один конкретний елемент входили або тільки перемінні (змінні) витрати, або тільки постійні витрати, а для кожного елемента було визначено спосіб віднесення його витрат на собівартість кожного продукту.

В загальному випадку, якщо це стосується запровадження заходів в масштабі підприємства (збільшення обсягу продукції, підвищення продуктивності основних агрегатів і т.і.), калькуляція може мати такі статті:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату праці;
- сума зборів і внесень на соціальні заходи, що нараховуються на пряму зарплату;
- інші прямі витрати;
- витрати на утримання і експлуатацію обладнання;
- загальновиробничі витрати;

- адміністративні витрати;
- витрати на дослідницькі роботи, пов'язані з розробкою і запровадженням технічного заходу;
- інші операційні витрати.

В склад комплексної статті «*Прямі матеріальні витрати*» входять наступні складові (елементи):

- основні матеріали;
- покупні напівфабрикати і вироби;
- паливо і енергія на технічні цілі;
- поворотні відходи;
- роботи і послуги виробничого характеру.

В складову «*Основні матеріали*» доцільно включати тільки ті витрати, які прямо залежать від обсягу виробництва продукції, тобто є перемінними. В ній передбачаються, наприклад, такі елементи:

- сировина і основні матеріали, що створюють основу чи є необхідним компонентом при виготовленні продукції (виконанні робіт, наданні послуг);
- напівфабрикати власного виробництва, які отримані в окремих цехах і використовуються для виробництва готової продукції;
- допоміжні матеріали, які використовуються для сприяння виробничому процесу чи повністю споживаються в процесі виробництва;
- упаковочні (тарні) матеріали;
- малоцінні і швидкозношувані предмети (термін корисної експлуатації менше 1-го року), якщо вони є поточними, а не довгостроковими і їх величина не залежить від обсягу виробництва (в інших випадках вводяться в склад витрат на підготовку виробництва);
- транспортно-заготівельні витрати (витрати на вантаження, збереження, розвантаження, транспортування).

В складовій «*Покупні напівфабрикати і вироби*» розглядаються в якості напівфабрикатів вироби, що вимагають незначної обробки, а комплектуючих – предмети, які не вимагають обробки і безпосередньо устанавлюються на об'єкт

обліку. В калькуляції не враховується вартість комплектуючого обладнання, яке сплачується за рахунок замовника зверху ціни на виріб.

Вартість цих напівфабрикатів і комплектуючих виробів визначається таким же чином, що і вартість сировини і основних матеріалів.

В складовій *«Паливо і енергія на технологічні цілі»* розглядаються витрати на паливо і енергію, які безпосередньо використовуються в процесі виробництва. Okремо наводяться вартість кожного виду палива (мазут, вугілля, газ і т.д.) і енергії (енергію на технологічний процес, на пар, кисень, стиснене повітря, гарячу воду, рідкі технології і т.п.). Розподіляють паливо і енергію на покупні і на власного виробництва. Останні віддзеркалюються в калькуляціях допоміжних цехів.

В складовій *«Поворотні відходи»* мають на увазі залишки сировини, матеріалів, інших видів матеріальних цінностей, які створюються в процесі виробництва продукції (робіт, послуг) і можуть використовуватись даним підрозділом з підвищеними витратами і іншими основними і допоміжними підрозділами чи можуть бути продані.

Вартість поворотних відходів вираховується із відповідної статті витрат на сировину і матеріали чи паливо.

В складовій *«Роботи і послуги виробничого характеру»* розглядаються роботи і послуги на здійснення окремих операцій з виробництва продукції (обробка сировини і матеріалів, напівфабрикатів; складання, монтаж вузлів і комплектуючих) при умові, що ці операції відносяться безпосередньо до конкретних видів продукції (робіт), а також переробки сировини і матеріалів.

Витрати на ці роботи і послуги перебувають в прямій залежності від обсягу виробництва. Якщо ж воно не так, то їх належить враховувати в складі загальновиробничих витрат.

В склад статті *«Прямі витрати на оплату праці»* входять наступні складові (елементи):

- основна заробітна плата і винагороди фізичним особам за договорами цивільно-правового характеру;

- додаткова заробітна плата;
- інші заохочувані і компенсаційні виплати;
- додаткові блага, що надаються працівнику.

В складовій «*Основна заробітна плата...*» ураховуються як витрати на виплату заробітної плати за трудовим договором, так і винагороди за виконану роботу (послугу) цивільно-правового характеру, а також авторські винагороди. У тих випадках, коли авторські винагороди займають суттєву частку у собівартості продукції, то ці витрати можуть виділятися в самостійну статтю. Основна заробітна плата може відноситись до перемінних витрат, якщо її розмір «прив'язано» до обсягу виробничої продукції. Але в більшості випадків вона виплачується у формі окладів (тарифів) і від обсягу виробництва не залежить до того часу, поки збільшення обсягу виробництва не вимагає збільшення чисельності працівників. Крім того, заробітна плата може входити не тільки в склад прямих витрат, але й в склад непрямих (розподіляємих), якщо номенклатура випуску продукції протягом місяця змінюється. Розподіляється ж пропорційно часу виробництва кожного виду продукції.

В складовій «*Додаткова заробітна плата*» цей вид плати подається як винагорода за роботу понад установлених норм, за трудові успіхи і винахідливість, а також за особливі умови праці. Законодавством передбачено і багато інших видів винагород [27].

До інших заохочуваних і компенсаційних витрат відносяться:

- винагороди в кінцевому підсумку роботи за рік;
- премії за спеціальними системами преміювання;
- інші грошові і матеріальні витрати, що не передбачені законом;
- компенсаційні витрати, що також не передбачені законом.

До додаткових благ відноситься система мотивації соціально-побутових послуг і грошових виплат, безпосередньо не пов'язаних з трудовою діяльністю і тому вони не відносяться з правової точки зору до заробітної плати.

Витрати за статтями «*Основна заробітна плата виробничих робочих*» і «*Додаткова заробітна плата виробничих робочих*» визначається на підґрунті

розрахунків планового фонду заробітної плати.

В статтю «Відрахування на соціальні заходи» входить єдиний соціальний внесок.

Відповідно до Закону України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» з 01.01.2011 року величина єдиного внеску, що нараховується на фонд заробітної плати, становить для бюджетних установ 36,3%, для інших 36,76 – 49,7% в залежності від професійного ризику виробництв.

Чорна металургія, виробництво коксопродуктів, виробництво вогнетривких керамічних виробів, виробництво феросплавів відносяться до 55 класу з відсотком єдиного внеску на рівні 38,66%.

В статтю «Інші прямі витрати» входять:

- витрати на утримання і експлуатацію обладнання, якщо на обладнанні випускається один вид продукції, а також витрати на утримання матеріальних активів;

- витрати на підготовку і освоєння виробництва;

- витрати, пов'язані з випуском бракованої продукції;

- витрати технологічні.

Витрати на підготовку і освоєння виробництва мають місце не на всіх підприємствах, бо відбуваються до початку виробництва чи розподіляються нерівномірно не тільки на протязі одного року, а й більш тривалого періоду.

Необхідність обліку витрат, що пов'язані з випуском бракованої продукції, окремо від витрат на сировину, матеріали і напівфабрикати пов'язана з необхідністю отримання достовірних даних для вироблення заходів щодо скорочення браку.

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію обладнання» є комплексною. В її склад входять витрати, пов'язані з утриманням і обслуговуванням обладнання, яке поділяють на такі групи:

- технологічне, на якому здійснюється переробка сировини і основних матеріалів;

- підйомно-транспортне, включаючи стрічкові і інші транспортери;
- спеціальні інструменти, пристрої (малоцінні необоротні матеріальні активи: моделі, кокілі, штампи, ріжучий, мірильний, слюсарний та інший інструмент);
- контрольно-вимірвальні прилади та засоби автоматики.

В свою чергу ця стаття поділяється на 6 окремих пунктів (статей):

- амортизація обладнання, малоцінних необоротних активів, нематеріальних активів;
- витрати на технічний огляд і технічне обслуговування обладнання і малоцінних необоротних активів;
- витрати на ремонт обладнання і малоцінних необоротних активів;
- плата за оперативну (операційну) оренду обладнання, малоцінних необоротних активів і нематеріальних активів;
- витрати на утримання цехового транспорту, авто- і електронавантажувачів, тепловозів, автомобілів, що переміщують вантаж по території цеху;
- витрати на оплату транспортних послуг сторонніх організацій і собівартість транспортних послуг допоміжних цехів і господарств підприємства.

Стаття *«Загальновиробничі витрати»* має велике наповнення, яке не зовсім доцільно висвітлювати в цьому посібнику, тому рекомендуємо звернутись до роботи [27], в якій детально розглянуті складові цієї статті. Тут же розглянемо лише окремі питання.

Загальновиробничі витрати являють собою витрати цеху (виробничого підрозділу), що пов'язані з управлінням виробництвом і обслуговуванням об'єктів суспільного призначення.

Основний склад загальновиробничих витрат такий:

- витрати на управління виробництвом;
- амортизація основних засобів і необоротних активів загальновиробничого призначення та амортизація нематеріальних активів

загальноцехового призначення;

- витрати на обслуговування виробничого процесу (на забезпечення виробництва пристроями і іншими засобами і методами праці, а також на утримання загальновиробничого персоналу, зайнятого обслуговуванням виробничого процесу);

- витрати на утримання і експлуатацію основних засобів загальновиробничого призначення;

- витрати на охорону праці;

- витрати на забезпечення пожежної і сторожової охорони;

- податки, збори, інші обов'язкові платежі (наприклад, загальнодержавні податки, збори і інші обов'язкові платежі: за землю, природний газ, за забруднення навколишнього середовища і т.д.);

- витрати на професійну підготовку і перепідготовку;

- витрати на утримання виробничих приміщень;

- витрати на вихідну допомогу;

- інші витрати (на переміщення сировини, матеріалів, деталей і т.п.; нестача і втрати від псування матеріальних цінностей; втрати від браку, які не відокремлені в окрему статтю калькуляції; витрати на оплату простоїв і таке інше).

Загальновиробничі витрати поділяються на перемінні і постійні.

Основна їх частина є постійною. До перемінних відносяться премії робітникам, які прямо залежать від обсягу виробництва, і відповідні їм нарахування, деякі види податків, що залежать від обсягу виробництва. Сюди входять і витрати, отримавши назву «інші виробничі витрати».

В статтю «Адміністративні витрати» входять витрати, що пов'язані з управлінням підприємством. Вони не вносяться в склад виробничої собівартості продукції. В бухгалтерському обліку ці витрати щомісячно відносяться на зменшення фінансових результатів підприємства (дебет). Проте для обґрунтування обсягу виробництва і рівня цін їх часто включають до складу статті «Повна собівартість готової продукції».

В статтю «*Витрати на дослідження і розробки*» включаються витрати відповідного підрозділу підприємства (відділ нової техніки, лабораторії, дослідні ділянки і т.д.), а також витрати на оплату науково-дослідних робіт, які виконуються сторонніми організаціями і фізичними особами.

Ці витрати можуть ураховуватись і плануватись як витрати на створення нематеріального активу. В цьому випадку вони не включаються у склад витрат підприємства.

В склад статті «*Інші операційні витрати*» включаються:

- витрати на утримання об'єктів соціальної інфраструктури;
- витрати від знецінювання запасів готової продукції;
- витрати від недостачі і псування запасів сировини і готової продукції;
- витрати від фінансових санкцій;
- витрати від операційної курсової різниці;
- благодійні витрати.

Як виходить з вищенаведеного, витрати в калькуляції ґрунтуються за цільовим призначенням, що дозволяє встановлювати вплив окремих елементів (факторів) на рівень собівартості і напрямки зменшення витрат при плануванні проекту робіт на всіх етапах вирішення технічних заходів.

ОСОБЛИВОСТІ КАЛЬКУЛЮВАННЯ СОБІВАРТОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ

На металургійних підприємствах калькуляція собівартості продукції складається за дещо скоригованою номенклатурою витрат [31]:

1. Сировина і основні матеріали.
2. *Поворотні відходи і брак (вираховуються).*
3. Додаткові матеріали.
4. Допоміжні матеріали.
5. Паливо технологічне.
6. Енергетичні витрати.
7. Основна заробітна плата робітників-виробничників.
8. Додаткова заробітна плата робітників-виробничників.
9. Відрахування на соціальні заходи.

10. Зношення інструментів і пристосувань цільового призначення.
11. Поточний ремонт і утримання основних засобів.
12. Внутрішні заводські переміщення сировини, матеріалів, напівфабрикатів продукції.
13. Амортизаційні відрахування основних засобів.
14. Витрати на підготовку і освоєння виробництва.
15. Інші витрати цеху.
16. Загальновиробничі витрати.
17. Інші виробничі витрати.
18. Втрати від браку.
19. Невиробничі витрати.

Склад витрат в калькуляції собівартості, наприклад, чавуна, сталі, прокату і інших видів продукції віддзеркалює технологічні особливості кожного виробництва. Різниця в складі витрат і порядок їх включення в собівартість продукції різних видів зумовлює особливості розрахунків і необхідність мати *агрегатні (цехові) і сортові калькуляції*.

Агрегатна (цехова) калькуляція дає уявлення про витрати на виробництво продукції по агрегату (піч, прокатний стан та інше) чи по цеху в цілому.

Сортова калькуляція визначає собівартість продукції конкретного виду (групи марок металів, окремих видів прокату та інше).

СТРУКТУРА УЗАГАЛЬНЕНОЇ КАЛЬКУЛЯЦІЇ

Незважаючи на деяку різницю в складі калькуляційних статей собівартості в різних галузях суспільного господарства, узагальнена скелетна схема калькуляції буде мати вигляд, наведений у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Вид собівартості		Найменування статей собівартості	
Повна собівартість реалізованої продукції	Повна собівартість готової продукції	Виробнича собівартість	Технологічна собівартість
			1. Сировина та матеріали
			2. Купівельні напівфабрикати та комплектуючі вироби, роботи послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організації
			3. Паливо та енергія на технологічні цілі
			4. Зворотні відходи (вираховуються)
			5. Основна заробітна плата
			6. Додаткова заробітна плата
			7. Відрахування на соціальне страхування
			8. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання*
			9. Загальновиробничі витрати
			10. Витрати від браку
	11. Супутня продукція (вираховується)		
	12. Адміністративні витрати		
	13. Витрати на дослідницькі роботи (при їх наявності)		
	14. Інші операційні витрати, пов'язані з виробництвом і утриманням персоналу		
	15. Фінансові витрати		
	16. Постійні витрати на збут, які не пов'язані безпосередньо з відвантаженням продукції		
17. Перемінні витрати за збут, пов'язані з відвантаженням і доставкою продукції замовнику			
* В деяких випадках ці витрати відносять в склад прямих витрат			

ДЕЯКІ АСПЕКТИ КАЛЬКУЛЮВАННЯ СОБІВАРТОСТІ В СТУДЕНТСЬКИХ ПРОЕКТАХ

Студенти-механіки, як правило, в своїй більшості займаються реальною модернізацією окремих вузлів чи механізмів основного механічного обладнання, розглядаючи питання їх проектування, виготовлення та монтажу. При цьому можуть виникнути випадки, коли запровадження об'єкта модернізації безпосередньо не впливає на змінення обсягу і собівартість продукції і навпаки, коли відбувається зміна цих показників. В першому випадку загальні витрати на здійснення заходу будуть складатись з витрат на розробку технологічної документації (а робочу документацію розробляє сам

студент), виготовлення та монтування модернізованого об'єкта з відповідними нарахуваннями і відрахуваннями (визначення витрат на розробку техдокументації, виготовлення та монтування). В другому випадку (наприклад, при зростанні продуктивності, а отже і обсягів виробництва) необхідно враховувати витрати на додаткові матеріали, сировину, енергію, паливо та інше.

2.18 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА

Ефективність виробництва являє собою систему найважливіших економічних показників і визначається діленням результату на повні витрати. Вона є багатоплановою категорією, а її окремі сторони вимірюються за допомогою наступних показників:

- продуктивність праці;
- трудомісткість;
- фондвіддача;
- матеріаловіддача;
- матеріаломісткість.

Загальний показник визначається за формулою [12, 13]:

$$E_{\varepsilon} = \frac{ЧП}{П + М + V \cdot \Phi}, \quad (2.26)$$

де *ЧП* - чистий продукт з урахуванням його складу і якості;

П - затрати живої праці;

М - кількість затрачених предметів праці;

Φ - затрати засобів праці;

V - коефіцієнт приведення до єдиної розмірності.

Ефективність виробництва залежить від рівня:

- наукових і практичних способів впливу суспільства (людини) на предмети праці, їх механічні, фізичні та хімічні властивості;
- організації виробництва;
- енергетичної бази та інформації;

- виробничої інфраструктури (освіта, охорона здоров'я, житлово-комунальне господарство і інше).

За наслідками ефект буває:

- економічним (зростання обсягу виробництва, зменшення витрат, підвищення прибутку та інше);

- соціальним (збільшення рівня зайнятості, поліпшення умов праці та побуту, навколишнього середовища).

Основним показником економічної ефективності виробництва є рентабельність. На її рівень впливають три основні фактори:

- приріст прибутку (за рахунок збільшення обсягів виробництва, підвищення питомої ваги продукції та зниження її собівартості, зростання цін через підвищення якості);

- рівень використання основного капіталу (зменшення середньорічної вартості основного капіталу, що припадає на 1 грн. основного капіталу та зниження амортизаційних відрахувань, які припадають на одиницю продукції);

- покращення використання оборотних коштів.

Продуктивність праці – показник, що характеризує ефективність витрат праці, результативність корисної діяльності людей у процесі виробництва за певний час. Сумарна величина праці, затраченої на виробництво продукції, включає в себе живу працю (тобто час, який безпосередньо витрачають в процесі виробництва продукції) і попередню працю, уречевлену у сировині, матеріалах, пальному, знаряддях і засобах праці, що використовується у виробництві.

Економія сумарних витрат живої й уречевленої праці характеризує збільшення продуктивності суспільної праці, що виражається величиною виробленого національного доходу в розрахунку на одного працівника галузей матеріального виробництва. Рівень і темпи зростання продуктивності праці залежать, передусім, від рівня розвитку продуктивних сил.

Продуктивна сила (робоча сила) – є одним з чотирьох основних факторів виробництва (інші – капітал, земля та управління виробництвом).

Трудомісткість праці – показник, який характеризує витрати робочого часу на виробництво будь-якої споживчої вартості або на виконання конкретної технологічної операції. Трудомісткість – зворотній показник продуктивності праці. Він визначає ефективність використання головної продуктивної сили суспільства – трудових ресурсів. На рівень трудомісткості праці впливає ряд факторів: технічний розвиток виробництва, фондоозброєність й енергоозброєність праці, якість предметів праці, технологія виробництва, кваліфікація робітників, організація і умови праці, складність виготовлення продукції.

Трудомісткість праці у вузькому значенні – середні витрати робочого часу на одиницю або на повний обсяг виробничої продукції, індивідуальна трудомісткість, тобто витрати праці окремого робітника на одиницю конкретної продукції і групова трудомісткість – цехова, заводська, галузева.

В широкому аспекті під трудомісткістю розуміють повні або народногосподарські сукупні витрати живої та урегульованої праці.

Такий показник використовується для встановлення рівня витрат робочого часу в усіх ланках виробництва на виготовлення будь-якого продукту. Він містить витрати робочого часу усього виробничого персоналу, безпосередньо зайнятого виготовленням продукції, і витрати праці, втіленій у сировині, пальному, обладнанні та інших витрачених засобах виробництва. За допомогою показника повної трудомісткості отримують чітку кількісну характеристику усупільнених витрат на виробництво матеріальних благ або надання конкретних послуг.

Середньогалузева повна трудомісткість – це норматив суспільно необхідних витрат праці, тобто важливий кількісний і якісний показник суспільних умов виробництва конкретних матеріальних благ або послуг.

Трудові витрати на ремонти і обслуговування обладнання – показник, який може застосовуватись в економічних розрахунках, що пов'язані зі зміненням в бік покращення умов праці, скороченням термінів проведення ремонтів, збільшенням міжремонтних періодів і т.п. В цьому випадку виникає

необхідність мати дані про структуру ремонтного циклу, періодичність та трудомісткість ремонтів, які доцільно запозичувати в «Положеннях про технологічне обслуговування і ремонти механічного обладнання [20].

Фондомісткість – показник, що характеризує вартість основних виробничих фондів, яка припадає на одиницю вартості товарної продукції. Розраховується як відношення середньорічної вартості основних виробничих фондів до річного обсягу товарної (валової) продукції.

Фондовіддача – є оберненим показником фондомісткості.

Матеріаломісткість являє собою показник витрат матеріалів на виготовлення одиниці продукції. У грошовому вимірі цей показник обчислюють відношенням вартості сировини і матеріалів, витрачених на виробництво продукції, до собівартості продукції чи її вартості в купівельних цінах.

Матеріаловіддача – є зворотною величиною матеріаломісткості.

Розділ 3

Визначальні критерії, показники та методики розрахунків економічної ефективності

Є певні критерії, показники та методики, які являються немов би ввідними чи скелетними і узагальнюючими елементами різноманітних способів розрахунків економічної ефективності. До основних з них можна віднести собівартість продукції (робіт, послуг), яка базується на кошторисах або калькуляціях, реновація, порівняльна оцінка декількох варіантів технічного рішення, капітальні вкладення та їх розподілення і ефективність розміщення, рентабельність, прибуток загальний та чистий, термін окупності і інші. В попередньому розділі наведена коротка характеристика цих та інших елементів, яка є достатньою для їх розуміння і обчислення. Тому в цьому розділі обмежимося розглядом лише тих з них, що потребують більш повного опису.

Крім того, використання деяких узагальнюючих методик розрахунків вимагає додаткових пояснень, що і буде зроблено далі.

3.1. ОСНОВНІ ЗАДАЧІ І АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

При економічних розрахунках, як правило, виникають дві основні задачі:

- визначення абсолютної економічної ефективності;
- вибір кращого варіанта технічного рішення.

Абсолютна економічна ефективність визначається у випадках, коли запроваджується єдиний варіант технічного рішення. Наприклад, це може відбуватись при науково обґрунтованому удосконаленні існуючого об'єкта (печі, агрегату, пристрою, тощо). Основні положення визначення абсолютної

ефективності розглянуто в розділі 2.

В практиці проектування іноді виникає необхідність в порівнянні декількох варіантів вирішення задачі з вибором кращого із них. Вони можуть відрізнитись між собою не тільки витратами на їх здійснення, але й поточними витратами на одиницю продукції. Щоб вибрати кращий варіант, розраховується порівняльна ефективність капітальних вкладень, яка характеризує переваги одного варіанта по відношенню до інших. При цьому можливі наступні випадки:

1. Один з варіантів відрізняється більш низькими питомими капітальними витратами і більш низькою собівартістю продукції. Переваги його очевидні і тому немає необхідності розраховувати показники порівняльної ефективності.

2. Значно частіше більш низьким витратам відповідають більш високі вкладення. При цьому виникає необхідність визначити, що вигідніше в кінцевому результаті: при більших капітальних вкладеннях отримати потім більш дешеву продукцію чи при менших капітальних витратах отримати більш дорогу продукцію. Задача вирішується шляхом співставлення необхідних додаткових капітальних вкладень з економією на поточних витратах.

Капітальні і поточні витрати співставляються за терміном окупності додаткових капітальних вкладень чи за його зворотною величиною – коефіцієнтом порівняльної ефективності.

Методика визначення терміну окупності і коефіцієнта ефективності капітальних вкладень викладена в пункті 3.2.

Отримані розрахунком коефіцієнти ефективності додаткових капітальних вкладень і термін їх окупності порівнюються з нормативними значеннями (п. 3.2). При цьому розрахунковий термін окупності повинен бути не більшим за нормативний, а коефіцієнт ефективності не меншим за нормативний.

Нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності E_n характеризує

мінімальне зниження собівартості продукції (робіт, послуг) на одиницю додаткових капітальних вкладень за порівняльними варіантами, при якому ці додаткові капітальні вкладення можуть бути визнані ефективними. Вказаний норматив призначений для вибору варіанта і не повинен ототожнюватись з нормативом загальної ефективності.

Показники капітальних вкладень і собівартості можуть прийматись як у вигляді повної суми капітальних вкладень і собівартості річної продукції чи у вигляді питомих капітальних витрат і собівартості одиниці продукції.

Вирішення про доцільність здійснення тих чи інших варіантів проектних рішень здійснюється на основі розрахунків річного економічного ефекту за варіантами, що порівнюються з використанням формули:

$$E = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2), \quad (3.1)$$

де C_1, C_2 - відповідно повна сума собівартості продукції для базового та проектного варіантів, грн.;

K_1, K_2 - відповідно повна сума капітальних вкладень для цих варіантів.

Застосовуються і інші формули для оцінки ефективності (п. 3.2). Зокрема використовується показник мінімальних витрат капітальних вкладень (див. п. 3.2). Проте формулу, що визначає мінімальні витрати (3.2), можна використовувати в початковому вигляді без перетворень тільки тоді, коли капітальні вкладення відбуваються один раз до початку експлуатації, а поточні витрати не змінюються по рокам. В протилежному випадку необхідно ураховувати фактор часу (див. п. 3.3). Звичайно, що при вирішенні питання щодо розподілу капітальних вкладень за часом мають ураховуватись технологічні вимоги, нормативні терміни будівництва (модернізації), можливість суміщення різних стадій і інші фактори. Під поняттям «будівництво» може розглядатись крупногабаритний і складний механічний об'єкт, на проектування, виготовлення і встановлення якого необхідно декілька років. Насамперед це відноситься до випадків виконання науково-дослідницьких і дослідно-проектних розробок, де роботи по створенню нової техніки проводяться на протязі декількох років.

Капітальні витрати, що пов'язані із створенням об'єкта, до початку його експлуатації є «замороженими» (тобто тими, що не дають віддачі). Тому основним критерієм вибору того чи іншого варіанту з різним розподіленням капітальних витрат за часом при інших рівних умовах є можливість більш пізнього вкладення, щоб наблизити момент отримання корисного ефекту. Кошти, що вивільнились внаслідок більш пізнього вкладення можуть бути використані на якійсь іншій ділянці виробництва.

Варіанти також можуть відрізнятись терміном їх запровадження. Скорочення термінів будівництва підприємств, проектування і запровадження у виробництво нового обладнання рівнозначно підвищенню економічної ефективності виробництва. Чим швидше будуються підприємства, освоюються їх виробничі потужності, тим вище темпи росту прибутків, а отже при виборі варіанта вирішення будь-якої задачі необхідно орієнтуватись на той з них, який забезпечує не тільки мінімум приведених витрат, але й більш швидке вирішення задачі.

Розрахунковий економічний ефект в різних варіантах проектних рішень залежить в значній мірі від вибраної бази для порівняння.

Під базою прийнято вважати спосіб чи засіб праці, з яким здійснюється порівняння. При розрахунках економічної ефективності того чи іншого заходу необхідно встановити його прогресивність чи ефект від його запровадження. За базу для порівняння при визначенні відомих рішень певної господарської задачі, а при впровадженні нової техніки – показники кращої запровадженої чи розробленої в проектах як вітчизняної, так і зарубіжної техніки.

Базою для порівняння на стадії вибору варіанта створення нової техніки чи для прийняття рішення щодо поставлення на виробництво нової техніки при визначенні ефекту слугують показники кращої техніки, спроектованої в Україні (чи зарубіжної техніки, яка може бути закуплена чи вже закуплена). У випадках відсутності високоефективних проектних розробок в Україні та неможливості використання зарубіжних зразків просто порівнюються варіанти власних розробок, чи ж за базу вибирається існуючий

об'єкт, що підлягає удосконаленню чи заміні. І це зустрічається найчастіше в реальних розробках студентів, бо, головним чином, курсове і дипломне проектування тут зводиться до удосконалення існуючого обладнання. Але і тут є можливість співставляти технічний рівень і вибирати кращий з них. Наприклад, замість існуючого електромеханічного привода, що має низький ККД і термін дії, можна використати сучасний електромеханічний привод, або ж взагалі застосувати гідравлічний чи пневматичний привод обертової дії.

3.2 ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНИХ АГРЕГАТІВ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Будь-яка задача з реконструкції і модернізації засобів праці (взагалі) може мати декілька варіантів розв'язання. При цьому кожний з них може бути цілком доцільним і задовільним. В зв'язку з цим виникає необхідність вибору варіанта вирішення задачі. Для порівняння варіантів вирішення господарських і технічних задач з питань реконструкції і модернізації засобів праці розраховується порівняльна економічна ефективність, показником якої є мінімум приведених витрат [14].

$$C + E_n K \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

Показники собівартості річного випуску продукції C і капітальних вкладень K в цій формулі можуть бути використані в кожному варіанті або в повній сумі капітальних вкладень і собівартості річного обсягу продукції, або у вигляді питомих капітальних вкладень і собівартості на одиницю продукції. При цьому коефіцієнт E_n , визначаючий ефективність капітальних вкладень, приймається не меншим 0,12 (взагалі приймають $E_n = 0,15$ і більше).

В розрахунках слід додержуватись зіставленості (тотожності) ефекту і витрат порівнюємих варіантів за всіма ознаками (обсяг випуску продукції, її складу і якості, час проведення витрат, ціни продукції), а також і за методами нарахування вартості показників.

Особливостями розрахунків є вибір бази для порівняння і способи підрахунків капітальних вкладень і витрат виробництва. Якщо реконструкція об'єкта націлена на підвищення його технічного рівня без змінення обсягу випуску продукції (без підвищення потужності), то для вибору оптимального варіанту показники за варіантами проекту реконструкції співставляються між собою.

Для визначення економічного ефекту реконструкції порівнюються показники вибраного варіанту з показниками діючого виробництва. При цьому ефективність реконструкції має визначатись за формулою [14]:

$$E = A_1 C_0 - (A_1 C_1 + E_n K), \quad (3.3)$$

де A_1 - річний обсяг виробництва, т;

C_0, C_1 - відповідно собівартість одиниці продукції до і після реконструкції, грн/т;

K - капітальні вкладення на реконструкцію, грн.

При повному моральному зносі об'єкта ефективність його реконструкції чи заміни новим однакової потужності має визначатись по співставленню показників проекту реконструкції і проекту будівництва нового об'єкта за формулою [14]:

$$E = (A_1 C_2 + E_n K_2) - (A_1 C_1 + E_n K_1), \quad (3.4)$$

де C_1, C_2 - відповідно собівартість одиниці продукції на реконструйованому і заново побудованому об'єкті, грн/т;

K_1, K_2 - відповідно капітальні вкладення на реконструкцію і на будівництво нового об'єкта, грн.

Якщо ж реконструкція об'єкта націлена на підвищення якості продукції, то її ефективність належить визначати за формулою [14]:

$$E = \Delta Z_{не} + \Delta Z_{св} + \Delta Z_{се}, \quad (3.5)$$

де E - сумарне приростання приведених витрат, грн;

$\Delta Z_{не}$ - змінення приведених витрат в сфері виробництва металопродукції підвищеної якості, грн;

ΔZ_{ce} - змінення приведених витрат в сфері використання, грн;

ΔZ_{ce} - змінення приведених витрат в сфері експлуатації, грн.

Реконструкція буде ефективна при умові $E > 0$.

Визначення порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень для проведення реконструкції діючих об'єктів (підприємств, цехів, агрегатів) при збільшенні обсягів виробництва здійснюється шляхом співставлення варіантів реконструкції, вирішуючих ті ж самі задачі, дозволяє по мінімуму приведених витрат вибрати кращий варіант реконструкції, а також співставити вибраний варіант з даним об'єктом до реконструкції і проектом нового об'єкта з потужністю, рівної прирощенню потужності реконструюємого об'єкта, або з проектом реконструкції іншого діючого об'єкта, який має аналогічне прирощення обсягу виробництва. При цьому додатковий обсяг випуску продукції варіанту до реконструкції має прийматись з економічними показниками, розрахованими з використанням нормативів капітальних вкладень і собівартості для нового будівництва. В цьому випадку ефективність реконструкції визначається за формулою [14]:

$$E = (A_0 C_0 + A_2 C_2 + E_n A_2 K_2) - (A_1 C_1 + E_n A_1 K_1), \quad (3.6)$$

де A_0, A_1 - відповідно річні обсяги випуску продукції на даному об'єкті до і після реконструкції, т;

A_2 - різниця в річних обсягах випуску продукції на даному об'єкті до і після реконструкції чи річний обсяг виробництва на новому об'єкті, рівний прирощенню обсягу випуску продукції за рахунок реконструкції, т;

C_0, C_1 - відповідно собівартість одиниці продукції до і після реконструкції, грн/т;

C_2 - норматив собівартості одиниці продукції на новому об'єкті, грн/т;

K_1 - питомі капітальні вкладення на реконструкцію, грн/т;

K_2 - норматив питомих капітальних вкладень для будівництва нового об'єкта, грн/т.

При визначенні економічної ефективності капітальних вкладень (див.

п. «Капітальні вкладення», «Капітальні вкладення в обладнання») в реконструкцію металургійних агрегатів із збільшенням обсягу виробництва (потужності) виникає необхідність збільшення обігових коштів (див. п. «Обігові кошти»). Їх розмір за варіантами визначається або прямим розрахунком згідно з інструкцією, або спрощеним методом, виражаючи їх у відсотках до собівартості (приблизно 10...15%).

Реконструкція металургійних агрегатів пов'язана із довготривалою зупинкою, що приводить до значних втрат продукції і прибутків (збільшення поточних витрат) під час реконструкції. В цих випадках для розрахунків ефективності до капітальних вкладень необхідно додавати суму, що дорівнює недоданому прибутку. При порівнянні варіантів капітальних вкладень, що відрізняються тривалістю будівництва

$$(T_1 - T_2), \quad (3.7)$$

визначається одноразовий ефект $E_{\partial n}$ у вигляді додаткового прибутку від дострокового вводу об'єкта в експлуатацію [14]:

$$E_{\partial n} = P_n K \cdot (T_1 - T_2), \quad (3.8)$$

де P_n - коефіцієнт рентабельності, що планується (див. п. «Рентабельність») за варіантом, забезпечуючим прискорене введення об'єкта в експлуатацію;
 K - капітальні вкладення за варіантом з більш коротким терміном реконструкції, грн.

Якщо коефіцієнт P_n через якісь причини неможливо розрахувати, то користуються нормативним показником E_n (див. п. «Ефективність капітальних вкладень в оновлення чинного виробництва»).

В більшості випадків реконструкція металургійних агрегатів здійснюється одночасно з капітальним ремонтом. В цих випадках при порівнянні варіантів реконструкції діючого виробництва в розрахунках ефективності належить враховувати із кошторисної вартості (див. п. «Кошторис») реконструкції вартість капітальних ремонтів. Належить також при розрахунках приведених витрат додавати залишкову вартість (величину

неамортизованої частини вибуваючих основних фондів) до кошторисної вартості реконструкції за вирахуванням суми можливої реалізації (продаж, використання для інших цілей виробництва).

Існує різниця між повними (проектними) питомими капітальними вкладеннями в реконструкцію і капітальними вкладеннями в нове будівництво. Перші визначаються відношенням всієї суми капітальних вкладень в реконструкцію в одних випадках до повної величини проектної виробничої потужності після реконструкції, як і при будівництві, в інших випадках – до прирощення потужності внаслідок реконструкції. В першому випадку повна виробнича потужність містить частину раніш функціонуючої потужності, яка не вимагає капітальних вкладень на своє створення. Тому показник питомих капітальних вкладень штучно занижується, а це призводить до необґрунтованого завищення капітальних вкладень. В другому випадку показник питомих капітальних вкладень стосовно реконструкції металургійних агрегатів більш точно віддзеркалює витрати на її проведення та ефективність цих витрат.

Якщо по порівнюючим варіантам капітальні вкладення здійснюються в різні терміни, а поточні витрати змінюються в часі, то варіанти порівнюються шляхом приведення витрат більш пізніх періодів до поточного періоду, застосовуючи коефіцієнт приведення α_t . Детальна методика визначення коефіцієнта α_t і приведення витрат викладена в п. 3.3.

В основному реконструкція металургійних агрегатів (доменні, мартенівські і електродугові печі, конвертори, міксери і інші) направлена на збільшення міжремонтних періодів. Але не завжди це призводить до позитивних наслідків (коли не враховується сумісний стан їх окремих елементів). Так, наприклад, із підвищенням тривалості мартенівських печей тільки за рахунок удосконалення склепіння до кінця кампанії піч дуже зношується, її теплотехнічні характеристики погіршуються, збільшуються втрати тепла, погіршуються умови роботи і це призводить до збільшення тривалості плавки.

Надмірне збільшення чи зменшення тривалості ремонтних циклів чи міжремонтних періодів, зокрема кампанії в сталеплавильних агрегату, як відмічено в дослідженнях [14], призводить до погіршення техніко-економічних показників роботи агрегатів (перевитрати електроенергії, палива і значне збільшення обсягу, вартості і частоти ремонтів в розрахунках на рік, простій агрегатів із зменшенням обсягу продукції і т.д.). Тому при вирішенні питань з модернізації власне самих агрегатів слід керуватись технічними джерелами, що визначають оптимальну (нормативну) тривалість ремонтних циклів і міжремонтних періодів. Оптимальною тривалістю ремонтного циклу чи міжремонтного циклу вважається така величина, при якій витрати на ремонт і експлуатацію агрегату, віднесені до одиниці випускаємої продукції, мають бути мінімальними. Крім того, можна підходити до модернізації і іншим шляхом, визначаючи найбільш «вузьке» місце агрегату. Наприклад, визначається елемент, який має найменший термін служіння і модернізація якого дозволить вирівняти його стійкість по відношенню до більш стійких. Або ж одночасно вирішуються заходи щодо підвищення терміну служіння всіх складових агрегатів. Така задача може вирішуватись при комплексних курсових чи дипломних проектах, коли модернізацію окремих елементів агрегату займаються декілька студентів.

При модернізації виконавчих механізмів задача дещо спрощується, бо в них легше визначити найбільш слабкі місця окремих вузлів і деталей, тобто, в кожному механізмі є найменш і найбільш навантажені елементи. Ясна річ, що до найбільш навантажених відносяться елементи, через які передається робоча потужність. Якщо взяти натискний пристрій прокатного стана, то в ньому найбільш навантаженими елементами є натискний гвинт з гайкою та вихідне зубчате зачеплення. Причому найбільш важливим напрямом модернізації тут буде підвищення строку служіння бронзової гайки, яка має велику вартість на предмет матеріалу і виготовлення. Тим більш, що її стійкість в декілька разів менша, ніж гвинта. Тобто, тут є пряма доцільність розробки заходів щодо підвищення терміну служіння гайки (навіть до рівня служіння гвинта).

При запровадженні заходів з модернізації агрегатів і обладнання, якщо

економія створюється лише по обмеженому колу статей витрат, то немає необхідності в розрахунках приведених витрат за варіантами. Тут належить лише співставити зниження собівартості (за статтями витрат, на які впливає новий захід) з відрахуваннями (в розмірі нормативного коефіцієнта ефективності E_n) від капітальних вкладень в захід.

Ефективність таких заходів з модернізації можна визначити за відомою формулою:

$$E = A_1(C_1 - C_2) - E_n K, \quad (3.9)$$

де A_1 - річний обсяг випуску продукції;

C_1, C_2 - собівартість продукції до і після модернізації;

K - капітальні вкладення в захід.

Якщо ж модернізація не пов'язана зі зміненням обсягів і якості виробництва продукції (економія енерго- і матеріалоресурсів, зниження вартості виготовлення складових об'єкта модернізації), то економічний ефект можна вирахувати за формулою:

$$E = R - B_n, \quad (3.10)$$

де R - результат модернізації, виражений в грошових одиницях;

B_n - приведена вартість модернізації,

$$B_n = C + E_n \cdot K, \quad (3.11)$$

де C - вартість модернізації.

3.3 УРАХУВАННЯ ФАКТОРА ЧАСУ В ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

Необхідність урахування фактора часу пов'язана з тим, що при порівнянні варіантів вирішення технічної задачі виявляються різними не тільки загальні капітальні і поточні витрати, але і їх розподілення за часом. Тому виникає необхідність їх приведення до розрахункового року. Існують два випадки приведення капітальних вкладень: витрати приводяться до року закінчення будівництва; витрати приводяться до початку будівництва.

В першому випадку щорічні витрати капітальних вкладень помножуються на коефіцієнт приведення α_t , а в другому поділяються на цей

же коефіцієнт.

Таким чином, сума загальних приведених до розрахункового року капітальних витрат K_{np} складає:

в першому випадку

$$K_{np} = \sum_{t_i=1}^T K_{t_i} \cdot \alpha_t, \quad (3.12)$$

в другому випадку

$$K_{np} = \sum_{t_i=1}^T K_{t_i} \cdot \frac{1}{\alpha_t}, \quad (3.13)$$

де T - загальний термін будівництва об'єкта, роки;

K_{t_i} - капітальні вкладення в t_i -му році будівництва;

t_i - рік будівництва.

Коефіцієнт приведення α_t визначається за формулою:

$$\alpha_t = (1 + E_{nm})^t, \quad (3.14)$$

де E_{nm} - норматив приведення, який було встановлено ще за часів СРСР в розмірі 0,1 для розрахунків ефективності нової техніки і 0,08 – для капітального будівництва;

t - число років, що відділяють витрати даного року від початку розрахункового року.

При визначеннях α_t доцільно користуватись таблицею (табл. 3.1).

Розглянемо приклад, коли розробка і запровадження об'єкта відбувалось на протязі 7-ми років згідно з табл. 3.2.

Приводимо до року закінчення виконання робіт.

$$K_{np} = 35 \cdot 1,776 + 55 \cdot 1,6105 + 60 \cdot 1,4641 + 220 \cdot 1,3300 + \\ 310 \cdot 1,21 + 40 \cdot 1,1 + 30 \cdot 1,0 = 980,28 \text{ тис.грн.}$$

Таблиця 3.1

Число років, що передують розрахунковому року	α_t	Число років, що настають за розрахунковим роком	α_t	Число років, що настають за розрахунковим роком	α_t
10	2,5937	1	0,9091	11	0,3505
9	2,3579	2	0,8264	12	0,3186
8	2,1436	3	0,7513	13	0,2997
7	1,9487	4	0,6830	14	0,2633
6	1,7716	5	0,6209	15	0,2394
5	1,6105	6	0,5645	20	0,1486
4	1,4641	7	0,5132	25	0,0923
3	1,3310	8	0,4665	30	0,0573
2	1,2100	9	0,4241	40	0,0221
1	1,1000	10	0,3855	50	0,0085
0	1,0000				

Таблиця 3.2

Капітальні вкладення по етапам і рокам виконання роботи, тис.грн.						
Науково-дослідна робота			Дослідно-проектна робота		Освоєння	
K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
35	55	60	220	310	40	30

При приведенні тих же витрат наступних років по відношенню до розрахункового року приведенні капітальні вкладення складуть

$$K_{np} = \frac{35}{1,0} + \frac{55}{0,9091} + \frac{60}{0,8264} + \frac{220}{0,7513} + \frac{310}{0,683} + \frac{40}{0,6209} + \frac{30}{0,5645} = 1032,37 \text{ тис.грн.}$$

Таким чином, володіючи методикою приведення капітальних вкладень, можна порівнювати існуючі об'єкти з об'єктами, які підлягають розробці і запровадженню.

В умовах ринкової економіки можливі випадки, коли на проведення робіт (нове будівництво, відновлення і т.і.) беруться запозичення коштів в банках. Тоді при приведенні капітальних витрат до кінця фінансування в формулі для визначення α_t приймається не норматив приведення E_{nn} , а процентна банківська ставка під позику, яка на 2010 р. складає 30% (тобто $E_{nn} = 0,3$).

При приведенні капітальних витрат до початку фінансування замість

E_{nt} приймається дисконтна ставка.

Банківська ставка являє собою величину платежу клієнта банкові за користування грошовою позицією, виражену у відсотках. Вона залежить від величини і терміну позики, її матеріального забезпечення, рівня кредитного ризику.

Дисконтна ставка – ставка в процентах, за якою майбутню вартість грошей чи фінансових інструментів приводять до їхньої теперішньої вартості, тобто за якою здійснюють процес дисконтування (зведення економічних показників різних років до порівняного в часі вигляду). Дисконтування здійснюється за допомогою коефіцієнта дисконтування, в основі якого лежить формула складних процентів. В деякій мірі коефіцієнт дисконтування являє собою обернену величину коефіцієнта приведення α_t і визначається за формулою:

$$K_d = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (3.15)$$

де r - річна ставка інфляції, норма дисконту (у вигляді десяткового дробу);

t - кількість років.

Коефіцієнти дисконтування при різних дисконтних ставках наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Роки, t	Норма дисконту (дисконтна ставка), r						
	1	5	10	15	20	25	30
1	0,9901	0,9524	0,9091	0,8696	0,8333	0,8000	0,7692
2	0,9803	0,9070	0,8264	0,7561	0,6440	0,6400	0,5917
3	0,9706	0,8636	0,7513	0,6575	0,5787	0,5120	0,4552
4	0,9610	0,8277	0,6830	0,5718	0,4823	0,4096	0,3501
5	0,9515	0,7835	0,6209	0,4972	0,4109	0,3277	0,2693
6	0,9420	0,7462	0,5645	0,4323	0,3349	0,2621	0,2072
7	0,9327	0,7107	0,5132	0,3759	0,2791	0,2097	0,1594
8	0,9235	0,6768	0,4665	0,3269	0,2326	0,1678	0,1225
9	0,9143	0,6446	0,4241	0,2843	0,1938	0,1342	0,0943
10	0,9053	0,6139	0,3855	0,2472	0,1615	0,1074	0,7250

З урахуванням коефіцієнта дисконтування і в умовах очікування сталого річного темпу інфляції (застосовується постійна річна ставка дисконту)

теперішню вартість отриманих у майбутньому грошових потоків обчислюють за формулою:

$$TB = \sum_{t=1}^T ГП_t \cdot K_d, \quad (3.16)$$

де TB - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.;

$ГП_t$ - грошовий потік, що очікується у t -му році від реалізації проекту, грн.

Необхідність приведення грошових потоків пов'язано з тим, що бувають випадки, коли інвестування здійснюється протягом певного періоду (декількох років). Це дає можливість порівняти величини вкладень капіталу з грошовими потоками, які інвестор отримає у майбутньому.

Загальна абсолютна величина ефекту від реалізації інвестицій визначається чистою теперішньою вартістю ЧТВ, яка визначається за формулою:

$$ЧТВ = TB - П, \quad (3.17)$$

де $П$ - початкові інвестиції, грн.

Розглянемо на прикладі обчислення цієї характеристики.

Приклад: Необхідно оцінити ефективність двох альтернативних інвестиційних проектів. Для цього скористаємось методикою викладеною в роботі [10].

Перший проект передбачає початкові інвестиції в обсязі 140 тис. грн., другий – 260 тис. грн. Від реалізації першого проекту очікується отримання таких грошових потоків: 1-й рік – 40 тис. грн.; 2-й рік – 100 тис. грн.; 3-й рік – 60 тис. грн.

Від реалізації другого проекту протягом п'яти років очікується надходження сталих річних грошових потоків у розмірі 80 тис. грн.

Виходячи із ступеня ризику для обчислення грошових потоків від реалізації першого проекту застосовується ставка в розмірі 10%, для другого проекту – 15%.

Перший проект

$$\begin{aligned} \text{1-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_1} &= ГП_1 \cdot K_{\delta} = ГП_1 \cdot \frac{1}{(1+r)^t} = 40 \cdot \frac{1}{(1+1,1)^1} = \\ &= 40 \cdot 0,9091 = 36,36 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

$$\text{2-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_2} = 100 \cdot 0,8264 = 82,64 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{3-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_3} = 60 \cdot 0,7513 = 45,08 \text{ тис. грн.}$$

Теперішня вартість грошового потоку для першого проекту

$$ТВ = 36,36 + 82,64 + 45,08 = 164,08 \text{ тис. грн.}$$

Чиста теперішня вартість для першого проекту

$$ЧТВ = 164,08 - 140 = 24,08 \text{ тис. грн.}$$

Другий проект

$$\text{1-й рік:} \quad \tilde{A}_{\text{диск}_1} = 80 \cdot \frac{1}{(1+0,15)^1} = 80 \cdot 0,8696 = 69,56 \text{ д.д.}.$$

$$\text{2-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_2} = 80 \cdot 0,7561 = 60,49 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{3-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_3} = 80 \cdot 0,6575 = 52,60 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{4-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_4} = 80 \cdot 0,5718 = 45,74 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{5-й рік:} \quad ГП_{\text{диск}_5} = 80 \cdot 0,4972 = 39,78 \text{ тис. грн.}$$

Теперішня вартість грошового потоку для другого проекту

$$ТВ = 69,56 + 60,49 + 52,60 + 45,74 + 39,78 = 268,17 \text{ тис. грн.}$$

Чиста теперішня вартість для другого проекту

$$ЧТВ = 268,17 - 260 = 8,17 \text{ тис. грн.}$$

Як видно з результатів розрахунків для обох проектів теперішня вартість позитивна. Проте порівняння результатів вказує на більшу вигідність першого проекту.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями і визначається за формулою

$$PI = \frac{ТВ}{PI}$$

Проект, який має індекс прибутковості, більше за одиницю, розглядається як прибутковий, а менший від одиниці – як неприйнятний.

Для першого проекту: $III = 164,08 : 140 = 1,17$.

Для другого проекту: $III = 268,17 : 260 = 1,03$.

Порівнюючи ці дані, бачимо що перший проект є більш ефективним.

Важливим показником ефективності вкладень є період окупності інвестицій, який визначається як відношення початкових інвестицій до середньорічної величини дисконтованих грошових потоків:

$$T_{ок} = III : \overline{ГП}_{диск}. \quad (3.18)$$

Середньорічна величина дисконтованих грошових потоків визначається за формулою

$$\overline{ГП}_{диск} = ТВ : T, \quad (3.19)$$

де T - кількість років експлуатації об'єкта інвестування, протягом яких очікується надходження грошових потоків.

Для першого проекту: $\overline{ГП}_{диск} = 164,8 : 3 = 54,93 \text{ тис.грн.}$

Для другого проекту: $\overline{ГП}_{диск} = 268,17 : 5 = 53,63 \text{ тис.грн.}$

Визначаємо терміни окупності відповідно для першого і другого проектів:

$$T_{ок} = \frac{140}{54,93} = 2,55 \text{ роки}; \quad T_{ок} = \frac{268,17}{53,63} = 5 \text{ років.}$$

Порівняння проектів за періодом окупності свідчить, що кошти, вкладені в перший проект, відшкоднуються значно швидше, а отже і ризик першого проекту менший.

3.4 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Як відмічалось в розділі 2 (п. «Ефективність капітальних вкладень»), розглядаються наступні варіанти економічної ефективності капітальних

вкладень: загальна (абсолютна); порівняльна; ефективність вкладень в оновлення чинного (діючого) виробництва та ефективність науково-технічного прогресу. Там же дана коротка характеристика кожній з них. Тому в цьому розділі розглянемо лише основні положення методик їх визначення.

ЗАГАЛЬНА (АБСОЛЮТНА) ЕФЕКТИВНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Цю ефективність розраховують як відношення величини ефекту E_{ϕ} до обсягу капітальних вкладень K , що зумовили цей ефект, тобто

$$E_z = E_{\phi} : K. \quad (3.20)$$

Результати обчислення зіставляють з нормативними показниками ефективності або аналогічними показниками за попередній період (E_n).

Капітальні вкладення є економічно ефективними, якщо отримані для них значення загальної ефективності не нижче від нормативних, тобто, коли

$$E_z \geq E_n. \quad (3.21)$$

Тут коефіцієнт E_n являє собою нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, який має складати не менше 0,15 (цей рівень встановлено ще за часів СРСР). Його величина означає, що на кожен гривню капітальних вкладень підприємство має отримати не менше 0,15 гривень прибутку.

Приклад: Оцінити ефективність 5 млн. грн. капітальних вкладень у виробництво існуючого цеху підприємства, які дадуть змогу збільшити обсяги виробництва продукції на 10000 т за рік. Ціна тони продукції – 1000 грн., а собівартість - 830 грн. Нормативний коефіцієнт ефективності для даної галузі становить 0,2.

Приріст прибутку в цьому випадку складе

$$\Delta\Pi = E_{\phi} = (1000 - 830) \cdot 10000 = 1700000 \text{ грн.}$$

Отже розрахунковий показник

$$E_3 = 1700000 : 5000000 = 0,34.$$

Порівняємо E_3 з E_n й отримаємо, що $E_3 > E_n$ ($0,34 > 0,2$), тобто внесення капітальних вкладень є доцільним.

Через E_3 можна визначити і термін окупності капітальних вкладень

$$T_o = \frac{1}{E_3} = \frac{1}{0,34} \approx 3 \text{ роки.}$$

Сума років, за яку акумульована величина річного прибутку, перекриє абсолютну величину суми капітальних вкладень.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ В ОНОВЛЕННЯ ЧИННОГО ВИРОБНИЦТВА

Цей вид ефективності, як відмічалось в розділі 2, розраховують з метою визначення оптимального спрямування коштів у реконструкцію і технічне переобладнання чинних (діючих) підприємств.

Загальну економічну ефективність капітальних вкладень у реконструкцію або технічне переобладнання визначають як відношення річного приросту прибутку до капітальних вкладень на їх проведення, що було показано вище.

Тут можуть бути два випадки: капітальні вкладення на нове будівництво і реконструкцію діючого підприємства.

В першому випадку, у разі, коли вкладення на будівництво більші, ніж на реконструкцію, а вартість продукції на новому підприємстві нижча (або навпаки), визначається коефіцієнт капітальних вкладень E . При цьому порівняння одноразових і поточних витрат здійснюють за формулою, яка дозволяє привести до сумарності одноразові (капітальні) і поточні (експлуатаційні) витрати в різних умовах

$$E = \frac{O_1 C_1 - (O_0 C_0 + O_2 C_2)}{K_2 - K_1}, \quad (3.22)$$

де O_0, O_1, O_2 - річний обсяг продукції відповідно на чинному підприємстві

(об'єкті) до реконструкції, після реконструкції і на новому підприємстві, од. продукції;

C_0, C_1, C_2 - собівартість продукції (попередня, при реконструкції та новому підприємстві);

K_1, K_2 - капітальні вкладення відповідно на реконструкцію і будівництво нового підприємства (об'єкта), грн.;

O_1C_1 - щорічні витрати на виробництво збільшеного обсягу продукції на чинному підприємстві (об'єкті) після його реконструкції, грн.;

$(O_0C_0 + O_2C_2)$ - такі ж витрати на чинному (за умови виробництва на ньому попереднього обсягу продукції) і на новому підприємствах (об'єктах).

Варіант будівництва нового підприємства (об'єкта) забезпечує, як правило, нижчу собівартість продукції, оскільки нові підприємства (об'єкти) будують на більш високому рівні техніки й технологій. Однак капітальні вкладення на його спорудження значно перевищують витрати на реконструкцію чинного виробництва (об'єкта). Коли $K_1 > K_2$ і $C_2 > C_1$, чисельник формули $[O_1C_1 - (O_0C_0 + O_2C_2)]$ визначає економію на собівартості річного випуску продукції, що отримана за умови будівництва нового підприємства (об'єкта), а знаменник $(K_2 - K_1)$ - додаткові капітальні вкладення за цим варіантом.

Коефіцієнт E порівнюють з нормативним E_n . При цьому, якщо $E > E_n$, ефективнішою є реконструкція чинного підприємства, якщо $E < E_n$, ефективнішим є нове будівництво.

Нормативний коефіцієнт економічної ефективності E_n , як визначалось вище, означає мінімальний економічний ефект, який можна отримати внаслідок вкладення капіталу

$$E_n = \frac{1}{T_n}, \quad (3.23)$$

де T_n - нормативний термін окупності, який характеризує максимальний термін, протягом якого може окупитись даний капітал

$$T_n = \frac{1}{E_n}. \quad (3.24)$$

Для визначення ефективності капітальних вкладень у реконструкцію чинного підприємства (об'єкта), коли немає потреби чи змоги споруджувати нове підприємство, порівнюють техніко-економічні показники чинного підприємства (об'єкта) до і після реконструкції, а також коефіцієнт ефективності капітальних вкладень на реконструкцію E з нормативним E_n

$$E = \frac{O_1(C_0 - C_1)}{K_1}. \quad (3.25)$$

Ця формула дає змогу визначати зниження собівартості різного обсягу продукції, що отримана після реконструкції $[O_1(C_0 - C_1)]$, і капітальні вкладення на реконструкцію K_1 . Витрати на реконструкцію ефективні, коли $E > E_n$.

Ефективність капітальних вкладень у реконструкцію визначають також методом порівняння коефіцієнтів виробничих фондів E_p чинного підприємства (об'єкта) після реконструкції $(\Pi_{p_1} : \Phi_1)$ та цього ж підприємства (об'єкта) до реконструкції і нового підприємства (об'єкта), взятих разом, і обчислюють за формулою

$$E_p = (\Pi_{p_0} + \Pi_{p_2}) : (\Phi_0 + \Phi_2), \quad (3.26)$$

де $\Pi_{p_0}, \Pi_{p_1}, \Pi_{p_2}$ - річний прибуток відповідно чинного підприємства (об'єкта) до і після реконструкції та нового підприємства, грн.;

Φ_0, Φ_1, Φ_2 - річні виробничі фонди відповідно чинного підприємства до і після реконструкції та нового підприємства, грн.

Капітальні вкладення в реконструкцію будуть ефективні, якщо

$$(\Pi_{p_1} : \Phi_1) > [(\Pi_{p_0} + \Pi_{p_2}) : (\Phi_0 + \Phi_2)]$$

Порівняльну економічну ефективність капітальних вкладень визначають через зіставлення варіантів реконструкції з новим будівництвом або іншими варіантами реконструкції. При цьому для кожного варіанта обчислюють річні

приведені витрати – суму поточних витрат (собівартості) і капітальних вкладень, приведених до річної величини. Найекономнішим є той варіант, за яким сума приведених витрат буде мінімальною.

Приведені витрати дають змогу визначити не тільки те, який варіант кращий, а й те, наскільки він кращий в абсолютному вияві.

Приведені витрати для варіанта реконструкції (Π_p) обчислюють за формулою

$$\Pi_p = C_p + E_n \cdot (K_p - K_c + B_\phi \pm K_m - E_3), \quad (3.27)$$

для технічного переобладнання (Π_{mn}) – за формулою

$$\Pi_{mn} = C_p + E_n \cdot (K_p + B_\phi + E_3), \quad (3.28)$$

де K_p - капітальні вкладення в оновлення чинного підприємства;

C_p - річна собівартість продукції на реконструйованому підприємстві без урахування реконструкції (без їх відсутності в базовому варіанті проектного рішення);

K_c - витрати на виконання соціальних законів (за тієї самої умови);

B_ϕ - втрати через простой або зниження рівня використання основних виробничих фондів у період проведення реконструктивних робіт;

K_m - різниця економічних оцінок територій, додатково відведених для реконструкції і для нового будівництва;

E_3 - економічний ефект, отримуваний замовником за умови прискореного введення об'єкта в експлуатацію (порівняно з новим будівництвом).

Капітальні вкладення в реконструкцію або технічне переобладнання підприємства визначають з урахуванням основних фондів

$$K_p = B_p - \Phi_6 + \Phi_3 + B_\delta + B_3 + C_n, \quad (3.29)$$

де B_p - витрати на реконструкцію (технічне переобладнання);

Φ_6 - вартість основних фондів, що вивільняються внаслідок реконструкції і передаються для використання на інші підприємства (за їх балансною вартістю);

Φ_3 - залишкова вартість основних фондів, що ліквідуються в процесі реконструкції;

B_0 - витрати на демонтаж;

B_3 - витрати від знесення будівель і споруд у районі здійснення реконструктивних робіт;

C_l - ліквідні суми.

Ліквіди – активи підприємства (готівка, цінні папери, готова продукція, тощо), які можна швидко і легко реалізувати (продати).

ЕФЕКТИВНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ПОРІВНЯЛЬНА

При порівнянні двох варіантів проектних, господарських або технічних рішень усі можливі співвідношення одноразових і поточних витрат зводяться до одного з трьох випадків

$$\begin{aligned} 1. K_1 < K_2; 2. K_1 = K_2; 3. K_1 > K_2, \\ C_1 < C_2; C_1 = C_2; C_1 > C_2, \end{aligned} \quad (3.30)$$

де K_1, K_2 - капітальні вкладення в порівнювані варіанти;

C_1, C_2 - собівартість річного обсягу продукції для тих же варіантів.

У першому випадку, коли й одноразові і поточні витрати для одного з варіантів менші, ніж для другого, немає потреби визначати економічно ефективніший варіант, оскільки він очевидний.

У другому випадку, коли одноразові і поточні витрати для обох варіантів рівні чи відрізняються тільки точністю підрахунків, за показниками економічної ефективності ці варіанти рівнозначні. Тому в цьому разі для виробу кращого варіанта керуються неекономічними критеріями (соціальними, естетичними і т.п.).

У третьому випадку, коли для одного з варіантів одноразові витрати менші, а поточні більші, ніж для другого, виникає потреба зіставлення додаткових капітальних вкладень з економією собівартості річного випуску продукції. Для цього визначають термін окупності додаткових капітальних

вкладень (T) за формулою

$$T = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1}. \quad (3.31)$$

Чисельник цієї формули ($K_1 - K_2$) характеризує додаткові капітальні вкладення для одного з варіантів, а знаменник ($C_2 - C_1$) – зменшення собівартості річного випуску продукції для того ж варіанта.

$$E = \frac{1}{T} = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2}. \quad (3.32)$$

Показники T і E порівнюють із нормативними показниками T_n і E_n . Якщо $T < T_n$, а $E > E_n$, то варіант, що потребує більших капітальних вкладень, є ефективнішим.

Порівнюватись може і більша кількість варіантів. Велику кількість варіантів аналізують за формулою приведених витрат, яка випливає з формули розрахунку коефіцієнта порівняльної ефективності капітальних вкладень. Для цього останню формулу надають у такому вигляді

$$(1 : T_n) \cdot (K_1 - K_2) = C_2 - C_1. \quad (3.33)$$

Після ділення лівої і правої частини на $(1 : T_n)$ та групування отримаємо

$$K_1 + T_n \cdot C_1 = K_2 + T_n \cdot C_2 \quad (9.34)$$

або

$$E_n \cdot K_1 + C_1 = E_n \cdot K_2 + C_2. \quad (3.35)$$

Кращим варіантом є той, за яким сума приведених витрат (B_n) є мінімальною, тобто вираз, поданий вище, записується так

$$B_{n_i} = C_i + E_n \cdot K_i = \min. \quad (3.36)$$

Ця формула визначає приведені витрати.

Можна скористатись і іншою формулою

$$B_{n_i} = C_i + \frac{KB_i}{T_n} \rightarrow \min, \quad (3.37)$$

де C_i - поточні витрати i -го варіанта на одиницю продукції (за врахуванням амортизації основних фондів, на створення яких спрямовуються капітальні

вкладення, що підлягають оцінці);

KB_i - питомі (на одиницю продукції) капітальні вкладення i -го варіанта (визначаються як відношення загальної величини капітальних вкладень до річного обсягу виробництва продукції в натуральних показниках);

T_n - нормативний термін окупності капітальних вкладень;

i - індекс варіанта, $i = 1 \dots n$;

n - кількість варіантів, що порівнюються.

Таким чином, варіант з найменшим значенням B_n вважається найкращим.

Приклад: Визначити найвигідніший варіант технічного заходу (будівництво нового чи реконструкція діючого підприємства, запровадження нового чи реконструкція діючого обладнання) при нормативному коефіцієнті ефективності капітальних вкладень $E_n = 0,2$. При цьому слід також визначити, яким має бути нормативний термін окупності капітальних вкладень, щоб кращих два варіанти були еквівалентними. Показники варіантів наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

№ п/п	Показник	Варіанти		
		I	II	III
1.	Кошторисна вартість заходу, тис. грн.	2560	2520	2800
2.	Собівартість продукції, грн.	230	220	215
3.	Обсяг випуску річної продукції, т/рік	8400	8200	7850

Для визначення кращого варіанта визначаємо зведені витрати.

За першим варіантом

$$B_{n_1} = C_1 + E_n \cdot (K_1 : O_n) = 230 + 0,2 \cdot (2560000 : 8400) = 230 + 61 = 291 \text{ грн} / \text{т}.$$

За другим варіантом

$$B_{n_2} = 220 + 0,2 \cdot (2520000 : 8200) = 220 + 61,5 = 281,5 \text{ грн} / \text{т}.$$

За третім варіантом

$$B_{n_3} = 215 + 0,2 \cdot (2800000 : 7850) = 215 + 71,3 = 286,3 \text{ грн} / \text{т}.$$

Порівнюючи значення зведених витрат за кожним із варіантів, виявляємо, що їх найменша величина досягається за умови застосування другого методу інвестування і становить 281,5. Отже, саме другий варіант є найефективнішим із трьох представлених в таблиці.

Після цього, керуючись рекомендаціями [9], можна перейти до розгляду другого питання щодо того, яким має бути нормативний термін окупності капітальних вкладень для другого і третього варіантів, щоб вони були еквівалентними.

Як зазначалось раніше, коефіцієнт ефективності є зворотнім до терміну окупності. Отже, множення суми капітальних вкладень на нормативний коефіцієнт ефективності E_n буде еквівалентним діленню на нормативний термін окупності T_n .

Нормативному коефіцієнту $E_n = 0,2$ відповідає термін окупності

$$1 : 0,2 = 5 \text{ років.}$$

Для подальшого розгляду у сумі зведених витрат враховуємо не всю величину капітальних вкладень, але лише ту її частину, яка припадає на один рік [9]. Визначаємо, наскільки стійкі переваги кращого варіанта порівняно з найближчим до нього з оглядом на зміни нормативного терміну окупності. Це зробимо при порівнянні другого і третього варіантів вважаючи невідомим термін окупності.

$$215 + (1 : x) \cdot (2800000 : 7850) = 220 + (1 : x) \cdot (2520000 : 8200).$$

Звідси, групуючи ліву і праву частини, отримаємо

$$356,69 \cdot (1 : x) = 5 + 307,23 \cdot (1 : x)$$

чи

$$49,46 \cdot (1 : x) = 5$$

звідки

$$x = 49,46 : 5 = 9,89 \text{ років.}$$

Для перевірки точності розрахунків підставимо значення x у попереднє рівняння (права і ліва його частини мають бути рівні).

$$356,69 \cdot (1 : 9,89) = 5 + 307,23 \cdot (1 : 9,89),$$

або

$$36,06 = 36,06.$$

З отриманого результату можна зробити висновок, що третій варіант може зрівнятись з другим лише при терміні окупності, рівним 9,89 рокам. Тобто, третій варіант не може конкурувати з другим. Таким чином, слід зупинитись на другому варіанті.

При порівнянні більшої кількості варіантів, ніж три користуються «ланцюговим» методом: спочатку порівнюють будь-яку пару варіантів і обирають кращий серед них, потім цей варіант порівнюють з будь-яким наступним і знову обирають кращий, а його порівнюють з тим, що ще не підлягав порівнянню і так продовжують доти, поки не будуть порівняні всі варіанти. Варіант, який буде обраний з останньої пари і буде найбільш ефективним.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ В НОВУ ТЕХНІКУ

Нова техніка – техніка, розроблення якої базується на дослідженнях з використанням сучасних досягнень фізики, хімії, математики, технології і т.д. Новизна такої техніки, як правило, характеризується відсутністю подібних рішень та підтверджується патентами на винаходи. Головним же показником є вагома ефективність нової техніки, запровадження якої суттєво впливає на підвищення економічного рівня як окремого підприємства, так і народного господарства держави в цілому.

Узагальненим критерієм ефективності нової техніки є відношення спричиненого приросту національного доходу, а на інших рівнях управління – приросту продукції до витрат (у порівняльних цінах) на нову техніку.

Ефективність окремих видів техніки оцінюють показником річного економічного ефекту, який розраховують через зіставлення приведених витрат на змінювану (базову) техніку та нову техніку. *Приведені витрати* – це сума собівартості та нормативних відрахувань від капітальних вкладень у виробничі фонди

$$B_{n_i} = C_i + E_n \cdot K_{n_i}, \quad (3.38)$$

де B_{n_i} - приведені витрати за i -тим варіантом техніки на одиницю будівельно-монтажних робіт (продукції), грн.;

C_i - собівартість одиниці будівельно-монтажних робіт (продукції) за i -тим варіантом техніки, грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_{n_i} - питомі капітальні вкладення у виробничі фонди на одиницю будівельно-монтажних робіт (продукції) за i -тим варіантом техніки, грн.

Річний економічний ефект від впровадження нової техніки (E_p^{nm}) обчислюють множенням річного обсягу впровадження (A) на різницю приведених витрат

$$E_p^{nm} = A \cdot (B_{n_1} - B_{n_2}), \quad (3.39)$$

де B_{n_1}, B_{n_2} - приведені витрати відповідно за базовим варіантом та новою технікою.

Комплекс оцінювання ефективності заходів, спрямованих на прискорення науково-технічного прогресу, здійснюють розрахуванням інтегрального економічного ефекту за сумою перевищення вартості результатів впровадження науково-технічних досягнень над вартісною оцінкою сукупних витрат ресурсів за весь час реалізації заходів.

Приведення різночасових витрат і результатів за весь період реалізації заходів до розрахункового року здійснюється множенням їх величини на кожен рік на коефіцієнт приведення α_t , який чисельно може дорівнювати нормативові ефективності капітальних вкладень E_n .

Метод оцінювання результатів реалізації заходів залежить від виду нової техніки. Для нових об'єктів праці використовується формула

$$P_t = \frac{A_t \cdot C_t}{B_t},$$

де P_t - вартісна оцінка результатів;

A_t - обсяг застосування нових об'єктів праці в t -му році;

C_t - ціна одиниці продукції, що випускається з використанням нового об'єкта в t -му році;

B_t - витрати об'єктів праці на одиницю продукції, що витрачається з їх використанням у t -му році.

Для оцінки результатів використання нових засобів праці тривалого користування (P_t) застосовується формула

$$P_t = C_t \cdot A_t \cdot W_t,$$

де C_t - ціна одиниці продукції, що випускається за допомогою нових засобів праці в t -тому році;

A_t - обсяг застосування нових засобів праці в t -му році;

W_t - продуктивність засобів праці в t -му році.

Для визначення цих витрат (B_t) застосовується формула

$$B_t = \sum_{t_k=t_m}^{t_k} (B_{n_t} + K_t - L_t) \cdot \alpha_1, \quad (3.40)$$

де B_t - витрати ресурсів на виробництво (використання) продукції в t -му році;

B_{n_t} - поточні витрати на виробництво (використання) продукції в t -му році без урахування амортизаційних відрахувань на реновацію;

K_t - одноразові витрати на виробництво (використання) продукції в t -му році;

L_t - залишкова вартість (ліквідне сальдо) основних фондів, що вибувають у t -му році.

Для заходів, що відзначаються стабільністю техніко-економічних показників за роками розрахункового періоду, незмінні в роки витрати (B_m) обчислюють за модифікованою моделлю приведених витрат

$$B_m = B_p + (K_p + E_n) \cdot K,$$

де B_p - річні поточні витрати на використання продукції (без урахування амортизації на реновацію);

K_p - коефіцієнт реновації основних фондів на використання продукції, що визначаються з урахуванням фактора часу;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K - одноразові витрати на використання продукції.

Коефіцієнт реновації обчислюють за формулою

$$K_p = \frac{E_n}{(1 + E_n)^{t_{cl}-1}},$$

де t_{cl} - термін служіння засобів та знарядь праці довготривалого використання (див. п. 2.4.8).

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ

При запровадженні нової техніки часто буває корисним використовувати діюче обладнання. В цьому випадку в склад прямих капітальних вкладень (капітальні вкладення в обладнання, в споруди і пристрої, в будівлі, оснащення, інвентар та на створення оборотних фондів) включається його початкова (відновлююча) вартість.

Якщо діюче обладнання внаслідок запровадження технічних заходів ліквідується, капітальні вкладення збільшують на величину втрат, які визначають за формулою

$$K_{cv} = K_{nv} - \frac{K_{nv} \cdot H_{av} \cdot T}{100} - K_{ep} + K_o, \quad (3.41)$$

де K_{cv} - сума втрат від дострокового списання обладнання;

K_{nv} - початкова вартість списаного обладнання;

H_{av} - норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення, %;

T - період експлуатації обладнання, років;

K_{ep} - виручка у випадку реалізації списаного обладнання;

K_o - витрати на демонтаж обладнання.

В роботі [9] для порівняльної оцінки ефективності капітальних вкладень в нову техніку рекомендується використовувати коефіцієнт окупності додаткових капітальних вкладень, що розраховується за формулою

$$F_p = \left(\sum_{i=1}^{T_c} \frac{B_{1i} - B_{2i}}{(1 + E_{nn})^i} \right) : \left(\sum_{i=1-T_{cl}}^{T_c} \frac{K_{2i} - K_{1i}}{(1 + E_{nn})^i} \right), \quad (3.42)$$

де T_c - термін служіння нової техніки;

T_{cn} - найбільший (для проектів, що порівнюються) період часу від початку будівництва до початку експлуатації;

K_{2i}, K_{1i} - капітальні вкладення за варіантами, що порівнюються;

B_{1i}, B_{2i} - поточні витрати виробництва за варіантами без урахування амортизаційних відрахувань.

Для визначення відносної ефективності варіантів капітальних вкладень порівнюється розрахункове значення коефіцієнта (критерію) F_p і нормативне F_n . Величину нормативного коефіцієнта окупності з урахуванням часу визначають за формулою

$$F_n = \frac{1}{T_c} + E_n \cdot \sum_{i=1}^{T_c} \frac{1}{(1 + E_{nn})^i}, \quad (3.43)$$

де E_{nn} - норматив приведення витрат, який використовується у випадках, коли виявляються різними не тільки загальні капітальні і поточні витрати, але і їх розподілення за часом (див. п. 3.3).

У випадках, коли $F_p > F_n$, кращим є більш капіталомісткий варіант.

3.5 ОЦІНКА ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ ПРОЕКТІВ

Оцінка підприємницьких проектів являє собою досить складну і трудомістку розрахункову операцію, для виконання якої необхідна значна за обсягом інформація, котра або відсутня, або недостатня для проведення розрахунків. Тому автори Богатин Ю.В. і Швандар В.А. пропонують спрощений метод економічної оцінки [3].

Зокрема, рекомендується визначати коефіцієнт ефективності капітальних вкладень при порівнянні варіантів за формулою

$$E_e = \frac{(C_2 - C_1)}{K_1 - K_2}, \quad (3.44)$$

де E_e - коефіцієнт ефективності;

C_1, C_2 - собівартість річного обсягу виробництва продукції за варіантами 1 і 2, грн/рік;

K_1, K_2 - відповідно капітальні вкладення у варіанти 1 і 2, грн.

Показник терміну окупності, являє собою зворотний вираз

$$T = \frac{(K_1 - K_2)}{(C_2 - C_1)}, \quad (3.45)$$

де T - термін окупності додаткових капітальних вкладень, роки.

Показник E_e і T порівнюються з раніш установленими нормативами E_n і T_n . Умова доцільності більш капіталомісткого варіанту подається у вигляді наступних нерівностей:

$$E_e > E_n \text{ чи } T < T_n. \quad (3.46)$$

Ці нерівності і в іншому вигляді:

$$\frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2} > E_n \text{ чи } \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} < T_n. \quad (3.47)$$

Для розуміння суті цих нерівностей наводиться приклад, при якому розглядаються два альтернативні варіанта капітальних вкладень. За варіантом 1 собівартість виробництва продукції складає $C_1 = 10000$ грн., за другим – 12000 грн. Потреба в капітальних вкладеннях відповідно складає: $K_1 = 200000$ грн. і $K_2 = 190000$ грн.

При цьому коефіцієнт ефективності капітальних вкладень складе

$$E_e = \frac{12000 - 10000}{200000 - 190000} = 0,2.$$

Величина 0,2 свідчить про те, що додаткові капітальні вкладення дадуть віддачу у розмірі 0,2 грн. економічного ефекту від зниження собівартості продукції на кожну гривню додаткових капітальних вкладень.

Для того, щоб визначитись з тим, наскільки це є добре чи навпаки гірше, неможливо. Для визначення цього приймається норматив ефективності капітальних вкладень $E_n = 0,15$. Після цього з погляду на формулу (3.47) можна сказати, що більш вигідним буде більш капіталомісткий варіант, тобто в даному випадку варіант 1, бо згідно з формулою (3.46) $0,2 > 0,15$.

Проте якщо норматив буде прийнято на рівні $E_n = 0,25$, то більш вигідним стане менш капіталомісткий варіант, тобто варіант 2.

Таким чином, з вищевикладеного виходить, що при виборі кращого варіанту з двох розглядуємих дуже велике значення має величина прийнятого нормативу ефективності додаткових капітальних вкладень E_n , який є нормою.

В умовах планово-директивної системи господарювання значення E_n установлювалось державою в централізованому порядку і відповідало середній нормі рентабельності основних виробничих фондів в народному господарстві. Остання така норма в умовах СРСР була на рівні $E_n = 0,15$ і застосовувалась в розрахунках порівнюючої ефективності капітальних вкладень.

В умовах же ринкової економіки централізовані нормативи вже не діють. І тому кожна фірма має встановлювати для себе значення цих нормативів самостійно і незалежно від інших фірм [3]. Проте існують певні рамки, які визначаються урахуванням чистих дивідендів, що виплачуються на грошові кошти, вкладені по річному депозиту у високонадійний банк (в даному випадку депозит означає грошові або цінні папери, віддані на зберігання до банку чи інших фінансово-кредитних установ. Грошові вклади підприємств і установ до банків є основним джерелом банківських кредитних ресурсів. (Прим. авторів). Тоді у підприємця виникає альтернатива дещо по іншому використати вільні грошові ресурси, отримуючи гарантований дохід від їх вкладення на один рік у вказаний банк. Саме цей дохід і може прийматись в якості норми ефективності вкладень вільних грошових ресурсів.

Таким чином, підприємець може вкласти гроші в конкретний проект, який при його реалізації принесе на кожну гривню капітальних витрат ефект на економії поточних витрат, скажімо, 0,3 грн. Проте можна не вкладати вільні гроші в проект, а покласти їх в банк, де можна гарантовано отримувати чисті дивіденди (дивіденд – частка чистого прибутку) в розмірі, скажімо, 0,2 грн. Ось ця остання цифра і буде тим самим орієнтиром, за яким підприємець буде співставляти свої можливі доходи від реалізації проектного рішення.

Якщо отримані від проекту доходи будуть більші, ніж він може

отримати в банку, то належить, очевидно, вкласти гроші в реалізацію проекту. Якщо ж проект дасть дохід менший, чим гарантує банк, то краще використати банківський депозит. Звідси виходить, що гарантований дивіденд і є той самий норматив ефективності додаткових капітальних вкладень.

Головним же критерієм відбору кращого варіанту вкладень серед скільки завгодно великої кількості альтернативних варіантів є критерій мінімуму приведених витрат

$$B_n = C + E_n \cdot K \rightarrow \min. \quad (3.48)$$

Розглянемо три можливі варіанти з наступними вихідними даними:

I	II	III
$C_1 = 40000$ грн./рік	$C_2 = 43000$ грн./рік	$C_3 = 48000$ грн./рік
$K_1 = 260000$ грн.	$K_2 = 230000$ грн.	$K_3 = 195000$ грн.

Нормативний коефіцієнт приймаємо у розмірі $E_n = 0,2$.

Тоді приведені витрати за варіантами складуть:

Перший	$B_n = 40000 + 0,2 \cdot 260000 = 92000$ грн.
Другий	$B_n = 43000 + 0,2 \cdot 230000 = 89000$ грн.
Третій	$B_n = 48000 + 0,2 \cdot 195000 = 87000$ грн.

Звідси виходить, що кращим варіантом є третій.

Крім того, в роботі [3], посилаючись на те, що в умовах ринку використаний критерій мінімуму приведених витрат виявився обмеженим, а його застосування далеко не завжди давало можливість відібрати кращий варіант проектного рішення, пропонується використовувати універсальний критерій порівнюючої економічної ефективності додаткових вкладень за формулою

$$E_n = N \cdot [C - (C + E_n \cdot K_n)] \rightarrow \max, \quad (3.49)$$

де N - річний обсяг виробництва продукції;

C - ціна реалізації одиниці продукції;

C - собівартість продукції;

K_n - питомі капітальні вкладення на одиницю продукції.

В цьому випадку за кращий варіант вибирається той, що створює

найбільший економічний ефект.

Для пояснення наведемо приклад для трьох варіантів технологічного процесу, які відрізняються кількістю випускаємої продукції і її якістю, поточними і капітальними витратами при нормативному коефіцієнті ефективності додаткових капітальних вкладень $E_n = 0,25$.

Вихідні дані для варіантів:

I	II	III
$N_1 = 17000$ виробів/рік	$N_2 = 14500$ виробів/рік	$N_3 = 15500$ виробів/рік
$C_1 = 25$ грн./шт.	$C_2 = 21$ грн./шт.	$C_3 = 20$ грн./шт.
$C_1 = 15$ грн./шт.	$C_2 = 15$ грн./шт.	$C_3 = 14$ грн./шт.
$K_{n_1} = 22$ грн./шт.	$K_{n_2} = 20$ грн./шт.	$K_{n_3} = 19$ грн./шт.

Тоді приведений ефект за варіантами складе:

$$E_{n_1} = 17000 \cdot [25 - (15 + 0,25 \cdot 22)] = 76500 \text{ грн./рік.}$$

$$E_{n_2} = 14500 \cdot [21 - (15 + 0,25 \cdot 20)] = 14500 \text{ грн./рік.}$$

$$E_{n_3} = 15500 \cdot [20 - (14 + 0,25 \cdot 19)] = 19375 \text{ грн./рік.}$$

Із отриманих результатів виходить, що самим вигідним виявляється перший варіант. У нього самий великий приведений ефект за рік експлуатації об'єкта і отриманий він за рахунок більшої продуктивності і кращої якості продукції.

Проте, як відмічають автори роботи [3], показник приведених витрат має серйозний недолік, пов'язаний з тим, що сфера його можливого використання дуже обмежена. А для того, щоб застосування цього критерію давало об'єктивний результат, необхідно витримувати наступні умови:

Умова 1. У всіх порівнюючих варіантів річний обсяг виробництва продукції має бути абсолютно однаковим.

Умова 2. У всіх варіантів якість продукції має бути однаковою.

Умова 3. Всі варіанти мають пройти попередню експертизу стосовно абсолютної оцінки ефективності (може бути прийнята з урахуванням економічних, соціальних, політичних, екологічних і інших критеріїв).

Умова 4. Річний обсяг виробництва і якість випускаємої продукції за роками життєвого циклу проекту мають залишатись постійними для повного і об'єктивного співставлення витрат.

Умова 5. Норма порівнюючої економічної ефективності капітальних вкладень E_n має залишатись постійною на протязі усього життєвого циклу проекту і не змінюватись з роками вказаного періоду.

Умова 6. Ціни на використовуємі виробничі ресурси мають залишатись постійними на протязі усього життєвого циклу проекту.

Звідси виходить, що формула (3.49) не враховує всіх наведених умов, а, отже, не дозволяє досягти належної точності розрахунків. Тому автори цієї формули рекомендують звертатись до системи показників, що використовуються в світовій економіці і які, як стверджують автори, повністю ураховують всі ринкові умови і забезпечують добрий розрахунковий результат при виборі і обґрунтуванні варіантів проектних рішень. Але ми вважаємо, що для студентських проектів наведена методика цілком прийнятна, тим більш, що через відсутність у вітчизняній економіці до цього часу чіткої методики визначення накладних відрахувань головні похибки будуть виникати при визначенні витрат, призначених на розробку і запровадження технічних рішень.

Показник чистого приведенного доходу (все те, що підприємець отримає зверх загальних витрат – основних і додаткових) в роботі [3] рекомендується визначати за формулою

$$C_{nd} = \sum_{i=0}^T \frac{D_i}{(1+q_n)^i} - \sum_{i=0}^T \frac{K_i}{(1+q_n)^i} > 0, \quad (3.50)$$

де C_{nd} - чистий приведений дохід за життєвий цикл проекту;

D_i - величина доходу в i -му часовому інтервалі,

$$D_i = J_i \cdot (B_i - C_i); \quad (3.51)$$

J_i - величина інфляційного коефіцієнта в i -му часовому інтервалі,

$$J = \frac{\Phi_u \cdot B_1 - \Phi_p \cdot C}{\Phi_e \cdot (B_1 - C)}; \quad (3.52)$$

B_1, B_i - відповідно виторг (виручка) в першому та i -му часових інтервалах;
 C_1, C_i - відповідно сумарні витрати в першому та i -му часових інтервалах;
 K_i - коефіцієнт, який визначається за формулою

$$K_i = \Phi_{\epsilon_i} \cdot R_i; \quad (3.53)$$

$\Phi_{\epsilon}, \Phi_{\epsilon_i}$ - відповідно коефіцієнти інфляції національної валюти за перший часовий інтервал і коефіцієнт інфляції національної валюти від початку інвестування до i -го часового інтервалу;

R_i - інвестиційні платежі за проектом в i -му часовому інтервалі без урахування інфляції;

q_n - норматив дисконтування витрат і результатів проекту, приймаємий на момент початку його життєвого циклу

$$q_n = q_z + q_c + q_o; \quad (3.54)$$

q_z - гарантована норма отримання дивідендів на вкладений капітал у високонадійному банку (в частках від одиниці);

q_c - страхова норма, враховуюча ризик вкладень (в частках від одиниці);

q_o - мінімальна межа дохідності проекту (в частках від одиниці);

T - кількість часових інтервалів в життєвому циклі проекту (тривалість часового інтервалу встановлюється раніш: один, два, три місяці і т.д.).

Коефіцієнт Φ_{ϵ_i} розраховується за формулою

$$\Phi_{\epsilon_i} = (1 + I_1) \cdot (1 + I_2) \cdot (1 + I_3) \cdot \dots \cdot (1 + I_n), \quad (3.55)$$

I_3, \dots, I_n - темпи інфляції національної валюти у відповідному часовому інтервалі (в частках від одиниці).

Для пояснення методики визначення q_{nd} скористаємось прикладом, наведеним в роботі [3].

Дані для розрахунків наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Порядковий номер часового інтервалу	Інвестиційні вкладення, тис. грн.	Доходи підприємства, тис. грн.	Порядковий номер часового інтервалу	Інвестиційні вкладення, тис. грн.	Доходи підприємства, тис. грн.
0	1235	-	10	-	600
1	1874	-	11	-	600
2	1963	-	12	-	600
3	-	502	13	-	600
4	-	520	14	-	600
5	-	540	15	-	600
6	-	550	16	-	600
7	-	560	17	-	600
8	-	580	18	-	600
9	-	600	19	-	600

Додатково прийнято норматив дисконтування $q_n = 0,06$. його величина складається з наступних елементів: $q_z = 0,035$; $q_c = 0,01$; $q_o = 0,015$. Тоді після підстановки вихідних даних в формулу (3.50) отримаємо

$$\begin{aligned}
Q_{нд} &= \left(\frac{502}{1,06^3} + \frac{520}{1,06^4} + \frac{540}{1,06^5} + \frac{550}{1,06^6} + \frac{560}{1,06^7} + \frac{580}{1,06^8} + \frac{600}{1,06^9} + \frac{600}{1,06^{10}} + \frac{600}{1,06^{11}} + \frac{600}{1,06^{12}} + \right. \\
&\quad \left. + \frac{600}{1,06^{13}} + \frac{600}{1,06^{14}} + \frac{600}{1,06^{15}} + \frac{600}{1,06^{16}} + \frac{600}{1,06^{17}} + \frac{600}{1,06^{18}} \right) - \left(\frac{1235}{1,06^0} + \frac{1874}{1,06^1} + \frac{1963}{1,06^2} \right) = \\
&= (421,49 + 411,89 + 403,52 + 365,79 + 351,36 + 363,91 + 355,13 + 335,04 + 316,07 + \\
&\quad + 298,18 + 281,31 + 265,38 + 250,36 + 236,19 + 222,28 + 210,21) - \\
&\quad - (1235 + 1767,92 + 1747,06) = 5131,71 - 4749,99 = 381,72 \text{ тис. грн.}
\end{aligned}$$

Отримана цифра означає, що майбутній дохід повністю відшкодує здійснені інвестиції і на додаток забезпечить підприємцю чистий дохід в указаному розмірі. При цьому в отриману суму доходу не включені упущений зиск (вигода) і страховка, а також не враховується раніше встановлене обмеження в мінімальному доході. Таким чином, загалом достеменний дохід підприємства буде значно більше розрахункової суми.

Крім показника чистого приведенного доходу на підприємствах середнього бізнесу для оцінки ефективності проектного рішення широко застосовується показник рентабельності інвестицій. Його сутність полягає в тому, що він характеризує частку чистого приведенного доходу, що припадає на одиницю дисконтованих до початку життєвого циклу проекту інвестиційних

вкладень. Визначається показник рентабельності за формулою

$$P = \frac{\sum_{i=0}^T \frac{D_i}{(1+q_H)^i}}{\sum_{i=0}^T \frac{K_i}{(1+q_H)^i}} - 1 > 0. \quad (3.56)$$

В цій формулі її члени мають ті ж самі позначення, що і в формулі (3.50), а також і розраховані частини. То ж залишається лише підставити їх в формулу (3.56). Тоді

$$P = \frac{5131,71}{4749,99} - 1 = 0,0804.$$

Отримана цифра означає, що вибравши даний варіант, інвестор повністю поверне свої інвестиційні вкладення за життєвий цикл проекту і на додачу до цього отримає чистий дисконтований дохід в розмірі близько 8% авансованої суми платежів.

Інші показники (собівартість, термін окупності і інші) визначаються за загальними методами.

3.6 ОЦІНКА РІВНЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ РІШЕНЬ

У загальному випадку результатом науково-дослідницької роботи (НДР) є досягнення наукового, науково-технічного, економічного або соціального ефекту. Частіш в студентських роботах розглядається питання науково-технічного ефекту, який може оцінюватись коефіцієнтом науково-технічної ефективності [10]

$$K_{nte} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^n \alpha_j^H \cdot \bar{B}_{jk}}{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \alpha_j^H \cdot B_{jk_{\max}}}, \quad (3.57)$$

де α_j^H - нормована величина коефіцієнта вагомості j -го фактора науково-технічної ефективності;

\bar{B}_{jk} - середнє значення бала, який виставляють експерти (викладачі, провідні фахівці підприємств і організацій) k -й якості j -го фактора;

B_{jk} - максимально можлива величина бала;

m - кількість якостей, які характеризують j -й фактор;

n - кількість факторів.

Чим більше значення K_{nte} , тим вищий рівень науково-технічної ефективності НДР. Величину K_{nte} визначають експертним шляхом не менш як три експерти за 10-ти бальною шкалою. \bar{B}_{jk} визначається як середнє арифметичне з 3-х значень.

Нормовані значення α_j^n наведені в табл. 3.6, а фактори та їх якості в табл. 3.7. Результати визначення K_{nte} оформлюють у вигляді таблиці 3.8.

Таблиця 3.6

№ п/п	Фактор (j)	α_j^n
1	Новизна очікуваних або отриманих результатів	0,25
2	Глибина наукового опрацювання	0,18
3	Ступінь ймовірності успіху	0,07
4	Перспективність використання результатів	0,25
5	Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6	Завершеність отриманих результатів	0,10
	Разом	1,0

Таблиця 3.7

№ п/п	Фактор н/т ефективності	Якість фактора	Змістовна характеристика фактора	Бальна оцінка ($B_{jk_{\max}}$)
1	2	3	4	5
1	Новизна отриманих або запланованих результатів	Висока	Отримано принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблено нову теорію, відкрито нову закономірність.	10
		Середня	Встановлення деяких часткових закономірностей, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки.	7
		Недостатня	Позитивне розв'язання поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, поширення відомих наукових принципів на нові об'єкти.	3
		Тривіальна	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди.	1
2	Глибина наукового опрацювання	Істотна	Виконано складні теоретичні розрахунки, результати яких перевірені численними експериментальними даними.	10
		Середня	Складність теоретичних розрахунків невисока, результати перевірені обмеженою кількістю експериментальних даних.	6
		Неістотна	Прості теоретичні розрахунки, експериментальну перевірку не проводили.	1
3	Ступінь ймовірності успіху	Значна	Успіх дуже можливий, висока ймовірність позитивного розв'язання поставлених задач.	10
		Помірна	Поставлені задачі теоретично та технічно є такими, які реалізуються, можливий успіх.	6
		Незначна	Теоретично реалізується, досягається, але ідея ризикована, успіх дуже сумнівний.	1
4	Перспективність використання результатів	Першочергова можливість	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку споріднених наук.	10
		Важлива	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку під час розробки нових технічних рішень, направлених на істотне підвищення продуктивності суспільної праці.	8
		Корисна	Результати будуть використані під час проведення наступних науково-дослідницьких і проектних робіт, розроблення нових технічних рішень у конкретній галузі.	5

Продовження таблиці 3.7

5	Масштаб можливої реалізації результатів	Багатогалузевий (наскрізний)	Строк впровадження, роки: до 2 до 4 до 6 більше ніж 6	10 8 6 4
		Галузевий	Строк впровадження, роки: до 2 до 4 до 6 більше ніж 6	8 7 5 3
		Окремі організації та підприємства	Строк впровадження, роки: до 2 до 4 до 6 більше ніж 6	4 3 2 1
6	Завершеність отриманих результатів	Висока	Методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	10
		Середня	Технічне завдання на прикладну НДР	8
		Достатня	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції.	6
		Недостатня	Огляд, інформаційне повідомлення	3

Таблиця 3.8

№ п/п	Фактор науково-технічної ефективності	Якість фактора	Характеристика фактора	Експертні оцінки B_{jk}			\bar{B}_{jk}	$B_{jk_{max}}$
				1	2	3		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
$K_{НТЕ}$								

3.7 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ СЛУЖІННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ АГРЕГАТІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

Основними факторами, що впливають на розрахунки економічної доцільності терміну служіння металургійних агрегатів та обладнання, є наступні:

- час настання морального зносу, який залежить від темпів технічного

прогресу;

- тривалість за рахунок модернізації обладнання, що «знімає» моральний знос;
- наявність обладнання, яке може бути направлено на заміну старого;
- віковий ценз обладнання (частка морально застарілого);
- висока вартість капітальних ремонтів;
- направленість технічної політики в державі (переважно екстенсивне чи інтенсивне оновлення основних фондів) і т.п.

Обмеженість капітальних вкладень вимушує порівнювати варіанти, що конкурують за величиною економічного ефекту не тільки за короткий проміжок часу, але й на протязі декількох років. Це надає можливість прослідкувати хоча б на близьку перспективу наслідки здійснення того чи іншого технічного заходу.

Залежність між річною величиною амортизації і терміном служіння обладнання можна визначити за прямолінійним методом [30]:

$$A = (C_e - C_n) / T, \quad (3.58)$$

де A - річна величина амортизації, грн.;

C_e - відновлювальна вартість обладнання, грн.;

C_n - ліквідаційна вартість обладнання до кінця періоду T , грн.;

T - термін служіння обладнання, років.

Допускаючи лінійний характер змінення відновлювальної вартості від зниження чи підвищення цін на обладнання ($\pm\alpha$), величину відновлювальної вартості в будь-якому році експлуатації обладнання можна визначити за формулою [14]

$$C_e = C_n \cdot (100 \pm \alpha \cdot T) / 100, \quad (3.59)$$

де C_n - початкова вартість обладнання.

Допустимий середньорічний відсоток збільшення відновлювальної вартості $\alpha = 0,5\%$.

Якщо подальше використання обладнання з його призначенням

неможливе, то ліквідаційна вартість C_d визначається за ціною металобрухту за відрахуванням витрат з його ліквідації плюс вартість вузлів і механізмів, які можуть бути використані в якості запасних частин. По мірі збільшення нормативного терміну служіння обладнання ліквідаційна вартість має також тенденцію на змінення внаслідок зниження чи підвищення цін на метал і запасні частини. Зазвичай ліквідаційна вартість складає відносно незначну величину (в межах 5...10% від початкової вартості), то, як рекомендується в роботі [14], зміненням її можна знехтувати і прийняти величину C_d постійною на протязі усього терміну служіння обладнання.

З урахуванням формули (3.59) залежність річних амортизаційних відрахувань на повне відновлення обладнання від терміну його служіння можна визначити за формулою [14]

$$A = [C_n \cdot (100 \pm \alpha \cdot T) \cdot (1 - \varphi)] / 100 \cdot T, \quad (3.60)$$

де φ - ліквідаційна вартість обладнання в частках від початкової вартості ($\varphi = 0,05...0,10$).

Приклад: Початкова вартість обладнання (агрегату, механізму і т.п.) складає $C_n = 2650$ тис. грн., допустимий середньорічний відсоток збільшення відновлювальної вартості – $\alpha = 0,5\%$ і $\varphi = 0,10$. Підставивши ці дані у формулу (3.60), отримаємо таку залежність

$$A = \frac{2650000 \cdot (100 + 0,5 \cdot T) \cdot (1,0 - 0,10)}{100 \cdot T} = \frac{2385000 + 11925 \cdot T}{T}.$$

При 10-ти річному використанні відновлювальна вартість обладнання складатиме

$$A = \frac{2385000 + 11925 \cdot 10}{10} = 250425 \text{ грн.}$$

Таким чином, маючи величину відновлювальної вартості і відомості про вартість нового обладнання можна зробити висновки про доцільність подальшого використання даного обладнання. Але при цьому слід урахувати і інші характеристики нового обладнання, основними серед яких мають бути продуктивність і якість виготовлюваної продукції. Якщо звернутись до

наведеного прикладу, то відновлювальна вартість буде суттєво нижча за вартість нового обладнання. Тому головними і визначальними показниками будуть продуктивність чи якість виготовлюємої продукції. При цьому для визначення доцільності запровадження нового обладнання з більш високою продуктивністю можна скористатись формулою (3.4), а при визначенні доцільності через підвищення якості продукції слід виходити з порівняння цін на готову продукцію до і після реалізації технічного заходу.

В роботі [9] формула коефіцієнта ефективності витрат на капітальний ремонт виводиться з умови доцільності цих витрат

$$R_i + C_e < P_n \cdot L \cdot \beta + C_a, \quad (3.61)$$

де R_i - витрати на капітальний ремонт;

C_e - величина перевищення витрат на експлуатацію відремонтованого устаткування порівняно з новим;

P_n - ціна нового устаткування;

L - коефіцієнт, що визначається діленням продуктивності капітально відремонтованої машини до продуктивності нової машини;

β - коефіцієнт, що показує співвідношення ремонтного циклу відремонтованої машини;

C_a - збитки, що виникають внаслідок недоамортизації старої машини.

Основою даного підходу є порівняння вартості ремонту (R_i) та вартості нової машини. Але простим зіставленням цих величин не можливо установити переваги ремонту над заміною машини. Тому слід врахувати (і в цій методиці) різницю в поточних витратах при використанні відремонтованої машини порівняно з варіантом експлуатації нової (відремонтоване обладнання, як правило, більш дороге в експлуатації), різницю в продуктивності (навіть при однакових заданих продуктивностях, нова може бути продуктивнішою внаслідок вищої надійності і безвідмовної роботи) та економію, що виникне в подальшому завдяки зменшенню кількості ремонтів. При цьому слід врахувати і витрати від недоамортизації старої машини, які визначаються як

різниця її залишкової та ліквідаційної вартості.

В тій же роботі наводиться і інша залежність для визначення ефективності капітального ремонту

$$P_k + C_p < (K_n + C_n) \cdot \alpha_n \cdot \beta + C_a, \quad (3.62)$$

де P_k - вартість замінюваних частин при капітальному ремонті;

C_p - витрати на заробітну плату при ремонті та експлуатаційні витрати;

K_n - витрати на придбання та встановлення нової машини;

C_n - експлуатаційні витрати на новій машині;

C_a - витрати від недоамортизації діючої машини;

α_n - коефіцієнт, що характеризує співвідношення продуктивності діючого та нового устаткування;

β - коефіцієнт, що відображає співвідношення ремонтного циклу діючого та нового устаткування.

Через зазначену нерівність (3.62) формула для визначення коефіцієнта ефективності витрат на здійснення капітального ремонту має вигляд

$$E_p = 1 - \frac{P_k + C_p}{(K_n + C_n) \cdot \alpha \cdot \beta + C_a}. \quad (3.63)$$

При одночасному проведенні капітального ремонту і модернізації формула (3.63) буде мати дещо інший вигляд

$$E_p = 1 - \frac{P_k + C_p + C_m}{(K_n + C_n) \cdot \alpha \cdot \beta + C_a}, \quad (3.64)$$

де C_m - витрати на модернізацію.

Якщо розрахунковий коефіцієнт E_p має плюсове значення, капітальний ремонт доцільний, за мінусового значення – недоцільний, за нульового варіанту – порівнювані варіанти рівноцінні.

Приклад: Розрахувати доцільність капітального ремонту машини при наступних даних: $P_k = 48000$ грн.; $C_p = 12000$ грн.; $K_n = 125000$ грн.; $C_n = 1200$ грн.; $C_a = 1800$ грн.; $\alpha_n = 1,3$; $\beta = 2$.

Тоді

$$E_p = 1 - \frac{48000 + 12000}{(125000 + 1200) \cdot 1,3 \cdot 2 + 1800} = 0,82.$$

Звідси видно, що $E_p > 0$ і отже проведення капітального ремонту є доцільним.

В той же час є питання одночасного проведення капітального ремонту і модернізації з доведенням показників старої машини до нової. Це пов'язано з тим, що стара машина потребує повної заміни усіх складових, крім, хіба що, металоконструкції. До того ж виготовлення нових деталей передач (та інших) обійдеться значно дорожче (через невідпрацьованість технології виготовлення), чим в новій машині, де технологія виготовлення на потоці доведена майже до повної досконалості.

В зв'язку з цим тут необхідно провести достатньо точні розрахунки витрат на проектування та виготовлення усього обладнання, яке потрібне для модернізації, перед тим як приступити до визначення коефіцієнта E_p .

3.8 ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОЇ ВАРТОСТІ ОСНОВНИХ ФОНДІВ

В багатьох випадках при визначенні економічної ефективності доводиться мати справу з таким поняттям як «Залишкова вартість».

Тут можуть бути розглянуті три наступні випадки [15]:

1. Мова може йти про створення в ході заходу чи ранніх фондах, які вивільняються в році t за непотрібністю або в зв'язку із завершенням заходу і можуть до кінця свого терміну служіння ефективно використовуватись десь в інших сферах господарства;

2. Мова може йти про фонди в кінці розрахункового періоду, що відслужували лише частину свого терміну і ефективно функціонуючих;

3. Мова може йти про фонди, що вивільнюються за непотрібністю в році t , які ніде більш за своїм призначенням не можуть бути використані.

Якщо початкова вартість фондів була Φ_o і оптимальний термін служіння рівний T_c , а до року t вони відслужили тільки частину цього терміну, наприклад, $\tau < T_{cl}$, то залишкова вартість фондів, що вивільняються в рік t , може бути визначена за формулою [15]:

$$L_\tau = \Phi_o - (\Phi_o - \Phi_l) \sum_{S=1}^{S=\tau} \frac{E_n + k_{p(S)}}{(1 + E_n)^{S-\tau}},$$

де Φ_o - початкова вартість фондів;

Φ_l - ліквідаційне сальдо розглядуємих фондів;

$E_n = 0,1$ - нормативний коефіцієнт приведення різночасових витрат;

τ - термін, на кінець якого має визначитись залишкова вартість;

$k_{p(S)}$ - норма реноваційних відрахувань в році S (у випадку змінної за роками норми).

Якщо величина $k_{p(S)}$ приймається постійною за роками і розраховується з урахуванням фактору часу, то залишкова вартість визначається за формулою:

$$L_\tau = (\Phi_o - \Phi_l) \frac{(1 + E_n)^{T_c} - (1 + E_n)^\tau}{(1 + E_n)^{T_c} - 1} + \Phi_l.$$

Приклад: Маємо наступні дані: $\Phi_o = 5,0$ млн.грн.; $T_c = 8$ років; $\Phi_l = 0,05 \cdot \Phi_o$ (де 0,05 – ліквідаційна вартість φ , див. п. «Визначення оптимального терміну служіння...»); $E_n = 0,1$; $\tau = 5$ років.

Тоді

$$L_\tau = (5,0 - 5,0 \cdot 0,05) \cdot \frac{(1 + 0,1)^8 - (1 + 0,1)^5}{(1 + 0,1)^8 - 1} + 5,0 \cdot 0,05 = 2,458 \text{ млн.грн.}$$

При визначенні L_τ можна користуватись і іншою формулою:

$$L_\tau = \Phi_l + (\Phi_o - \Phi_l) \cdot \frac{E_n + k_p}{E_n + k'_p},$$

де k_p - норма реновації відповідно терміну служіння T_c ;

k'_p - норма реновації відповідно терміну служіння $T_c - \tau$.

Для нашого випадку:

$$k_p = \frac{E_n}{(1 + E_n)^{T_c} - 1} = \frac{0,1}{(1 + 0,1)^8 - 1} = 0,087;$$

$$k'_p = \frac{E_n}{(1 + E_n)^{(T_c - \tau)} - 1} = \frac{0,1}{(1 + 0,1)^{(8-5)} - 1} = 0,302.$$

Тоді

$$L_\tau = 5,0 \cdot 0,05 + (5,0 - 5,0 \cdot 0,05) \cdot \frac{0,1 + 0,087}{0,1 + 0,302} \approx 2,458 \text{ млн.грн.}$$

З наведеного останнього рішення видно, що результати, отримані за обома формулами, співпадають. Отже можна користуватись обома формулами.

На закінчення зауважимо, що при визначенні залишкової вартості необхідно знати значення оптимального терміну служіння T_c , який можна в'яснити за допомогою техдокументації на об'єкт, що підлягає заміні. В крайньому випадку значення T_c можуть підказати фахівці, що обслуговують цей об'єкт. Якщо ж така нагода не трапляється, то слід провести розрахунки, методика яких викладена в попередньому пункті «Визначення оптимального терміну служіння...».

3.9 ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РЕМОНТІВ

В деяких випадках можуть розглядатись питання, що пов'язані з економічними показниками ремонтів, наприклад, при визначенні економічного ефекту за рахунок змінення термінів і тривалості ремонтів. При цьому може використовуватись такий показник як трудомісткість.

В основу нормативів трудомісткості покладена пропорційна залежність витрат праці при ремонті обладнання від його конструктивних і ремонтних особливостей, що виражена в одиницях ремонтної складності та визначає так звану «категорію ремонтної складності» (КРС) обладнання.

За одиницю ремонтної складності прийнята складність ремонту умовного механізму-еталону, трудомісткість капітального ремонту якого

складає 100 люд.-годин. Цьому еталону привласнена перша категорія складності (1 КРС).

Категорія ремонтної складності будь-якого виду механічного обладнання KPC_i визначається шляхом зіставлення трудомісткостей його капітального ремонту і капітального ремонту еталонного механізму [28]

$$KPC_i = T_{кр} : Ч_{кр}, \quad (3.65)$$

де $T_{кр}$ - трудомісткість капітального ремонту даного виду устаткування, люд.-год.;

$Ч_{кр}$ - нормативна трудомісткість капітального ремонту механізму-еталону, категорія ремонтної складності якого рівна одній одиниці, люд.-год.

Наприклад, якщо трудомісткість капітального ремонту якого-небудь механізму рівна 800 люд.-год., то категорія його ремонтної складності складе:

$$800 : 100 = 8 \text{ КРС.}$$

Під трудомісткістю припускається розмір трудових витрат, необхідних для виконання нормального об'єму слюсарно-складальних і механомонтажних робіт, що забезпечують відновлення працездатності ремонтovanого об'єкту, без урахування робіт по виготовленню і відновленню запасних частин, з реконструкції та модернізації обладнання, тощо.

При відомому значенні категорії ремонтної складності обладнання трудові витрати на поточні ремонти визначаються із співвідношення [28]

$$\begin{aligned} T_{n_1} &= Ч_{n_1} \cdot KPC; \\ T_{n_2} &= Ч_{n_2} \cdot KPC; \\ T_{n_3} &= Ч_{n_3} \cdot KPC; \\ T_{кр} &= Ч_{кр} \cdot KPC, \end{aligned} \quad (3.66)$$

де $Ч_{n_1}, Ч_{n_2}, Ч_{n_3}, Ч_{кр}$ - нормативи витрат праці на одну одиницю ремонтної складності для поточних T_1, T_2, T_3 і капітального T_k ремонтів.

Нормативи витрат праці на слюсарно-складальні і механомонтажні роботи на одну одиницю ремонтної складності при виконанні поточних і капітальних ремонтів обладнання приведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Вид механічного обладнання	Норматив витрат праці на одиницю ремонтної складності (люд.-год.)			
	$Ч_{n_1}$	$Ч_{n_2}$	$Ч_{n_3}$	$Ч_{кр}$
1	2	3	4	5
Загальногалузеве, підйомне-транспортне і цехів коксових, агломераційних, з виробництва окатишів, мартенівських, конверторних, доменних.	1,5	5,0	8,0	Для всіх видів устаткування 25,0
Гірничошахтне.	1,5	3,0	6,0	
Кар'єрне.	1,0	3,0	6,0	
Рудозбагачувальне, вуглепідготовчих цехів коксохімічного виробництва.	2,0	4,5	8,0	Для всіх видів устаткування 25,0
Електросталеплавильних і феросплавних цехів	3,0	6,0	-	
Хімічних цехів.	3,5	-	-	
Прокатних МБЛЗ, вогнетривких цехів.	2,0	6,0	10,0	
Трубопрокатних цехів.	2,0	4,0	-	
Цехів переробка металобрухту.	2,0	5,0	-	
Труболиварних цехів.	1,0	4,0	-	25,0

Приклад: Визначити нормативну трудомісткість поточних і капітального ремонтів конусної дробарки крупного подрібнення типу ККД-1500/300А. Конусні дробарки відносяться до загальногалузевого устаткування.

Категорія ремонтної складності дробарки цього типу дорівнює 50 одиницям ($KPC = 50$) і для неї передбачені ремонти T_1 , T_2 , і K . Згідно з таблицею для загальногалузевого устаткування нормативи витрат на поточні ремонти T_1 , T_2 і капітальний $T_{кр}$ складають

$$Ч_{n_1} = 1,5; Ч_{n_2} = 5; Ч_{кр} = 25.$$

Отже, нормативна трудомісткість ремонтів конусної дробарки вказаного типу становить (формули 9.66)

$$T_{n_1} = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{n_2} = 5 \cdot 50 = 250 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{кр} = 25 \cdot 50 = 1250 \text{ люд.-год.}$$

Через значення трудомісткості, задавшись кількістю робітників, можна розрахувати час на проведення ремонту і, отже, витрати на їх заробітну плату,

долучивши її до інших витрат на ремонт.

Проте значно простіше користуватись довідковими матеріалами у формі положень про ремонти, в яких наведено конкретні нормативні значення не тільки з КРС, а інші дані (періодичність, структура ремонтного циклу, трудомісткість) [20, 29]. Так, наприклад, для дробарки ККД-1500/300А згідно з [29] маємо наступні дані:

для T_1 - періодичність 30 діб, тривалість 24 години, КРС = 50, трудомісткість 75 люд.-год.;

для T_2 - періодичність 90 діб, тривалість 24 години, КРС = 50, трудомісткість 250 люд.-год.;

для K - періодичність 4 роки, тривалість 120 годин, КРС = 50, трудомісткість 1250 люд.-год.

До загальних показників відносяться: структура циклу $32T_1 + 15T_2 + K$; трудомісткість за рік експлуатації поточних ремонтів 1600 годин; трудомісткість загальна в рік проведення капітального ремонту 2600 годин.

3.10 ПРОСТІ СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

За показники в цьому методі приймаються *термін окупності інвестицій* та *норма прибутку на капітал* [21].

МЕТОД ОЦІНКИ ЗА ТЕРМІНОМ ОКУПНОСТІ

Період окупності розрахунковий тут порівнюється з тим часом, яке вважається економічно виправданим для реалізації проекту.

Термін окупності визначається за формулою:

$$TO = K_{ек} : \Pi_{cp}, \quad (3.67)$$

де $K_{ек}$ - капітал (інвестиційні засоби), вкладені у проект, гр.од.;

$ГП_{cp}$ - середній за період грошовий потік (іноді приймається спрощений варіант без урахування амортизації), гр.од.;

Для розрахунку точної кількості місяців в останньому році окупності проекту використовується формула:

$$n_m = 12 \cdot \frac{K - \sum_1^{i-1} ГП}{ГП_i}, \quad (3.68)$$

де K - вкладений у проект капітал, гр.од.;

$\sum_1^{i-1} ГП$ - сума грошових потоків протягом терміну реалізації проекту (за винятком останнього року окупності), гр.од.;

$ГП_i$ - грошовий потік за рік, у якому окупається проект, гр.од.

Якщо розрахунковий термін окупності проекту виявляється меншим, ніж запланований, то реалізація проекту вважається доцільною.

Приклад: Грошовий потік інвестицій нерівномірний. Для реалізації планується придбати обладнання вартістю 172000 тис. грн. Витрати на установку і налагодження 8000 грн.

Економічно виправданий термін окупності обладнання визначається рівним 5 рокам.

Доходи розподіляються за роками наступним чином:

1-й рік – 75000 тис. грн.; 2-й рік – 60000 тис. грн.; 3-й рік – 52000 тис. грн.; 4-й рік – 45000 тис. грн.; 5-й рік – 45000 тис. грн. (див. табл. 3.10).

Амортизація нараховується за *прискореного зменшення залишкової вартості* при нормі 40% річних. Таким чином, амортизація за роками становитиме:

1-й рік: $A_1 = 180000 \cdot 0,4 = 72000$ грн.;

2-й рік: $A_2 = (180000 - 72000) \cdot 0,4 = 43200$ грн.;

3-й рік: $A_3 = (180000 - 72000 - 43200) \cdot 0,4 = 25920$ грн.;

4-й рік: $A_4 = (180000 - 72000 - 43200 - 25920) \cdot 0,4 = 15552$ грн.;

5-й рік: $A_5 = (180000 - 72000 - 43200 - 25920 - 15552) \cdot 0,4 = 9331,2$ грн.

Податок на прибуток складає 25% на 01.01.2011 року (див. розділ 2.15).

За роками він становитиме:

1-й рік: $\ddot{I}_{\ddot{a}i_1} = (\ddot{A}_1 - \dot{A}_1) \cdot 0,25 = (75000 - 72000) \cdot 0,25 = 750$ грн.,

де $(D_1 - A_1)$ - прибуток до оподаткування;

2-й рік: $\ddot{I}_{\ddot{a}i_2} = (\ddot{A}_2 - \dot{A}_2) \cdot 0,25 = (60000 - 43200) \cdot 0,25 = 4200$ грн.;

3-й рік: $\ddot{I}_{\ddot{a}i_3} = (\ddot{A}_3 - \dot{A}_3) \cdot 0,25 = (52000 - 25920) \cdot 0,25 = 6520$ грн.;

4-й рік: $\ddot{I}_{\ddot{a}i_4} = (\ddot{A}_4 - \dot{A}_4) \cdot 0,25 = (45000 - 15552) \cdot 0,25 = 7362$ грн.;

5-й рік: $\ddot{I}_{\ddot{a}i_5} = (\ddot{A}_5 - \dot{A}_5) \cdot 0,25 = (45000 - 9331,2) \cdot 0,25 = 8917,2$ грн.

Прибуток до оподаткування: $\ddot{I}_{\ddot{i}i_1} = (\ddot{A}_1 - \dot{A}_1) = 75000 - 72000 = 3000$ грн.;

$\ddot{I}_{\ddot{i}i_2} = 16800$ грн.; $\ddot{I}_{\ddot{i}i_3} = 52000 - 25920 = 26080$ грн.; $\ddot{I}_{\ddot{i}i_4} = 29448$ грн.;

$\ddot{I}_{\ddot{i}i_5} = 45000 - 9331,2 = 35668,8$ грн.

Тоді чистий прибуток за роками складатиме: $\ddot{I}_{\ddot{i}i_1} = 3000 - 750 = 2250$

грн.; $\ddot{I}_{\ddot{i}i_2} = 16800 - 4200 = 12600$ грн.; $\ddot{I}_{\ddot{i}i_3} = 26080 - 6520 = 19560$ грн.;

$\ddot{I}_{\ddot{i}i_4} = 29448 - 7362 = 22086$ грн.; $\ddot{I}_{\ddot{i}i_5} = 35668,8 - 8917,2 = 26751,6$ грн.

Грошовий потік за тими ж роками становитиме:

$\tilde{A}\ddot{I}_1 = \dot{A}_1 + \ddot{I}_{\ddot{i}i_1} = 72000 + 2250 = 74250$ грн.;

$\tilde{A}\ddot{I}_2 = \dot{A}_2 + \ddot{I}_{\ddot{i}i_2} = 43200 + 12600 = 55800$ грн.;

$\tilde{A}\ddot{I}_3 = \dot{A}_3 + \ddot{I}_{\ddot{i}i_3} = 25920 + 19560 = 45480$ грн.;

$\tilde{A}\ddot{I}_4 = \dot{A}_4 + \ddot{I}_{\ddot{i}i_4} = 15552 + 22086 = 37638$ грн.;

$\tilde{A}\ddot{I}_5 = \dot{A}_5 + \ddot{I}_{\ddot{i}i_5} = 9331,2 + 26751,6 = 36082,8$ грн.

Результати розрахунків заносимо до табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Показник	0-й рік	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-рік	5-й рік	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Інвестиції	-180000						
2. Дохід		75000	60000	52000	45000	45000	277000
3. Амортизація		72000	43200	25920	15552	9331,2	166003,2
4. Прибуток до оподаткування		3000	16800	26080	29448	35668,8	110996,8
5. Податок на прибуток		750	4200	6520	7362	8917,2	27749,2
6. Чистий прибуток		2250	12600	19560	22086	26751,6	83247,6
7. Грошовий потік		74250	55800	45480	37638	36082,8	249250,8
8. Баланс на кінець року	-180000	-105750	-49950	-4470	+33168	+69250,8	69250,8

Останній рядок «Баланс на кінець року» розраховується наступним чином:

$$A_{\partial_1} = (180000 - \tilde{A}\ddot{I}_1) = -180000 + 74250 = -105750 \text{ грн.};$$

$$A_{\partial_2} = (A_{\partial_1} - \tilde{A}\ddot{I}_2) = -105750 + 55800 = -49950 \text{ грн.};$$

$$A_{\partial_3} = (A_{\partial_2} - \tilde{A}\ddot{I}_3) = -49950 + 45480 = -4470 \text{ грн.};$$

$$A_{\partial_4} = (A_{\partial_3} - \tilde{A}\ddot{I}_4) = -4470 + 37638 = +33168 \text{ грн.};$$

$$A_{\partial_5} = (A_{\partial_4} - \tilde{A}\ddot{I}_5) = +33168 + 36082,8 = +69250,8 \text{ грн.}$$

Виходячи з аналізу таблиці, можна установити, що запроваджене у виробництво обладнання окупиться на 4-й рік реалізації проекту (позитивне значення балансу).

Кількість місяців на відповідному році експлуатації обладнання, після закінчення яких повністю окупляться витрати, визначається за формулою (3.64):

$$n_i = 12 \cdot \frac{K - \sum_{j=1}^{i-1} \tilde{A}\ddot{I}_j}{\tilde{A}\ddot{I}_i} = 12 \cdot \frac{180000 - 74250 - 55800 - 45480}{37638} \approx 1,4 \text{ міс.}$$

Отже, термін окупності інвестицій на придбання й установлення обладнання складає 3 роки і 1,4 місяців, тобто менше 5-ти років. Тому проект може бути прийнятий до реалізації.

МЕТОД ОЦІНКИ ЗА НОРМОЮ ПРИБУТКУ НА КАПІТАЛ

Цей метод полягає у визначенні співвідношення між доходом від реалізації інвестиційного проекту і вкладеним капіталом (інвестиціями на реалізацію проекту), або в розрахунках відсотків прибутку на капітал.

Показник рентабельності інвестицій розраховується як відношення середньорічного прибутку підприємства по бухгалтерській звітності до середньої величини інвестицій [21]:

$$RI = \frac{\Pi_{\text{чп}}}{(C_1 + C_2) : 2} \cdot 100\%, \quad (3.69)$$

де RI - рентабельність інвестицій;

$\Pi_{\text{чп}}$ - чистий прибуток підприємства після сплати податків і процентних платежів;

C_1, C_2 - відповідно вартість активів на початок і кінець досліджуваного періоду.

При оцінці проектів розрахункову рентабельність порівнюють з прийнятим для підприємства рівнем рентабельності. Проект вважається економічно-вигідним, якщо розрахункова рентабельність буде не нижчою за прийнятий показник рентабельності підприємства.

Приклад: Для реалізації проекту необхідно придбати обладнання на суму 5200 тис. грн. з терміном реалізації 5 років.

Амортизаційні відрахування розраховуються за методом прискореного зменшення залишкової вартості. Норма амортизації – 40% річних.

Очікується, що реалізація інвестиційного проекту принесе прибуток у розмірі 1200 тис. грн. Податок на прибуток – 23% з 01.04.2011 року. Прийнятий для підприємства рівень рентабельності – 20%. Економічно доцільний термін окупності інвестицій має складати не більше 5-ти років.

Необхідно розрахувати показник рентабельності інвестицій і термін їх окупності з аналізом отриманих даних.

Для визначення чистого щорічного прибутку підприємства необхідно із

суми оподаткованого прибутку вирахувати податок на прибуток

$$\dot{I}_{\ddot{i}} = 1200 - 1200 \cdot 0,23 = 924 \text{ тис. грн.}$$

Для розрахунку вартості активів на кінець досліджуваного періоду необхідно розрахувати щорічну суму амортизаційних відрахувань.

$$1\text{-й рік: } A_1 = 5200 \cdot 0,4 = 2080 \text{ тис. грн.};$$

$$2\text{-й рік: } A_2 = (5200 - 2080) \cdot 0,4 = 1248 \text{ тис. грн.};$$

$$3\text{-й рік: } A_3 = (5200 - 2080 - 1248) \cdot 0,4 = 748,8 \text{ тис. грн.};$$

$$4\text{-й рік: } A_4 = (5200 - 2080 - 1248 - 748,8) \cdot 0,4 = 449,28 \text{ тис. грн.};$$

$$5\text{-й рік: } A_5 = (5200 - 2080 - 1248 - 748,8 - 449,28) \cdot 0,4 = 269,57 \text{ тис. грн.}$$

Вартість активів на кінець досліджуваного періоду складатиме:

$$C_2 = 5200 - 2080 - 1248 - 748,8 - 449,28 - 269,57 = 404,35 \text{ тис. грн.}$$

Тоді

$$RI = \frac{\dot{I}_{\ddot{i}}}{(\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2) : 2} \cdot 100\% = \frac{924}{(5200 + 404,35) : 2} \cdot 100\% \approx 33\%.$$

Перед визначенням терміну окупності заходу визначимо середній грошовий потік за формулою:

$$\begin{aligned} \tilde{A}\ddot{I}_{\ddot{i}} &= \frac{(\dot{I}_{\ddot{i}} + \dot{A}_1) + (\dot{I}_{\ddot{i}} + \dot{A}_2) + (\dot{I}_{\ddot{i}} + \dot{A}_3) + (\dot{I}_{\ddot{i}} + \dot{A}_4) + (\dot{I}_{\ddot{i}} + \dot{A}_5)}{5} = \\ &= \frac{(924 + 2080) + (924 + 1248) + (924 + 748,8) + (924 + 449,28) + (924 + 269,57)}{5} = \\ &= 1883,1 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

Термін окупності визначаємо за формулою (9.67).

$$\hat{O} = \frac{K_{\hat{e}}}{\tilde{A}\ddot{I}_{\ddot{i}}} = \frac{5200}{1883,1} = 2,76 \text{ року.}$$

Оскільки отриманий рівень рентабельності (33%) більш за прийнятний на підприємстві (20%) і термін окупності менший 4-х років, то придбання обладнання для реалізації проекту на даному підприємстві є економічно доцільним.

3.11 ОЦІНКА ВТРАТ ВІД ПРОСТОЇВ УСТАТКУВАННЯ

Для підвищення ефективності металургійного виробництва важливе значення має скорочення простоїв основних металургійних агрегатів.

Скорочення планових і ліквідація позапланових простоїв призводить до прирощення випуску готової продукції, підвищенню фондовіддачі і продуктивності праці, зниженню собівартості продукції і збільшенню прибутку підприємства.

На сучасних металургійних підприємствах робота основних цехів здійснюється цілодобово за неперервним графіком. При цьому періодичність зупинок агрегатів на ремонт залежить від різних факторів і, перш за все, від конструкції агрегатів і їх технічного стану.

Міжремонтний період устанавлюється з урахуванням термінів служіння конструктивних елементів агрегатів і обладнання, а також з міркувань виробничого характеру. Зупинка агрегату і обладнання на ремонт здійснюється згідно загальнозаводського річного і місячного планів.

В зв'язку з особливостями металургійного виробництва структуру використання часу роботи металургійних агрегатів (в годинах) можна подати в наступному вигляді [14]:

$$T_p = T_k - [(T_{mnp} + T_{кр}) + T_{mn}] \quad (3.71)$$

де T_p - час фактичної роботи агрегату;

T_k - календарний фонд часу, рівний 8760 годин на рік;

T_{mnp} - час, що призначений для проведення планово-попереджувальних ремонтів (ППР);

$T_{кр}$ - час, що призначений для проведення капітальних ремонтів;

T_{mn} - час поточних простоїв.

В практиці планування і обліку роботи металургійних агрегатів виділяють, так званий, номінальний час, що визначається за формулою [14]:

$$T_n = T_k - (T_{mnp} + T_{кр}) \quad (3.72)$$

Для оцінювання екстенсивного навантаження металургійних агрегатів

застосовуються наступні коефіцієнти:

- коефіцієнт використання календарного часу

$$K_k = [T_k - (T_{np} + T_{kp})] : T_k = T_n : T_k; \quad (3.73)$$

- коефіцієнт використання номінального часу

$$K_n = (T_n - T_{nn}) : T_n = T_p / T_n;$$

- коефіцієнт екстенсивного навантаження обладнання

$$K_e = K_k \cdot K_n = (T_n : T_k)(T_p : T_n) = T_p : T_k. \quad (3.74)$$

Будь-який час бездіяльності обладнання, а отже і простої металургійних агрегатів викликають зменшення випуску продукції.

Дані про затрати часу на проведення різних видів ремонтів і поточні простої можна отримати на підприємстві під час проходження виробничих практик.

Оскільки простої металургійних агрегатів призводять до змінення обсягів випускної продукції і, отже, впливають на змінення витрат на виробництво (на постійні витрати), на підприємствах прийнято розраховувати ефективність від скорочення простоїв в грошових одиницях E як добуток змінення величини простоїв в годинах Π , середньо погодинної продуктивності металургійного агрегату P_o і умовно постійних витрат на одиницю випуску продукції O_{en} , тобто

$$E = \Pi \cdot P_o \cdot O_{en}. \quad (3.75)$$

Проте таке оцінювання не повністю віддзеркалює втрати від простоїв в масштабах підприємства. Як відомо, будь-яке скорочення випуску продукції призводить до зменшення прибутку підприємства від реалізації продукції. Але зменшення прибутку Π_p виникне не тільки за рахунок скорочення випуску продукції, а й внаслідок підвищення собівартості продукції C_i в умовах збільшення простоїв.

Більш раціональним є визначення величини змінення прибутку від змінення величини простоїв обладнання за формулою [14]:

$$\Pi_p = P_o \cdot (T_{\bar{o}} + \Delta T_n) \left\{ \Pi_0 - \left[C_i - K \cdot C_i \cdot \left(1 - \frac{T_{\bar{o}} + \Delta T_n}{T_{\bar{o}}} \right) \right] \right\}, \quad (3.76)$$

де C_i - собівартість одиниці продукції, грн./т (грн./шт.);

$T_{\bar{o}}$ - плануємий час роботи устаткування (агрегату, машини і т.д.) в базовому порівнюємому періоді, год.;

$\pm \Delta T_n$ - змінення простоїв (в бік зменшення), в порівнянні з плановими, год.;

K - коефіцієнт, враховуючий частку відносно постійної частини витрат з переділу (переробки сировини);

Π_0 - оптова (гуртова) ціна готової продукції, грн./т (грн./шт.).

Отримана за цією формулою величина прибутку порівнюється із запланованим прибутком, який визначається за формулою:

$$\Pi_{zn} = P_o \cdot T_{\bar{o}} \cdot (\Pi_0 - C_i). \quad (3.77)$$

Приклад: За рахунок проведеної модернізації скоротився час на проведення ремонтів. Визначити величину прибутку з урахуванням збільшення робочого часу і зниження собівартості продукції при наступних даних: $P_o = 12$ т/год.; $T_{\bar{o}} = 8760 - 260 = 8500$ год.; $\Delta T_n = 20$ год. (скорочення часу на ремонти); $\Pi_0 = 1100$ грн./т; $C_i = 1000$ грн./т; $K = 0,4$.

Тоді

$$\dot{\Pi}_p = 12 \cdot (8500 + 20) \cdot \left\{ 1100 - \left[1000 - 0,4 \cdot 1000 \cdot \left(1 - \frac{8500 - 20}{8500} \right) \right] \right\} = 10326240 \text{ грн.}$$

Запланований прибуток мав складати:

$$\Pi_{zn} = 12 \cdot 8500 \cdot (1100 - 1000) = 10224000 \text{ грн.}$$

Економічний ефект визначаємо за різницею $(\Pi_p - \Pi_{zn})$, тобто

$$E = 10326240 - 10224000 = 102240 \text{ грн.}$$

При цьому слід звернути увагу на те, що витрати на здійснення заходу ввійшли в собівартість продукції.

Розділ 4

Сфери та методи визначення економічної ефективності проектних рішень

4.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Тематика проектування студентів-механіків дуже обширна, що визначає велику різноманітність вирішуваних економічних задач. Проте, як показує довголітня практика, студентам доводиться частіше визначати економічну ефективність за рахунок:

- підвищення продуктивності об'єкта удосконалення;
- скорочення термінів проведення ремонтів;
- удосконалення організації та технології проведення експлуатаційно-ремонтних робіт;
- зменшення собівартості продукції (робіт, послуг);
- новітніх методів відновлення деталей та вузлів;
- застосування більш ефективних способів виготовлення виробів;
- механізації та автоматизації трудомістких робіт;
- підвищення безвідказності і ремонтпридатності обладнання шляхом резервування вузлів в процесі експлуатації;
- запровадження природозахисних заходів;
- застосування новітніх зразків приводів, передач та інше;
- скорочення матеріало- та енерговитрат;
- збільшення терміну міжремонтних періодів.

Якщо ж справа стосується вибору кращого варіанту із декількох можливих технічних рішень, то студенти мають їх порівнювати за методом найменших витрат чи іншим шляхом, а також розглядати доцільність капітальних вкладень в те чи інше технічне рішення. Можуть вирішуватися і інші економічні задачі, пов'язані, наприклад, із запровадженням нової техніки,

раціоналізаторських пропозицій, винаходів і таке інше.

Незважаючи на різну мету направленості перерахованих вище економічних задач, їх поєднує необхідність визначення витрат на здійснення технічних заходів. В одних випадках вони можуть безпосередньо позначатись терміном «Витрати», а в інших – терміном «Собівартість», що фактично це є одне і теж саме. В попередніх роботах авторів розглянуті питання щодо визначення витрат на розробку проектно-конструкторської і технічної документації та на виготовлення, попереднє складання і монтаж обладнання. Що ж стосується інших витрат, то тут належить користуватись даними конкретного підприємства (наприклад, витрат на сировину, матеріали, технологічне паливо, електроенергію, різні види нарахування, тощо).

Відомо, що на практиці, як правило, частіше зустрічаються випадки, коли технічне рішення одночасно зумовлює змінення декількох економічних показників. Так, наприклад, при розгляді заходів щодо збереження матеріалів - та енергоресурсів економічна ефективність може досягатись не тільки за рахунок зменшення їх витрат, а й за рахунок зміння обсягів виробництва продукції. Взяти хоча б задачу зі зменшенням питомих витрат електроенергії при виробництві електросталей шляхом удосконалення виконавчих механізмів. При цьому економиться не тільки електроенергія, але й за рахунок підвищення стабільності електричного режиму зростає продуктивність печі.

Візьмемо другий випадок. Скорочення термінів проведення ремонтів призводить як до зменшення витрат на ремонтні роботи, так і до зростання продуктивності технологічних агрегатів. Те ж саме відбувається і при удосконаленні організації і технології здійснення експлуатаційно-ремонтних робіт. Неоднозначною є і механізація ручної праці. В одних випадках механізація ручної праці підвищуватиме продуктивність виробничої ланки технологічного процесу, в інших лише полегшить працю виробників, а при певних умовах буде досягатись те і інше.

Але бувають випадки, коли економічні розрахунки однозначно зводяться до визначення одного показника. Це відбувається тоді, коли основний

економічний показник суттєво більший і немає сенсу визначати інші, або ж об'єкт проектування не впливає на продуктивність технологічного процесу. Наприклад, обладнання для обслуговування випускових отворів (льоток) не впливає на продуктивність доменних печей. Тут можна говорити лише про здешевлення ремонтів та експлуатації й, в певній мірі, про покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

Розрізняють економічний ефект *фактичний* і *очікуваний*. Перший визначається за фактичними результатами від запровадження технічного рішення після певного терміну експлуатації (наприклад, через рік). В цьому разі порівнюються фактичні дані базового і нового варіантів. Переваги в грошовому вимірі нового варіанту в порівнянні з базовим і являють собою економічний результат.

Очікуваний економічний ефект базується, головним чином, на гаданих передумовах і, ясна річ, буде мати при визначенні лише приблизне значення. Так, наприклад, планується підвищити продуктивність плавильного агрегату за рахунок збільшення місткості його плавильного простору (ванни, тигля, кристалізатора). Але продуктивність залежить в значній мірі і від багатьох інших факторів, вплив яких не піддається точним розрахункам. Наприклад, при збільшенні місткості печі через неточне визначення теплового балансу може значно зрости час плавки, приводячи до того, що продуктивність печі не досягне запланованого значення.

А якщо справа стосується студентських проектів, то тут взагалі можуть виникати дуже суттєві похибки, бо прийнятні результати можуть бути отримані лише при комплексному підході із застосуванням висококласних спеціалістів за різним фахом (металурги, металознавці, теплотехніки, механіки, електрики та інші). Тому не слід від студента вимагати того, чого він не здатен зробити. Головною ж його задачею має бути не здобуття точних даних, які на сьогодні дуже важко отримати через, так звану, «комерційну тайну», а глибоке розуміння того, чим він займається, та ґрунтовне освоєння хоча б основних методик економічних розрахунків, які наведено нижче.

4.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА УДОСКОНАЛЕННЯ

В якості показників продуктивності можуть виступати обсяги підготовки сировини до металургійної переробки (подрібнення, збагачення, укрупнення і т.п.), виплавлення металу, виготовлення штучних виробів, скорочення часу на проведення ремонтних робіт, тощо. Тобто, цей показник є багатобічним. Взагалі ж *технічна продуктивність* – показник, що характеризує відношення кількості виробленої продукції машиною (агрегатом) до певного проміжку часу (година, місяць, рік). Звідси виходить, що підвищення продуктивності можливо досягти за рахунок збільшення кількості продукції за певний час, або зменшити час на виготовлення певної кількості продукції.

Ясна річ, що змінення продуктивності в бік її збільшення спричинить змінення собівартості продукції (робіт, послуг), в бік її зменшення. Тому, частіше, на завершальній стадії економічний ефект може визначитись як різниця між питомою собівартістю після запровадження і до запровадження заходу, помножена на обсяг продукції (робіт, послуг) за певний відрізок часу, тобто за формулою:

$$E = (C_2 - C_1) \cdot A, \quad (4.1)$$

де C_2, C_1 - відповідно питома собівартість продукції до і після запровадження заходу (грн./кг; грн./шт.);

A – випуск продукції за певний час (кг; шт.).

Проте на самому початку слід визначити повні витрати коштів на здійснення технічного заходу.

Визначення витрат на реконструкцію

Якщо справа стосується лише реконструкції існуючого об'єкта то тут

визначаються додаткові капітальні вкладення за формулою (див. п. 2.3):

$$KB_{\partial} = B_i \cdot (1 + K_{mз} + K_{\partialм}) \cdot n, \quad (4.2)$$

де B_i - вартість в цінах одиниці обладнання і засобів контролю й автоматизації, грн.;

$K_{mз}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати (0,05-0,15 від вартості обладнання);

$K_{\partialм}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на будівельно-монтажні роботи (0,1-0,25 від вартості обладнання);

n - кількість одиниць обладнання.

При реконструкції використовується як обладнання власного виробництва, так і покупне. Розрахунки вартості обладнання власного виробництва можуть виконуватись за методиками, викладеними в попередніх розділах. Вартість покупних виробів достатньо легко установити через Internet.

Загалом вартість проектних розробок можна визначити за формулою:

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n B_i + \sum_{j=1}^n C_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f), \quad (4.3)$$

де C_j - ціна покупних вузлів;

$\mu = 1,1-1,5$ – коефіцієнт, враховуючий розмір складання;

$f = 0,15$ – коефіцієнт, враховуючий розмір накопичень.

Визначення змінення річного обсягу виробництва

При розгляді реконструкції плавильного агрегату шляхом збільшення місткості накопичувача металу (ванна, тигель, кристалізатор) річний обсяг виробництва визначається за формулою:

$$O_p = \frac{T_p}{T_y} \cdot M \cdot K_{\epsilon} \cdot n, \quad (4.4)$$

де T_p - фактичний час роботи плавильного агрегату в плановому періоді, грн.;

$T_{ц}$ - тривалість циклу, год.;

M - маса металу в накопичувачі, кг;

$K_{г}$ - вихідний метал, частка одиниці;

n - кількість плавильних агрегатів.

Час роботи агрегату в плановому періоді визначається за формулою:

$$T_p = [T_k - (t_{кр} + t_{нпр})] \cdot (1 - t_{nn}), \quad (4.5)$$

де T_k - календарний фонд часу, год.;

$t_{кр}$ - час простою агрегату при капітальному ремонті, год.;

$t_{нпр}$ - час простою агрегату при планово-попереджувальних ремонтах, год.;

t_{nn} - час поточних простоїв, частки одиниці ($t_{nn} = 0,01 \dots 0,03$).

Річний обсяг продукції визначається до і після реконструкції.

Розрахунки змінення собівартості продукції

Розглянемо зміну собівартості за рахунок зростання обсягу виробництва і економії умовно-постійних витрат.

Змінення собівартості на одиницю продукції (кг, т) визначається за формулою:

$$\Delta C_n = \frac{УПВ \cdot (O_{P_2} - O_{P_1})}{O_{P_2}}, \quad (4.6)$$

де $УПВ$ - умовно-постійні (постійні) витрати в собівартості продукції (див. п. 2.8).

Собівартість одиниці продукції після реконструкції складає

$$C_2 = C_1 - \Delta C_n, \quad (4.7)$$

де C_1 - собівартість продукції до модернізації.

Річна економія від зниження собівартості буде

$$\Delta C = (C_1 - C_2) \cdot O_2. \quad (4.8)$$

Розрахунок показників порівняльної ефективності проекту

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E = \Delta C - E_n \cdot KB_0, \quad (4.9)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності нової техніки (він же нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень).

Приріст прибутку визначаємо за формулою:

$$\Delta\Pi = (C_1 - C_1)(O_2 - O_1), \quad (4.10)$$

де C_1 - оптова ціна за одиницю продукції.

Загальний приріст прибутку складатиме

$$\Delta\Pi_3 = \Delta C + \Delta\Pi. \quad (4.11)$$

Показник абсолютної економічної ефективності проекту визначається за формулою:

$$E_a = \frac{\Delta\Pi_3}{KB_0}. \quad (4.12)$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень складатиме:

$$T_o = \frac{KB_0}{\Delta\Pi_3}. \quad (4.13)$$

Для зручності аналізу отримані результати оформлюються у вигляді таблиці.

Приклад: Проектом передбачається реконструкція вакуумно-дугової ливарної печі для виробництва титанових відливок на предмет збільшення місткості тиглю з 120 кг до 150 кг, що дозволить підвищити продуктивність печі. Для здійснення заходу необхідно виготовити новий тигель та збільшити розміри зливної камери.

В таблиці 4.1 приведені вихідні дані для розрахунків показників економічної ефективності, а в таблиці 4.2 – калькуляція собівартості 1 кг титанового лиття (за даними підприємства).

Таблиця 4.1

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення за варіантами:	
			базовий	проектний
1	2	3	4	5
1	Кількість ливарних печей	шт.	1	1
2	Місткість тигля	кг	120	150
3	Вихід придатного металу з урахуванням усіх переробок	%	94,5	94,5
4	Тривалість циклу роботи печі	год.	3,5	4,2
5	Час простою печі при капітальному і поточних ремонтах	год.	216	216
6	Поточні внутрішньозмінні простої	% від номін. фонду	1,5	1,5
7	Режим роботи печі	-	неперервний 3-х змінний	неперервний 3-х змінний
8	Постійні (умовно-постійні) витрати у собівартості одиниці продукції	грн.	51,21	-
9	Вартість нового обладнання за проектом	грн.	-	120000
10	Оптова ціна титанових фасонних відливок	грн./кг	115	115

Таблиця 4.2

Калькуляція собівартості вагової одиниці (кг) титанових відливок

Код	На 20__ рік Найменування статей витрат	Од. вим.	На ____ квартал		
			Кількість	Ціна	Сума
1	2	3	4	5	6
1	Сировина і основні матеріали:				
	- титанова губка, перемінна частина;	кг.	1,65	11,33	18,69
	- титанова губка, постійна частина. РАЗОМ	кг. грн.	1,65 —	3,22 —	5,31 24,00
2	Допоміжні матеріали:				
	- аргон;	м ³	0,013	1,31	0,02
	- масло вак. ВМ-4;	кг	0,04	6,4	0,26
	- вуглекислота;	кг	0,08	2,38	0,19
	- рідке скло;	кг	0,08	0,42	0,03
	- магнетитовий порошок;	кг	1,1	2,14	2,35
	- кисень (змінні);	м ³	1,0	0,36	0,36
	- кисень (постійні);	м ³	1,0	0,45	0,45
- інші матеріали. РАЗОМ	грн. грн.	— —	— —	0,42 4,08	
3	Топливо на технологічні цілі: - природний газ.	м ³	0,0001	338,68	0,03

Продовження таблиці 4.2

4	Енерговитрати:				
	- вода технічна;	м ³	0,0005	124,19	0,06
	- електроенергія;	кВт/год	0,005	132,82	0,66
	- стиснене повітря.	м ³	0,001	56,86	0,06
	РАЗОМ	грн.	—	—	0,78
5	Основна зарплата	грн.	—	—	5,45
6	Відрахування на соц. заходи	грн.	—	—	2,14
7	Амортизація	грн.	—	—	0,25
	Загальновиробничі витрати:				
	- перемінні;	грн.	—	—	1,72
	- постійні.	грн.	—	—	43,37
	Виробнича собівартість	грн.	—	—	81,82
	Адміністративні витрати	грн.	—	—	7,45
	Витрати на збут	грн.	—	—	2,23
Повна собівартість	грн.	—	—	91,50	

Використовуючи дані табл. 4.1, визначаємо додаткові капітальні вкладення

$$KB_{\partial} = B_i \cdot (1 + K_{mз} + K_{\partialм}) \cdot n = 120000 \cdot (1 + 0,15 + 0,25) = 168000 \text{ грн.}$$

Перед тим, як приступити до визначення річного обсягу лиття до і після реконструкції (O_1 і O_2), визначаємо час роботи печі в плановому режимі.

$$T_p = [T_k - (t_{кр} + t_{нпр})] \cdot (1 - t_{мн}) = [365 \cdot 24 - (216)](1 - 0,015) = 8416 \text{ год.}$$

Тоді

$$O_{P_1} = \frac{8416}{3,5} \cdot 120 \cdot 0,945 \cdot 1 = 272678 \text{ кг;}$$

$$O_{P_2} = \frac{8416}{4,2} \cdot 150 \cdot 0,945 \cdot 1 = 284040 \text{ кг.}$$

Змінення собівартості 1 кг лиття складає

$$\Delta C_n = \frac{УПВ \cdot (O_{P_2} - O_{P_1})}{O_{P_2}} = \frac{51,21(284040 - 272678)}{284040} = 2,05 \text{ грн.}$$

При цьому собівартість лиття після реконструкції становитиме

$$C_2 = C_1 - \Delta C_{II} = 91,5 - 2,05 = 89,45,$$

а річна економія від зниження собівартості складатиме

$$\Delta C = (C_1 - C_2) \cdot O_2 = (91,5 - 89,45) \cdot 284040 = 581,85 \text{ тис.грн.}$$

Отримавши ці дані, далі переходимо до розрахунків показників

порівняльної економічної ефективності проекту.

Річний економічний ефект:

$$E = \Delta C - E_n \cdot KB_\partial = 581,85 - 0,25 \cdot 168 = 539,85 \text{ тис.грн.}$$

Приріст прибутку:

$$\Delta\Pi = (C_1 - C_1)(O_2 - O_1) = (115 - 91,5)(284040 - 272678) = 267,01 \text{ тис.грн.}$$

Загальний приріст прибутку:

$$\Delta\Pi_3 = \Delta C + \Delta\Pi = 581,85 + 267,01 = 848,86 \text{ тис.грн.}$$

Економічна ефективність проекту:

$$E_a = \frac{\Delta\Pi_3}{KB_\partial} = \frac{848,86}{168} = 5,05 \text{ грн./грн.}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень:

$$T_o = \frac{KB_\partial}{\Delta\Pi_3} = \frac{168 \cdot 12}{848,86} = 2,37 \text{ місяця.}$$

Результати розрахунків зручніше аналізувати, якщо вони подаються у вигляді таблиці (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення показників	
			Базовий варіант	Проектний варіант
1	2	3	4	5
1.	Річний обсяг виробництва відливок титана фасонного	кг	272678,0	284040,0
2.	Собівартість продукції	грн./кг	91,5	89,45
3.	Додаткові капітальні вкладення	тис.грн.	-	168,0
4.	Приріст прибутку	тис.грн.	-	848,86
5.	Річна економія від зниження собівартості продукції	тис.грн.	-	581,85
6.	Абсолютна економічна ефективність проекту	грн./грн.	-	5,05
7.	Річний економічний ефект	тис.грн.	-	539,85
8.	Термін окупності додаткових капітальних вкладень	роки	-	< 1 року

4.3 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗА РАХУНОК ЗБЕРЕЖЕННЯ МАТЕРІАЛО- ТА ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Сфера проблем щодо збереження матеріало- та енергоресурсів настільки широка, що практично неможливо навести єдину детальну методику розрахунків через різноманітність заходів, направлених на вирішення цих задач. Так, до числа цих заходів можна віднести запровадження нової техніки, сучасних технологій виробництва, автоматизованих систем управління процесами, різних замінників металів, джерел енергії та інше. Але, по великому рахунку, ці методики поєднує загальна структура розрахунків з визначення наступних показників:

- витрат на здійснення заходів;
- економічного результату (ефективності);
- абсолютної економічної ефективності;
- терміну окупності запроваджуємих заходів.

В зв'язку з цим доцільніше розглянути методики розрахунків на конкретних прикладах.

Приклад 1: Однією з головних проблем електросталеплавильного виробництва є зниження витрат електроенергії і електродів. Адже питомі витрати електроенергії можуть складати від 400 до 700 кВт/т, а витрати високовартісних електродів – до 8 кг/т. Для печі місткістю 50 т при 3-х годинній роботі витрати електроенергії можуть досягти 75,0 тис. кВт, а електродів – 400 кг.

Одним із можливих напрямів вирішення проблеми може стати підвищення стабільності електродугового процесу за рахунок поліпшення якості його регулювання шляхом застосування сучасної конструкції слідкуючого золотника (електрогідравлічного регулятора) з управлінням кроковим електродвигуном (замість моментних двигунів), що дозволить перейти з аналогової системи регулювання дугового процесу на цифрову. Остання забезпечує суттєво вищу якість процесу управління механізмами

переміщення електродів і, отже, більш економне витрачання електроенергії та електродів. Крім того, цей захід дозволить скоротити час плавлення. Але в даному випадку на першому етапі краще розглядати тільки ефект від зниження витрат електроенергії і електродів (як гірший варіант), що буде гарантувати реальність ефективності використаних коштів.

Таким чином, до розрахунків приймаємо лише скорочення питомих витрат електроенергії і електродів на ~1%. Вихідні дані наведено в табл.4.4.

Таблиця 4.4

Вихідні дані

Найменування показників	Од. виміру	Базовий	Проектний
1	2	3	4
Витрати електродів	кг/т	6	5,98
Витрати електроенергії	кВт/т	500	498
Ціна електродів	грн./т	20000	20000
Ціна електроенергії	грн./кВт·ч	0,48	0,48
Ціна крокового двигуна і супровідної апаратури	грн.	—	14386
Середньопогодинна ставка робітника	грн.	8,2	8,2
Кількість робочих на ремонт	чол.	3	3
Кількість годин на ремонт	годин	6	6
Річний обсяг продукції	т	60000	60000

Визначення додаткових капітальних вкладень

Капітальні вкладення на обладнання в сфері використання нової техніки K_0 визначаються за відомою формулою:

$$K_0 = C_n \cdot (1 + \alpha_{mv} + \alpha_{om}) + \Delta K, \quad (4.14)$$

де $C_n = C_{kd} + C_{EOM}$ - ціна проектного заходу, грн.;

C_{kd} - ціна крокового двигуна і супровідної апаратури, грн.;

C_{EOM} - ціна ЕОМ і інших блоків регулятора, грн.;

α_{mv} - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати ($\alpha_{mv} = 0,02$);

$\alpha_{\text{бм}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи ($\alpha_{\text{бм}} = 0,1$);
 ΔK - збільшення вартості інших видів основних фондів цеху, що пов'язані із запровадженням нової техніки (у нашому випадку $\Delta K = 0$).

Тоді

$$K_{\text{д}} = (4386 + 10000) \cdot (1 + 0,02 + 0,1) = 16112 \text{ грн.}$$

Розрахунки змінення собівартості продукції

- *Змінення собівартості продукції по статті витрат «сировина, основні і додаткові матеріали, паливо та інші ресурси» визначаємо за формулою:*

$$\Delta C_{\text{см}} = (H_{\text{б}} - H_{\text{н}}) \cdot \text{Ц} \cdot Q, \quad (4.15)$$

$H_{\text{б}} = 6 \text{ кг/т}$ - норма витрат електродів на одиницю випуску продукції до модернізації;

$H_{\text{н}} = 5,98 \text{ кг/т}$ - норма витрат електродів на одиницю випуску продукції після модернізації;

$\text{Ц} = 20 \text{ грн/кг}$ - ціна одиниці витрачених матеріалів (електродів);

$Q = 60000 \text{ т}$ - річний обсяг виробництва сталі на одній печі.

Підставивши цифрові значення в (4.15), отримаємо:

$$\Delta C_{\text{см}} = (6,0 - 5,98) \cdot 20 \cdot 60000 = 24000 \text{ грн.}$$

- *Змінення витрат по заробітній платі основних виробничників можна виразити у вигляді:*

$$\Delta C_{\text{зм}} = (Ч_{\text{б}} - Ч_{\text{н}}) \cdot Z_{\text{ср}} \cdot K_{\text{нар}} \cdot K_{\text{ос}}, \quad (4.16)$$

де $Ч_{\text{б}}, Ч_{\text{н}}$ - відповідно чисельність робітників за штатним розкладом до і після модернізації, чол.;

$Z_{\text{ср}}$ - середньорічна заробітна плата одного робітника, грн.;

$K_{\text{нар}}$ - коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні заходи;

$K_{\text{ос}}$ - коефіцієнт облікового (списочного) складу.

Оскільки в нашому випадку $Ч_{\delta} = Ч_n$, то $\Delta C_{zm} = 0$.

- *Змінення амортизаційних відрахувань* визначаємо за формулою:

$$\Delta C_A = \frac{K_{\delta} \cdot H_A}{100}, \quad (4.17)$$

де $K_{\delta} = 16112$ грн. - додаткові капітальні вкладення;

$H_A = 60\%$ - річна норма амортизаційних відрахувань для 4-ої групи розподілення основних фондів.

$$\Delta C_A = \frac{16112 \cdot 60}{100} = 9667 \text{ грн.}$$

- *Змінення витрат на поточний ремонт* розраховуємо за формулою:

$$\Delta C_{np} = K_{\delta} \cdot f, \quad (4.18)$$

де $f = 0,08$ - коефіцієнт, що враховує витрати на поточний ремонт.

$$\Delta C_{np} = 16112 \cdot 0,08 = 1289 \text{ грн.}$$

- *Змінення собівартості продукції за рахунок споживаної електроенергії:*

$$\Delta C_e = (P_{\delta} - P_n) \cdot C_e \cdot Q, \quad (4.19)$$

$P_{\delta} = 500$ кВт·рік/т - питомі витрати електроенергії на одиницю виплавляємої продукції до модернізації;

$P_n = 498$ кВт·рік/т - питомі витрати електроенергії на одиницю виплавляємої продукції після модернізації;

$C_e = 0,48$ грн/кВт·рік - ціна одного кВт·год. електроенергії.

$$\Delta C_e = (500 - 498) \cdot 0,48 \cdot 60000 = 57600 \text{ грн.}$$

Загалом змінення собівартості річного випуску продукції внаслідок модернізації механізму:

$$\begin{aligned} \Delta C &= \Delta C_m + \Delta C_{zn} - \Delta C_A - \Delta C_{np} + \Delta C_e = \\ &= 24000 + 0 - 9667 - 1289 + 57600 = 70644 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розрахунки економічної ефективності

Оскільки модернізація не впливає на обсяг продукції, розрахунки

економії виконуємо за формулою:

$$E = \Delta C - E_n \cdot K_o = 70644 - 0,18 \cdot 16112 = 67744 \text{ грн,}$$

де $E_n = 0,18$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Абсолютна економічна ефективність складатиме:

$$E_{ABC} = \frac{\Delta C}{K_o} = \frac{70644}{16112} = 4,38.$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень:

$$T_o = \frac{K_o}{\Delta C} = \frac{16112}{70644} = 0,23 \text{ року,}$$

$$T_o < T_n = 3...5 \text{ років.}$$

Отже, виходячи з отриманих результатів розрахунків, можна упевнитись, що запровадження даного технічного заходу є цілком доцільним.

Приклад 2. Планується розробити заходи стосовно модернізації лінії сушіння зварних флюсів з метою зниження витрат електроенергії і природного газу під час сушіння флюсів, скорочення витрат на обслуговування обладнання, збільшення обсягу придатної продукції, а також підвищення якості продукції і відповідно її конкуренції.

Для виконання цієї мети пропонується в лінії сушіння флюсів замінити ковшовий елеватор і барабанне сито одним вібраційним конвеєром-грохотом, здатним одночасно виконувати функції транспортера і розділяти матеріал на необхідні фракції. Розділення флюсу на вібраційному конвеєрі-грохоті відбувається більш ефективно, ніж в барабанному ситі за рахунок меншої висоти підйому гранул флюсу і меншого тертя їх між собою, завдяки чому придатні фракції не руйнуються. Також явною перевагою конвеєра-грохота в порівнянні з барабанним ситом є значно менша енергомісткість, трудомісткість і габарити. Завдяки відносно невеликим розмірам конвеєр-грохот можна установити безпосередньо біля сушильного барабана. В цьому випадку відпадає необхідність у використанні одного елеватора.

Реконструйована лінія сушіння флюсів включає в себе наступні елементи:

- гранулятор;

- сушильний барабан;
- конвеєр-грохот вібраційний;
- два елеватори.

Крім того, для кращої адаптації сушильного барабана, встановленого в лінії сушіння, пропонується внести змінення в перевалочний пристрій агрегату, що дозволить ефективніше використовувати газ і перенести зону найбільших температур далі від опорно-упорної станції сушильного барабана. Застосування комбінованого перевалочного пристрою дозволить підвищити якість сушіння і знизити витрати природного газу до 30%, а перенесення зони найбільших температур значно підвищить термін опорних і упорних роликів барабана.

Зниження температури флюсу на виході із барабана внаслідок перенесення зони найвищих температур, підвищить термін служіння всього обладнання, розташованого після сушильного барабана.

Розрахунки величини капітальних вкладень

Капітальні вкладення визначають, виходячи із величини наступних статей витрат:

- на будівництво споруд;
- на придбання (виготовлення) технологічного і енергетичного обладнання і створення системи контролю і автоматизації;
- на придбання підйомно-транспортного обладнання;
- інше.

При модернізації лінії не потрібно будівництво нових споруд чи внесення коректив в існуючі споруди. Отже, витрати на будівництво не передбачаються.

Немає потреби і в установці нового підйомно-транспортного обладнання, необхідного для монтажних-демонтажних робіт та експлуатаційного обслуговування.

Тому зупинимось на розгляді тих витрат, що безпосередньо відносяться до лінії сушіння.

1. Витрати на купівлю, транспортування і монтаж вібраційного конвеєра-грохота:

$$K_{кз} = Ц_{кз} \cdot (1 + \alpha_{тв} + \alpha_{бм}) \cdot N,$$

де $Ц_{кз}$ - ціна купівлі обладнання, грн.;

$\alpha_{тв}$ - коефіцієнт, враховуючий транспортно-заготівельні витрати (0,05...0,1 від ціни обладнання);

$\alpha_{бм}$ - коефіцієнт, враховуючий витрати на будівельно-монтажні роботи (0,1...0,2 від ціни обладнання);

N - кількість одиниць обладнання.

$$K_{кз} = 302500 \cdot (1 + 0,1 + 0,2) \cdot 1,0 = 393250 \text{ грн.}$$

2. Витрати на модернізацію сушильного барабана:

- вартість одного розподілюючого перевалочного пристрою із закритими чарунками (ячейками) шириною 200 мм – 1877 грн., а вартість необхідних двох таких пристроїв – 3574 грн.;

- для установлення перевалочних пристроїв розподільного типу в існуючий підйомно-лопатовий пристрій і отримання необхідного комбінованого типу перевалочного пристрою необхідні фахівці: зварювальник 6-го розряду, різальник 6-го розряду і два слюсарі 6-го розряду.

Виходячи із довжини і типу зварювального шва, трудомісткості інших робіт по установці на підґрунті відповідних нормативів установлено, що для виконання всіх робіт, які пов'язані з модернізацією, потрібна 41 година.

Отже, витрати на установлення нових перевалочних пристроїв складатимуть:

$$\hat{A}_o = K_{i\delta} (C_{з} + C_{р} + C_{с} + C_{н}) \cdot 41 = 1,3866(10,87 + 10,3 + 10,87 + 10,87) \cdot 41 = 2379,9 \text{ грн.}$$

де $З, P, C$ - погодинні ставки зварювальника, різальника і слюсарів.

$K_{нор}$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок, 38,68%), $K_{нор} = 1,3866$.

Загальні витрати на модернізацію барабана складуть:

$$\hat{E}_{i\delta} = (3574 + 2379,9) \cdot 1,1 = 6549,3 \text{ грн.}$$

де 1,1 - коефіцієнт, що враховує інші витрати.

3. Витрати на демонтаж барабанного сита (ситобурата).

Зазвичай, витрати на демонтаж приймають у розмірі 10% від вартості нового ситобурата.

На підприємстві встановлено ситобурат продуктивністю 5 т/год., що розподіляє матеріал на чотири фракції. Нинішня вартість такого агрегату складає близько 350000 грн. Отже витрати на демонтаж складуть $B_{об} = 35000$ грн.

4. Витрати на демонтаж ковшового елеватора ЛГ-250М.

Висота елеватора – 8 м, продуктивність – 30 т/год. Вартість елеватора – 40000 грн. Витрати на його демонтаж:

$$З_{де} = 40000 \cdot 0,1 = 4000 \text{ грн.}$$

5. Загальна сума капітальних вкладень:

$$\hat{E}_{\zeta} = \hat{E}_{\hat{a}\hat{a}} + \hat{E}_{\hat{i}\hat{a}} + \hat{A}_{\hat{a}\hat{a}} + C_{\hat{a}\hat{a}} = 393250 + 6549,3 + 35000 + 4000 = 438799,3 \text{ грн.}$$

Оскільки ситобуратори і елеватори таких типів широко застосовуються у різних сферах промисловості, а на даному підприємстві вони не потрібні, то вивільнене обладнання можна продати по наступній ціні:

80000 грн. за ситобурат;

20000 грн. за елеватор ковшовий.

За рахунок продажі цих агрегатів фактичні капітальні вкладення складуть:

$$\hat{E}_{\zeta\hat{o}} = 438799,3 - 80000 - 20000 = 338799,3 \text{ грн.}$$

Величина ж капітальних вкладень на одиницю продукції буде

$$\hat{E}_{\hat{i}\hat{i}} = \frac{338799,3}{10200} = 33,16 \text{ грн./т,}$$

де 10200 т/рік - річний випуск продукції.

Планування собівартості продукції

При калькулюванні собівартості продукції, насамперед, виконують

розрахунки витрат сировини, матеріалів, палива і інше (на підґрунті нормативних витрат на одиницю продукції і обсягу випуску продукції), а з урахуванням цін на сировину, матеріалів, паливо і інше визначаються витрати на них.

Розрахунки необхідної кількості силової електроенергії в рік виконуємо за формулою:

- для базової лінії сушіння флюсу

$$W_1 = \frac{N_{уст} \cdot T_{еф} \cdot K_{од}}{K_{еe} \cdot \eta_{\delta}} = \frac{33,5 \cdot 4080 \cdot 0,7}{0,8 \cdot 0,9} = 132883,33 \text{ кВт},$$

де $N_{уст}$ - установлена потужність обладнання, кВт;

$T_{еф}$ - ефективний фонд часу роботи обладнання в році, год.;

$K_{од}$ - коефіцієнт одночасності роботи обладнання (0,3...0,7);

$K_{еe}$ - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в електромережі;

η_{δ} - ККД двигунів.

- для проектуємої лінії сушіння:

$$W_2 = \frac{25,24 \cdot 4080 \cdot 0,7}{0,8 \cdot 0,9} = 100118,67 \text{ кВт}.$$

Тоді економія силової електроенергії в рік складе:

$$\Delta W = W_1 - W_2 = 132883,33 - 100118,67 = 32764,66 \text{ кВт}.$$

Величина зниження витрат на електроенергію на річний випуск продукції:

$$B_e = \Delta W \cdot C_e = 32764,66 \cdot 0,48 = 15727,04 \text{ грн},$$

де C_e - тариф за 1кВт/год. електроенергії, грн.

Величина зниження витрат електроенергії на 1т продукції:

$$\Delta B_{\text{а}} = \frac{15727,04}{10200} = 1,54 \text{ грн./т.}$$

Внаслідок модернізації сушильного барабана зменшаться витрати природного газу на 30%. До модернізації сушильним барабаном споживалось 118,6 м³/год. газу. Споживання газу модернізованим барабаном складатиме:

$$\Delta \hat{A}_a = 118,6 - 118,6 \frac{30}{100} = 83 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

Зниження витрат газу у грошовому вимірі:

$$\Delta B_{ze} = (118,6 - 83) T_{ef} \cdot C_z = 35,6 \cdot 4050 \cdot 2,64 = 383454,7 \text{ грн.},$$

де C_z - тариф за 1 м³ природного газу, грн.

Величина зниження витрат на газ, що витрачається на 1 т продукції:

$$\Delta B_{zem} = \frac{\Delta B_{ze}}{10200} = \frac{383457,7}{10200} = 37,6 \text{ грн.},$$

Оскільки на старе обладнання амортизація не нараховувалась, стаття «Витрати на утримання і експлуатацію обладнання» збільшиться на величину амортизаційних відрахувань на нове обладнання:

$$A_p = C_{кз} \cdot H_A = 302500 \cdot 0,15 = 45375 \text{ грн.}$$

де A_p - річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

H_A - норма амортизації на рік (в частках).

Амортизаційні відрахування на тону продукції:

$$A_{pm} = \frac{A_p}{10200} = \frac{45375}{10200} = 4,45 \text{ грн.}$$

Завдяки новому способу розділення флюсу на фракції і поліпшення сушіння в барабані збільшиться вихід придатної продукції на 10%. Таким чином, витрати за всіма статтями крім статей «Адміністративні витрати», «Сировина і матеріали», «Тара і упаковка» і «Витрати на збут» знизяться на 10%.

Змінення статті «Сировина і матеріали» відбудеться за рахунок зменшення беззворотних втрат при поверненні бракованого флюсу на переплав.

До реконструкції зворотні відходи при сушінні склали 14% від загального обсягу флюсу. Отже, після реконструкції вони складатимуть 4%. Зменшення обсягу зворотних відходів на річний обсяг продукції можна визначити за формулою:

$$\Delta B_{po} = Q_{\text{ц}} \cdot (K_{B_2} - K_{B_1}) \cdot \left(\frac{T_{\text{эф}}}{t_{\text{ц}}} \right) = 34,9 \cdot (0,96 - 0,86) \cdot \left(\frac{4080}{12} \right) = 1186,6 \text{ т,}$$

де $Q_{\text{ц}}$ - маса сировини, що перероблюється за один цикл, т;

K_{B_1} - коефіцієнт виходу придатної продукції до реконструкції;

K_{B_2} - коефіцієнт виходу придатної продукції після реконструкції;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу перероблення сировини, год.

Досвід показує, що біля 10% беззворотніх відходів втрачаються при транспортуванні до завантажувального пристрою печі. Отже, беззворотні втрати змінюються на 118,6 т в рік, що складає близько 1,18% від загального обсягу. Таким чином, стаття «Сировина і матеріали» зменшується на 1,2%. На основі проведених розрахунків складається калькуляція собівартості продукції для проектуемого варіанту (для базового варіанту приймається цехова калькуляція до запровадження заходу). Розрахунками встановлено (в даному прикладі вони не наведені), що собівартість 1 тонни продукції після запровадження заходу

$$C_n = 814,062 \text{ грн.}$$

За даними цеху собівартість 1 тонни продукції до реконструкції

$$C_{\bar{o}} = 867,76 \text{ грн.}$$

Змінення собівартості однієї тонни продукції:

$$\Delta C_{i\bar{a}} = C_{\bar{a}} - C_n = 867,76 - 814,062 = 53,698 \text{ грн..}$$

Основні економічні показники від модернізації

Річний економічний ефект складатиме:

$$E_p = [(C_{\bar{o}} - C_n) - E_n \cdot K_{on}] \cdot Q_n = \\ [(867,76 - 814,062) - 0,12 \cdot 33,14] \cdot 10200 = 507156,24 \text{ грн.,}$$

де Q_n - плануємий річний обсяг виробництва продукції;

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

K_{on} - величина капітальних вкладень на одиницю продукції.

Термін окупності:

$$\dot{O} = \frac{\hat{E}_{\text{сб}}}{\Delta C_{\text{іа}} \cdot Q_n} = \frac{338799,3}{547719,6} = 0,62 \text{ року.}$$

Отже, як показують розрахунки, запропонований захід стосовно реконструкції лінії виробництва зварювальних флюсів є економічно вигідним.

4.4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗА РАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ БЕЗВІДКАЗНОСТІ І РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ОБЛАДНАННЯ

Зростання рівня надійності можливо за рахунок підвищення безвідказності і ремонтпридатності обладнання. При підвищенні безвідказності очікувана економія робочого часу може бути визначена за формулою:

$$E_{\text{сб}} = T_{B_1} \cdot (n_{B_1} - n_{B_2}) = T_{B_1} \cdot \Delta n_B, \quad (4.20)$$

де T_{B_1} - середнє значення часу на усунення одного відказу, рік;

n_{B_1}, n_{B_2} - кількість відказів обладнання на протязі року відповідно фактична і очікуєма;

Δn_B - зменшення кількості відказів.

При покращенні ремонтпридатності очікуєма економія робочого часу визначається за формулою:

$$E_{\text{рп}} = n_{B_1} \cdot (T_{B_1} - T_{B_2}) = n_{B_1} \cdot \Delta T_B, \quad (4.21)$$

T_{B_1}, T_{B_2} - середнє значення часу на усунення одного відказу відповідно до і після запровадження нової техніки, год.;

ΔT_B - економія часу при усуненні одного відказу, год.

Сумарна економія робочого часу за рахунок підвищення безвідказності і ремонтпридатності обладнання складає:

$$E_c = E_{\text{сб}} + E_{\text{рп}} = T_{B_1} \cdot \Delta n_B + n_{B_1} \cdot \Delta T_B. \quad (4.22)$$

Економія від підвищення надійності обладнання в цілому буде:

$$E_n = \Delta B_{np} + \Delta Z_{нб} + \Delta Z_{пб} + \Delta Z_е, \quad (4.23)$$

де ΔB_{np} - зменшення витрат на поточні ремонти;

$\Delta Z_{нб}$ - зменшення збитку від невідновленості (остаточного) браку;

$\Delta Z_{пб}$ - зменшення збитку від поправного браку;

$\Delta Z_е$ - скорочення втрат від простоїв обладнання.

Витрати на поточний ремонт обладнання залежать від числа відказів обладнання. З урахуванням показників надійності формула розрахунків річних витрат на поточний ремонт приводиться до такого вигляду:

$$B_{np} = (B_{ec} + T_c \cdot C_{нз} \cdot K_{dc}) \cdot n_B, \quad (4.24)$$

де B_{ec} - середня вартість відказного елемента,

$$B_{ec} = \frac{\sum_{i=1}^m B_{e_i} \cdot m_i}{\sum m}; \quad (4.25)$$

B_{e_i} - вартість i -го елемента;

m_i - кількість елементів i -го типу;

m - загальна кількість елементів;

T_c - середнє значення часу усунення відказу;

$C_{нз}$ - погодинна тарифна ставка ремонтника, що усуває відказ;

K_{dc} - коефіцієнт, враховуючий доплати, додаткову зарплату і відрахування на загальну зарплату (при укрупнених розрахунках допускається приймати $K_{dc} = 1,7 \dots 1,9$, [16]).

При розрахунках економії за рахунок зменшення втрат від браку розрізняють поправний і невідновлюємий брак. Для розрахунків по зменшенню збитків від браку вихідні величини приймають за даними підприємств, що експлуатують обладнання (до запровадження). Очікуємі втрати від браку чи їх зниження розраховують чи установлюють експертним шляхом. Збитки від поправного браку $Z_{пб}$ визначають сумою витрат на його виправлення: витрати на матеріали, зарплату по утриманню і експлуатації

обладнання. Збитки $Z_{нб}$ від невідновлюючого браку – це вартість остаточно забракованої продукції за відрахуванням сум утриманих з винуватців браку і вартості реалізації забракованої продукції (металобрухту).

Наприклад, при підвищенні надійності і зменшенні кількості відказів обладнання на величину Δn_B очікуєма економія зменшення збитків від скорочення поправного $\Delta Z_{нб}$ і невідновлюючого $\Delta Z_{нб}$ браку відповідно складає:

$$\Delta Z_{нб} = Z_{нб_1} \cdot \Delta n_B = (\sum C_i - C_{ym}) \cdot \Delta n_B, \quad (4.26)$$

$$\Delta Z_{нб} = Z_{нб_1} \cdot \Delta n_B = (B_m + B_z + B_{yo}) \cdot \Delta n_B, \quad (4.27)$$

де $Z_{нб_1}$ - середні витрати на виправлення одиничного браку;

$\sum C_i$ - сума i -тих статей витрат на виправлення браку;

C_{ym} - сума утримання з винуватців браку;

$Z_{нб_1}$ - середні витрати на одиничний невідновлюючий брак;

B_m - вартість матеріалів;

B_z - витрати на зарплату на виготовлення забракованої продукції;

B_{yo} - витрати по утриманню обладнання для виправлення браку.

Втрати від простою обладнання дорівнюють сумі умовно-постійних витрат виробничого підрозділу, які використовуються під час праці і які визначаються за формулою:

$$Y_n = P_{yn} \cdot T_B = P_{yn} \cdot T_B \cdot n_B, \quad (4.28)$$

де P_{yn} - умовно-постійні витрати в собівартості продукції за одиницю часу (години), грн;

T_B - час простою на протязі року, год.

Для практичних розрахунків значно краще визначити різницю втрат від простоїв обладнання за порівнюючими варіантами, тобто зменшення збитку від простоїв $\Delta Y_n = E_{yn}$ (E_{yn} - економія на умовно-постійних витратах в собівартості продукції).

Суму умовно-постійних витрат в собівартості річного випуску продукції визначають за формулою:

$$P_{yn} = C_p \cdot \delta_{yn}, \quad (4.29)$$

де C_p - собівартість річного обсягу продукції, грн./рік;

δ_{yn} - частка умовно-постійних витрат в собівартості продукції ($\delta_{yn} < 1$).

Економію на умовно-постійних витрат в собівартості продукції завдяки зростанню обсягу виробництва V_1 до V_2 (наприклад, при підвищенні надійності обладнання) можна визначити за формулою:

$$E_{yn} = P_{yn} \cdot \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \text{ або } E_{yn} = \frac{E_{pn}}{\Phi_{ec}} \cdot C_p \cdot \delta_{yn}. \quad (4.30)$$

Річні обсяги виробництва визначають за формулами:

$$V_1 = \Phi_{ec} \cdot \Pi_{ng}, \quad (4.31)$$

$$V_2 = (\Phi_{ec} + E_{ce}) \cdot \Pi_{ng}, \quad (4.32)$$

де Φ_{ec} - ефективний фонд часу обладнання до запровадження удосконалення, годин/рік;

E_{ce} - сумарна економія робочого часу за рахунок підвищення якості роботи об'єкта, використовується для випуску додаткового обсягу продукції, годин/рік;

Π_{ng} - погодинна фактична продуктивність об'єкта удосконалення, т/год., (шт./год.).

Дані про ефективний фонд часу необхідно брати на підприємстві, на якому планується реалізувати захід. При відсутності цих даних можна скористатись формулою:

$$\Phi_{ec} = [(\Phi_k - (t_{nnp} + t_{кр})) \cdot m \cdot t_3] \cdot (1 - t_{nn}),$$

де Φ_k - календарний фонд часу ($\Phi_k = 365$ діб);

t_{nnp} - час простою при планово-попереджувальних ремонтах, доба;

$t_{кр}$ - час простою при капітальних ремонтах, доба;

m - кількість робочих змін за добу;

t_3 - тривалість зміни, год.;

t_{nn} - час поточних простоїв (складає 5% від номінального фонду робочого часу).

Приклад: Визначити економічний ефект від підвищення ремонтпридатності привода механізму переміщення електрода електросталеплавильної печі, досягаємої вузловим ремонтом (наприклад, максимального агрегування, застосування мотор-редукторів, спрощення кріплення і т.д.).

Вихідні дані:

1. Витрати часу на відновлення працездатності привода до запровадження заходів $T_{B_1} = 12$ годин, після запровадження заходів $T_{B_2} = 2$ год.

2. Ефективний фонд часу роботи обладнання $\Phi_{ec} = 5000$ годин.

3. Собівартість річного випуску продукції (приймаються конкретні значення виробництва, в крайньому випадку розраховуються) $C_p = 45,5$ млн. грн.

4. Частка умовно-постійних витрат у собівартості ($\delta_{yn} < 1$) $\delta_{yn} = 0,27$.

5. Вартість технічного рішення $B_{mp} = 16700$ грн.

6. Загальна норма річних амортизаційних відрахунків (див. «Норма амортизаційних відрахувань», «Основні фонди») $H_A = 24\%$.

7. Нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних вкладень (див. «Ефективність капітальних вкладень в оновлення чинного виробництва») $E_n = 0,15$ (приймаємо мінімальне значення).

8. Кількість відказів $n_{B_1} = 2$.

Очікуєма річна економія часу складає:

$$E_{pn} = (T_{B_1} - T_{B_2}) \cdot n_{B_1} = (12 - 2) \cdot 2 = 20 \text{ годин/рік.}$$

Очікуємий ріст річного обсягу виробництва продукції:

$$\frac{V_2}{V_1} = 1 + \frac{E_{pn}}{\Phi_{ec}} = 1 + \frac{20}{5000} = 1,004 \text{ чи } 0,4\%.$$

Очікуєма економія на умовно-постійних витратах дорівнює збитку від простою обладнання :

$$E_{yn} = \frac{E_{pn}}{\Phi_{ec}} \cdot C_p \cdot \delta_{yn} = \frac{20}{5000} \cdot 45500000 \cdot 0,27 = 49140 \text{ грн/рік.}$$

Сума річних амортизаційних відрахувань (див. «Відрахування амортизаційні») від вартості технічного рішення

$$A_{ep} = B_{mp} \cdot \frac{H_A}{100} = 16700 \cdot \frac{24}{100} = 4008 \text{ грн/рік.}$$

Зменшення поточних витрат на виробництво продукції (зниження собівартості річного випуску) дорівнює економії на умовно-постійних витратах за відрахуванням суми річних амортизаційних відрахувань, які в даному випадку є додатковими витратами

$$\Delta C = E_{yn} - A_{ep} = 49140 - 4008 = 45132 \text{ грн/рік.}$$

Річний економічний ефект від запровадження технічного рішення, підвищуючого ремонтпридатність об'єкта удосконалення.

$$E = \Delta C - E_n \cdot B_{mp} = 45132 - 0,15 \cdot 16700 = 42627 \text{ грн/рік.}$$

Коефіцієнт ефективних вкладень (при $K = 16700$ грн.):

$$\dot{A}_e = \frac{\Delta C}{\dot{E}} = \frac{45132}{14000} = 2,7 .$$

Термін окупності є зворотною величиною E_k :

$$\dot{O}_{ie} = \frac{1}{\dot{A}_e} = \frac{1}{2,7} = 0,37 \text{ років.}$$

Оскільки $E_k > E_n$ і $T_{ок} < T_n$ (нормативна окупність > 3 років можна вважати запровадження технічного заходу доцільним (економічно вигідним).

В роботі [14] подана формула для визначення загального змінення прибутку в залежності від змінення величини простоїв прокатного стану:

$$P_p = P_o \cdot (T_{\bar{o}} \pm \Delta T_n) \left\{ C_o - \left[C_i - K C_{p.n.} \cdot \left(1 + \frac{T_{\bar{o}} + \Delta T_n}{T_{\bar{o}}} \right) \right] \right\},$$

де C_i - собівартість одиниці продукції готового прокату, грн./т;

T_{δ} - плануємий час роботи стана в базовому порівнюємому періоді, год.;

$\pm \Delta T_n$ - змінення простоїв в порівнянні з плануємым, год.;

K - коефіцієнт, що враховує частки умовно-постійних витрат з переробки;

$C_{p.n.}$ - витрати з переробки на 1т продукції, грн./т;

C_o - оптова ціна готового прокату.

Отримана за цією формулою величина прибутку порівнюється із запланованим прибутком Π'_p :

$$\Pi'_p = P_o \cdot T_{\delta} \cdot (C_o - C_i).$$

При оцінці ефективності скорочення простоїв прокатних станів необхідно враховувати також і витрати на ремонт обладнання, виходячи з середніх питомих витрат на 1 годину ремонту даного конкретного стану.

Під час аналізу зменшення чи збільшення випуску продукції належить враховувати капітальні вкладення, необхідні для випуску одиниці продукції. Таким чином, можна визначити, яка економія чи потреба в додаткових капітальних вкладеннях через змінення простоїв агрегатів, що припадають на один рік.

Змінення простоїв, а отже, і обсягу випуску продукції в системі металургійного виробництва відбивається на зміненні обсягу реалізації і поставок напівфабрикатів і готової продукції, запасів напівфабрикатів на складах, простоїв і продуктивності агрегатів в суміжних підсистемах (границях).

Проте змінення простоїв не завжди впливає на ефективність роботи. Наприклад, від скорочення простоїв агрегатів прокатних переробок не завжди слід чекати збільшення продуктивності, бо можуть виникати проблеми з поставками додаткової сировини.

4.5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД СКОРОЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ РЕМОНТІВ

Скорочення тривалості ремонтів є, безумовно, позитивним фактором, бо дозволяє не тільки зменшити витрати на проведення ремонтних робіт, а й знизити собівартість продукції.

Розрахунки проводяться, як і в інших випадках, традиційним шляхом. Спочатку визначаються витрати на здійснення заходу (проектування, виготовлення, контрольне складання та монтаж на об'єкті модернізації, а також покупні одиниці). За тим визначаються сукупні економічні показники (зміна витрат по заробітній платі ремонтних робочих, зміну вартості замінюваних деталей, зміну собівартості продукції та інше) і, на сам кінець, показники економічної ефективності.

Розрахунки капітальних вкладень

Розрахунки додаткових капітальних вкладень в навчальних цілях допускається вести за спрощеною методикою на основі укрупнених показників. Насамперед необхідно визначити ціну (вартість) технічного рішення, яке підлягає розробці.

Вартість можна визначити повузловим методом розрахунку за формулою:

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m Ц_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f), \quad (4.33)$$

де C_i - собівартість виробів власного виготовлення, грн.;

$Ц_j$ - вартість покупних вузлів, грн.;

$i = 1, 2 \dots n, j = 1, 2 \dots m$ - кількість вузлів (деталей) власного виготовлення та покупних;

$\mu = (1,35 \dots 1,5)$ - коефіцієнт, що враховує витрати на складання;

$f = (0,1 \dots 0,2)$ - коефіцієнт, що враховує розмір накопичень.

Капітальні вкладення на обладнання у сфері використання нової техніки K_0 визначають за формулою:

$$K_0 = B \cdot (1 + \alpha_{тв} + \alpha_{бм}) + \Delta K, \quad (4.34)$$

$\alpha_{тв} = (0,02 \dots 0,05)$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні роботи;

$\alpha_{бм} = (0,1 \dots 0,2)$ - коефіцієнт що враховує будівельно-монтажні роботи;

ΔK - збільшення вартості інших видів основних засобів цеху при впровадженні технічного рішення.

В складі додаткових капітальних вкладень необхідно враховувати залишкову (ліквідаційну) вартість обладнання, яке вибуває, та елементів основних фондів з урахуванням зносу і витрат, пов'язаних з демонтажем і реалізацією існуючого обладнання.

Розрахунки супутніх економічних показників

Зміна собівартості продукції за статтями витрат (якщо вона відбувається) сировина, основні і допоміжні матеріали, паливо, енергія та інші ресурси визначаються за формулою:

$$\Delta C_{см} = \sum_{i=1}^n (H_{i0} - H_{in}) \cdot C_i \cdot A_2, \quad (4.35)$$

H_{i0}, H_{in} - норми витрат кожного виду матеріальних ресурсів на одиницю випуску продукції до і після впровадження заходу, т/т;

C_i - ціна одиниці витрачених матеріальних ресурсів, грн./т;

A_2 - річний випуск продукції після впровадження заходу, т;

$i = 1, 2 \dots n$ - кількість статей матеріальних витрат, за якими вимірюються норми витрат.

Якщо $H_{i0} = H_{in}$, то $\Delta C_{см} = 0$.

Зміна витрат по заробітній платі основних виробничих робочих $\Delta C_{см}$ визначається за формулою:

$$\Delta C_{zn} = (C_{\delta} - C_n) \cdot Z_{cp} \cdot K_{нар} \cdot K_{сн}, \quad (4.36)$$

де C_{δ}, C_n - чисельність робітників за штатом, які обслуговують машину чи агрегат, відповідно до і після їх заміни чи реконструкції, люд.

Z_{cp} - середньорічна заробітна плата одного робочого, грн.;

$K_{нар}$ - коефіцієнт, що враховує нарахування на фонд оплати праці, які відраховуються до державних фондів (на 01.01.2011 $K_{нар} = 1,3866$ (тобто нарахування складають 38,66% від повної заробітної плати));

$K_{сн}$ - коефіцієнт облікового (списочного) складу.

При $C_{\delta} = C_n$, $\Delta C_{zn} = 0$.

Зміна амортизаційних відрахувань обчислюється за формулою:

$$\Delta C_A = \frac{K_{\delta} \cdot H_n}{100}, \quad (4.37)$$

де K_{δ} - додаткові капітальні вкладення, грн.;

H_n - річна норма амортизаційних відрахувань (на 01.01.2010 вона складає 24% на рік), %.

Зміну вартості на поточний ремонт устаткування визначають шляхом обліку зміни вартості замінюваних деталей і вузлів протягом року і витрат на заробітну плату ремонтного персоналу.

Зміна вартості замінюваних деталей розраховується за формулою:

$$\Delta Y = 365 \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\tau_{\delta_i}} \cdot (C_{\delta} - L_{\delta}) - \frac{1}{\tau_{n_i}} \cdot (C_n - L_n) \right), \quad (4.38)$$

де $\tau_{\delta_i}, \tau_{n_i}$ - термін служіння деталей до і після реконструкції, доба;

$i = 1, 2, \dots, n$ - кількість вузлів і деталей у новій конструкції, які мають різний термін служіння по відношенню до вузлів і деталей старої конструкції;

C_{δ}, C_n - ціна вузлів і деталей до і після реконструкції, грн.;

L_{δ}, L_n - ліквідаційна вартість вузлів і деталей за ціною брухту до і після реконструкції.

Зміна витрат на заробітну плату ремонтників визначається за

формулою:

$$\Delta Z_p = 365 \sum_{i=1}^n K_{np} \cdot K_{нар} \left(\frac{1}{\tau_{\delta_i}} \cdot \mathcal{C}_{p\delta_i} \cdot t_{p\delta_i} \cdot d_{cp\delta_i} - \frac{1}{\tau_{n_i}} \cdot \mathcal{C}_{pn_i} \cdot t_{pn_i} \cdot d_{cpn_i} \right), \quad (4.39)$$

$\mathcal{C}_{p\delta_i}, \mathcal{C}_{pn_i}$ - чисельність ремонтників, що здійснюють заміну вузлів і деталей до і після реконструкції;

$t_{p\delta_i}, t_{pn_i}$ - тривалість одного ремонту до і після реконструкції;

$d_{cp\delta_i}, d_{cpn_i}$ - середньопогодинна тарифна ставка ремонтних робочих до і після реконструкції, грн./год.;

K_{np} - коефіцієнт, що враховує премії та інші доплати до тарифної ставки ($K_{np} = 1,3 \dots 1,4$), грн.;

$K_{нар}$ - коефіцієнт, що враховує соціальні нарахування.

Зміна витрат на поточний ремонт складається із суми зміни вартості замінювальних деталей і витрат на заробітну плату ремонтників, поділеної на коефіцієнт β , що враховує питому вагу витрат на запасні частини, матеріали для ремонту і заробітну плату ремонтних робітників у загальній вартості витрат на поточний ремонт ($\beta = 0,7 \dots 0,85$), тобто:

$$\Delta C_{np} = \frac{\Delta Y + \Delta Z_p}{\beta}. \quad (4.40)$$

У випадках, коли терміни служіння змінних деталей і вузлів невідомі, додаткові витрати на поточний ремонт визначають за формулою:

$$\Delta C_{np} = K_{\delta} \cdot f,$$

де f - коефіцієнт, що враховує витрати на поточний ремонт, розрахований як відношення до вартості основних фондів ($f = 0,008 \dots 0,15$).

Зміна витрат на силову електроенергію визначається за формулою:

$$\Delta C_e = \Delta W \cdot T_{\phi} \cdot K_{ен} \cdot \mathcal{C}_k, \quad (4.41)$$

де ΔW - зміна потужності електродвигунів, кВт;

T_{ϕ} - фактичний час роботи машини, год.;

$K_{ен}$ - коефіцієнт використання потужності (в частках одиниці);

C_k - ціна за 1 кВт·год. електроенергії, грн.

Зміна собівартості річного випуску продукції внаслідок реконструкції (модернізації) обладнання розраховується за формулою:

$$\Delta C_p = \Delta C_m + \Delta C_{zn} - \Delta C_A + \Delta C_{np} + \Delta C_e.$$

Знак «-» у формулі вказує на збільшення річної собівартості випуску продукції, «+» - зменшення річної собівартості випуску продукції.

Розрахунки показників ефективності заходу

Річний економічний ефект визначають як різницю наведених витрат. Якщо модернізація (реконструкція) не змінює обсяг виробленої продукції, розрахунок економії наведених витрат виконують за формулою:

$$E_p = \Delta C_p - E_n \cdot K_\delta,$$

де E_n - нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності ($E_n = 0,15 \dots 0,20$).

У випадку, коли змінюється обсяг виробництва продукції, використовується відома формула:

$$E_p = (C_2 - C_1) \cdot A_2 - E_n \cdot K_\delta,$$

де C_1, C_2 - питома собівартість продукції до і після реконструкції;

A_2 - річний обсяг продукції після реконструкції.

Якщо розрахунок економії виявиться з від'ємним значенням це свідчить про недоцільність застосування розробленого проекту.

Термін окупності визначаємо за формулою:

$$\dot{O}_{i\hat{e}} = \frac{\hat{E}_{\hat{a}}}{\Delta \tilde{N}_\delta} \leq \dot{O}_i,$$

де T_n - нормативний термін окупності (в межах 6-ти років для виконавчих механізмів).

Приклад: Приводи механізмів переміщення електродів нинішніх

конструкцій електрошлакових печей складаються, як правило, з відкритої передачі, двох редукторів індивідуального виготовлення, двох електродвигунів з гальмами та трьох муфт. Це пов'язано з тим, що привод має забезпечити дві швидкості: робочу регульовану (25...250 мм/хв.) і маршову постійну (до 3000 мм/хв.). Тобто, це є достатньо складна електромеханічна система, ремонт якої може займати занадто багато часу.

Проектом передбачається суттєво спростити цю систему шляхом застосування сучасних конструкцій мотор-редукторів, що являють собою компактні високонадійні агрегати з оснащенням новітніми системами регулювання швидкості обертів двигуна перемінного струму (перетворювачі LG Industrial Systems, Vacon, T-Verter, Adlee та інші.).

Таким чином, заміна складного за схемою привода на компактний мотор-редуктор не тільки спростить ремонт і обслуговування, а й суттєво підвищить надійність механізму переміщення електрода в цілому, за рахунок чого суттєво збільшується міжремонтний період. Але в цьому прикладі ми зупинилися лише на розгляді економічної ефективності від скорочення тривалості ремонту (питання, пов'язане з підвищенням надійності, розглянуто в п. 4.7).

Вихідні дані:

1. Ціна мотор-редуктора ЗМП-40 $C_{mp} = 5482$ грн.;
2. Ціна перетворювача PR6000-002252G $C_{np} = 2728$ грн.;
3. Вартість виготовлення постілі під новий привод $C_{nc} = 2020$ грн. (сюди входить демонтаж постілі під старий привод);
4. Вартість виготовлення 2-х шестерней відкритої передачі $C_{шб} = C_{шн} = 120$ грн.;
5. Термін служіння старої відкритої передачі $\tau_{\delta} = 168$ діб;
6. Термін служіння нової відкритої передачі $\tau_n = 216$ діб;
7. Ліквідаційна вартість шестерней $L_{\delta} = L_n = 18$ грн.;
8. Чисельність ремонтників до запровадження заходу $Ч_{p\delta} = 4$ (два слюсаря 5-го розряду і два слюсаря 6-го розряду);
9. Чисельність ремонтників після запровадження заходу $Ч_{pn} = 2$ (один

слюсар 5-го розряду і один слюсар 6-го розряду);

10. Погодинна ставка слюсарів 5-го розряду $d_{срб} = d_{срн} = 9,45$ грн.;
11. Погодинна ставка слюсарів 6-го розряду $d_{срб} = d_{срн} = 10,87$ грн.;
12. Тривалість одного ремонту до модернізації $t_{рб} = 6$ годин;
13. Тривалість одного ремонту після модернізації $t_{рн} = 2$ години;
14. Потужність двигуна до модернізації $W_{б} = 1,5$ кВт;
15. Потужність двигуна після модернізації $W_{н} = 1,1$ кВт;
16. Зміна потужності $\Delta W = 0,4$ кВт;
17. Фактичний час роботи механізму $T_{ф} = 6800$ годин;
18. Ціна 1 кВт/год. $\Pi_{к} = 0,48$ грн.

При розрахунках визначатимо вартість технічного заходу B , зміну амортизаційних витрат ΔC_A , зміну вартості змінюваних деталей ΔY , зміну витрат на заробітну плату ремонтників ΔZ_p , зміну витрат на поточний ремонт ΔC_{np} , зміну витрат на силову електроенергію, загальну зміну ΔC_p та показники ефективності.

Витрати на модернізацію:

$$B = [(C_{np} + C_{ш} + \Pi_{мр} + \Pi_{np}) \cdot \mu] \cdot (1 + f) = \\ = [(2020 + 120 + 5482 + 2728) \cdot 1,4] \cdot (1 + 0,15) = 21055,6 \text{ грн.}$$

Але з цієї суми необхідно вирахувати вартість старої постілі масою 420 кг за ціною металолому та за залишковою ціною вартості двох електродвигунів і двох редукторів, які можуть ще використовуватись на підприємстві чи реалізовані зовні. Загальна їх вартість 2500 грн.

Тоді загальні витрати на модернізацію складуть:

$$B_з = 21055,6 - 2500 = 18556,6 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення:

$$K_{\partial} = B \cdot (1 + \alpha_{мв} + \alpha_{б.м}) + \Delta K = 18556,6 \cdot (1 + 0,03 + 0,15) + 0 = 21897 \text{ грн.}$$

Зміна амортизаційних відрахувань:

$$\Delta C_A = \frac{K_{\partial} \cdot H_n}{100} = \frac{21897 \cdot 24}{100} = 5255 \text{ грн.}$$

Зміна вартості замінюваних деталей:

$$\begin{aligned}\Delta Y &= 365 \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\tau_{\delta_i}} \cdot (C_{\text{ш}\delta} - L_{\delta}) - \frac{1}{\tau_{n_i}} \cdot (C_{\text{ш}n} - L_n) \right) = \\ &= 365 \left[\frac{1}{168} \cdot (120 - 18) - \frac{1}{216} \cdot (120 - 18) \right] = 49,3 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Зміна витрат на заробітну плату ремонтників:

$$\begin{aligned}\Delta C_{\delta} &= 365 \sum_{i=1}^n \hat{E}_{i\delta} \cdot \hat{E}_{i\delta} \cdot \left(\frac{1}{\tau_{\delta_i}} \cdot \times_{\delta\delta_i} \cdot t_{\delta\delta_i} \cdot d_{\delta\delta_i} - \frac{1}{\tau_{i_i}} \cdot \times_{\delta i_i} \cdot t_{\delta i_i} \cdot d_{\delta i_i} \right) = \\ &= 365 \cdot 1,35 \cdot 1,3866 \cdot \left[\frac{1}{168} \cdot 4 \cdot 6 \cdot \left(\frac{2 \cdot 9,45 + 2 \cdot 10,87}{4} \right) - \frac{1}{216} \cdot 2 \cdot 2 \cdot \left(\frac{9,45 + 10,87}{2} \right) \right] = \\ &= 860,9 \text{ \textasciitilde{д}і.}\end{aligned}$$

Зміна витрат на поточний ремонт:

$$\Delta \tilde{N}_{i\delta} = \frac{\Delta Y + \Delta C_{\delta}}{\beta} = \frac{49,3 + 860,9}{0,8} = 1137,8 \text{ грн.}$$

Зміна витрат на силову електроенергію:

$$\Delta C_e = \Delta W \cdot T_{\phi} \cdot K_{\text{ен}} \cdot C_{\kappa} = 0,4 \cdot 6800 \cdot 1,4 \cdot 0,48 = 1827,8 \text{ грн.}$$

Зміна собівартості річного випуску продукції:

$$\Delta \tilde{N}_{\delta} = \Delta \tilde{N}_i + \Delta \tilde{N}_{i\delta} + \Delta \tilde{N}_{\delta} - \Delta \tilde{N}_A = 0 + 1137,8 + 1827,8 - 5255 = -2289,4 \text{ грн.}$$

Отже, керуючись вище наведеними поясненнями, приходимо до висновку, що собівартість річного випуску продукції збільшиться на 2289,4 грн. Тому, якщо не врахувати інші позитивні показники, то проектуємий захід є витратним, тобто – економічно недоцільним. Хоча при продуктивності печі $Q = 0,5$ т/годину і фактичному часі роботи $T_{\phi} = 6800$ годин збільшення собівартості однієї тонни продукції складатиме лише

$$\Delta \tilde{N}_{\delta\delta} = \frac{\Delta \tilde{N}_{\delta}}{Q \cdot \delta_{\delta}} = \frac{2289,4}{0,5 \cdot 6800} = 0,673 \text{ грн./т.}$$

Але запровадження нового привода, завдяки поліпшенню якості регулювання плавильного процесу за рахунок високоефективної роботи сучасної моделі перетворювача PR6000-002252G, дозволить більш ефективно використовувати електроенергію, що йде безпосередньо на переплав, і дещо

підвищити продуктивність печі. Для розрахунку приймемо лише економію електроенергії.

При цьому маємо наступні вихідні дані:

1. Річний обсяг виробництва сталі $Q = 4400$ т;
2. Витрати електроенергії на тону сталі до модернізації $W_{\delta} = 500$ кВт/т;
3. Витрати електроенергії після модернізації при їх зниженні на 2% $W_n = 490$ кВт/т;
4. Ціна електроенергії 1кВт/год. $C_e = 0,48$ грн.

Отже ефект від економії електроенергії складатиме:

$$\Delta C_{en} = (W_{\delta} - W_n) \cdot Q \cdot C_e = (500 - 490) \cdot 4400 \cdot 0,48 = 21120 \text{ грн.}$$

Тоді фактична зміна собівартості річного випуску продукції буде:

$$\begin{aligned} \Delta \tilde{N}_{\delta\delta} &= \Delta \tilde{N}_i + \Delta \tilde{N}_{i\delta} + \Delta \tilde{N}_a + \Delta \tilde{N}_{\ddot{a}} - \Delta \tilde{N}_A = \\ &= 0 + 1137,8 + 1827,8 + 21120 - 5255 = 18830,6 \text{ грн.} \end{aligned}$$

При цьому річний ефект економії наведених витрат складатиме:

$$\dot{A}_{\delta} = \Delta \tilde{N}_{\delta\delta} - \dot{A}_i \cdot \hat{E}_{\ddot{a}} = 18830,6 - 0,15 \cdot 21897 = 15546 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{i\hat{e}} = \frac{\hat{E}_{\ddot{a}}}{\Delta \tilde{N}_{\delta\delta}} = \frac{21897}{18830,6} = 1,16 \text{ року.}$$

Нормативний термін окупності $T_n = 6$ років.

Таким чином, проведення даного заходу є економічно доцільним. Проте, як бачимо, ефективність досягнута, головним чином, не завдяки скороченню термінів ремонту, а за рахунок економії електроенергії, що йде безпосередньо на технологічний процес.

Наведений приклад розрахунків є показовим, бо говорить про те, що, перед тим як приступити до економічних розрахунків, необхідно досконально вивчити об'єкт (щодо механічних і технологічних аспектів), який підлягає модернізації.

4.6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНУ МІЖРЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ

Безумовно, збільшення терміну міжремонтних періодів, а отже і збільшення за цей рахунок ефективного часу роботи обладнання, як і при зменшенні кількості простоїв, є позитивним фактором, бо безпосередньо відбивається на зниженні собівартості продукції. Проте від цього заходу можуть бути різні наслідки. В одному випадку, наприклад, збільшення терміну міжремонтного періоду не призводить до зростання обсягів продукції. Тому тут зменшення собівартості буде відбуватися лише за рахунок зміни вартості замінюваних деталей та зміни витрат на заробітну плату ремонтників. Це той випадок, коли об'єкт входить до складу єдиної технологічної лінії, в якій продуктивність усіх окремих складових узгоджена. Прикладом тому може слугувати моталка неперервного прокатного стана, яка, хоча і має відповідний потенціал, не зможе реалізувати більшу продуктивність, ніж та що має стан.

В іншому випадку об'єкт модернізації не пов'язаний загальним неперервним технологічним процесом, тобто є автономним, або «не вузьким місцем» стосовно продуктивності в спільному технологічному процесі. Тут, крім врахування вище згаданих економічних показників, слід враховувати і економічну ефективність від збільшення обсягу виробництва продукції. Проте, зважаючи на ринкові умови, слід пам'ятати що обсяг виробництва визначається попитом і пропозиціями на продукцію, котра підлягає реалізації. При перевищенні ж обсягу виробництва продукції над цими економічними факторами підприємство буде працювати на власний склад, не маючи від цього ніякого зиску і, більш того, несучи втрати.

Розглянемо універсальну методику визначення економічної ефективності для обох випадків. При цьому скористаємось раніш наведеними формулами, зокрема, в пункті 4.5.

Розрахунки капітальних вкладень

Використовуємо формули (4.33, 4.34).

Розрахунки супутніх економічних показників

Якщо відбувається зміна норми витрат за статтями «Сировина, основні і допоміжні матеріали, паливо, енергія та інші ресурси» на тонну випускаємої продукції, то використовується формула (4.35).

При зміні чисельності основних виробничих працівників, які обслуговують машину чи агрегат після модернізації, зміна витрат по заробітній платі визначається за формулою (4.36).

Зміна амортизаційних відрахувань обчислюється за формулою (4.37), зміну вартостей замінюваних деталей (вузлів) – за формулою (4.38), зміну витрат на заробітну плату – за формулою (4.39), зміну загальних витрат на поточний ремонт – за формулою (4.40), зміну витрат на силову електроенергію, якщо вона має місце, - за формулою (4.41).

Якщо ж продуктивність об'єкта модернізації залишається незмінною, то розрахунки сукупних показників на цьому закінчуються. Від'ємною складовою тут є зміна амортизаційних відрахувань.

При розгляді економічної ефективності за рахунок підвищення продуктивності об'єкта модернізації додаткові питомі витрати (сировина, заготівки, електроенергія і інше), як умовно-перемінні не враховуються, бо остаються незмінними по відношенню до одиниці продукції. В той же час зі зростанням обсягу продукції відбувається зміна умовно-постійних витрат.

А перед тим як перейти до розрахунків зміни умовно-постійних витрат необхідно визначити *зміну ефективного часу* за рахунок збільшення міжремонтного періоду. Цей час складатиме:

$$\Delta\Phi_{ec} = T_{B_1} \cdot (n_{B_1} - n_{B_2}), \quad (4.42)$$

де T_{B_1} - середнє значення часу на один ремонт, год.;

$n_{B_1} = 365/T_{C_1}$ - кількість ремонтів на рік до модернізації;

$n_{B_2} = 365/T_{C_2}$ - кількість ремонтів після модернізації;

T_{C_1}, T_{C_2} - термін служіння деталей (вузлів) до і після модернізації.

За цей час можна отримати додатковий обсяг продукції:

$$\Delta V_n = \Phi_{ec} \cdot P_{nm}. \quad (4.43)$$

де P_{nm} - питома продуктивність об'єкта модернізації, т/год.

Річні обсяги виробництва до і після модернізації:

$$V_1 = \Delta \Phi_{ec} \cdot P_{nm}, \quad V_2 = (\Phi_{ec} + \Delta \Phi_{ec}) \cdot P_{nm}, \quad (4.44)$$

Зміна собівартості на одиницю продукції за рахунок зниження умовно-постійних витрат визначається за формулою:

$$\Delta C_n = \frac{УПВ \cdot (V_2 - V_1)}{V_2}, \quad (4.45)$$

де $УПВ$ - умовно-постійні витрати.

Зміна річної собівартості продукції за рахунок зниження умовно-постійних витрат:

$$\Delta C_{p_2} = \Delta C_n \cdot V_2. \quad (4.46)$$

Загальна ж зміна річної собівартості продукції від зміни витрат на поточні ремонти і зміни умовно-постійних витрат:

$$\Delta C_p = \Delta C_{p_1} + \Delta C_{p_2}.$$

Розрахунки показників ефективності

Річний економічний ефект (результат) визначається за формулою:

$$E_p = (\Delta C_{p_1} + \Delta C_{p_2}) - E_n \cdot K_d.$$

Терміни окупності:

$$T_{i\hat{e}} = \frac{\hat{E}_a}{\Delta C_{p_1} + \Delta C_{p_2}}.$$

Для пояснення вище наведених теоретичних положень розглянемо приклади розрахунків економічної ефективності за рахунок модернізації шпindelного пристрою реверсивного стана холодної прокатки тонкого листа 1680. Суттєвим недоліком існуючого пристрою є низький термін служіння бронзових вкладишів внаслідок їх інтенсивного зносу (через абразивність і підвищену температуру середовища, велику навантаженість та інше), що призводить до прискореної появи зазорів в спряжених з'єднаннях і, як наслідок, до появи надмірних ударних навантажень із негативним впливом на інші елементи шпинделей і кліті. Щоб запобігти цьому явищу часто доводиться замінювати відпрацьовані вкладиші на нові із залученням 5-6-ти ремонтників і часом заміни до 6-ти годин.

Запропоновано модернізувати голівки шпинделей і застосувати вкладиші з компенсаторами, які дозволяють по мірі зносу вкладишів зміщувати їх і тим самим вибирати зазори.

Розглянемо два випадки: без змінення продуктивності стана і із зміненням в бік її підвищення.

Вихідні дані для обох випадків:

1. Кількість вкладишів з боку кліті на 2-х шпинделях, шт. -	4;
2. Маса старого вкладиша, кг -	119;
3. Вартість одного старого вкладиша (матеріал + вартість виготовлення), грн. -	4370;
4. Термін служіння старого вкладиша, діб -	12;
5. Час зміни старого вкладиша, год. -	6;
6. Кількість ремонтників, виконуючих заміну вкладишів, чел. -	3;
7. Маса нового вкладиша, кг -	82,5;
8. Вартість 1-го нового вкладишу (матеріал + вартість виготовлення), грн. -	3370;
9. Вартість 1-го модернізованого шпинделя, грн. -	12000;
10. Термін служіння нового вкладиша, діб -	40;
11. Час зміни нового вкладиша, год. -	6;

12. Кількість ремонтників, виконуючих заміну вкладишів, чол. - 3;
13. Ціна лому бронзи, грн/т - 33000;
14. Продуктивність стана, т/год. - 15;
15. Річний обсяг виробництва продукції до модернізації, т - 72000;
16. Ефективний фонд часу роботи стану до модернізації, год. - 4800;
17. Собівартість продукції до модернізації, грн./т - 4508;
18. Середня погодинна заробітна плата ремонтників, грн./год. - 10,8;
19. Нарахування на заробітну плату (на 01.01.2011 р.), % - 38,66;
20. Частка умовно-постійних витрат в собівартості продукції, % - 40;

Перший випадок

Витрати на модернізацію:

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m U_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f) =$$

$$= [(4 \cdot 3370 + 2 \cdot 12000) \cdot 1,4] \cdot (1 + 0,15) = 54142 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення:

$$K_{\partial} = B \cdot (1 + \alpha_{m\partial} + \alpha_{\partial m}) + \Delta K = 54142 \cdot (1 + 0,02 + 0,15) = 63346 \text{ грн.}$$

Зміна амортизаційних відрахувань:

$$\Delta C_A = \frac{K_{\partial} \cdot H_n}{100} = \frac{63346 \cdot 24}{100} = 15203 \text{ грн.}$$

Зміна вартості замінюваних деталей:

$$\Delta Y = 365 \cdot \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{\tau_{\partial i}} \cdot (U_{\partial} - L_{\partial}) - \frac{1}{\tau_{n i}} \cdot (U_n - L_n) \right] =$$

$$= 365 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot (4370 \cdot 4 - 33000 \cdot 0,119 \cdot 4) - \frac{1}{40} \cdot (3370 \cdot 4 - 33000 \cdot 0,0885 \cdot 4) \right] =$$

$$= 365 \cdot [147,7 - 64,75] = 30276,7 \text{ грн.}$$

Зміна витрат на заробітну плату:

$$\Delta C_{\partial} = 365 \sum_{i=1}^n \hat{E}_{i\partial} \cdot \hat{E}_{i\partial} \left(\frac{1}{\tau_{\partial i}} \cdot \times_{\partial \partial i} \cdot t_{p\partial i} \cdot d_{\partial \partial i} - \frac{1}{\tau_{i}} \cdot \times_{\partial i} \cdot t_{p i} \cdot d_{\partial \partial i} \right) =$$

$$= 365 \cdot 1,35 \cdot 1,3866 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 6 \cdot 10,87 - \frac{1}{40} \cdot 3 \cdot 6 \cdot 10,87 \right) = 7797,9 \text{ грн.}$$

Зміна витрат на поточний ремонт:

$$\Delta\tilde{N}_{i\delta} = \frac{\Delta Y + \Delta C_{\delta}}{\beta} = \frac{30276,7 + 7797,9}{0,8} = 47593 \text{ \textit{€}}.$$

Зміна собівартості випуску продукції:

$$\Delta\tilde{N}_{\delta} = \Delta\tilde{N}_i + \Delta\tilde{N}_{c_i} - \Delta\tilde{N}_A + \Delta\tilde{N}_{i\delta} + \Delta\tilde{N}_{\hat{a}} = 0 + 0 - 15203 + 47593 + 0 = 32390 \text{ \textit{€}}.$$

Річний економічний ефект:

$$\hat{A}_{\delta} = \Delta\tilde{N}_{\delta} - \hat{A}_i \cdot \hat{E}_{\hat{a}} = 32390 - 0,15 \cdot 63346 = 22888 \text{ \textit{€}}.$$

Термін окупності:

$$\hat{O}_{ie} = \frac{\hat{E}_{\hat{a}}}{\Delta C_p} = \frac{63346}{22888} = 1,9 \text{ \textit{роки}}.$$

З отриманих результатів виходить, що вирішувемий захід є доцільним навіть без урахування інших показників.

Другий випадок

Перед тим як перейти до розрахунків зміни умовно-постійних витрат необхідно визначити зміну ефективного часу за рахунок збільшення міжремонтного періоду. Кількості ремонтів на рік до модернізації n_{B_1} і після модернізації n_{B_2} :

$$n_{B_1} = 365 : T_{c_1} = 365 : 12 \approx 30 \text{ ремонтів};$$

$$n_{B_2} = 365 : T_{c_2} = 365 : 40 \approx 9 \text{ ремонтів}.$$

Тоді

$$\Delta\Phi_{ec} = T_{B_1} \cdot (n_{B_1} - n_{B_2}) = 6 \cdot (30 - 9) = 126 \text{ год}.$$

Додатковий випуск продукції за цей час:

$$\Delta V_n = \Delta\Phi_{ec} \cdot \Pi_{nm} = 126 \cdot 15 = 1890 \text{ т}.$$

Річні обсяги виробництва до і після модернізації:

$$V_1 = \Phi_{ec} \cdot \Pi_{nm} = 4800 \cdot 15 = 72000 \text{ т}.$$

$$V_2 = (\Phi_{ec} + \Delta\Phi_{ec}) \cdot \Pi_{nm} = (4800 + 126) \cdot 15 = 73890 \text{ т}.$$

Зміна собівартості на одиницю продукції за рахунок зниження умовно-постійних витрат:

$$\Delta C_i = \frac{\hat{OIA} \cdot (V_2 - V_1)}{V_2} = \frac{4508 \cdot 0,4 \cdot (73890 - 72000)}{73890} = 46,1 \text{ \$/\text{т.}}$$

Зміна річної собівартості продукції за рахунок зниження умовно-постійних витрат:

$$\Delta C_{p_2} = \Delta C_n \cdot V_2 = 46,1 \cdot 73890 = 3406329 \text{ грн.}$$

Загальна зміна річної собівартості продукції від зміни витрат на поточні ремонти і зміни умовно-постійних витрат:

$$\Delta C_p = \Delta C_{p_1} + \Delta C_{p_2} = 22729 + 3406329 = 3429058 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = \Delta C_p - E_n \cdot K_d = 3429058 - 0,15 \cdot 63346 = 3419556 \text{ грн.}$$

Терміни окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}_a}{\Delta \tilde{N}_p} = \frac{63346}{3429058} = 0,018 \text{ \$/\text{т.}}$$

З наведених розрахунків і їх результатів наочно видно, що основною складовою економічної ефективності є економія, досягнута за рахунок зміни умовно-постійних витрат. Звідси виходить, що висока ефективність технічного заходу може бути досягнута лише тоді, коли вирішується питання підвищення продуктивності виробництва.

4.7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ

Без належного застосування цих засобів жодне промислове підприємство не зможе вийти на рівень сучасного виробництва. Тому на підприємствах західних провідних країн ці засоби вже давно і повсюдно використовуються, маючи наступні позитиви:

- наявність постійної інформації щодо стану агрегатів, охоплених діагностикою, дозволяє планувати і виконувати технічне обслуговування без зупинки виробництва і практично усунути позапланові відкази обладнання;
- прогнозування і планування обсягів технічного обслуговування,

зниження витрат по технічному обслуговуванню за рахунок мінімізації непотрібного ремонту «нормального обладнання»;

- діагностика дозволяє практично усунути аварійні відкази обладнання;
- ефективне планування розподілення обслуговуючого персоналу, запасних частин, інструменту і інше;
- підвищення якості продукції;
- економія енергоресурсів;
- ефективність переговорів з постачальниками обладнання стосовно його гарантійного ремонту, відновлення, заміни чи змінення конструкції, оскільки фіксовані записом параметри є доказом для арбітражу.

Світовий досвід показує, що при регулярному і періодичному використанні сучасних методів контролю і діагностики вдається досягнути наступних результатів:

- скорочення витрат на ремонти на 30% - 35%;
- зниження аварійності на 90% - 95%.

Економічна ефективність від застосування цих засобів розраховується звичайним шляхом. Розглянемо розрахунки на конкретних прикладах.

Приклад перший: В агломераційному цеху ексгаустери оснащені найпростішими пристосуваннями контролю за роботою ексгаустерів:

- вібродатчик, працюючий на відключення машини;
- термопари, показуючі температуру підшипників в реальний момент часу.

Проаналізувати роботу агрегату за певний період часу неможливо. Для визначення фактичного стану агрегатів і підтримування їх в робочому стані доводиться щомісячно розкривати для огляду підшипники, муфти і т.п., що негативно відбивається на роботі агрегатів, бо при цьому знос елементів машини йде інтенсивніше, а ресурс роботи різко скорочується.

Згідно зі середньостатистичними даними установа стенової системи моніторингу і діагностики дозволить знизити число ревізій і ремонтів в 5 разів, скоротити практично до нуля число аварійних виходів із ладу, скоротити

кількість закупаємих підшипників в 7,5 разів.

Вихідні показники подані в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

№, п/п	Показники	Умовні позначення	Одиниці виміру	Вартість, грн.
1	Ревізії і ремонти	P	люд./зміни	52
2	Аварійні ремонти	A_p	люд./зміни	52
3	Запасні частини (підшипники)	Z_u	шт.	2800
4	Втрати виробництва від аварії	B_e	т/год.	75

Вартість системи – 160 тис. грн.

В комплект входять:

1. Комп'ютер з системним блоком промислового виконання - 1 шт.
2. Вбудована система аналізу сигналів - 1 шт.
3. Зовнішній блок виконання і комутації сигналів - 1 шт.
4. Комплект деталей вібрації - 24 шт.
5. Пакет програм для моніторингу - 1 шт.
6. Пакет програм для діагностики - 1 шт.

Визначаємо втрати до установлення системи:

$$B_1 = P \cdot n_1 + A_p \cdot n_2 + Z_u \cdot n_3 + \Pi_n \cdot n_4 = \\ = 52 \cdot 560 + 52 \cdot 80 + 2800 \cdot 16 + 75 \cdot 30 = 80330 \text{ грн.},$$

де n_1 - загальна кількість змін на ревізії і ремонти;

n_2 - загальна кількість змін на аварійні ремонти;

n_3 - загальна кількість запасних підшипників;

n_4 - загальна кількість втрат виробництва від аварій.

Втрати після установлення системи:

$$B_2 = \frac{P \cdot n_1}{5} + A_p \cdot n_2 \cdot 0 + \frac{Z_u \cdot n_3}{7,5} + \Pi_n \cdot n_4 \cdot 0 = \\ = \frac{52 \cdot 560}{5} + 0 + \frac{2800 \cdot 16}{7,5} + 0 = 11797 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект при цьому складе:

$$E_p = (B_1 - B_2) - E_n \cdot K_\delta = (80330 - 11797) - 0,15 \cdot 160000 = 44533 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}_a}{B_1 - B_2} = \frac{160000}{80330 - 11797} = 2,33 \text{ дñè à.}$$

Приклад другий. Метою даного розрахунку є забезпечення безаварійної роботи стана 1680 та зниження числа аварійних простоїв.

Згідно зі середньостатистичними даними застосування стаціонарної системи моніторингу і діагностики дозволить:

- скоротити простої стана - до 4-х годин;
- зменшити вихід із ладу підшипників подушок валків - на 40%;
- знизити кількість браку - на 40%;

Скорочення простою стану на 1 годину призведе до додаткового прибутку у 41,02 тис.грн.

Розрахунки економічного ефекту (результату) E надані у вигляді таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Розрахунки економії E з основних показників, тис. грн.

№, п/п.	Статті витрат	Од. вим.	Ціна, тис. грн.	До запровадження системи		Плануємі показники		Економ. результат
				кількість	вартість	кількість	вартість	
1	Простої стана	год.	41,02	5,9	242,02	4	164,08	77,94
2	Вихід підшипників	шт.	40	22	880,0	13,2	528,0	350,0
3	Брак	т	0,56	300	168,0	180	100,8	67,2
Разом								495,14

Витрати B_k на закупівлю системи і її запровадження складають 216 тис. грн., які і можна прийняти за капітальні вкладення.

Економічна ефективність визначається за відомою формулою:

$$E_p = E - E_n \cdot K_\delta = 495,14 - 0,15 \cdot 216,0 = 462,74 \text{ тис.грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}_a}{\dot{A}} = \frac{216,0}{495,14} = 0,44 \text{ років} .$$

З наведених прикладів виходить, що запровадження засобів моніторингу і діагностування є вкрай доцільним.

4.8 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РЕМОНТАХ ОБЛАДНАННЯ

Застосування композитних матеріалів, зокрема металополімерів, при ремонтно-відновлювальних роботах є одним з найбільш ефективних методів відновлення різноманітних елементів обладнання: зношення місць під підшипники на валах, в корпусах, стаканах і картерах, робочих коліс і направляючих апаратів насосів, різьб на валах і в корпусах, постілей блоків циліндрів, шпонкових пазів і посадочних місць.

На відміну від традиційних термічних методів наплавлення, при яких можливі деформації відновлювальних елементів, при застосуванні металополімерів це навіть неможливо, бо полімер наноситься на відновлюючу поверхню у вигляді епоксидної смоли. Нанесений полімер, незважаючи на високі механічні характеристики після затвердіння (границя міцності при стисканні досягає 200 МПа), легко піддається механічній обробці. А в деяких випадках зношені елементи взагалі не піддаються відновленню традиційними методами і підприємства вимушені їх відправляти на брут, купуючи при цьому нове обладнання. Металополімери до того ж володіють значно вищою зносостійкістю.

Розглянемо декілька прикладів економічної ефективності від застосування металополімерів типа «ЛЕО – Сталь-кераміка» і інших полімерних покриттів.

Приклад перший. Приватним підприємством «ЗОВ» виконані роботи по ремонту корпусних деталей, відновленню гідравлічних зазорів двох насосів

300-Д-70 (1988р. випуску) оборотного циклу водопостачання газоочисток мартенівських печей. Нині вартість одного насосу складає понад 300 тис. грн.

До ремонту насоси мали наступні характеристики:

Споживаюча потужність, кВт/год.	– 200;
Число обертів, об/хв.	– 1450;
Напор, м	– 63;
Продуктивність, м ³ /год.	– 600;
ККД по напору при 63 м	– 0,63;

Ремонт виконано металополімером «ЛЕО – Сталь-кераміка» стосовно відновлення геометрії корпусів в посадочних місцях (ущільнюючих кілець) з попередньою ґрунтовкою матеріалом ЕПУ-33М.

Для максимального ущільнення і зниження дії вібрацій застосовано матеріал ВУК-2М.

Вартість ремонту в розрахунках на 2001 рік склала 3660 грн. (на нинішній час ці роботи з урахуванням підвищення вартості матеріалів і заробітної плати можуть складати понад 10 тис. грн.)

Після ремонту параметри насосів вийшли на рівень нових агрегатів:

Споживаюча потужність, кВт/год.	– 250;
Число обертів, об/хв.	– 1450;
Напор, м	– 78;
Продуктивність, м ³ /год.	– 650;
ККД по паспорту	– 0,78;

Розрахунки виконані згідно з «Временной методикой определения дохода от использования изобретений и рационализаторских предложений». Показником ефективності заходу тут є економія електроенергії.

Вартість зекономленої електроенергії C_e визначається за формулою:

$$C_e = \frac{P_p \cdot \Phi_p \cdot C_e \cdot K_q \cdot K_n \cdot H}{KKD_p} - \frac{P_n \cdot \Phi_p \cdot C_e \cdot K_q \cdot K_n \cdot H}{KKD_n} =$$

$$= \frac{250 \cdot 8760 \cdot 0,1259 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2}{0,63} - \frac{200 \cdot 8760 \cdot 0,1259 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2}{0,78} =$$

$$= 700243 - 565581 = 134662 \text{ грн./рік.},$$

де P_p - споживаюча потужність одного насосу до відновлення, кВт/год.;

P_n - паспортна споживаюча потужність одного насосу, кВт/год.;

Φ_p - фонд робочого часу насосу, год.;

C_e - ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.;

K_q - коефіцієнт використання насосу за часом;

K_n - коефіцієнт використання насосу за потужністю;

KKD_p - коефіцієнт корисної дії насосу до ремонту;

KKD_n - коефіцієнт корисної дії насосу за паспортом;

H - кількість агрегатів.

Економічний річний ефект від запровадження методу:

$$E_p = C_e - C_m = 134662 - 3660 = 131002 \text{ грн.},$$

де C_m - витрати на здійснення заходу.

Термін окупності:

$$\dot{O}_{i\epsilon} = \frac{\ddot{O}_i}{C_e} = \frac{3660}{134662} = 0,003 \text{ дїєó .}$$

На нинішню пору, коли вартість електроенергії різко підвищилась, проведення подібних заходів буде ще більш доцільним.

Приклад другий. Технічний захід має на меті відновлення посадочних місць колісних пар мультвовозних візків в умовах мартенівського цеху.

При виконанні розрахунків прийнято наступні допущення:

- у витратах (вартості) однієї колісної пари не враховані транспортні витрати, втрати, пов'язані з монтажем колісної пари, втрати від простоїв візка;
- вартість ремонту прийнята максимальною.

Вихідні данні:

Кількість візків, шт.	– 249;
Кількість колісних пар одного візка, шт.	– 2;
Вартість однієї колісної пари, грн./шт.	– 5780;
Середня тривалість експлуатації однієї пари, років	– 8;
Вартість ремонту однієї пари, грн./шт.	– 709;
При тривалості експлуатації 8 років річна потреба колісних пар складає:	

$$N_p = \frac{n_6 \cdot n_k}{T} = \frac{249 \cdot 2}{8} = 62 \text{ шт.},$$

де n_6 - кількість візків, шт.;

n_k - кількість колісних пар, шт.;

T - тривалість експлуатації, роки.

Існуючі річні витрати по колісним парам:

$$B_p = N_p \cdot C_k = 62 \cdot 5780 = 358360 \text{ грн.},$$

де C_k - вартість однієї колісної пари.

Річні витрати по колісним парам при застосуванні нової технології:

$$B_{pn} = N_p \cdot C_{kn} = 62 \cdot 709 = 43958 \text{ грн.},$$

де C_{kn} - вартість ремонту однієї колісної пари.

Загальний річний економічний ефект від запровадження нової технології в умовах мартенівського цеху:

$$E_p = B_p - B_{pn} = 358360 - 43958 = 314402 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{B_{pn}}{E_p} = \frac{43958}{314402} = 0,14 \text{ року.}$$

Як і в попередньому прикладі видно, що застосування нової технології ремонту є високоефективним заходом вирішення технічних проблем, пов'язаних із відновленням обладнання.

4.9 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНАСЛІДОК УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ

Економічний ефект, отримуваний на підґрунті наукових пошуків стосовно удосконалення організації та технології проведення ремонтних робіт, проявляється в скороченні тривалості ремонту і прискоренні введення в дію виробничих агрегатів і обладнання, збільшенні випуску продукції, зростанні продуктивності праці, зниженні собівартості ремонтів і виробляемого металу. Крім цього, проявляються соціальні наслідки. А саме, на ремонтах металургійних агрегатів вони проявляються в покращенні умов праці і підвищенні рівня безпеки ремонтних робіт, в підвищенні кваліфікації і технічної культури ремонтного персоналу [14].

Що ж стосується скорочення термінів проведення ремонтів (в першу чергу капітальних), як однієї із головних задач, то тут слід проводити вкрай ретельну підготовчу роботу, пов'язану з комплексним вирішенням організаційних і технічних питань.

Серед відомих методів планування капітальних ремонтів є система мережевого планування й управління (МПУ) при підготовці і проведенні ремонтів. Застосування цієї системи дозволяє наочно і повно відобразити обсяг і складність виконуваних робіт, встановити взаємозв'язок між ними, факти їх початку або завершення, прогнозувати критичні роботи, зосередивши основну увагу на розробці заходів щодо їх успішного виконання, ефективніше використовувати трудові та матеріальні ресурси при виконанні окремих робіт, оперативно їх використовувати на інших більш трудомістких роботах і тим самим скорочувати заплановану тривалість ремонту.

Взагалі ж, щоб скоротити термін ремонтів, необхідно всіляко скорочувати обсяг ремонтних робіт, виконуваних безпосередньо на агрегатах, виконувати максимально можливу частину робіт до ремонту, а ремонтний процес перетворити в монтаж конструкцій з крупних блоків, раніш

підготовлених вузлів і інших крупнорозмірних елементів.

Найбільш суттєвий економічний ефект при скороченні ремонтів досягається, головним чином, за рахунок зниження витрат на заробітну плату ремонтників з відповідними нарахуваннями та зростання обсягу випуску продукції завдяки збільшенню фонду ефективного часу. При цьому слід проаналізувати що вигідніше: збільшити чисельність ремонтників і тим самим прискорити ремонт і збільшити за рахунок цього фонд ефективного часу, чи при меншій чисельності ремонтників дещо його продовжити, зекономивши на заробітній платі. Кінцевою задачею має бути вибір оптимального співвідношення між цими факторами.

У загальному випадку річний економічний ефект від скорочення тривалості ремонтів і пов'язаного з цим зростання обсягів виробництва при впровадженні системи мережевого планування і управління розраховується за формулою [28]:

$$E_p = \sum_{i=1}^m \Delta T_i P_i \cdot (C_{n_i} + E_n \cdot K),$$

де ΔT_i - скорочення тривалості ремонтів i -го агрегату за добу;

P_i - добова продуктивність i -го агрегату, т/добу.

C_{n_i} - умовно-постійна частина витрат в собівартості продукції i -го агрегату, грн./т;

$i = 1, 2, 3 \dots j$ - кількість металургійних агрегатів, охоплених дією системи мережевого планування і управління;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K - питомі капітальні вкладення на одиницю продукції, що випускається i -тим агрегатом, грн./т.

При використанні мережевої системи на окремому ремонті звичайно враховується тільки економія на поточних експлуатаційних витратах і виражається за формулою [28]:

$$E_p = \Delta T \cdot P \cdot C_n.$$

Методика розрахунків річних обсягів виробництва і зміни собівартості на одиницю продукції за рахунок зниження умовно-постійних витрат розглянуто в п. 4.5 (формули 4.43-4.46).

Зміну витрат на заробітну плату ремонтників можна визначити за формулою (4.39).

4.10 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ РУЧНОЇ ПРАЦІ

Запровадження засобів механізації трудомістких ручних операцій дозволяє, у переважній кількості випадків, зменшити чисельність основних виробничників (робітників), що призводить в кінцевому підсумку до економії підприємства на їх заробітній платі. Якщо ж механізація не підвищує продуктивності технологічного об'єкта, то основним і єдиним економічним фактором тут слугує економія на заробітній платі робітників.

Розрахунки розпочинаються з визначення грошових витрат на запровадження заходу за формулою :

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m Ц_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f),$$

де C_i - собівартість виробів власного виготовлення, грн.;

$Ц_j$ - вартість покупних виробів, грн.;

$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$ - кількість елементів власного виготовлення та покупних;

$\mu = (1,35 \dots 1,5)$ - коефіцієнт, що враховує витрати на складання;

$f = (0,1 \dots 0,2)$ - коефіцієнт, що враховує розмір накопичень.

Капітальні вкладення на обладнання у сфері використання нової техніки K_0 визначаються за формулою:

$$K_0 = B \cdot (1 + \alpha_{me} + \alpha_{om}) + \Delta K,$$

де $\alpha_{me} = (0,02 \dots 0,05)$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні

роботи;

$\alpha_{\text{б.м}} = (0,1 \dots 0,2)$ - коефіцієнт, що враховує будівельно-монтажні роботи;

ΔK - збільшення вартості інших видів основних засобів цеху при впровадженні технічного рішення.

Економія заробітної плати основних виробничих працівників визначається за формулою:

$$E_{\text{зн}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{н}}) \cdot Z_{\text{ср}} \cdot K_{\text{нар.}} \cdot K_{\text{сн}},$$

де $C_{\text{б}}$ и $C_{\text{н}}$ - чисельність робітників за штатом, які обслуговують машину чи агрегат до і після запровадження заходу, люд.;

$Z_{\text{ср}}$ - середньорічна заробітна плата одного робочого, грн.;

$K_{\text{нар}}$ - коефіцієнт, що враховує нарахування на фонд оплати праці, (єдиний соціальний внесок на 01.01.2011 $K_{\text{нар}} = 1,3866$, що відповідає 38,66% нарахувань);

$K_{\text{сн}}$ - коефіцієнт облікового (списочного) складу.

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_{\text{р}} = E_{\text{зн}} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{д}},$$

$E_{\text{н}} = (0,15 \dots 0,2)$ - нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності.

Термін окупності:

$$T_{\text{іг}} = \frac{K_{\text{а}}}{\Delta C_{\text{р}}} \leq \dot{O}_{\text{і}},$$

де $T_{\text{н}}$ - нормативний термін окупності (в межах 6-ти років).

$\Delta C_{\text{р}} = E_{\text{гї}}$ - зниження собівартості за рахунок економії фонду заробітної плати

Приклад. Метою проекту є механізація ручної праці по укладці алюмінієвих чушок, що відливаються на ливарній стрічковій машині, яка працює цілодобово. Укладають чушки на транспортний візок двоє робітників в кожну зміну. Запровадження чушкоукладальника дозволить зменшити на укладці одного робітника, тобто вивільняється один робітник з кожної ланки (при 6-ти годинній роботі машину обслуговують 5 ланок).

Вихідні дані:

Собівартість виробів власного виготовлення, тис. грн.	– 250,0;
Вартість покупних виробів, тис. грн.	– 25,0;
Чисельність робітників до запровадження заходу, люд.	– 10;
Чисельність робітників після запровадження заходу, люд.	– 5.

Грошові витрати на запровадження заходу:

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m C_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f) = [(250 + 25) \cdot 1,4] \cdot (1 + 0,15) = 443 \text{ тис.грн.}$$

Капітальні вкладення:

$$K_{\partial} = B \cdot (1 + \alpha_{mv} + \alpha_{\partial m}) + \Delta K = 443 \cdot (1 + 0,03 + 0,15) + 0 = 522 \text{ тис.грн.}$$

Економія заробітної плати:

$$E_{\zeta i} = (\times_{\dot{a}} - \times_i) \cdot C_{\zeta \partial} \cdot \hat{E}_{i \partial} \cdot \hat{E}_{\partial i} = (10 - 5) \cdot 36000 \cdot 1,3866 \cdot 1,2 = 299506 \text{ }.$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = E_{\zeta i} - \dot{A}_i \cdot \hat{E}_{\dot{a}} = 299506 - 0,15 \cdot 522000 = 221206 \text{ }.$$

Термін окупності:

$$T_{i\partial} = \frac{K_{\dot{a}}}{E_{\zeta i}} = \frac{522000}{299506} = 1,77 \text{ } < \dot{O}_i.$$

Висновки: Запровадження заходу є доцільним.

4.11 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ВИБОРУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТА ПЕРЕДАЧ

Під час проектування, направленою на модернізацію існуючого обладнання, студенти зустрічаються з ситуаціями, коли на цьому обладнанні установлені електродвигуни більшої потужності, ніж це потрібно для його ефективної роботи.

Через недостатні знання теорії електричного привода деякі студенти вважають, що, замінивши електродвигун більшої потужності на електродвигун меншої потужності, вони отримають економію електроенергії, рівній різниці потужності цих електродвигунів. Тобто, якщо всього-на-всього

замінити двигун потужністю 55 кВт на двигун потужністю 45 кВт, то економія електроенергії складе 10 кВт/год. Але, насправді, крім збитків (на придбання нового двигуна, змінення його постілі і монтаж) цей захід нічого корисного не дасть.

Відомо, що проектування електродвигунів ведеться за мінімумом витрат як на їх виробництво, так і на експлуатацію (вартість електроенергії при експлуатації). При цьому приймають, що середнє навантаження на двигун складає $0,6 \cdot N_{ном}$ ($N_{ном}$ - номінальна потужність). Тому при проектуванні сучасних електродвигунів максимальне значення ККД досягається вже при $N = 0,6 \cdot N_{ном}$, а в діапазоні навантажень $0,6 \dots 1,0$ від номінального ККД залишається приблизно однаковим.

ККД сучасних асинхронних двигунів при номінальному навантаженні для машин потужністю понад 100 кВт складає $0,92 \dots 0,96$, потужністю $1 \dots 100$ кВт – $0,7 \dots 0,9$, а мікромашин – $0,4 \dots 0,6$ (більші значення ККД відносяться до машин більшої потужності).

Володіючи цією інформацією, можна аргументовано проаналізувати вищенаведений приклад. Максимальне значення ККД двигуна потужністю 55 кВт буде зберігатись ним до потужності $0,6 \cdot 55 = 33$ кВт. В той же час планувалось використати двигун потужністю 40 кВт. Тобто, існуючий двигун має максимальний ККД і, отже, ніякого виграшу тут не буде. До того ж він має і дещо вищий загальний ККД.

Інша справа, коли виконується проект нового обладнання. Тут доцільно використовувати двигуни відповідної потужності як з економічних, так і технічних міркувань.

Найбільш реальним шляхом отримання економічного ефекту є впровадження заходів щодо навантажень на електродвигун (наприклад, за рахунок зрівноваження рухомих частин, застосування передач з більш високим ККД, акумуляторів різних типів та інших накопичувачів енергії і т.п.).

При цьому можуть розглядатись дві економічні цілі.

Перша: Отримання економічного ефекту за рахунок зниження витрат

електроенергії безпосередньо електродвигуном.

Друга: Отримання економічного ефекту за рахунок зниження інерційності автоматизованих систем, що позитивно вплине на технологічні показники (зниження матеріало- та енергоресурсів, зростання продуктивності агрегатів, поліпшення якості продукції і т.д.). Наприклад, в механізмах переміщення електродів дугових електропечей, оснащених аналоговою системою автоматизованого регулювання (САР), а на нових печах – цифровою системою управління (САУ), не стільки можна зекономити на електроенергії самого електродвигуна, скільки отримати суттєвий економічний ефект на економії електроенергії, яку споживає технологічний процес. Адже потужність електродвигунів тут складає не більше 5 кВт, а потужність пічних трансформаторів – 15,0 – 32,0 МВА. При цьому, навіть мізерний відсоток економії електроенергії на технологічному процесі за рахунок підвищення стабільності горіння дуги може призвести до отримання суттєвого економічного результату.

В першому ж випадку суттєвий ефект можна отримати в тому разі, коли маємо справу хоча б з достатньо потужними двигунами чи із значним зниженням витратної потужності, яка витрачається на виконання корисної роботи та подолання сил тертя в ланках привода.

Розглянемо такий приклад. Витратна потужність існуючого двигуна складає 10 кВт. Через застосування технічних заходів нам вдалось знизити витратну потужність двигуна на 50%. Фонд ефективного часу роботи двигуна складає 7200 годин на рік, вартість 1 кВт/год. – 0,48 грн., капітальні вкладення – 8200 грн.

При цьому зниження витрат на електроенергію за 1 рік складатиме:

$$Z_e = 7200 \cdot 5 \cdot 0,48 = 17280 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = Z_e - E_n \cdot K = 17280 - 0,15 \cdot 8200 = 16050 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}}{\Delta \tilde{N}_p (\zeta \hat{a})} = \frac{8200}{17280} = 0,47 \text{ року.}$$

Але при зниженні витрат електроенергії цим же двигуном на рівні 10% доцільність прийнятого рішення можна поставити під сумнів, бо економічний ефект складатиме лише 2226 грн., а термін окупності – біля 4-х років. В той же час при витратній потужності двигуна 100 кВт/годину зниження витрат електроенергії на 10% приведе до економії 10 кВт/годину. Тобто, при наявності двигунів великої потужності зниження витрат електроенергії навіть на 10% є економічно доцільним (але при відповідних витратах на здійснення заходу та при достатньо великому фонді ефективного часу).

Вирішення поставленої задачі може здійснюватись двома шляхами. При першому залишається існуючий двигун і вирішується тільки питання щодо зниження його навантаженості. При другому замість існуючого двигуна встановлюється новий двигун меншої потужності, але це потребує додаткових витрат (на закупівлю двигуна, виготовлення нових муфт, змінення постілі і інше), які можуть і не окупитись.

При вирішенні ж задачі щодо зниження інерційності об'єктів модернізації існуючі двигуни більшої потужності замінюються двигунами якомога меншої потужності (і головне із суттєво меншим моментом інерції). Проте економія електроенергії від цієї заміни може не урахуватись, бо значно переважаюча частка економічного ефекту при цьому буде визначатись через технологічні показники (зменшення енерговитрат на технологічні цілі, зниження браку продукції, підвищення продуктивності агрегатів та якості продукції і т.д.).

Приклад перший. Модернізації підлягає механізм кантування злитка злитковоза обтискного стана. Для зменшення витратної потужності двигуна передбачено спорядити механізм спеціальним накопичувачем енергії, що заряджається за рахунок рухомих частин (люлька зі злитком). При кантуванні люльки зі злитком накопичувач заряджаючись, сприймає на себе переважну частку навантаження від рухомих мас і тим самим розвантажуючи двигун. В зворотному напрямі порожня люлька повертається накопичувачем, а двигун

слугує лише стримуючою ланкою, визначаючи швидкість повернення люльки.

Методика визначення витрат і взагалі додаткових капітальних вкладень типова і розглянута раніше в декількох прикладах. Тому зупинимося на розгляді лише суто економічних показників.

Вихідні дані:

Установочна потужність двигуна МП-71, кВт -60

Витратна потужність двигуна до здійснення заходу, кВт/год. -55

Витратна потужність двигуна після здійснення заходу, кВт/год. -5

Фонд ефективного часу, год./рік -820

Вартість електроенергії, кВт/год./грн. -0,48

Додаткові капітальні вкладення на здійснення заходу

(виготовлення і встановлення накопичувача на злитковоз), грн. -34000

Оскільки економія від споживаної електроенергії двигуном механізму кантування мізерна в порівнянні із іншими витратами на виробництво прокату, то немає сенсу визначати її вплив на собівартість продукції. Тобто, тут необхідно розглядати економічний результат лише за рахунок зниження витрат на електроенергію, споживану двигуном:

$$Z_e = (55 - 5) \cdot 820 \cdot 0,48 = 19680 \text{ грн.}$$

Річна економічна ефективність:

$$E_p = Z_e - E_n \cdot K = 19680 - 0,15 \cdot 34000 = 14580 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}}{\Delta \hat{N}_p (C\hat{a})} = \frac{34000}{19680} = 1,73 \text{ року.}$$

З отриманих результатів виходить, що запровадження даного заходу є економічно доцільним.

Приклад другий. Механізм переміщення електродів (3 штуки) сталеплавильної електродугової печі оснащено двигунами постійного струму 2ПН132М потужністю 4 кВт з моментом інерції якоря 0,048 кг·м². Розрахунками доведено, що витратна потужність двигунів складає усього біля 1,0 кВт. Тобто, тут двигуни мають явно значно більшу потужність, ніж це

потрібно для нормальної роботи, і високу інерційність, що негативно позначається на якості регулювання дугового процесу, приводячи до підвищення питомих витрат електроенергії.

Проектом передбачається змінити існуючі двигуни на двигуни 2ПН100L потужністю 1,1 кВт з моментом інерції якоря $0,012 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, застосування яких дозволить значно підвищити бистродію і чутливість системи електродотримачів в цілому і за рахунок цього поліпшити якість регулювання електричним режимом печі і, отже, знизити питомі витрати електроенергії до 1,0%.

Вихідні дані:

Питомі витрати електроенергії до запровадження заходу, кВт/т	-550
Питомі витрати електроенергії після запровадження заходу, кВт/т	-545
Ціна 3-х двигунів з ПДВ, грн.	-10671
Вартість виготовлення 3-х напівмуфт, грн.	-240
Вартість змінення постілі під 3-и нові двигуни, грн.	-160
Ціна електроенергії 1кВт/год./грн.	-0,48
Річний обсяг продукції, т	-50000
Загальну вартість проектуємих розробок визначаємо за формулою (10.3):	

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n B_i + \sum_{j=1}^m C_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f) = [(240 + 160 + 10671) \cdot 1,1](1 + 0,15) = 12778 \text{ грн.}$$

Додаткові капітальні вкладення (10.2):

$$KB_{\partial} = B_i(1 + K_{mз} + K_{\partial м}) \cdot n = 12778 \cdot (1 + 0,05 + 0,1) = 14694 \text{ грн.}$$

Змінення (зниження) собівартості продукції за рахунок зниження витрат електроенергії (10.19):

$$\Delta C_e = (P_{\partial} - P_n) \cdot C_e \cdot Q = (550 - 545) \cdot 0,48 \cdot 50000 = 120000 \text{ грн.}$$

Річна економічна ефективність:

$$E_p = \Delta C_e - E_n \cdot KB_{\partial} = 120000 - 0,15 \cdot 14694 = 117796 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{14694}{120000} = 0,122 \text{ року.}$$

А якщо вирахувати залишкову вартість 3-х заміненних двигунів, котрі можуть бути використані для інших цілей чи продані зовні, то ефективність від даного заходу дещо зростає.

В деяких випадках достатньо високий економічний результат можна отримати і за рахунок застосування більш раціональних передач та оптимізації їх компонування. Прикладом можуть слугувати численні приводи, в яких поряд зі стандартними редукторами застосовуються ще і відкриті зубчасті передачі, які, як відомо, відрізняються від картерних суттєво нижчим ККД. Далеко не завжди використовуються переваги окремих передач в конкретних умовах. Наприклад, у випадках, коли потрібні високі показники чутливості і бистродії виконавчих механізмів, застосовано громіздкі і високоінерційні передачі і двигуни. Проте не завжди модернізація цих приводів приведе до суттєво позитивних економічних результатів, бо для цього потрібні певні умови, при яких, перш за все, термін окупності витрат на запровадження заходу не повинен перевищувати нормативний термін окупності. Але інша справа, коли проектується новий об'єкт. В цьому випадку порівнюються можливі варіанти рішення задачі зі всебічним урахуванням експлуатаційних, технологічних, економічних та інших показників. А різниця між модернізацією і новою розробкою полягає в тому, що при модернізації необхідно внести додаткові капітальні вкладення, які при певних умовах можуть взагалі не окупитись, а при розробці нового об'єкта при будь-якому розкладі необхідно все-одно вносити початкові капітальні вкладення і задача зводиться лише до вибору кращого варіанту чи то з погляду мінімальних витрат, чи то з інших міркувань.

Приклад. Існуючий привод механізму накочування вагонів баштового вагоноштовхача складається з 2-х двигунів, одноступінчатого циліндричного редуктора застарілої конструкції і 2-х відкритих циліндричних передач. Проектом передбачається взагалі усунути відкриту передачу, застосувавши сучасний двоступінчастий циліндричний редуктор, який має на 15% вищий ККД, ніж існуюча передача. Для втілення заходу необхідно придбати новий

редуктор, модернізувати постіль, виготовити трансмісійні вали з опорами, чотири зубчасті муфти.

Вихідні дані:

Ціна нового редуктора 1Ц2У-250, грн.	-9500
Вартість 2-х трансмісійних валів з опорами, грн.	-12000
Вартість 4-х муфт, грн.	-800
Витрати на коригування постілі, грн.	-200
Витратна потужність двигунів до втілення заходу, кВт/год.	-200
Витратна потужність двигунів після втілення заходу, кВт/год.	-170
Вартість 1кВт/год. електроенергії, грн.	-0,48
Фонд ефективного часу, год./рік	-1200

Загальна вартість проектуємих розробок:

$$B = \left[\left(\sum_{i=1}^n B_i + \sum_{j=1}^m C_j \right) \cdot \mu \right] \cdot (1 + f) =$$

$$= [(12000 + 800 + 200 + 9500) \cdot 1,1] \cdot (1 + 0,15) = 28462 \text{ грн.}$$

Додаткові капітальні вкладення:

$$KB_{\partial} = B_i \cdot (1 + K_{mз} + K_{бм}) \cdot n = 28462 \cdot (1 + 0,05 + 0,15) = 34155 \text{ грн.}$$

Економія електроенергії:

$$\Delta E = (200 - 170) \cdot 1200 \cdot 0,48 = 17280 \text{ грн.}$$

Річна економічна ефективність:

$$E_p = \Delta E - E_n \cdot KB_{\partial} = 17280 - 0,15 \cdot 34155 = 12157 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{KB_{\partial}}{E_p} = \frac{34155}{12157} = 2,81 \text{ року.}$$

Тобто $T_{ок} < T_n = 5$ років.

Отже запровадження заходу є економічно доцільним.

4.12 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИРОДОЗАХИСНИХ ЗАХОДІВ

Методика розрахунків абсолютної економічної ефективності при запровадженні середовищно-захисних заходів має деякі особливості. Так, показник абсолютної економічної ефективності всіх природозахисних витрат визначається як відношення річного обсягу повного економічного ефекту до приведених витрат:

$$E_a = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{ij}}{B_i + E_n \cdot K_i}, \quad (4.47)$$

де E_{ij} - економічний ефект i -го виду від усунення (зменшення) витрат на j -му об'єкті, що перебуває в зоні покращення стану навколишнього середовища;

B_i - річні експлуатаційні витрати на обслуговування і утримання основних фондів, за якими визначається повний економічний ефект;

$E_n = 0,15 - 0,25$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_i - капітальні вкладення в будівництво об'єкта (чи групи об'єктів) середовищно-захисного призначення.

Якщо ж необхідно визначити показник абсолютної екологічної ефективності капітальних витрат по природозахисним заходам то розрахунки виконуються за формулою:

$$E_i = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{ij} - B_i}{K_i}. \quad (4.48)$$

Додатковими показниками абсолютної ефективності природозахисних заходів можуть слугувати:

- відношення зниження ΔB показника, що характеризує негативний вплив виробничої діяльності підприємств на навколишнє середовище, до обумовивших його витратам

$$E_{д.в.} = \frac{\Delta B}{B_i + E_n \cdot K_i}; \quad (4.49)$$

- відношення показника ΔP , характеризуючого покращення стану навколишнього середовища, до витрат, які для нього знадобились

$$E_{д.с.} = \frac{\Delta P}{B_i + E_n \cdot K_i}. \quad (4.50)$$

Витрати на охорону навколишнього середовища виділяються в окрему статтю капітальних вкладень. Це пояснюється великою значністю природозахисних заходів. До капітальних вкладень природоохоронного значення незалежно від джерел фінансування відносяться одноразові витрати на: створення нових і реконструкцію існуючих основних фондів (див. п. «Основні фонди»), зменшуючих (попереджуючих) негативний вплив господарчої діяльності на навколишнє середовище; заходи, що безпосередньо діють на елементи навколишнього середовища з метою покращення їх стану і не змінюючі вартість основних фондів; удосконалення технології виробництва з метою зниження його негативної дії на навколишнє середовище, а також створення технології, яка забезпечує досягнення природозахисних цілей.

Зокрема в складі капітальних вкладень виділяють витрати на будівництво (реконструкцію) установок і споруд для збору, транспортування, переробки і ліквідації відходів виробництва, а також очищення повітряного і водного басейнів. Охорона повітряного басейну вимагає одноразових витрат, пов'язаних з будівництвом установок для уловлювання і знешкодження шкідливих речовин газів, що відходять від технологічних агрегатів, і із вентиляційного повітря перед викидом їх в атмосферу.

Витрати на очисні споруди (K_{oc}) установлюються за *укрупненими нормативами* виробництва, а при їх відсутності – за кошторисом типових проектів.

При аналізі типових проектів визначають питомі капітальні вкладення (K_n) на одиницю обсягу очисних споруд з урахуванням їх продуктивності, при цьому K_{oc} з урахуванням загального обсягу очисних споруд W визначається за

формулою [48]:

$$K_{oc} = W \cdot K_n. \quad (4.51)$$

При визначенні витрат на очисні споруди ураховуються також додаткові вкладення в споруди, які забезпечують подачу додаткового об'єму води в зв'язку із забрудненням водного джерела (насосні станції, трубопроводи, з відповідною арматурою):

$$\Delta K_{oc} = \sum_{i=1}^n \Delta W_i \cdot K_{n_i}, \quad (4.52)$$

де ΔW_i - збільшення об'єму i -ї споруди, водопровідного комплексу;

K_{n_i} - питомі капітальні вкладення на одиницю об'єма;

n - кількість додаткових очисних споруд.

Вкладення на газоочисні установки визначаються за формулою:

$$K_{zy} = K_{n_i} \cdot V \cdot m, \quad (4.53)$$

де K_{zy} - капітальні вкладення на газоочисну установку, грн.;

K_{n_i} - питомі капітальні вкладення на очищення газів (в розрахунках на 1000 м³ газу);

V - вихід очищеного газу, тис. м³;

m - коефіцієнт, враховуючий витрати на об'єкти невиробничого призначення (теплопостачання, водопостачання і інше).

Значення K_n приймаються згідно з *нормативами витрат* по газоочисним установкам. Більш того розмір капітальних вкладень визначається шляхом складання кошторисно-фінансових розрахунків на обладнання і споруди газоочисних установок з урахуванням вартості монтажу і будівельних робіт.

Результати розрахунків капітальних вкладень зручно подавати у табличній формі при різних варіантах проектів.

Таблиця 4.7

Склад капітальних вкладень (КВ)	Базовий варіант	Проектуємий варіант	Відхилення (- економія, + перевитрати)
Будівлі Обладнання Споруди і пристрої Оснащення Інвентар Оборотні засоби			
Разом прямі КВ			
Інші КВ (супутні, НДР інше)			
Разом			

Що ж стосується конкретних розрахунків економічної ефективності за рахунок водоохоронних заходів, то в роботі [15] рекомендується наступна методика:

Економічний ефект від запровадження водоохоронного заходу полягає в запобіганні нанесення шкоди народному господарству, що наноситься скиданням недоочищених вод.

При цьому спочатку визначається приведена маса річного скидання певної забрудненої речовини до і після запровадження заходу за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (4.54)$$

де i - індекс скидаємої домішки;

N - загальна кількість домішок, скидаємих оцінюючим джерелом;

A_i - показник відносної небезпеки скидання i -ї речовини у водойму (визначається за спеціальними таблицями), умов. т/т;

m_i - загальна маса річного скидання за рахунок запровадження доочищення стічних вод складатиме:

$$P_p = J \cdot \sigma_k \cdot (M_1 - M_2), \quad (4.55)$$

де J - константа, числове значення якої рекомендується приймати рівним 640 грн./умов. т;

σ - константа, що має певне значення для різних водогосподарських ділянок (безрозмірна);

M_1, M_2 - приведена маса річного скидання домішок даним джерелом у водогосподарську ділянку (умов. т/рік).

Розрахунки економічного ефекту при стабільному річному об'ємі очищаних вод, витрат і результатів по рокам розрахункового періоду рекомендується визначати за формулою:

$$E_p = \frac{P_p - B_p}{k_p + E_n} \quad \text{чи} \quad E_p = \frac{P_p - B_{pn} - (K_p + E_n) \cdot K_{np}}{k_p + E_n}, \quad (4.56)$$

де B_p - незмінні за роками розрахункового періоду витрати на реалізацію заходу;

B_{pn} - річні поточні витрати без урахування амортизації на реновацію (відновлення);

k_p - норма реновації основних фондів,

$$k_p = \frac{E_n}{(1 + E_n)^{T_c} - 1},$$

E_n - норматив приведення різночасових витрат і результатів, який кількісно

дорівнює нормативу ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,1 \dots 0,15$);

T_c - термін служіння засобів (техніки) довготривалого використання;

K_{np} - одноразові витрати, приведені за фактором часу до розрахункового року,

$$K_{np} = \sum_{t_i=1}^T K_{t_i} \cdot \alpha_t,$$

де T - загальний термін будівництва об'єкта, роки;

t_i - рік будівництва;

K_{t_i} - капітальні вкладення в t_i -му році будівництва;

α_t - коефіцієнт приведення,

$$\alpha_t = (1 + E_n)^t,$$

t - число років, що відділяють витрати даного року від початку розрахункового року.

Приклад. Для запобігання забрудненню водного об'єкта розроблено проект доочищення стічних вод збагачувального комбінату.

Вихідні дані:

1. Стабільний річний об'єм очищуємих стічних вод, тис.м³ – 2738;
2. Капітальні вкладення в будівництво системи доочищення стічних вод, тис. грн:

1-й рік (виконання пошукових робіт) -100,0

2-й рік (розробка проекту) -200,0

3-й рік (будівництво) – розрахунковий -1964

3. Річні поточні витрати без урахування амортизації, тис. грн. -67

4. Термін експлуатації споруди, роки -5

Результати розрахунків приведених мас річних скидань домішок зручно подавати у вигляді таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Забруднюючі речовини	Маса річних скидань		A_i	Приведені маси	
	m_1	m_2		M_1	M_2
Суспендовані	41	8.2	1,33	54,53	10,9
Ксантогенат бутиловий	0,82	-	1000	820,0	-
Нітрат амонію	13,8	2,7	2	26,2	5,4
Ціаніди	31,5	-	20	630,0	-
Фтор	25,6	4,1	20	512,0	82
Нафтопродукти	9,3	-	20	186,0	-
Нітрати	7666,4	958,0	0,11	843,3	105,4
Сульфати	6679,2	821,4	0,01	66,7	8,2
Хлориди	410,7	821,4	0,003	1,2	2,5
			Разом	3140,0	214,0

Тоді

$$P_p = J \cdot \sigma_k \cdot (M_1 - M_2) = 640 \cdot 1,89 \cdot (3140,0 - 214,0) = 3539290 \text{ грн.}$$

$$P_p = 3539,29 \text{ тис. грн.}$$

Перед визначенням економічного ефекту необхідно розрахувати величини k_p і K_{np} .

$$k_p = \frac{E_n}{(1 + E_n)^{T_c} - 1} = \frac{0,1}{(1 + 0,1)^5 - 1} = 0,1638;$$

$$\begin{aligned} K_{np} &= \sum_{t_i=1}^T K_{t_i} \cdot \alpha_t = K_{t_1} \cdot (1 + E_n)^{t_1=2} + K_{t_2} \cdot (1 + E_n)^{t_2=1} + K_{t_3} \cdot (1 + E_n)^{t_3=0} = \\ &= 100 \cdot (1 + 0,1)^2 + 200 \cdot (1 + 0,1)^1 + 1964 \cdot (1 + 0,1)^0 = 2305 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

Тоді

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{P_p - [B_{pn} + (K_p + E_n) \cdot K_{np}]}{K_p + E_n} = \frac{3539,29 - 67 - (0,1638 + 0,1) \cdot 2305}{0,1638 + 0,1} = \\ &= 10857,6 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

Звідси можна зробити висновок, що при використанні даного заходу буде відвернено шкоду, що наноситься через скидання недоочищених стічних вод. Народогосподарський економічний ефект з урахуванням дисконтування складає приблизно 10,8 млн. грн.

4.13 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ СТОСОВНО БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ

В роботі [22] при економічному обрахуванні заходів щодо підвищення безпеки праці пропонується скористатись умовою, при якій вигода за рахунок проведення заходів повинна перевищувати додаткові річні економічні виробничі розрахункові витрати

$$\Delta W_{\delta} = B_n \cdot \Delta O_{\delta} - \Delta B_{\delta}, \quad (4.57)$$

де ΔW_{δ} - річний економічний ефект, грн./рік;

B_n - питомі економічні госпрозрахункові витрати в базовому варіанті

виробництва;

ΔO_{δ} - додатковий обсяг продукції, отриманої за рахунок підвищення безпеки праці, т/рік;

ΔB_{δ} - додаткові річні економічні виробничі госпрозрахункові витрати на підвищення безпеки праці, грн./рік;

Додатковий обсяг продукції визначається за формулою:

$$\Delta O_{\delta} = P_n \cdot \frac{\Delta n_t \cdot t_m}{T_p}, \quad (4.58)$$

де P_n - продуктивність праці робітника, т/рік;

Δn_t - середньорічне зниження випадків травматизму за рахунок підвищення безпеки праці;

t_m - середній час перебування на лікарняному при одному випадку травматизму, днів;

T_p - фактичний річний фонд робочого часу середньооблікового робітника, днів.

Річну продуктивність праці робітника визначають за формулою:

$$P_n = N_{нчп} : Ч_{об}, \quad (4.59)$$

де $N_{нчп}$ - нормативна чиста продукція (або нарахована по оптовим цінам);

$Ч_{об}$ - середньооблікова чисельність працюючих на підприємстві.

В балансі робочого часу визначається номінальний ($НЧ$) і фактичний ($ФЧ$) часи роботи за наступною формулою:

$$НЧ = КЧ - СД - ВД, \quad ФЧ = НЧ - ЧН, \quad (4.60)$$

де $КЧ$ - календарний час;

$СД$ - святкові дні;

$ВД$ - вихідні дні;

$ЧН$ - час невиходів через хворобу, в зв'язку з відпусткою та інше.

Кількість невиходів приймається на підґрунті матеріалів практики.

При неперервному виробництві в основних металургійних цехах для виробничих робочих і чергового персоналу, як правило, приймається

неперервний чотирибригадний графік з 8-ми годинним робочим днем при чотириденному робочому тижні. Для ремонтного персоналу і для допоміжних робочих зазвичай використовується перервний режим роботи з п'яти- чи шестиденним робочим тижнем. Для кожної з вказаних груп робочих визначається середня тривалість відпустки і розраховується баланс часу (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Приблизний баланс часу одного робітника

Елементи балансу	Режим роботи	
	неперервний чотири-бригадний графік	п'ятиденний робочий тиждень
Календарний час	365	365
Вихідні	91	104
Святкові дні	-	7
Невиходи:		
- відпустка	24	20
- виконання різних доручень	2	2
- через хворобу	4	3
Усього невиходів	30	25
Фактичний час роботи	244	229
Коефіцієнт обліку (списочний)	$274/244=1,123$	$254/229=1,09$
Кількість невиходів по відношенню до фактичного часу,%:		
- чергова відпустка і виконання суспільних обов'язків	10,66	9,61
- через хворобу	1,64	1,31

Проте визначення балансу часу за таблицею 4.9 може бути доцільним лише при порівнянні нових проектів. При розгляді існуючого виробництва з певними умовами праці необхідно приймати фактичні дані, адже на фактичний баланс часу впливає економічний стан виробництва та можливі обсяги реалізації продукції.

Приклад: Визначити річний економічний ефект від запровадження комплексу заходів щодо запобіганню нещасним випадкам при наступних вихідних даних:

$B_n = 28750$ грн./т; $\Pi_n = 3,2$ т (рік \times осіб); $\Delta n_t = 3,0$; $t_t = 18$ днів; $T_p = 244$ дні; $\Delta B_{\bar{o}} = 15000$ грн.

Для спрощення розрахунків вираз (4.58) підставимо у вираз (4.57)

$$\Delta W_{\bar{o}} = B_n \cdot \Pi_n \cdot \frac{\Delta n_t \cdot t_t}{T_p} - \Delta B_{\bar{o}}. \quad (4.61)$$

Тоді

$$\Delta W_{\bar{o}} = 28750 \cdot 3,2 \cdot \frac{3 \cdot 18}{244} - 15000 = 5361 \text{ грн./рік.}$$

Ясна річ, що визначенню $\Delta W_{\bar{o}}$ будуть передувати розрахунки витрат на здійснення комплексу заходів, в які можуть входити витрати на закупку стандартних виробів, виготовлення та монтаж обладнання і інше. При цьому, як і належить, необхідно урахувати амортизаційні відрахування.

В роботі [23] наведено дещо інший підхід до визначення економічної ефективності від зменшення рівня травматизму.

Показником виробничого травматизму тут прийнято вважати частоту і тяжкість травматизму. Коефіцієнт частоти травматизму ($K_{чт}$) розраховується як число випадків травматизму на 1000 працюючих і визначається за формулою:

$$K_{чт} = \frac{H_m \cdot 1000}{\mathcal{C}_{co}}, \quad (4.62)$$

де \mathcal{C}_{co} - середньооблікова (середньосписочна) чисельність працюючих в даний період;

H_m - число випадків травм.

Наприклад, в цеху, де $\mathcal{C}_{co} = 650$ чол., на протязі року відбулось 3 нещасних випадки із втратою 120 робочих днів,

$$K_{чт} = \frac{3 \cdot 1000}{650} = 4,61.$$

Коефіцієнт тяжкості виробничого травматизму (K_{mm}) являє собою число днів тимчасової непрацездатності, що припадає на кожний випадок травматизму і визначається за формулою:

$$K_{mm} = \frac{D_{mn}}{H_m}, \quad (4.63)$$

де D_{mn} - сума днів тимчасової непрацездатності за даний період;

H_m - кількість травм.

Наприклад, сума днів тимчасової непрацездатності за період, коли відбулось три випадки травматизму, складає 120. Тоді

$$K_{mm} = \frac{120}{3} = 40.$$

Вважається, що в зв'язку з травматизмом скоротиться випуск продукції, величину якого можна визначити за формулою:

$$P_{ск} = T_{вт} \cdot K_{свд}, \quad (4.64)$$

де $T_{вт}$ - кількість робочих днів, втрачених в зв'язку з травмою, дні;

$K_{свд}$ - середня виробітка в день, тис. грн.

Планова собівартість даного обсягу продукції складатиме

$$C_{nn} = P_{ск} \cdot B_{zn}, \quad (4.65)$$

де B_{zn} - витрати на гривню товарної продукції, грн.

Відносне збільшення собівартості продукції складає

$$C_{\epsilon} = C_{nn} \cdot C_{nv}, \quad (4.66)$$

де C_{nv} - питома частка постійних (умовно-постійних) витрат у собівартості, %.

Виплати за листками непрацездатності визначаються за формулою

$$B_{нз} = T_{вт} \cdot C_{сл},$$

де $C_{сл}$ - середній розмір оплати згідно з лікарняним на час непрацездатності грн./день.

Загальний збиток від травматизму буде складати:

$$E_{зт} = C_{\epsilon} + B_{нз}. \quad (4.67)$$

Приведені витрати на здійснення будь-якого заходу визначаються за відомою формулою:

$$B_{np} = C + E_n \cdot K, \quad (4.68)$$

де C - витрати на здійснення заходів щодо покращення умов праці, грн. /рік;

K - капітальні витрати на покращення умов праці, грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності (окупності) капітальних вкладень (в роботі [8] рекомендується приймати $E_n = 0,08$).

Виходячи з того, що економічна вигода за рахунок проведення технічних заходів на зниження травматизму має перевищувати сумарні витрати, можна записати умову доцільності капітальних вкладень K :

$$E_p > (C + E_n \cdot K) + E_{zm} \text{ або } (C + E_n \cdot K) < E_p - E_{zm}, \quad (4.69)$$

де E_p - економічний ефект (результат); $(C + E_n \cdot K)$ - приведені витрати B_{np} .

Тут слід відмітити, що головною складовою витрат C можуть бути капітальні вкладення, наприклад, на виготовлення чи закуповування відповідного обладнання.

Інші складові (монтаж, налагодження та інше) не перевищують 20% від капітальних вкладень (в частках $0,2 K$).

Зважаючи на це, вираз (4.69) можна подати у іншому вигляді

$$K + 0,2K + E_n \cdot K < E_p - E_{zm} \text{ чи } K \cdot (1 + 0,2 + E_n) < E_p - E_{zm}.$$

$$K \leq \frac{E_p - E_{zm}}{(1 + 0,2 + E_n)}. \quad (4.70)$$

Або ж, прийнявши умову, що $K \approx E_{zm}$, отримаємо новий вираз для орієнтації стосовно приблизного потрібного економічного ефекту:

$$E_p > K[1 + (1 + 0,2 + E_n)]. \quad (4.71)$$

Річна економія від запровадження заходу може складатись з наступних видів економій: заробітної плати (від зниження трудомісткості продукції, від зменшення чисельності працівників та інше), відрахувань на соціальні страхування, від умовно-постійних витрат, собівартості продукції (від покращення соціальних показників, зниження виробничого травматизму, рівня захворюваності, плинності кадрів).

В цьому пункті обмежимося розглядом річної економії умовно-постійних витрат, які утворюються в зв'язку зі зростанням обсягу виробництва при здійсненні багатоцільових заходів, та річної економії собівартості продукції,

зумовленої зниженням виробничого травматизму.

Річна відносна економія умовно-постійних витрат визначається за формулою [8]:

$$E_{yn} = \Delta B \cdot B_{yn}, \quad (4.72)$$

де ΔB - приріст випуску продукції, натуральні одиниці;

B_{yn} - умовно-постійні (постійні) витрати на одиницю продукції, грн.

Річна економія собівартості продукції, зумовлена зниженням виробничого травматизму, визначається за формулою [8]:

$$E_{cn} = D_1(Z_c \cdot \alpha + \beta X_3)(1 - K_{нт2} / K_{нт1}) + D_i(H_{i1} - H_{i2}) + D_l(H_{л1} - H_{л2}), \quad (4.73)$$

де D_1 - річні втрати робочого часу до запровадження заходів у потерпілих від нещасних випадків, тимчасова непрацездатність котрих закінчилась в тому ж році поверненням працівника на виробництво, люд.-дні;

Z_c - середня заробітна плата одного працівника, грн.;

α - коефіцієнт, що враховує інші втрати від згаданих нещасних випадків, крім собівартості продукції;

β - коефіцієнт, що враховує втрати підприємства за один день хвороби, залежно від змінного виробітку;

X_3 - змінний виробіток одного робітника у звітному році, грн.;

$K_{нт2}, K_{нт1}$ - коефіцієнт непрацездатності по вказаних нещасних випадках відповідно після і до запровадження заходу (вони визначаються як кількість днів непрацездатності в розрахунку на 1000 працюючих);

D_i, D_l - втрати підприємства від одного нещасного випадку з інвалідним і летальним наслідком, грн.;

H_{i1}, H_{i2} - кількість нещасних випадків з інвалідним наслідком до та після впровадження заходів;

$H_{л1}, H_{л2}$ - кількість нещасних випадків з летальним наслідком до та після впровадження заходів.

Госпрозрахунковий економічний результат по цим двом статтям складає:

$$P = E_{yn} + E_{cn}. \quad (4.74)$$

Річний економічний ефект від здійснення заходів визначається за формулою:

$$E_p = P - (C + E_n \cdot K). \quad (4.75)$$

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень в заходи з покращення умов та охорони праці визначаються як відношення отриманого результату до приведених витрат, тобто

$$E_3 = \frac{P}{(C + E_n \cdot K)}. \quad (4.76)$$

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень визначається за формулою:

$$E_k = \frac{P - C}{K}. \quad (4.77)$$

Якщо $E_k > E_n$, то капіталовкладення можна вважати доцільними.

Величина, зворотня до коефіцієнта ефективності, являє собою термін окупності капітальних вкладень, тобто

$$T_{ок} = \frac{1}{E_k}. \quad (4.78)$$

Отриманий термін окупності капітальних вкладень належить порівнювати з нормативним, який для розробок даного призначення складає $T_n = 12,5$ років.

Остаточні капіталовкладення вважаються ефективними при

$$T_{ок} < T_n. \quad (4.79)$$

Приклад 1: Встановити рівень спроможних витрат на заходи стосовно зниження травматизму при наступних вихідних даних:

Реальний фонд робочого часу на одного робітника – 250 днів на рік; середній розмір оплати згідно з лікарняним на час непрацездатності – $C_{сл} = 45,0$ грн./день; середня виробітка в день – $K_{свд} = 28,0$ тис. грн.; питома вага (частка) умовно-постійних витрат в собівартості – $C_{нс} = 20\%$; кількість травм – $H_m = 3$; втрати часу через травматизм при трьох випадках – $T_{см} = 180$

робочих днів; витрати на одну гривню товарної продукції – $B_{zn} = 0,8$ грн./грн.

Скорочення випуску продукції в зв'язку з травмою складає:

$$P_{ck} = T_{mv} \cdot K_{свд} = 180 \cdot 28,0 = 5040 \text{ тис. грн.}$$

Планова собівартість даного обсягу продукції P_{ck} :

$$C_{mn} = P_{ck} \cdot B_{zn} = 5040 \cdot 0,8 = 4032 \text{ тис. грн.}$$

Відносне збільшення собівартості товарної продукції:

$$C_e = C_{mn} \cdot C_{ne} = 4032 \cdot 0,20 = 806,4 \text{ тис. грн.}$$

Виплати за листками непрацездатності:

$$B_{nz} = T_{vm} \cdot C_{cl} = 180 \cdot 45 = 8100 \text{ грн.}$$

Загальний збиток від травматизму:

$$E_{zm} = C_e + B_{nz} = 806,4 + 8,1 = 814,5 \text{ тис. грн.}$$

Виходячи з виразу (4.71) установимо величину гаданого економічного ефекту, який для даного випадку має складати:

$$E_p > 814,5[1 + (1 + 0,2 + 0,08)] = 1857 \text{ тис. грн.}$$

Приклад 2: Визначити за другою методикою економічну ефективність та термін окупності технічного заходу по зниженню випадків травматизму при наступних вихідних даних:

$K = 170000$ грн. (капітальні вкладення в захід по зниженню травматизму);

$C = K \cdot 1,2 = 204000$ грн. (витрати на захід, коефіцієнт 1,2 враховує всі інші додаткові витрати);

$E_n = 0,08$ (нормативний коефіцієнт);

$\Delta B = 24000$ кг (приріст випуску продукції за рахунок зниження травматизму);

$B_{yn} = 1,1$ грн./кг (умовно-постійні витрати);

$B_{np} = 3,0$ грн./кг (вартість 1 кг продукції);

$D_1 = 180$ люд.-днів (річні втрати робочого часу до запровадження заходів в поточному році);

$Z_c = 45$ грн./день (середня заробітна плата одного працівника в грн.);

$\alpha = 0,1$ (коефіцієнт, що враховує інші втрати від нещасних випадків, крім собівартості продукції);

$\beta = 0,1$ (коефіцієнт, що враховує втрати підприємства за один день хвороби залежно від змінного виробітку);

$X_3 = 18000$ грн./зміну (змінний виробіток одного робітника у звітному році, грн.);

$n_1 = 5$ (кількість травмованих до запровадження заходів);

$n_2 = 2$ (кількість травмованих після запровадження заходів);

$D_i = 0, D_l = 0$;

$Ч_{co} = 650$ осіб (число працівників).

Спочатку визначаємо коефіцієнт непрацездатності:

$$K_{nm_1} = \frac{n_1 \cdot 1000}{Ч_{co}} = \frac{5 \cdot 1000}{650} = 7,69; \quad \hat{E}_{i\hat{o}_2} = \frac{n_2 \cdot 1000}{\times \hat{n}_i} = \frac{2 \cdot 1000}{650} = 3,1.$$

При цих даних річна відносна економія умовно-постійних витрат складатиме:

$$\hat{A}_{\hat{o}i} = \Delta \hat{A} \cdot \hat{A}_{\hat{o}i} = 24000 \cdot 1,1 = 26400 \text{ грн.}$$

Річна економія собівартості продукції, зумовлена зниженням рівня робочого травматизму:

$$\begin{aligned} E_{cn} &= D_1 \cdot (Z_c \cdot \alpha + \beta X_3) \cdot (1 - K_{nm_2} / K_{nm_1}) + 0 + 0 = \\ &= 180 \cdot (45 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 18000) \cdot \left(1 - \frac{3,1}{7,69}\right) = 193911,6 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Госпрозрахунковий економічний результат:

$$D = \hat{A}_{\hat{o}i} + \hat{A}_{\hat{n}i} = 26400 + 193911,6 = 220311,6 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = P - (C + E_n \cdot K) = 220311,6 - (204000 + 0,08 \cdot 170000) = 27036 \text{ грн.}$$

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень:

$$E_3 = \frac{P}{(C + E_n \cdot K)} = \frac{220311,6}{204000 + 0,08 \cdot 170000} = 1,012 \text{ грн./грн.}$$

Отримана цифра означає, що на кожну вкладену в захід гривню буде отримано додатково 0,012 грн.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$E_k = \frac{P - C}{K} = \frac{220311,6 - 204000}{170000} = 0,096.$$

В нашому випадку $E_k = 0,096 > E_n = 0,08$, що вказує на доцільність капітальних вкладень.

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_k} = \frac{1}{0,096} = 10,4 \text{ років.}$$

Отже маємо

$$T_{ок} = 10,4 < T_n = 12,5 \text{ років.}$$

Таким чином, можна зробити остаточний висновок, що запроваджуємий технічний захід є ефективним.

4.14 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАННОСТІ

Наукові дослідження доводять, що раціональний комплекс заходів, скерованих на покращення умов праці, може забезпечити приріст продуктивності праці на 15...20% і більше.

До головних причин захворюваності відносяться: перевищення запиленості та загазованості повітря робочої зони; відсутність або недостатність природного освітлення; підвищена пульсація світлового потоку; підвищений рівень шуму та вібрацій (механічні, інфразвукові та ультразвукові коливання), підвищена (тепловиділення і випромінювання) або занижена температура та інше.

Покращення умов праці, впровадження заходів щодо забезпечення безпеки праці супроводжується зниженням показників професійної захворюваності. Зростає ефективний фонд робочого часу, що зумовлює економічний ефект.

Одним із головних завдань економічного обґрунтування заходів щодо поліпшення умов праці є виділення витрат на реалізацію заходів, що включають капітальні вкладення і експлуатаційні витрати.

До капітальних вкладень відносяться одноразові витрати, які використовуються для створення основних фондів для поліпшення умов та охорони праці.

До експлуатаційних витрат відносяться: поточні витрати на утримання і обслуговування основних фондів; додаткові поточні витрати на утримання і обслуговування основного технологічного обладнання при його вдосконаленні з метою поліпшення умов праці і попередження травматизму; витрати на проведення заходів з охорони праці за рахунок загальновиробничих витрат.

При порівнянні одноразових та довготермінових витрат або, якщо вони рівні, річних експлуатаційних витрат та капіталовкладень по роках розрахункового періоду використовується відома формула

$$B = C + E_n \cdot K,$$

де C - собівартість (вартість) технічного заходу щодо поліпшення умов праці (основною складовою тут є капітальні вкладення K), грн./рік;

E_n - нормативний коефіцієнт окупності капітальних вкладень (для даної сфери розрахунків приймають $E_n = 0,08$), 1/рік.

При виконанні довготермінових заходів зі зміною в часі розмірів витрат враховується фактор часу (див. розділ 3, п. 3.3).

При економічних розрахунках, пов'язаних з профзахворюваннями, частіш розглядаються розрахунки економічної ефективності за рахунок приросту продуктивності праці від скорочення захворюваності, та зв'язку з відміною додаткових відпусток за шкідливі умови праці, а також від приросту і зниження собівартості продукції за рахунок частки умовно-постійних витрат.

Приріст продуктивності праці при зниженні рівня захворюваності визначається за формулою [23]:

$$P_{знз} = \left[\left(\frac{T_{фрч} + T_{сз}}{T_{фрч}} \right) - 1 \right] \cdot 100, \quad (4.80)$$

де $T_{фрч}$ - фонд робочого часу на одного працівника, дні;

$T_{сз}$ - скорочення днів захворюваності на одного працівника в зв'язку з поліпшенням умов праці, дні.

Приріст продуктивності праці від відміни додаткових відпусток за шкідливі умови праці визначається за формулою:

$$P_{вдв} = \left[\frac{(T_{фрч} + T_{сз}) + D_{см}}{T_{фрч} + T_{сз}} - 1 \right] \cdot 100, \quad (4.81)$$

$$D_c = \frac{Ч_1 \cdot T_{дв1} + Ч_2 \cdot T_{дв2}}{Ч_{со}},$$

де $Ч_1, Ч_2$ - відповідно чисельність працівників, що перебувають в несприятливих умовах до і після запровадження заходів;

$T_{дв1}$ - кількість днів додаткових відпусток за працю в несприятливих умовах до запровадження заходів, дн.;

$T_{дв2}$ - кількість днів додаткових відпусток в зв'язку з поліпшенням умов праці, дн.;

$Ч_{со}$ - середньооблікова чисельність працівників.

Загальний приріст продуктивності праці складає:

$$P_{зн} = P_{знз} + P_{вдв}. \quad (4.82)$$

Приріст продукції і зниження собівартості продукції за рахунок зменшення частки умовно-постійних витрат:

$$E_c = BP_{ор} \cdot Ч_{со} \cdot B_{змн} \cdot P_{зн} \cdot P_{ун}, \quad (4.83)$$

де $BP_{ор}$ - виробітка на одного робочого в рік, тис. грн.;

$B_{змн}$ - витрати на гривню товарної продукції, грн.;

$P_{ун}$ - питома частка умовно-постійних витрат в собівартості продукції, %.

Скорочення лікарняних витрат:

$$E_{сл} = Ч_{со} \cdot T_{сз} \cdot C_{лк},$$

де $C_{лк}$ - середній розмір оплати по лікарняним тимчасової непрацездатності, грн. в день.

Скорочення виплат відпусток в зв'язку зі зменшенням тривалості додаткових відпусток:

$$E_{\text{дв}} = Ч_{\text{со}} \cdot Д_{\text{с}} \cdot K_{\text{св}},$$

де $K_{\text{св}}$ - середня денна виробітка, тис. грн.

Річний економічний ефект визначається за сукупністю усіх заходів:

$$E_p = E_c + E_{\text{сл}} + E_{\text{дв}} - (B_{\text{рв}} + K \cdot E_n),$$

де K - капітальні витрати на здійснення заходів, тис. грн.;

$B_{\text{рв}}$ - разові витрати на поліпшення умов праці.

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень в заходи з покращення умов праці:

$$E_z = \frac{E_c + E_{\text{сл}} + E_{\text{дв}}}{(B_{\text{рв}} + K \cdot E_n)}.$$

Тобто, цей показник являє собою відношення госпрозрахункового економічного результату до витрат на запровадження технічних заходів і вказує, яка ефективність грошових вкладень (грн./грн.).

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень визначається відношенням:

$$E_k = \frac{E_c + E_{\text{сл}} + E_{\text{дв}} - B_{\text{рв}}}{K}.$$

Якщо $E_k > E_n$, то капіталовкладення можна вважати доцільними.

Термін окупності визначається як зворотна величина E_k , тобто

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_k}.$$

Отриманий термін окупності капітальних вкладень порівнюється з нормативним $T_n = 12,5$ років (для розробок даного призначення).

Приклад: Для зменшення виділення пилу і СО встановлено зонти з перемінним перерізом над плавильними печами і поліпшена система витяжної вентиляції, а також екрани від теплових виділень, що дозволили покращити

умови праці обслуговуючого персоналу. Внаслідок цього скоротились втрати від захворювань з 9-ти до 5-ти днів на одного робітника за рік, відмінено додаткових відпусток за працю в несприятливих умовах праці, які надавались 320-ти робочим в розмірі 14 робочих днів за рік, і скорочення додаткової відпустки з 36 до 14 робочих днів за рік 98 робочим. Поточні витрати на підвищення безпеки обладнання і поліпшення вентиляції цеху збільшується на 5,2 тис. грн. за рік.

Вихідні дані для розрахунків:

1. Обсяг товарної продукції в базовому році – 43200 тис. грн.;
2. Чисельність всіх працюючих в цеху – 850 чол.;
3. Фонд робочого часу на одного робітника – 250 днів;
4. Витрати на грн. товарної продукції – 0,8 грн.;
5. Питома частина умовно-постійних витрат в собівартості – 20%;
6. Середня виробітка – 29,3 тис. грн.;
7. Втрати через тимчасову непрацездатність – 2600 днів;
8. Середній розмір оплати по лікарняним листам – 45 грн./день;
9. Число випадків травматизму – 2;
10. Тимчасова непрацездатність в зв'язку з виробничим травматизмом – 241 день;
11. Кількість робочих, працюючих зі скороченим днем (36 – годинний робочий тиждень) – 10 чоловік;
12. Виробітка на одного робочого за рік – 121 тис. грн. (плануєма також 121 тис. грн.);
13. Кількість робочих на дільницях зі шкідливими умовами праці, яким надаються додаткові відпустки: тривалістю 36 робочих днів – 118 чол., 14 робочих днів – 320 чол.

Розрахунки:

Приріст продуктивності в зв'язку зі скороченням захворюваності:

$$P_{\text{зпз}} = \left[\left(\frac{T_{\text{фрч}} + T_{\text{сз}}}{T_{\text{фрч}}} \right) - 1 \right] \cdot 100 = \left[\left(\frac{250 + (9 - 5)}{250} \right) - 1 \right] \cdot 100 = 1,6\% .$$

Приріст продуктивності праці:

$$D_c = \frac{Q_1 \cdot T_{\partial\theta_1} + Q_2 \cdot T_{\partial\theta_2}}{Q_{co}} = \frac{(320 \cdot 14 + 98 \cdot (36 - 14))}{850} = 7,8 \text{ дня.}$$

Тоді

$$P_{\partial\theta} = \left[\frac{(T_{\text{фрч}} + T_{\text{сз}}) + D_{\text{см}}}{T_{\text{фрч}} + T_{\text{сз}}} \right] - 1 \cdot 100 = \left[\frac{(250 + (9 - 4) + 7,8)}{250 + (9 - 4)} \right] - 1 \cdot 100 = 3,1\% .$$

Загальний приріст продуктивності:

$$P_{\text{зн}} = P_{\text{знз}} + P_{\partial\theta} = 1,6 + 3,1 = 4,7\% .$$

Приріст продукції і зниження собівартості продукції за рахунок зменшення частки умовно-постійних витрат:

$$\dot{A}_{\bar{n}} = \hat{A}_{\partial\delta} \cdot \times_{\bar{n}\bar{i}} \cdot \hat{A}_{\partial\delta\bar{i}} \cdot \dot{I}_{\bar{c}\bar{i}} \cdot \dot{I}_{\delta\bar{i}} = 121 \cdot 850 \cdot 0,9 \cdot 0,047 \cdot 0,2 \approx 870 \text{ тис. грн.}$$

Скорочення лікарняних виплат:

$$E_{\text{сл}} = Q_{\text{co}} \cdot T_{\text{сз}} \cdot C_{\text{лк}} = 850 \cdot (9 - 5) \cdot 45 = 153000 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат відпусток в зв'язку зі зменшенням тривалості додаткових відпусток:

$$E_{\partial\theta} = Q_{\text{co}} \cdot D_c \cdot K_{\text{св}} = 850 \cdot 7,8 \cdot 29,3 = 194259 \text{ грн.}$$

$$\text{чи } E_{\partial\theta} = 194,26 \text{ тис. грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$\begin{aligned} \dot{A}_{\delta} &= \dot{A}_{\bar{n}} + \dot{A}_{\bar{n}\bar{e}} + \dot{A}_{\partial\delta} - (\hat{A}_{\partial\delta} + \hat{E} \cdot \dot{A}_{\bar{i}}) = \\ &= 870 + 153 + 194,26 - 5,2 - 1200 \cdot 0,08 = 1116,1 \text{ ðñ. } \end{aligned}$$

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень:

$$E_3 = \frac{E_c + E_{\text{сл}} + E_{\partial\theta}}{(B_{\text{рв}} + K \cdot E_n)} = \frac{870 + 153 + 194,26}{5,2 + 1200 \cdot 0,08} = 12,03 \text{ грн./грн.}$$

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$E_k = \frac{E_c + E_{\text{сл}} + E_{\partial\theta} - B_{\text{рв}}}{K} = \frac{870 + 153 + 194,26 - 5,2}{1200} = 1,01.$$

Отже $E_k > E_n$, тобто $1,01 > 0,08$.

Термін окупності при цьому складатиме

$$T_{ок} = \frac{1}{E_{к}} = \frac{1}{1,01} = 0,99 \text{ року.}$$

Отриманий термін окупності порівнюємо з нормативним $T_n = 12,5$ років.

В даному випадку

$$T_{ок} > T_n.$$

Таким чином, маємо позитивний результат від запровадження вищевказаних технічних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев М.В., Плоха О.Б. Экономика предприятия: Навчально-методичний посібник. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2007. – 320 с.
2. Бардиш Г.О. Проектний аналіз: Підручник. – 2-ге вид., стер.- К.: Знання, 2006. – 415 с.
3. Богатин Ю.В., Швандар В.А. Оценка эффективности бизнеса и инвестиций: Учеб. пособие для вузов.– М.: Финансы, ЮНИТИДАНА, 1999.- 254с.
4. Великанов К.М., Власов В.Ф., Карандашова К.С. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Учебное пособие для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.:Машиностроение, 1977. – 208 с.
5. Воркут Т.А. Проектний аналіз. – Навчальний посібник. – Київ: Український центр духовної культури, 2000. – 440 с.
6. Временное положение о техническом обслуживании и ремонтах (ТОиР) механического оборудования предприятий системы Министерства черной металлургии СССР. РИО Тулупрополиграфиздата. 1983. – 390 с.
7. Гамрат-Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 159 с.
8. Геврик Є.О. Охорона праці: Навч. посібник для студентів ВНЗ. – К.: Ельга. Ніка-центр, 2003. – 280 с.
9. Экономика предприятия: Навч. посіб./А.В. Шегда, Т.М. Литвиненко, М.П. Нахаба та ін.; За ред. А.В. Шегди. – К.: Знання-Прес, 2001. – 335 с.
10. Економічне обґрунтування проектів. Навчально-методичний посібник для спеціалістів ЗДІА спеціальності 7.050201 «Менеджмент організацій/Ук. В.Г. Воронкова, А.Г. Беліченко, В.О. Зуєва, Д.Ю. Мамотенко.
11. Житная И.П., Житный Е.П. Техничко-экономический анализ при проектировании и производстве машин: Учеб. пособие. – К.: Вища шк., 1990. – 229 с.

12. Загородній А.Г., Вознюк Г.Л. Фінансово-економічний словник. – К.: Знання, 2007. – 1072 с.
13. Загородній А.Г., Вознюк Г.Л. Фінансово-економічний словник. – Львів: Видавництво Національного Університету «Львівська політехніка», 2005. – 714 с.
14. Капустин К.Е. Эффективность реконструкции и ремонта металлургических агрегатов. – М.: Металлургия, 1979. – 208 с.
15. Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение н/т прогресса. Методич. рекомендації. – М.: ЦЭМИ, 1989. – 118с.
16. Методика и примеры технико-экономического обоснования средств автоматизации в дипломных проектах. Лобунец В.И., Олейник Л.У., Пелихов Е.Д. – Харьков: Вища школа., 1984. – 128 с.
17. Навчальний економічний словник-довідник: Терміни, поняття персоналії. Укладачі: В.С. Іфтемічук, В.А. Григор'єв, М.І. Манілич, Г.Д. Шостак. – Львів: «Магнолія 2006», 2007. – 688 с.
18. Организация и планирование предприятий черной металлургии. Метс А.Ф., Штец К.А. и др. – М.: Металлургия, 1986. – 560 с.
19. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: Учебник для студентов машиностр. спец. вузов/ И.М. Разумов, Л.А. Глаголева, М.И. Ипатов, В.П. Ермилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 544с.
20. Положение о ППР оборудования и транспортных средств на предприятиях Минцветмета СССР. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984. – 176 с.
21. Рижиков В.С., Яковенко М.М. та інші. Проектний аналіз : Навч. посібник. –К.: Центр учбової літератури, 2007. – 152 с.
22. Салига С.Я., Полтавець О.І. Економіка надійності виробничого процесу: Монографія. – Запоріжжя: КПУ, 2008. – 152 с.
23. Ткачук К.Н. та інші. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці.-К.: ННДЮП.

1998. – 81 с.

24. Фонталин Н.Н., Демидов В.И. и др. Расчеты экономической эффективности в дипломных и курсовых проектах. Учебное пособие. - Минск, «Высшая школа», 1984. – 127 с.

25. Экономика и организация производства в дипломном проектировании: Учебное пособие для вузов / Юзов О.В., Щепилов Ф.И., Шлеев А.Г. – М.: Металлургия, 1991. – 102 с.

26. Эффективность капитальных вложений: Сборник утвержденных методик. - М.: Экономика, 1983. – 128 с.

27. Юровский Б. Планирование основных показателей работы предприятия и экономическое обоснование цен на продукцию. - Харьков: Центр «Консульт», 2007. – 368 с.

28. Організація виробництва, ремонту обладнання та управління операціями: Методичний посібник./ Н.К. Желябіна, А.Г. Беліченко, О.В. Бойко, І.В. Дідовець. – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2006. – 353 с.

29. Временное положение о ТОиР механического оборудования предприятий системы МЧМ СССР. 1984. – 389 с.

30. Податковий кодекс України. № 2755-VI від 02.12.2010 року.

31. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості. Затверджено наказом Міністерства промислової політики України від 9 липня 2007 року, № 373.

32. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» № 2464-VI від 01.01.2011 року.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Розділ 1. Напрями удосконалення металургійного обладнання	5
1.1. Обладнання для підготовки сировини до металургійної переробки.....	6
1.2. Обладнання для виробництва металів і сплавів.....	48
1.3. Обладнання для обробки металів і сплавів тиском.....	122
Розділ 2. Основні показники економічної ефективності технічних розробок	156
2.1. Економічний ефект.....	156
2.2. Економічна ефективність.....	157
2.3. Термін окупності заходів.....	157
2.4. Доходи.....	158
2.5. Прибуток (прибутки).....	160
2.6. Баланс прибутків і витрат підприємства.....	161
2.7. Рентабельність виробництва.....	162
2.8. Собівартість продукції (робіт послуг).....	162
2.9. Амортизація, амортизаційний фонд та амортизаційні витрати.....	166
2.10. Капітальні вкладення та їх ефективність.....	172
2.11. Виробничі фонди.....	178
2.12. Основні фонди (засоби).....	180
2.13. Обігові кошти.....	186
2.14. Активи необоротні та оборотні.....	189
2.15. Податкова система та її складові.....	190
2.16. Оплата праці.....	193
2.17. Інформаційно-розрахункова документація щодо обчислення витрат на здійснення технічних заходів.....	197
2.18. Ефективність виробництва.....	208

Розділ 3. Визначальні критерії, показники та методики розрахунків економічної ефективності	212
3.1. Основні задачі і аспекти економічних розрахунків	212
3.2. Особливості визначення ефективності реконструкції металургійних агрегатів та модернізації механічного обладнання	216
3.3. Урахування фактора часу в економічних розрахунках	222
3.4. Основні положення при визначенні ефективності капітальних вкладень	228
3.5. Оцінка підприємницьких проектів	242
3.6. Оцінка рівня науково-дослідницьких рішень	250
3.7. Визначення оптимального терміну служіння металургійних агрегатів та обладнання	253
3.8. Визначення залишкової вартості основних фондів	258
3.9. Визначення трудомісткості ремонтів	260
3.10. Прості статистичні методи оцінки інвестиційних проектів	263
3.11. Оцінка втрат від простоїв устаткування	269
Розділ 4. Сфери та методи визначення економічної ефективності проектних рішень	272
4.1. Загальні відомості	272
4.2. Визначення економічної ефективності від підвищення продуктивності об'єкта удосконалення	275
4.3. Економічна ефективність за рахунок збереження матеріало- та енергоресурсів	282
4.4. Економічна ефективність за рахунок підвищення безвідказності і ремонтпридатності обладнання	293
4.5. Економічна ефективність від скорочення тривалості ремонтів	300
4.6. Економічна ефективність від збільшення терміну міжремонтних періодів	309
4.7. Економічна ефективність за рахунок застосування сучасних засобів технічного контролю і діагностики	315

4.8. Економічна ефективність від застосування композиційних матеріалів при відновлювальних ремонтах обладнання.....	319
4.9. Економічна ефективність внаслідок удосконалення організації та технології проведення експлуатаційно-ремонтних робіт.....	323
4.10. Економічна ефективність від запровадження заходів механізації ручної праці.....	325
4.11. Економічна ефективність від оптимізації вибору електродвигунів та передач.....	327
4.12. Економічна ефективність від запровадження природозахисних заходів.....	335
4.13. Економічне обґрунтування заходів стосовно безпечних умов праці.....	341
4.14. Економічна ефективність від зниження рівня професійної захворюваності.....	351
ЛІТЕРАТУРА.....	358