

УДК 658.589:669.14.002+621.929.32.003.13

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО  
ОБЛАДНАННЯ З УРАХУВАННЯМ ОПТИМІЗАЦІЇ СПОСОБУ ЗМІШУВАННЯ  
МЕТАЛУ**

*О. М. Бондарчук, к. т. н., доцент, Криворізький економічний інститут,  
ДВНЗ «Криворізький національний університет», ot\_bond@ukr.net  
О. В. Чайка, студентка, ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

У статті розглянуто технологічну необхідність та економічну ефективність модернізації основних засобів на металургійних підприємствах України. Досліджена оптимізація способу змішування металу в сталерозливних ковшах на прикладі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Доведено економічну ефективність модернізації, заснованої на впровадженні другої аргонної пробки у сталерозливних ковшах.

**Ключові слова:** модернізація, сталерозливний ківш, змішування металу, аргонна пробка, економічний ефект.

**Постановка проблеми.** На сьогодні важливою умовою, що висувається до будь-якого продукту, є забезпечення високої якості за найменших витрат при його виробництві. Постає проблема конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку. Особливо це стосується продукції металургійного комплексу, адже в нашій країні дана галузь є надзвичайно матеріаломною. Фізично і морально зношене обладнання потребує негайної заміни. Проте в сучасних кризових умовах підприємство не може дозволити собі технічне переоснащення та повну заміну устаткування. Насамперед, все це обумовлено низкою причин, основними з яких є: відсутність або нестача власних обігових коштів, низька ліквідність

активів, застаріла матеріально-технічна база (витрати на утримання якої перевищують наявні прибутки), недосконала законодавча база, яка в тій чи іншій мірі регламентує діяльність підприємств. Тому все більшого значення набувають ефективні інноваційні рішення щодо модернізації основних засобів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У вітчизняній та іноземній літературі широко розглядають питання ефективності відтворення та покращення ефективності використання основних засобів. Це питання розглядається з двох сторін: модернізації та професійності обслуговуючого персоналу (Круш П. В.[3], Федорова В. А.[6]). Щодо оптимізації способу перемішування сталі, то

Смирнов А. М. [4] наголошує на турбулентності руху розчинів у ковші і на основі використання математичного моделювання доводить необхідність встановлення двох продувних пробок у сталерозливних ковшах. Вагомий внесок у дане питання вніс Жемеров С. Г., який експериментальним шляхом дослідив основні фактори впливу на процес перемішування сталі та визначив оптимальне розміщення у ковші другої аргонної пробки. Однак, зазначені наукові здобутки при всій своїй важливості все ще не вирішили остаточно проблему оптимізації способу змішування металу.

**Формулювання мети статті.** Метою даної статті є встановлення економічної ефективності оптимізації способу змішування металу в сталерозливних ковшах шляхом продуву в розплав інертного газу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Україна займає належне місце серед інших країн світу з випуску сталі, чавуну, прокату, адже чорна металургія є однією з провідних галузей її промисловості. Вітчизняна металопродукція займає близько 3,09% світового ринку чорних металів (див. рис. 1).

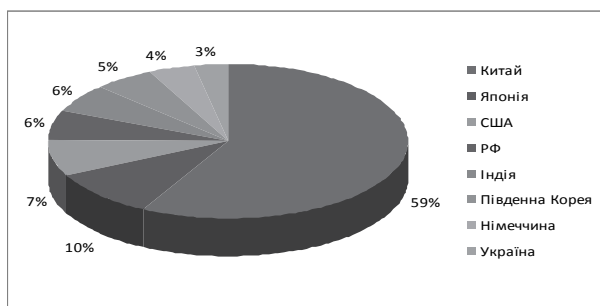


Рис. 1. Частка країн-виробників металопродукції у 2011 р.

Головною умовою виходу продукції на світовий ринок є забезпечення її конкурентоспроможності, адже ціна продукції повинна відповідати якості та задовольняти пот-

реби споживача.

Сьогодні постає проблема у тому, що у зв'язку зі зниженням світових цін, українські компанії більше не можуть конкурувати з китайськими, російськими та іншими виробниками (див. табл. 1). Тому на складах компаній через проблеми зі збутом накопичено металопродукції в обсязі місячного виробництва

Таблиця 1

Ціни на металопродукцію у 2012 р., дол./т

Продукція	Китай	Туреччина	США	Україна
Арматура зі сталі	600	560	600	605
Гарячий прокат	450	550	650	688
Холодний прокат	500	580	690	770
Оцинкована сталь	700	720	750	795

Отже, як видно з табл. 1, ціна на українську металопродукцію на 16,65% перевищує ціни інших країн світу. Це пояснюється використанням застарілих технологій, устаткування, які є матеріало- і енергоємними [6]. При прийнятті рішень про ремонт, модернізацію або заміну устаткування, а також при обґрунтуванні ефективності інвестиційних проектів щодо підвищення техніко-технологічного рівня виробництва, вагомими чинниками виступають фізичний і моральний знос техніки. Крім того, значення зносу є необхідним при купівлі-продажу підприємств, переоцінці вартості їх основних фондів, при страхуванні техніки, оформленні застави при кредитуванні підприємства та в інших випадках, а також в цілях управління вартістю підприємства. Знос основних засобів значно перевищує середній рівень по галузі (див. табл. 2).

За офіційною інформацією, середнє значення зносу устаткування вітчизняної металургійної галузі досягає рівня 70%, а на деяких провідних підприємствах наближається до 90%.

Таблиця 2

Знос основних засобів підприємств України у 2011 р., %

Рівень зносу	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	ПАТ «Азов-сталь»	ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»	У середньому по галузі
Середній рівень зносу, у т.ч.:	76,55	52,89	62,4	48
– будинки і споруди	76,73	43,42	48,8	
– машини і обладнання	79,15	50,41	70,9	
– транспортні засоби	72,63	61,87	79,3	
– інші ОЗ	50,31	35,22	78,5	

Рівень зносу металургійних підприємств перевищує середньогалузеве його значення, що складає 48%, що обумовлено недосконалістю існуючих методичних підходів до визначення фізичного і морального

зносу техніки.

Проте, рівень зносу основних засобів на різних підприємствах холдингу «АрселорМіттал» також неоднаковий (табл. 3).

Таблиця 3

Рівень зносу основних засобів на підприємствах «Арселор Міттал» у 2011 р., %

Підприємство	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	ПАТ «АрселорМіттал Темиртау»	ПАТ «АрселорМіттал Клівленд»
Рівень зносу	76,55	47	45,3

За даними табл. 3, рівень зносу основних засобів вітчизняного підприємства (ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг») перевищує інші підприємства холдингу «АрселорМіттал», що проілюстровано на рис. 2.

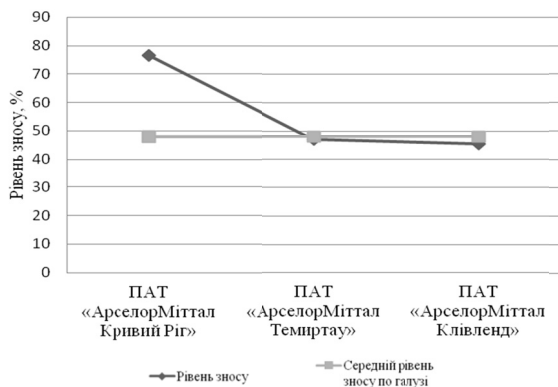


Рис. 2. Рівень зносу основних засобів підприємств холдингу «АрселорМіттал» у 2011р.

Облік витрат на удосконалення основних засобів регламентовано Податковим кодексом України та Законом України «Про оподаткування прибутку підприємств». До поліпшення основних фондів згідно п. 8.7 Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств» №335/94-ВР [1] із змінами і доповненнями, відноситься поточний і капітальний ремонт, реконструкція, модернізація, технічне переозброєння та інші види поліпшення основних фондів. Разом з тим чіткого та змістовного трактування даного поняття в Законі не наведено. У Податковому кодексі України №2755-VI від 02.12.2010 р. [2] визначення поняття «поліпшення» також відсутнє, але здійснено розмежування витрат, що пов'язані з ремонтом та поліпшенням основних засобів. У пункті 11 статті 146 Податкового кодексу зазначено, що поліпшення призводить до зростання майбут-

ніх економічних вигод, первісно очікуваних від використання об'єктів у сумі, що перевищує 10 відсотків сукупної балансової вартості всіх груп основних засобів, які підлягають амортизації. До видів поліпшення відносяться: модернізація, модифікація, добудова, дообладнання, реконструкція тощо.

Для підвищення ефективності використання основних засобів необхідно випереджальними темпами проводити реконструкцію виробництва, створювати умови для інтенсивних інвестицій, витримувати курс на динамічну структурну перебудову, швидко замінюючи застарілі технології новими, конкурентоздатними.

Реконструкція означає докорінну перебудову і зміну, що являє собою сукупність взаємопов'язаних заходів, що спрямовані на зростання технічного рівня виробництва, зниження собівартості, збільшення виробничих потужностей, підвищення продуктивності праці з найменшими затратами ресурсів на одиницю введеної потужності.

Технологічна відсталість вітчизняної металургії, що обумовлює її орієнтацію на експорт сировини і продукції низького переробу з низьким рівнем доданої вартості, погіршує перспективи України у порівнянні з країнами-конкурентами. У зв'язку з цим модернізація вітчизняних металургійних підприємств і їх перехід до сучасних більш ефективних технологій виробництва є необхідною умовою збереження конкурентоспроможності на світовому ринку та фактором посилення інтенсивного розвитку і зростання ефективності виробництва. Модернізація визначається як удосконалення певної конструкції, яке забезпечує зростання її продуктивності, сприяє розширенню її технічних і технологічних властивостей до рів-

ня сучасних вимог, покращенню умов праці та досягненню економії ресурсів.

Основним критерієм оцінки ефективності оновлення та модернізації підприємств є визначення економічного ефекту, який розраховується шляхом порівняння витрат, понесених на оновлення основних засобів та витрат, пов'язаних з ремонтами застарілого обладнання.

В глобальному світі актуальність модернізації додатково підкреслюється необхідністю конкурувати з міжнародними суб'єктами. Заміна старого обладнання на більш нове та технологічно досконаліше є дуже затратним, тому важливого значення набувають інноваційні рішення в модернізацію основних засобів підприємств ГМК [3].

Одним з таких рішень може бути оптимізація способу змішування металу в сталерозливних ковшах, що, як правило, здійснюється шляхом продуву в розплав деякої кількості інертного газу (аргону).

Процес перемішування розплавленого металу в замкнутому просторі є складним фізичним процесом. В даний час в конверторному цеху при зливці сталі з конвертера у сталерозливний ківш, розчинення феросплавів проводиться аргонном шляхом продуву через одну аргонуву пробку в ковші. При такому веденні технології відсутня можливість повного розчинення феросплавів. Тому, для усунення цього недоліку зараз проводиться розгойдування сталевого шляхом реверсивних зворотно-поступальних рухів, що призводить до виведення з ладу вузлів приводу пересування візка. Прості устаткування для усунення аварійних ситуацій, через що виходять з ладу приводи сталевого, призводять до втрат виробництва і відсутності планованості в роботі цеху.

Для вирішення даної проблеми пропонується встановлення двох аргонних пробок у сталерозливний ківш. Дана модернізація забезпечить повне розчинення феросплавів без розгойдування сталевого візка, що дозволить зменшити їх прості та витрати на ремонт, при цьому стійкість футерування ковшів не зменшиться і середні витрати аргону не збільшаться. Встановлення двох аргонних пробок і використання гальм максимально знизить ступінь ризику щодо створення аварійної ситуації, по-

в'язаної з відмовами в роботі сталерозливних ковшів (залиття продуктами плавлення шлаковою і рейкового шляху тощо) [5].

Розглянувши дану модернізацію як можливість підвищення ефективності діяльності сталеплавильного виробництва на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» виявили, що використання двох аргонних пробок не є новим рішенням і широко застосовується на багатьох металургійних підприємствах України: ПАТ «Азовсталь», ПАТ «Алчевський металургійний комбінат», ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» тощо. Проте для кожного з підприємств є певні технологічні особливості та своя специфіка впровадження модернізації.

Відтак, вартість реалізації пропозиції залежить від безлічі факторів:

- обсягу виробництва рідкої сталі;
- вартості продувального блоку;
- середньої стійкості сталевий блок (продувального блоку);
- середньої ваги плавки (металомісткість ковша).

Поза увагою не слід залишати оптимальне розміщення продувального блоку, задля забезпечення чотирьох основних зон циркуляції аргону і повного перемішування феросплавів.

Усі ці фактори необхідно враховувати при розрахунку затрат на впровадження додаткової пробки та розрахунку кінцевого ефекту.

Методика розрахунку ефекту повинна включати не лише бухгалтерські витрати, а й витрати втрачених можливостей, тобто економічні. Такими економічними витратами є недоотриманий доход підприємства через ремонти та прості сталерозливних ковшів [6].

Таким чином, загальні вигоди від впровадження додаткової пробки розраховували за формулою (1):

$$B = C_{\text{рем.}} + C_{\text{уст.}} + C_{\text{екон.}} \quad (1)$$

де  $C_{\text{рем.}}$ ,  $C_{\text{уст.}}$  – витрати на ремонт та обслуговування сталерозливних ковшів і на придбання виведеного з ладу устаткування до модернізації;

$C_{\text{екон.}}$  – витрати втрачених можливостей

(економічні).

Затрати на другу продувну пробку розраховували за формулою (2):

$$C = \frac{Q}{S \cdot P \cdot K} \cdot m_{сер.}, \quad (2)$$

де  $Q$  – обсяг виробництва рідкої сталі;

$m_{сер.}$  – середня вага плавки;

$S$  – середня стійкість стальковша (продувного блоку);

$P$  – вартість продувного блоку;

$K$  – кількість ковшів.

Економічний ефект від впровадження розраховували за формулою (3):

$$E = B - C. \quad (3)$$

Витрати на ремонт та обслуговування сталерозливних ковшів, які фактично існують на підприємстві, зведено у табл. 4 [7].

Вартість придбання устаткування, що вийшло з ладу, а також загальні витрати на його ремонт, наведені у табл. 5 [8].

Вихідні дані для розрахунку витрат втрачених можливостей занесені у табл. 6.

Таблиця 4

Витрати на ремонт та обслуговування сталерозливних ковшів на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» у 2012 р.

Обладнання	Комплектуючі	конвертер №1	конвертер №2	конвертер №3	конвертер №4	конвертер №5	конвертер №6	ВСЬОГО: к-сть компл., що вийшли з ладу, шт.	ВСЬОГО: к-сть затрачених люд./днів	ВСЬОГО: про-стоїв, год.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Редуктор ВКУ-950 За-міна 1 редуктора 8-год. (3сл+1різч+1св). Збір резервного редуктора 8-год. (3сл+1різч+1св).	Підшипники 3-го вузла						1	1	30 люд./днів × 520 грн. = 15600 грн.	48
	Підшипники 4-го вузла					2	1	3		
	Корпус редуктора					1	1	2		
Редуктор ВКУ-965 За-міна 1 редуктора 8-год. (3сл+1різч+1св). Збір резервного редуктора 8-год. (3сл+1різч+1св).	Підшипники 1-го вузла				1			1	45 люд./днів × 520 грн. = 23400 грн.	72
	Підшипники 3-го вузла			1	2			3		
	Підшипники 4-го вузла	3			1		1	5		
Муфта	Зубчаста втулка МЗ-8 (заміна муфти і обойми 3-год.)	2	8	2	5	3	1	21	40 люд./днів × 520 грн. = 20800 грн.	63
	Зубчаста обойма МЗ-8	2	8	2	5	6	1	24	45 люд./днів × 520 грн. = 23400 грн.	72
	Зубчаста втулка МЗ-4 (заміна муфти і обойми 2 год.)	1	1		1		1	4	5 люд./днів × 520 грн. = 2600 грн.	8
Промвал	Заміна муфти і обойми 2 год.					4	4	8	10 люд./днів × 520 грн. = 5200 грн.	16
Ремонт рами сталевозу	Заміна викон. за 18-год. Ремонт 60-год.						1	1	90 люд./днів × 520 грн. = 46800 грн.	78
Ремонт бугеля	(заміна 8 – год. 3сл+1різч+1св)				1	1	1	3	15 люд./днів × 520 грн. = 7800 грн.	24
Колесо	(заміна 8 – год. 3сл+1різч+1св)		1				1	2	10 люд./днів × 520 грн. = 5200 грн.	16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Щомісячне обслуговування сталевозів шлаковозів дільницею ТОВ ЦРМО №2 РП і ремонтним персоналом ЦРМО №2 РП									2124 люд./днів × 520 грн. = 1104480 грн.	266
ВСЬОГО:									1255280	662,5

\* Середня вартість одного люд. – дня складає 520 грн.

Таблиця 5

Загальні витрати на придбання та ремонт устаткування на ПАТ «АМКР» у 2012 р.

№ з/п	Найменування витрачених ТМЦ	К-сть, шт.	Тривалість заміни 1-ї одиниці ТМЦ, хв.	Загальна тривалість заміни ТМЦ хв./рік	Вартість ТМЦ, тис. грн.	
1	Болт призонний М20×80	4576	10	45760/762,6	103,05	
2	Муфта зубчата МЗ-8	21	180	3780/63	150,79	
3	Вузол редуктора ВКУ-765	52	180	9360/156	213,60	
4	Редуктор в зборі	6	240	1440/24	72,59	
5	Колесо Ø1000 мм.	12	240	2880/48	435,54	
6	Проміжний вал	8	120	960/16	48	
7	Двигун	8	180	1440/24	256	
8	Залучення персоналу для виконання ремонтних робіт (табл. 4), тис. люд./днів				1255,28	
9	Всього:				1093,6 год.	1815,28

Затрати на другу продувну пробку складають, за формулою (2):

$$C = \frac{5307 / 145,3}{28,2 \cdot 2480 \cdot 36} = 115,635 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 6

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Час позапланових простоїв конвертера (табл. 5), год.	1093,6
Цикл плавки, хв.	54
Кількість плавок, шт.	1215
Середня вага плавки, т	145,3
Середня вартість рідкої сталі, грн./т	4043,46
Вартість браку першого переділу, грн./т	2475
Питомий коеф. витрат на ремонт механізмів пов'язаних з розгойдуванням сталевозів, прийнятий протоколом на засіданні від 25.03.2013 р.	0,8

Отже, економічні витрати складають:  
 $C_{ек.} = 1215 \cdot 145,3 \cdot (4043,6 - 2475) = 276919,86$   
 тис. грн.

Витрати на ремонт механізмів, пов'язаних з розгойдуванням сталевозів, розраховували за формулою (4):

$$C_{розг.} = (C_{рем.} + C_{уст.}) \cdot K, \quad (4)$$

де  $K$  – питомий коефіцієнт витрат на ремонт механізмів, пов'язаних з розгойдуванням сталевозів.

$$C_{розг.} = 1815,28 \cdot 0,8 = 1452,22 \text{ тис. грн.}$$

Загальні вигоди від впровадження до-

даткової пробки складають, за формулою (1):

$$B = 276919,86 + 1452,22 = 278372,08$$

тис. грн.

Вихідні дані для розрахунку витрат на додаткову продувну пробку занесені у табл. 7.

Таблиця 7

Вихідні дані для розрахунку витрат на додаткову продувну пробку

Показник	Значення
Об'єм виробництва рідкої сталі, т	5307
Середня вага плавки, т	145,3
Середня стійкість стальковша (продувного блоку), плавок	28,2
Вартість продувного блоку, грн./шт.	2480
Кількість ковшів, шт.	36

Економічний ефект від впровадження становить, за формулою (3):

$$E = 278372,08 - 115,63 = 278256,45 \text{ тис. грн.}$$

Отже, впровадження пропозиції встановлення двох продувних пробок на сталерозливних ковшах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є доцільним, адже економічний ефект від модернізації складає 278256,45 тис. грн.

**Висновки.** Забезпечення конкурентоспроможності продукції чорної металургії є основою виходу українських товаровиробників на світовий ринок. Перед вітчизняними промисловими підприємствами гостро

стоїть питання щодо заміни основних засобів на технологічно більш досконаліші, у зв'язку невідповідності якості продукції до витрат, понесених на її виготовлення. Або ж є можливість з меншими затратами провести їх модернізацію, що доведено на прикладі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Встановлення двох аргонових пробок у сталерозливний ківш забезпечує повне розчинення феросплавів без розгойдування, що дозволяє зменшити їх простої та витрати на ремонт. Економічний ефект від впровадження складає 278256,445 тис. грн. Таке рішення дало змогу зменшити собівартість продукції, а отже, і можливість конкурувати з іншими товаровиробниками.

Дана модернізація є лише одним з багатьох прикладів оптимізації технологічних процесів на підприємствах металургійної галузі, що з найменшими витратами дозволить досягти необхідного рівня якості продукції.

В статье рассмотрена технологическая необходимость и экономическая эффективность модернизации основных средств на металлургических предприятиях Украины. Исследована оптимизация способа смешивания металла в сталеразливочных ковшах на примере ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог». Доказана экономическая эффективность модернизации, основанной на внедрении второй аргоновой пробки в сталеразливочных ковшах.

**Ключевые слова:** модернизация, сталеразливочный ковш, смешивание металла, аргоновая пробка, экономический эффект.

The technological necessity and economic efficiency of fixed assets modernization at the steelmaking enterprises of Ukraine is considered. The optimization of mixing metal method in steel-teeming ladles is studied on the example of PJSC «ArcelorMittal Kryvyi Rih». Cost-effectiveness of modernization based on introducing the second argon plug is proved.

**Keywords:** modernization, steel-teeming ladle, metal mixing, argon plug, economic effect.

*Рекомендовано до друку д. е. н., проф. Вагоновою О. Г.*

*Надійшла до редакції 3.02.14 р.*

## Література

1. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» №335/94-ВР.
2. Податковий кодекс України №2755-VI від 02.12.2010 р.
3. Круш П. В. Капітал та основні засоби підприємства: навч. пос. / П. В. Круш, В. І. Подвігіна, О. В. Клименко. – К. : Центр навч. літ., 2005. – 166 с.
4. Смирнов А. Н. Некоторые вопросы оценки интенсивности перемешивания при продувке металла в ковше инертным газом / А. Н. Смирнов, Е. В. Ошовская, И. Н. Салмаш, И. М. Сафонов, К. Е. Писмарев // «Металл и литье» – № 3–4. – 2007. – С. 44–49.
5. Смирнов А. Н. Классификация режимов перемешивания стали в ковше с использованием математического моделирования. / А. Н. Смирнов, И. Н. Саламаш, Е. В. Ошовская. // Наукові праці ДонНТУ. Металургія. – Вип. 11 (159). – 2007. – С. 73 – 86.
6. Федорова В. А. Економіка підприємства та міжнародних компаній: навч. пос. / В. А. Федорова, О. А. Соловйова. – К. : Центр навч. літ., 2008. – 232 с.
7. ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» . – офіційний сайт. Режим доступа: [www.arcelormittal.com.ua](http://www.arcelormittal.com.ua)
8. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України або Stock market infrastructure development agency of Ukraine [www.smida.gov.ua](http://www.smida.gov.ua)