

РОЗДІЛ «МЕТАЛУРГІЯ»

УДК 669.162

ЛЕБЕДЬ Ю.К., инженер-технолог
КРЯЧКО Г.Ю.* , к.т.н., доцент

ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат»

*Днепропетровский государственный технический университет, г. Камянское

**ВЛИЯНИЕ ВЫХОДА ШЛАКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ**

Введение. Количеству (выходу) шлака как параметру шлакового режима, в известной мере, определяющему расход кокса и производительность доменной печи, уделялось существенное внимание и в прошлом [1, 2], и в настоящем [3, 4] времени, причем количественные оценки влияния выхода шлака на удельный расход кокса, принятые на протяжении активного развития теории и технологии доменного процесса, различались весьма существенно.

Так Банзен [1], опираясь на опыт доменной плавки 20 годов XX века, оценивал влияние изменения удельного выхода шлака (± 100 кг/т чугуна) на такой же расход кокса в ± 13 кг.

А.Н.Рамм в фундаментальном справочнике [1] указал бóльшую величину воздействия изменения количества шлака на удельный расход кокса $\pm 18 \div 27$ кг на ± 100 кг шлака с оговоркой, что меньшее значение относится к выплавке передельных чугунов на высоконагретом дутье. Эти цифры получены А.Н.Раммом, исходя из определения расхода кокса на плавление шлака:

$$\frac{\Delta k}{\Delta U} = \frac{Q_{ш}}{\bar{q}_{кф}}, \text{ кг кокса / кг шлака,}$$

где Δk , ΔU – изменения расхода кокса и выхода шлака;

$Q_{ш}$ – теплосодержание шлака, кДж/кг;

$\bar{q}_{кф}$ – тепловой эквивалент кокса, кДж/кг.

Влияние относительной массы шлака оценено при изменении $Q_{ш}$ в пределах $1760 \div 2000$ кДж/кг и $\bar{q}_{кф}$ в пределах $7500 \div 10000$ кДж/кг.

Было также отмечено, что указанная выше величина ($+18 \div 27$ кг кокса / 100 кг шлака) не включала повышение расхода кокса, связанного с увеличением расхода сырого флюса. Иными словами допускалось более существенное влияние количества шлака на эффективность плавки.

В справочнике 1969 г. издания [2] влияние выхода шлака на расход кокса оценивалось уже в ± 46 кг кокса/т чугуна при изменении удельного выхода шлака ± 100 кг. Кстати в этом справочнике оценено и влияние выхода шлака на производительность печи: рост производительности на 5% при уменьшении выхода шлака на 100 кг/т чугуна.

В справочном издании 1986 г. [5] оценка влияния выхода шлака на показатели плавки отсутствует. Как альтернатива этому отсутствию приводятся нормативные данные влияния содержания железа в рудной сыпи на расход кокса и производительность печей.

И.Г.Товаровский в монографии [6] приводит данные об относительной зависимости показателей плавки от снижения количества шлака. Согласно этим данным снижение выхода шлака (обусловленное повышением содержания железа в шихте) на каждые 10 кг/т приводит к уменьшению расхода кокса на 0,35% и повышению производи-

тельности на 0,6%. В соответствии с приведенными данными абсолютная величина экономии кокса от уменьшения выхода шлака будет зависеть от расхода кокса. Так при расходе кокса 500 кг/т чугуна снижение выхода шлака на 10 кг/т чугуна обеспечит снижение расхода кокса на 1,75 кг/т чугуна, что почти совпадает с коэффициентом А.Н.Рамма на передельный чугун (1,8 кг/т). Если же будет достигнут расход кокса 200 кг/т чугуна, то коэффициент влияния выхода шлака снизится до 0,7 кг/т при изменении выхода шлака на 10 кг/т чугуна.

Особое значение вопрос о влиянии выхода шлака на показатели плавки и работу печи в целом приобрел при повсеместном переходе доменных печей от вдувания природного газа на пылеугольное топливо.

В работе [3] в качестве определяющего компонента, превышение определенного уровня которого невозможно в реальных сложившихся условиях, принят удельный выход шлака, приходящийся на единицу массы израсходованной в доменной плавке кокса. На основе статистической оценки показателей работы доменных печей разных регионов мира сделан вывод о том, что при достигнутых уровне качества кокса, железорудного сырья, параметрах температурно-дутьевого режима в диапазоне расхода кокса от 250 до 600 кг/т чугуна маловероятна возможность выхода шлака более 1000 кг/т кокса. Необходимо отметить, что продолжительность единичных периодов в исследовании [3] составила один календарный год. Сглаживающее влияние такой продолжительности не позволяет оценить действительные величины размаха колебаний показателей, наблюдаемых при сокращении периодов усреднения.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы является современная оценка влияния удельного выхода шлака на расход кокса, определяющего эффективность доменной плавки и производительность, являющуюся мерой результативности процесса.

Результаты работы. Исследовали работу доменной печи ПАО «ДМК» с диаметром горна 8,4 м, оснащенной двухконусным засыпным аппаратом. В период исследований с 20.04.2015 по 18.12.2015 года печь работала на местном агломерате с содержанием железа в среднем 55,8% и коксе различной поставки с содержанием золы 10,8% и серы 0,75%. В качестве топливной добавки использовали пылеугольное топливо со средним за период расходом 149 кг/т чугуна. Показатели работы печи в опытном периоде приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели работы печи в период с 20.04.15 г. по 18.12.2015 г.*

Показатель	Значения показателей		
	среднее	минимум	максимум
Дутье:			
давление избыточное, кПа	270	227	288
температура, °С	955	866	1056
влажность, г/м ³	15,1	6,9	25,8
содержание кислорода, %	24,18	22,53	25,21
Газовый режим, кПа:			
давление на колошнике избыточное	131	98	140
перепад давлений общий	139	120	153
Содержание кремния в чугуне, %	0,49	0,15	0,86
Шлак:			
Основность CaO/SiO ₂	1,07	1,05	1,10
выход, кг/т чугуна	421	366	512

* – за вычетом суток с простоями.

На рис.1 приведены данные статистической обработки исследованного массива. В качественном аспекте график (рис.1, а) вполне отвечает известному постулату о прямом влиянии выхода шлака на удельный расход кокса. Однако в количественном выражении это влияние превышает известные значения [1, 2].

Анализ показал, что расход кокса и топлива (кокс + ПУТ) при изменении выхода шлака на 100 кг/т чугуна изменялся примерно на одинаковую величину – 53 кг для кокса (рис.1, а) и 54 кг для топлива (рис.1, б). На такую же величину относительного количества шлака (100 кг/т чугуна) интенсивность плавки по суммарному углероду изменялась примерно на 10% (рис.1, в).

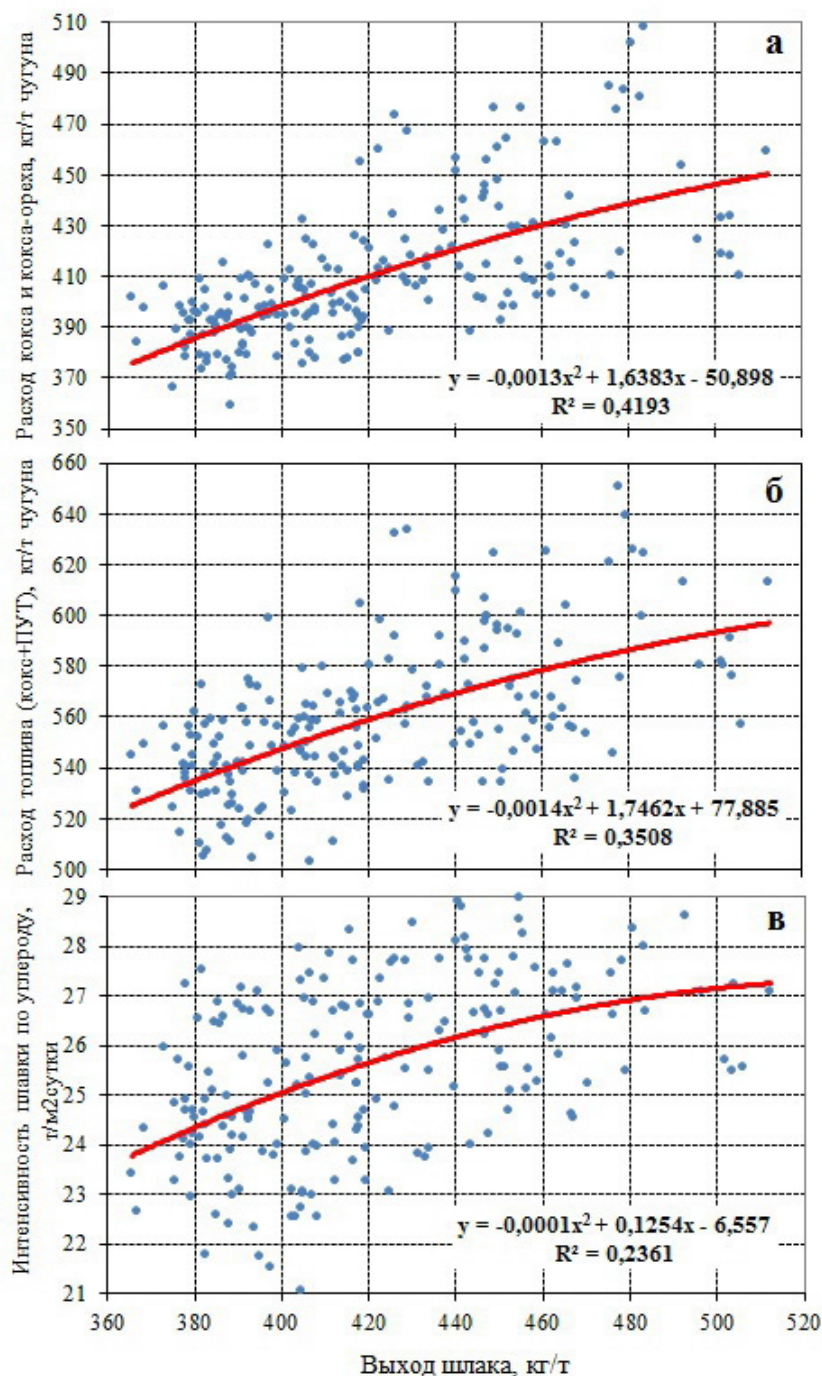


Рисунок 1 – Влияние выхода шлака на удельные расходы кокса (а), топлива (б) и интенсивность плавки по суммарному углероду (в)

С увеличением выхода шлака интенсивность плавки возрастала (рис.1, в) и наоборот снижалась с уменьшением. Обнаруженную закономерность можно объяснить значительными структурными изменениями в столбе шихты, вызванными изменениями богатства железорудного сырья и, соответственно, выхода шлака. Известно [7], что изменение интенсивности плавки вызывает определенные изменения в удельном расходе кокса и производительности печи.

Принимая во внимание количественное влияние интенсивности плавки на удельный расход кокса (+1% интенсивности → +3,5 кг/т чугуна), установленное в работе [6], нетрудно оценить непосредственное влияние выхода шлака на эффективность плавки. Если учесть количественное влияние интенсивности плавки на расход кокса 35 кг/т чугуна на 10% ее изменения, то разница, приходящаяся на влияние выхода шлака, составит 53 (54) – 35 = 18 (19) кг/т чугуна. Этот результат, основанный на практических данных о работе промышленной печи, совпал с теоретической оценкой А.Н.Рамма [1].

Необходимо отметить также и то, что величина значения корреляционного отношения взаимосвязи рассмотренных факторов монотонно снижалась от рис.1, а до рис.1, в. Это явление можно объяснить последовательным наложением воздействия различных неучтенных факторов, таких как газификация ПУТ, влажность дутья, содержание кислорода в дутье и другие.

Следует отметить, что связи между относительным выходом шлака и производительностью не обнаружено ($R^2 = 0,009$). При этом имеется тенденция к снижению интенсивности плавки по железорудной сыпи I_p при уменьшении выхода шлака $Q_{ш}$: ($I_p = -0,0002 \cdot Q_{ш}^2 + 0,2547 \cdot Q_{ш} + 29,305$, т/м² · сутки; $R^2 = 0,1018$).

Рассмотрение зависимости между удельным расходом кокса и удельным выходом шлака, отнесенным к единице массы использованного в доменной плавке кокса (рис.2), дает возможность заключить следующее.

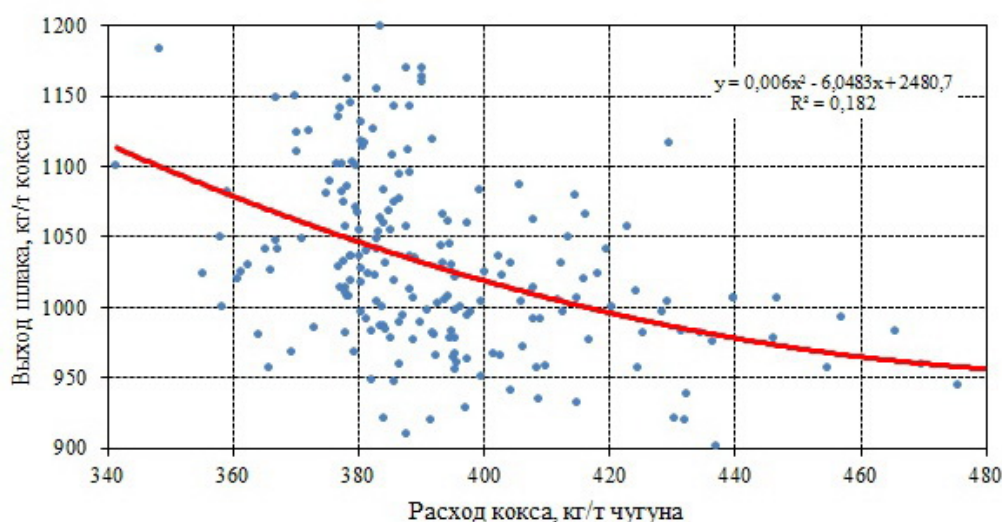


Рисунок 2 – Данные о взаимосвязи удельных расходов кокса и выхода шлака

Во-первых, наблюдается значительный размах колеблемости выхода шлака при одинаковом расходе кокса, о чем свидетельствует график и низкое корреляционное отношение. Величина этого размаха наибольшая при пониженных для данной выборки значениях расхода кокса 360-390 кг/т чугуна, что составляет ~ 200 кг/т кокса. Такую же величину размаха колебаний выхода шлака при одинаковом расходе шлака обнаружили в работе [3], анализируя показатели работы доменных печей США в 2007 г. В той же

работе размах изменения выхода шлака на печах бывшего СССР (1989 г.) составил примерно 300 кг/т кокса, а на печах Европы (2002-2004 г.г.) – 400 кг/т кокса.

Во-вторых, в исследованном диапазоне изменения расхода кокса, а он находится в пределах исследованного в работе [3], установлено, что примерно половина единичных периодов выборки отвечает шлаковому соотношению > 1000 кг/т кокса. Поэтому с утверждением о том, что достижение выхода шлака больше 1000 кг/т кокса является маловероятным, согласиться нельзя. Основываясь на результатах настоящего исследования, можно отодвинуть границу маловероятного выхода шлака до 1150-1200 кг/т кокса, хотя работа коксовой насадки в режиме орошения шлаком более 1000 кг/т кокса может быть проблематичной.

Выводы. Установлено, что в исследованных условиях плавки и диапазоне выхода шлака расход кокса и суммарного топлива (кокс + ПУТ) возрастали в среднем на 5,3-5,4 кг/т чугуна при увеличении выхода шлака на 10 кг/т чугуна. Показано также, что в этой относительной величине перерасхода кокса и топлива кроме затрат на расплавление и перегрев дополнительной массы шлака имеется составляющая, обусловленная изменением интенсивности плавки. Учет влияния этой составляющей позволил оценить влияние выхода шлака на расход кокса в размере $+ 1,8 \div 1,9$ кг/т чугуна на каждые дополнительные 10 кг/т шлака на тонну чугуна, что соответствует теоретической оценке А.Н.Рамма.

Связи между относительным выходом шлака и производительностью не установлено. Отмечена тенденция к снижению эффективности плавки по железорудной сыпи при уменьшении выхода шлака.

При рассмотрении зависимости удельных выхода шлака и расхода кокса установлено, что в сложившихся реальных технологических условиях возможно достижение выхода шлака до 1150-1200 кг/т кокса. Разумеется, при таком напряженном шлаковом режиме требования к организации зоны когезии, коксовой зоны и качеству кокса в частности должны быть существенно выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доменное производство: справочник. Том 1 / под ред. акад. И.П.Бардина. – М.: Металлургиздат, 1963. – 648с.
2. Федоровский Н.В. Спутник металлурга / Федоровский Н.В., Рутковский Г.Я., Астахов А.Г. – К.: Техніка, 1969. – 222с.
3. Ресурсы и эффективность полной и комплексной компенсации при использовании пылеугольного топлива в доменной плавке / С.Л.Ярошевский, А.В.Емченко, В.Е.Попов [и др.] // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2010. – № 7. – С.40-49.
4. О плотности орошения продуктами плавки коксовой насадки доменной печи / В.П.Пузанов, Г.А.Нечкин, О.П.Онорин [и др.] // Сталь. – 2012. – № 4. – С.6-15.
5. Технолог-доменщик / Ю.П.Волков, Л.Я.Шпарбер, А.К.Гусаров // М.: Металлургия, 1986. – 263с.
6. Товаровський Й.Г. Доменна плавка. Еволюція, хід процесів, проблеми та перспективи / Товаровський Й.Г. – Дніпропетровськ: Пороги, 2003. – 596с.
7. Влияние интенсивности доменной плавки на удельный расход кокса и производительность печи / А.Л.Берин, А.И.Парфенов, Е.А.Вербенко [и др.] / Интенсификация процессов доменной плавки и освоение печей большого объема: тематический отраслевой сборник. – М.: Металлургия. – 1979. – № 5. – С.40-45.

Поступила в редколлегию 06.03.2017.

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР У ШИХТІ
В ПРОЦЕСІ ОТРИМАННЯ ЦИРКОНІЮ ЯДЕРНОЇ ЧИСТОТИ
В ІНДУКЦІЙНИХ ПЕЧАХ З ХОЛОДНИМ ТИГЛЕМ**

Вступ. З робіт [1, 2] випливає, що процес отримання зливків цирконію кальціє-термічним відновленням його тетрафториду характеризується напруженим тепловим балансом. Тому використання тигля зі стінками, що охолоджуються, не дозволяє безпосередньо перейти досвід проведення відновлювальних плавок в графітових тиглях, а вимагає знаходження умов для отримання компактних зливків металу.

Складність поставленого завдання полягає в тому, що індукційний метод нагріву матеріалів в електромагнітному полі використовується для переплаву матеріалів. Досвід же проведення процесів металотермічного відновлення в індукційній установці з холодним тиглем як у вітчизняній, так і в закордонній практиці відсутній.

Тому постановка даних досліджень, їх методика та технічне оснащення спрямовані на виявлення закономірностей процесу відновлення цирконію в індукційних печах з холодним тиглем і знаходження його оптимальних параметрів, а також одержання рекомендацій для апаратурного оформлення нової технології.

Постановка задачі. Першочерговою метою досліджень є експериментальне дослідження умов, що забезпечують попередній нагрів шихти, в процесі кальцієтермічного відновлення тетрафториду цирконію до металу ядерної чистоти.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження процесу кальцієтермічного відновлення тетрафториду цирконію проводилися на установці ППХТ-200 [1], що являє собою вакуумну індукційну піч із холодним (мідним водоохолоджуваним) тиглем діаметром 200 мм. Основні технічні характеристики установки наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики установки ППХТ-200

Сумарна потужність 4-х перетворювачів типу ПВС-100, кВт	4x100 = 400
Висота індуктора, мм	400
Робоча напруга, В	780
Частота струму індуктора, Гц	2400
Розміри холодного тигля, мм:	
- висота	700
- внутрішній діаметр	200
Плавильний об'єм тигля, л	8

Холодний тигель виготовлений з U-подібних мідних профільованих трубок (рис.1), ізолюваних одна від одної міканітовими прокладками та спаяних у нижній частині в три секції по 5 U-подібних трубок у кожній.

Подача води на секції здійснюється через три колектори під тиском ~ 3 атм. Виведення охолоджувальної води з кожної U-подібної трубки тигля здійснюється окремо.

Для одержання цирконію ядерної чистоти необхідно використовувати особливо чисті тетрафторид цирконію та металевий кальцій.

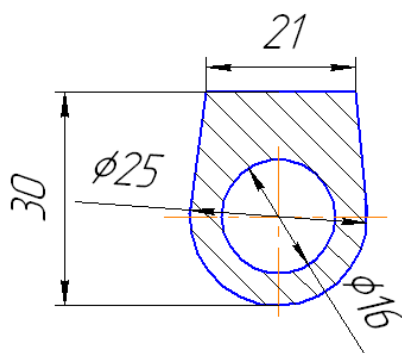


Рисунок 1 – Профіль мідних трубок холодного тигля установки ПХТ-200

Тетрафторид цирконію одержують зневоднюванням $ZrF_4 \cdot H_2O$ у струмі безводного фтористого водню при температурі 550-650°C з наступним очищенням методом вакуумної сублімації при 850°C та залишковому тиску 1,33 Па (10-2 мм рт.ст.). Вміст кисню в тетрафториді цирконію знаходиться в межах 0,01-0,06% та азоту – 0,002-0,003%. Тетрафторид цирконію має насипну щільність 2400-2800 кг/м³.

Металевий кальцій за вмістом домішок відповідає технічним умовам ТУ 0 02.10-79. Його одержують у вигляді зливків. Із останніх на токарному верстаті з герметичною камерою, заповненою аргоном, нарізали стружку довжиною 4-14 мм і товщиною до 4 мм. Насипна щільність стружки кальцію становить 600-700 кг/м³.

Шихтовку вихідних компонентів здійснюють в атмосфері аргону із застосуванням мірних склянок. Шихта має насипну щільність ~ 1500 кг/м³.

Для одержання сплаву КТЦ-110 (сплав цирконію з 1% ніобію) на основі цирконію як легуюча добавка використовується порошок ніобію з вмістом домішок, що відповідають технічним умовам ТУ-48-4-284-73.

Оскільки, як згадувалося вище, тепловий баланс процесу кальцієтермічного відновлення тетрафториду цирконію є досить напруженим, тому для одержання компактного зливка металу необхідне попереднє нагрівання шихти.

Регулювання процесом попереднього нагрівання шихти в індукційній печі з холодним тиглем здійснюють за допомогою зміни вхідної потужності електромагнітного поля та взаємного розташування витків індуктора.

З метою виявлення ступеня впливу кожного із цих двох факторів на характер розподілу температур у шихті було проведено дослідження.

Для цього використано різні рівні вхідної потужності (від 40 до 220 кВт) та різні схеми розташування витків індуктора: рівномірно розтягнуті, стиснуті та нерівномірно розтягнуті. Максимальна потужність (220 кВт) обмежується перегрівом периферійних шарів шихти вище температури 500-550°C, що, в свою чергу, знижує вихід цирконію в зливки [3].

Експериментальне дослідження характеру зміни температурних полів у шихті при її нагріві на установці ПХТ-200 проводили в атмосфері аргону.

Зміна температури по об'єму шихти реєструвалася хромель-алюмелевими термомпарами в комплекті з потенціометрами КСП-4.

У попередніх експериментах було показано, що хромелеві та алюмелеві провідники термопар діаметрами 0,3-0,5 мм є прозорими для електромагнітного поля, внаслідок чого впливом останнього на показання приладів можна зневажити.

Результати роботи. Типові температурні профілі по висоті шихти для розтягнутих (а), стислих витків (в) та із трьома верхніми стислими витками індуктора (б) показано на рис.2.

Внаслідок неоднорідності електромагнітного поля та теплових втрат через верх та низ шихти найбільш прогрітою є центральна по висоті частина завантаження. Концентрування витків у верхній частині, як видно з рис.2, сприяє кращому прогріву верхніх шарів шихти.

Температурний профіль по перерізу шихти в основному відповідає закономірностям індукційного нагрівання металевих тіл [4] з поправкою на інтенсивний тепловідвід стінками тигля, що охолоджуються водою.

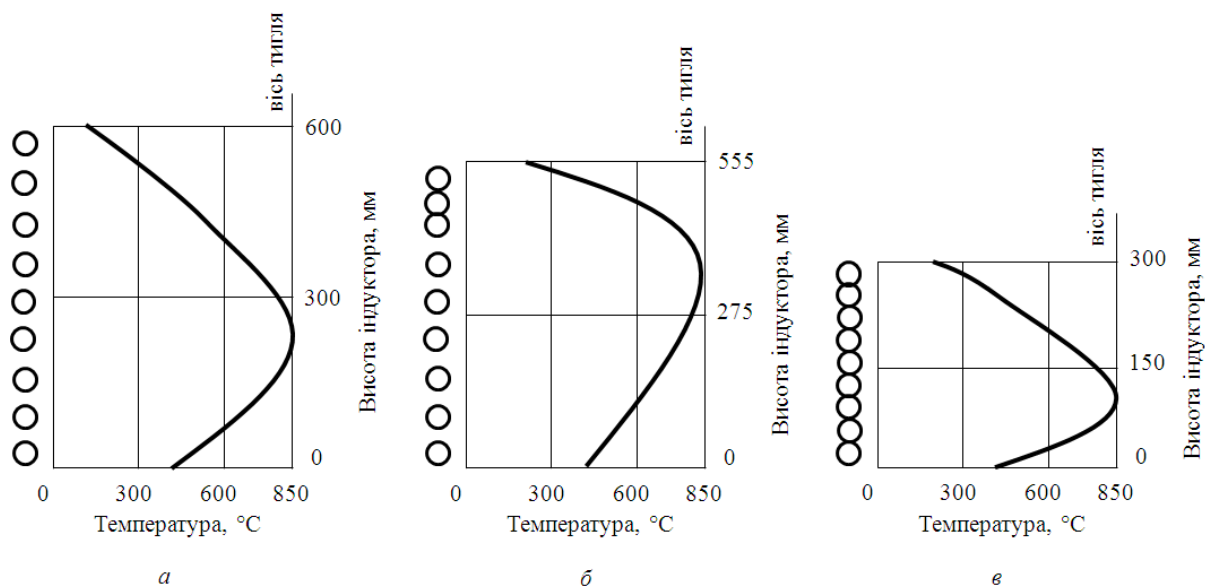


Рисунок 2 – Розподіл температур по висоті шихти при потужності 200 кВт та часі нагріву 65 с.

Максимальна температура розвивається на відстані 15-30 мм від стінки тигля, що відповідає глибині проникнення індукційного струму в шихту (рис.3).

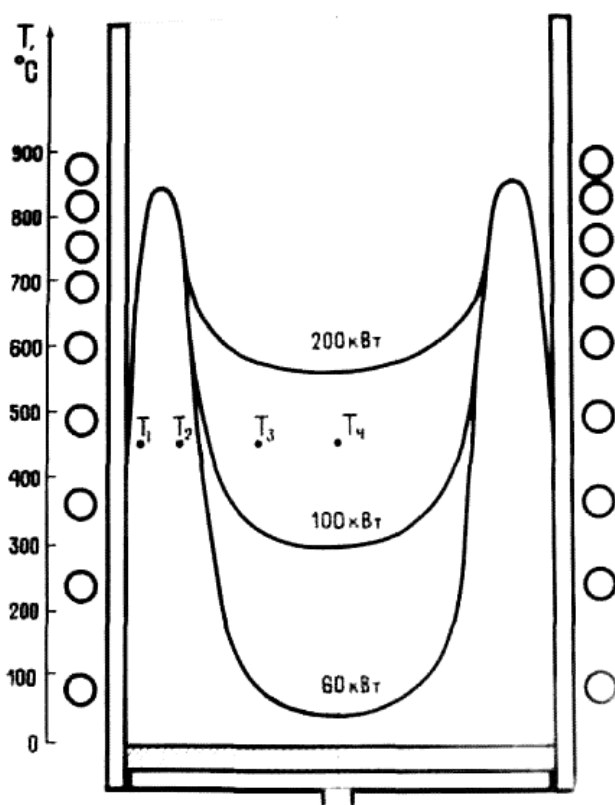


Рисунок 3 – Розподіл температурного поля по перерізу шихти до моменту ініціювання реакції

Як видно з рис.3. периферійні шари охолоджуються стінкою тигля. Малий час нагрівання шихти до початку взаємодії компонентів (~850°C) обумовлює запізнювання росту температури в центрі завантаження, оскільки перенос тепла за рахунок теплопровідності недостатньо інтенсивний.

З рис.3. випливає, що збільшення потужності електромагнітного поля, яке вводиться в систему, призводить до зниження градієнта температур по перерізу шихти.

Порівняння отриманих даних з температурним профілем по перерізу шихти при її нагріванні в печі опору [3] показує, що в останньому випадку перепад температур між стінкою тигля та центром завантаження істотно нижчий, ніж при індукційному нагріванні (рис.4).

Таким чином, застосування індукційного нагріву різко знижує час досягнення температури початку протікання реакції. При аналогічному масштабі завантаження час нагріву

шихти до ініціювання реакції в печі опору перевищує 8 год. [3], у той час як при індукційному нагріванні, наприклад, при потужності 200 кВт воно становить 60-70 с.

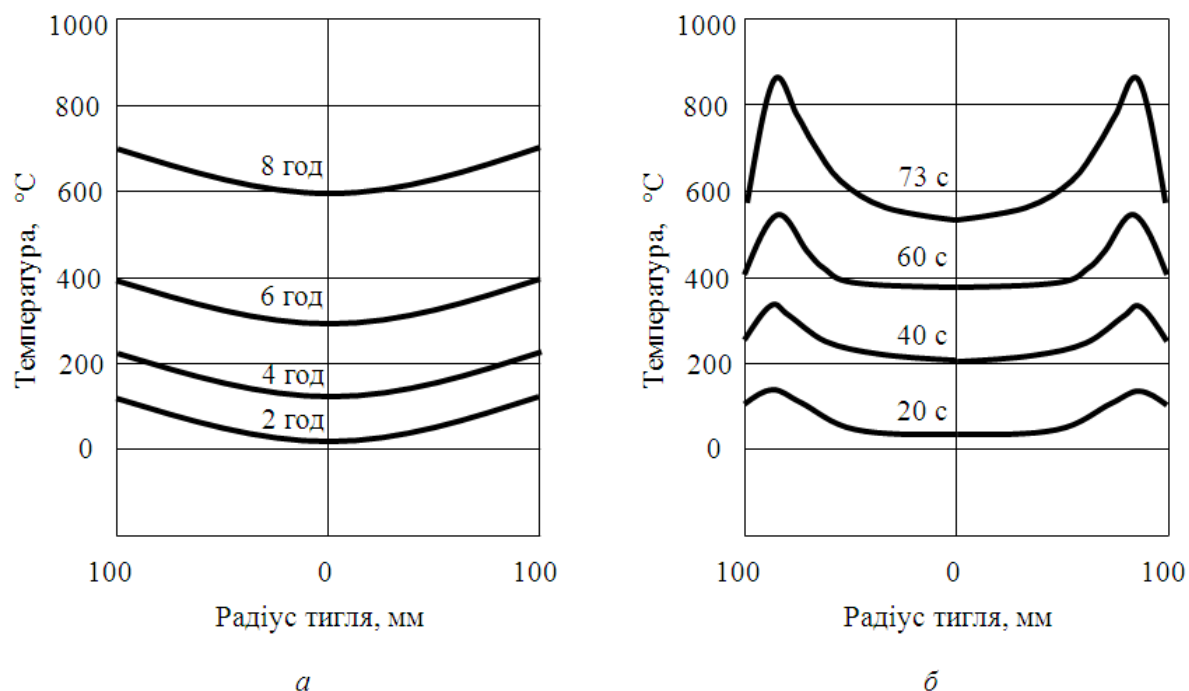


Рисунок 4 – Температурний профіль по перерізу шихти при її нагріванні в печі опору (*a*) та в індукційній печі (*б*)

У табл.2 наведено результати відновлювальних плавок цирконію в експериментальній установці з різною концентрацією витків індуктора.

Таблиця 2 – Вплив відносного розташування витків індуктора на вихід цирконію у зливки

№ досліджу	Потужність, кВт	Тривалість нагріву, с	Розташування витків індуктора	Вихід цирконію у зливки, %
1	40	114	Усі витки розтягнуті	50,0
2	60	95	3 верхні витки стиснуті, інші розтягнуті	88,8
3	90	180	Усі витки розтягнуті	76,7
4	120	75	Усі витки стиснуті	27,3
5	220	115	3 верхні витки стиснуті, інші розтягнуті	89,6

З табл.2 випливає, що використання концентрування витків індуктора у верхній частині при інших розтягнутих витках є ліпшим, ніж здійснення процесу з повністю стиснутими або розтягнутими витками, оскільки в першому випадку за рахунок концентрації витків має місце кращий прогрів верхніх шарів шихти.

У цьому випадку вихід металу в зливки має більш високі значення.

Подальші дослідження проводилися з використанням двох рівнів потужності, які можна умовно поділити на потужність, що вводиться для попереднього прогріву шихти, та потужність для ініціювання металотермічної реакції.

У цьому випадку, на відміну від проведення процесу в шахтних печах відновлення, ініціювання реакції відбувається не за допомогою запального пристрою, а самовільно по мірі прогріву завантаження на більш високих потужностях.

Результати відновлювальних плавок при використанні двох рівнів потужності наведено в табл.3.

Таблиця 3 – Результати відновлювальних плавок при використанні двох рівнів потужності

№ досліджу	Потужність, що використовується для попереднього прогріву шихти, кВт	Тривалість прогріву, с	Потужність, що використовується для ініціювання реакції, кВт	Вихід цирконію у зливок, %
1	80	60	180	76,3
2	80	60	180	86,5
3	60	90	220	76,8
4	60	90	220	83,4

Висновки. Проведені дослідження дозволяють виявити інтервал можливої зміни потужності для проведення процесу на лабораторній установці ПХТ-200 і оптимальну геометрію витків індуктора.

Так, використання потужності менше 60 кВт призводить до незначного прогріву центральної частини шихти (рис.3), а максимальна вхідна потужність 200-220 кВт обмежується перегрівом периферійних шарів шихти вище температури 500-550°C, що, в свою чергу, знижує вихід цирконію в зливок. Тому нагрів шихти необхідно проводити при потужності 60-220 кВт, причому потужність 200-220 кВт можна використовувати лише для швидкого досягнення температури початку взаємодії компонентів.

Для поліпшення нагріву шихти по висоті тигля доцільно стискати верхні витки індуктора при одночасному розтягуванні нижніх.

У результаті проведених досліджень показана можливість задовільного прогріву шихти (стружки металевого кальцію та порошку тетрафториду цирконію) в умовах індукційного нагріву. Одним з прийомів, що дозволяють поліпшити прогрівання, може служити використання двох рівнів потужності, які сприяють перерозподілу тепла від периферійних шарів шихти до центра.

ЛІТЕРАТУРА

1. Толлок А.О. Аналіз промислових методів відновлення сполук цирконію до металу ядерної чистоти / А.О.Толлок, Р.Я.Романюк // Зб. наук. праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки). – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2016. – Вип. 2(29). – С.26-33.
2. Совершенствование процесса кальциетермического восстановления тетрафторида циркония / К.А.Линдт, А.П.Мухачев, В.В.Шаталов [и др.]. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (77). – Харьков: ННЦ ХФТИ. – 1999. – № 2. – С.3-8.
3. Шершнева С.А. Исследование и разработка процесса кальциетермического восстановления тетрафторида циркония: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.17.02 „Технология редких, рассеянных и радиоактивных веществ” / С.А.Шершнева. – Днепродзержинск, 1981. – 155с.
4. Тир Л.Л. Современные методы индукционной плавки / Л.Л.Тир. – М.: Энергия, 1975. – 112с.

Надійшла до редколегії 23.05.2017.

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

АКТИВІЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Вступ. Більшість інновацій впроваджується саме підприємницькими структурами, що сприяє реалізації їх інноваційного потенціалу та зміцненню конкурентних позицій. Для промислових підприємств сьогодні однією з головних умов формування конкурентоздатної стратегічної перспективи розвитку підприємства стає його інноваційна активність, інновації стають об'єктивними умовами виживання. Впровадження інновацій дедалі частіше розглядається як єдиний спосіб підвищення конкурентоздатності продукції, що виробляється, підтримки високих темпів розвитку і рівня прибутковості. Будь-яке підприємство, успішне підприємство, формується і розвивається на основі науково-технічного прогресу, фінансування, інвестування та інноваційної діяльності. Проте, за останні роки рівень інноваційної активності підприємств суттєво знижується. Питома вага підприємств, що займалися інноваційною діяльністю, становила 18% – для порівняння у США, Японії, Китаї, Німеччині й Франції частка інноваційних підприємств становить 70-80% від їх загальної кількості. Про низьку інноваційну активність металургійних підприємств свідчать показники обсягів реалізованої інноваційної вітчизняної продукції – у загальному її обсязі лише 4% мають ознаки інновацій (в Європейському союзі – 70%) [1]. Спостерігається безупинне зниження наукомісткості металургійної продукції, вона стає менш конкурентоспроможною, в експорті збільшується частка продукції первинної переробки.

Сьогодні потребує удосконалення процесу активізації інноваційної діяльності на промислових підприємствах. Аналіз наукових праць підтверджує актуальність і важливість дослідження відповідного питання, а процес пошуку напрямів підвищення інноваційної активності, зокрема на металургійних підприємствах, потребує подальшого дослідження.

Постановка задачі. Мета роботи – дослідити теоретико-методичні засади процесу активізації інноваційної діяльності металургійних підприємств, оцінити рівень активності новацій на підприємстві та запропонувати напрями подальшої активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства. Об'єктом дослідження обране вітчизняне металургійне підприємство, предметом дослідження – механізм інноваційної активності підприємства.

Результати роботи. Дослідження показали, що механізм активізації інноваційної діяльності промислових підприємств складається з наступних елементів: мета; поняття; методи; задачі щодо забезпечення реалізації зазначених цілей у відповідних підсистемах; функції, які повинні виконуватися; сукупність принципів, на основі яких будується механізм. Метою механізму активізації інноваційної діяльності підприємства є реалізація всіх цілей і задач підприємства, що забезпечить подальшу активізацію інноваційних процесів, підвищення ефективності функціонування, досягнення конкурентних переваг.

Систематизовані й узагальнені нами зміст і склад механізму активізації інноваційних процесів на металургійному підприємстві з виділенням елементів забезпечення техніко-технологічної, організаційно-управлінської, фінансово-економічної, екологічної, соціальної підсистем представлено на рис.1.

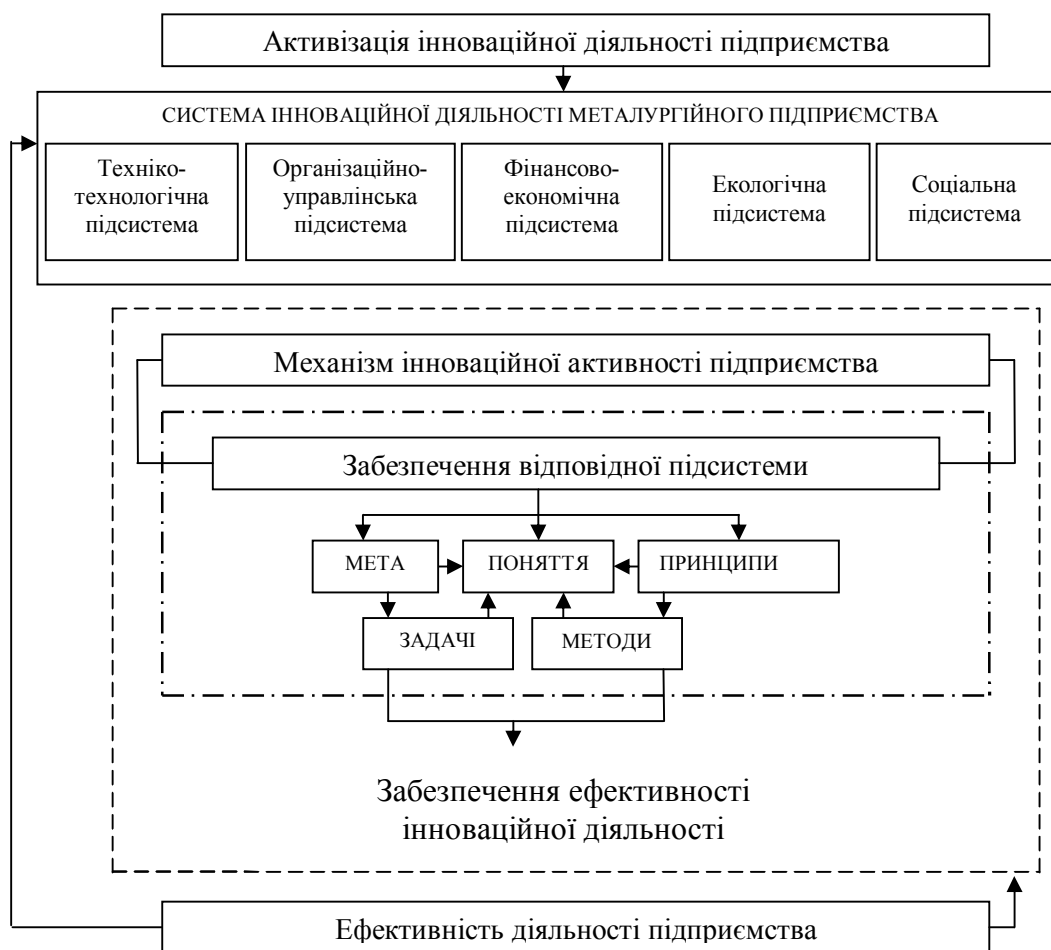


Рисунок 1 – Складові елементи забезпечення механізму активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства

На сьогоднішній день в економічній літературі не існує єдиного підходу до тлумачення категорії «інноваційна активність підприємства», між вченими та дослідниками немає повного консенсусу, що потребує подальшого дослідження й систематизації.

У результаті проведеного аналізу щодо тлумачення цієї категорії нами сформовано і пропонується наступне визначення: «інноваційна активність підприємства – це комплексна характеристика інтенсивності його інноваційної діяльності, що включає сукупність всіх наукових, технологічних, організаційних, фінансових, екологічних, соціальних заходів щодо впровадження інновацій, заснованої на здатності до мобілізації інноваційного потенціалу, спрямованої на використання й комерціалізацію результатів новацій, що зумовлює випуск на ринок конкурентоздатної продукції з метою забезпечення стійкості функціонування підприємства та його успішності у довгостроковій перспективі».

Для оцінки інноваційної активності потрібно розробити систему показників, за допомогою яких можна виявити чинники, які сприяють реалізації інноваційних цілей та завдань підприємства. Все вищевикладене дозволяє розробити структурно-логічну схему процесу активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства (рис.2).

На підставі виконаних досліджень встановлено, що параметри повинні простежувати інноваційну активність в системі від «входу» до «виходу», а число параметрів повинно бути обмеженим, щоб не ускладнювати процес управління.

Для розробки напрямків підвищення активізації інноваційної діяльності необхідно виконати аналіз та визначити рівень активності.

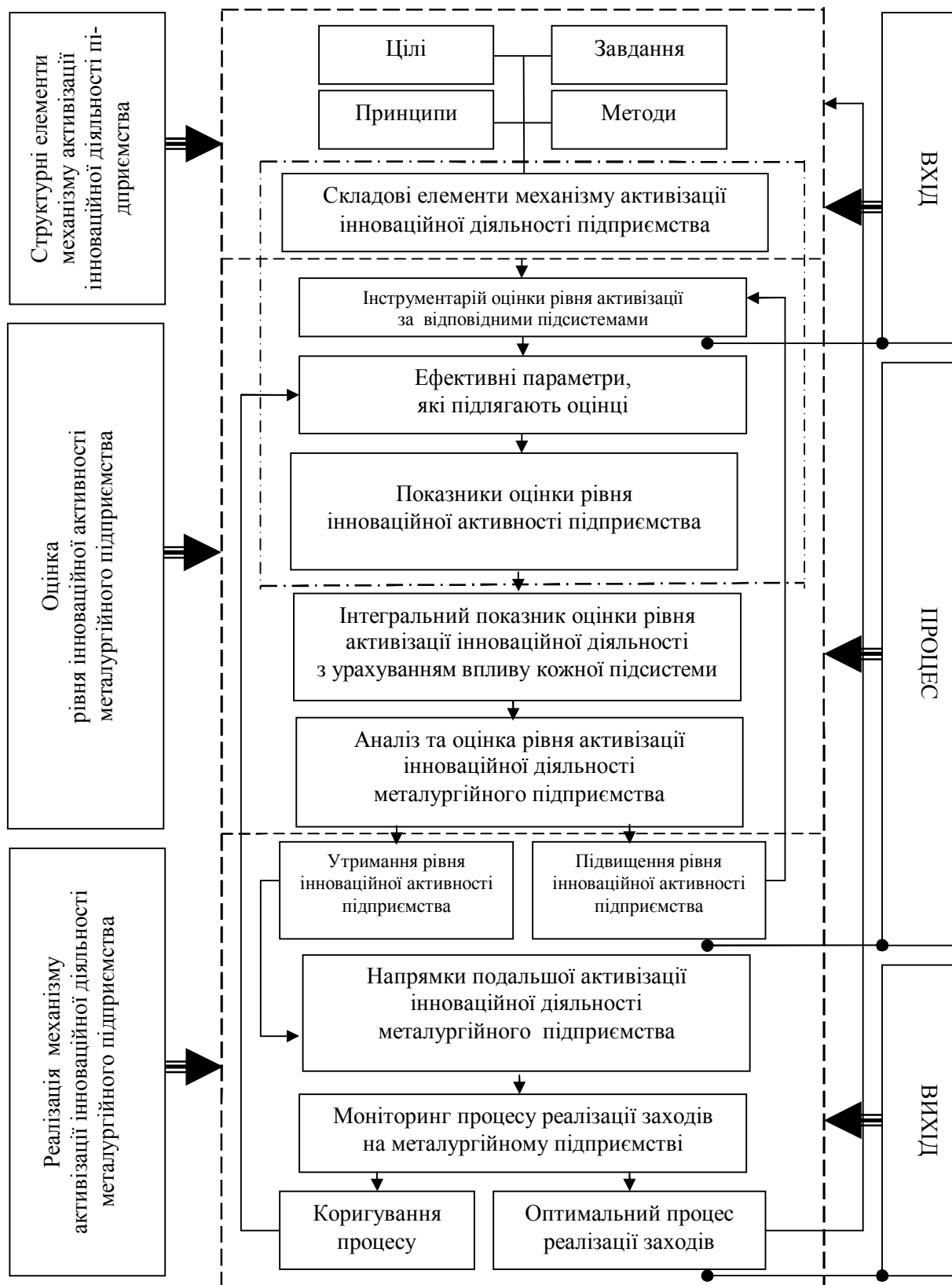


Рисунок 2 – Структурно-логічна схема оцінки рівня активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства

Алгоритм дій щодо оцінки рівня активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства складається з наступних кроків: розбиття економічної оцінки на складові, що охоплюють усі ключові аспекти; визначення набору показників, що впливають на відповідну складову; визначення експертним шляхом вагомості кожного показника в оцінці відповідної складової; оцінка кожного показника на основі експертного опитування за п'ятибальною шкалою; розрахунок складових, що визначаються в балах від 0 до 5; визначення інтегрального показника процесу експертної оцінки. В результаті оцінки інтегрального показника можна виокремити промислові підприємства, що мають: високий рівень активності ($3,75 \leq IP \leq 5$); середній рівень активності ($2,5 \leq IP < 3,75$); низький рівень активності ($0 \leq IP < 2,5$) [1].

Систему показників оцінки рівня інноваційної діяльності металургійного підприємства запропоновано в табл. 1.

Таблиця 1 – Система показників оцінки рівня інноваційної діяльності підприємства

Складова	Показник	Порядок розрахунку
1	2	3
Інноваційна активність підприємства	Коефіцієнт використання витрат на інноваційну діяльність	Співвідношення обсягу реалізованої інноваційної продукції до обсягу витрат
	Коефіцієнт рентабельності реалізованої інноваційної продукції	Співвідношення прибутку від реалізації інноваційної продукції до обсягу реалізованої продукції
	Коефіцієнт фінансової стійкості	Співвідношення середнього власного та позикового капіталу
	Коефіцієнт покриття	Співвідношення середньої величини поточних активів та поточних зобов'язань підприємства
Інноваційна сприйнятливість підприємства	Коефіцієнт рентабельності персоналу	Співвідношення прибутку від реалізації до середньоспискової чисельності персоналу
	Коефіцієнт придатності основних засобів	Співвідношення залишкової вартості основних засобів до їх первісної вартості

На підставі виконаного аналізу обрано і запропоновано наступну узагальнену систему оцінювання інноваційного розвитку підприємства, яка має класифікаційний поділ змістовної оцінки кількісних показників [2] (табл.2).

Апробацію запропонованого методичного підходу щодо оцінки рівня активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства проведено на прикладі ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат». Інформаційною базою проведених досліджень є дані бухгалтерської та статистичної звітності, внутрішні дані по підприємству.

У дослідженнях використовувався метод експертних оцінок. Для практичної реалізації запропонованих напрямків в межах підприємства і формування відповідних висновків нами використано метод Дельфі.

Таблиця 2 – Узагальнена система економіко-соціального оцінювання інноваційного розвитку підприємства

Види показників	Відповідні коефіцієнти
1	2
Узагальнюючий показник рівня інноваційного потенціалу розвитку підприємства $UP_{IP} = P_{(1.1)} \cdot Z_{(1.1)} + P_{(1.2)} \cdot Z_{(1.2)} + \dots + P_{(1.14)} \cdot Z_{(1.14)}, \quad (1)$ де $Z_{(1.1)} - Z_{(1.14)}$ – коефіцієнти вагомості часткових показників за напрямками інтегральної оцінки, розраховані на основі методу експертного оцінювання	
Виробничо-технологічні	коефіцієнт оновлення продукції $P_{(1.1)}$, коефіцієнт основних виробничих фондів $P_{(1.2)}$, коефіцієнт фондівдачі $P_{(1.3)}$, коефіцієнт матеріаломісткості $P_{(1.4)}$, коефіцієнти механізації та автоматизації виробництва $P_{(1.5)}$, коефіцієнт прогресивності технологій $P_{(1.6)}$
Науково-технічний	коефіцієнт наукомісткості $P_{(1.7)}$
Фінансово-економічні	коефіцієнт самофінансування $P_{(1.8)}$, коефіцієнт використання позиченого капіталу $P_{(1.9)}$, коефіцієнт витрат на придбання результатів НДДКР $P_{(1.10)}$, коефіцієнт рентабельності інвестиційної діяльності $P_{(1.11)}$, коефіцієнт рентабельності реалізованої інноваційної продукції $P_{(1.12)}$
Трудові	коефіцієнт плинності кадрів $P_{(1.13)}$, коефіцієнт частки спеціалістів у науково-технічній роботі $P_{(1.14)}$

Показник рівня інноваційного потенціалу коливається в межах від 0 до 1. Найкращі умови для інтенсифікації інноваційної діяльності мають підприємства з високим ступенем інноваційної активності, на які припадає найбільша частка впроваджених інноваційних техніки й технологій, виробленої інноваційної продукції, освоєних обсягів фінансування інноваційної діяльності.

На основі обробки і аналізу даних опитувальних анкет експертів було сформовано та узагальнено напрямки подальшої активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства (табл.3). В системі напрямків виділяється дві групи: внутрішні (заходи рівня підприємства) [3] та зовнішні (заходи державного рівня) [4].

Таблиця 3 – Система напрямків активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства

Внутрішні напрямки	Зовнішні напрямки
1	2
1. Впровадження енерго- й ресурсозберігаючих технологій та нетрадиційних енергоресурсів	1. Контроль за ціновою політикою «природних» монополій або олігополій, які одночасно є й фінансовими монополіями
2. Впровадження безвідходних й маловідходних технологій	2. Розширення внутрішнього ринку для інноваційної металургійної продукції

Продовження таблиці 3

1	2
3. Впровадження нанотехнологій в металургійному виробництві	3. Забезпечення замовлень «природних» монополій
4. Впровадження інформаційних технологій	4. Реструктуризація металургійного комплексу
5. Використання принципово нових матеріалів та наноматеріалі	5. Розробка механізмів і каналів для перетікання фінансових ресурсів
6. Розробка і впровадження наукоємних технологій	6. Розвиток лізингу дорогого металургійного обладнання
7. Підготовка кваліфікованих кадрів	7. Протекціонізм
8. Створення економічно-фінансових умов для активізації інновацій	8. Податкові пільги щодо інноваційно активних металургійних підприємств
9. Проведення якісних змін в капіталі та фінансовій структурі підприємства	9. Формування сприятливої митно-тарифної політики у сфері інноваційної діяльності
10. Створення фінансово-промислових груп	10. Пільгові кредити для інноваційних проектів
11. Розробка нової організації праці і виробництва та створення СП	11. Страхування і підтримка експорту інноваційної продукції на державному рівні

Висновки. У результаті виконаного дослідження виділено складові елементи забезпечення механізму інноваційних процесів на рівні підприємства, розроблено структурно-логічну схему оцінки рівня активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства, сформовано визначення категорії «інноваційна активність підприємства», розглянуто систему показників оцінки рівня інноваційної діяльності підприємства, обрано узагальнену систему оцінювання його інноваційного розвитку та сформовано основні напрямки подальшої активізації інноваційної діяльності металургійного підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калініченко Л.Л. Кількісна оцінка інноваційного потенціалу підприємств / Калініченко Л.Л. // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Донецьк: УкрДАЗТ. – 2010. – №30. – С.107-112.
2. Харів П.С. Активізація інноваційної діяльності промислових підприємств регіону / П.С.Харів, О.М.Сабко. – Тернопіль: Економічна думка, 2003. – 180с.
3. Пілявоз Т.М. Організаційно-економічне забезпечення системи управління інноваційним розвитком машинобудівних підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Т.М.Пілявоз. – Одеса, 2015. – 227с.
4. Польова Н.М. Напрями активізації інноваційної діяльності в машинобудівному виробництві / Польова Н.М. // Ефективна економіка. – Дніпропетровськ: ДДЕАУ. – 2012. – №3. – С.10-14.

Надійшла до редколегії 20.03.2017.