

О. Л. ПРОЦЕНКО, асп., мол. наук. співроб. УКРНДІЕП, Харків,
Т. Ф. ЖУКОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, зав. лаб. УКРНДІЕП, Харків,
С. Л. БОРИСЕНКО, дир. СВД ТОВ „ЕКІНА”, Алмазна, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРИРОДООХОРОННИХ РІШЕНЬ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ ВУГЛЕЦЮ ТА ПИЛУ В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ НА СВД ТОВ ФІРМА „ЕКІНА”

У статті приведено результати інструментальних вимірювань на джерелах викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на СВД ТОВ фірми „ЕКІНА”. Розроблено комплекс технологічних і природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки виробництва феросиліцію.

Ключові слова: виробництво феросиліцію, джерела викидів, забруднюючі речовини, атмосферне повітря, заходи, екологічна безпека.

Вступ. У металургії феросплавів за об’ємом виробництва перше місце займає феросиліцій. В Україні феросиліцій виплавляють у стаціонарних печах потужністю 16,5 – 27,6 МВА. За традиційною технологією феросиліцій, в основному, виробляють на ВАТ «Запорізький завод феросплавів» та ВАТ «Стахановський завод феросплавів». На цих заводах виплавку FeSi здійснюють рудовідновним методом [1].

Аналіз літератури. На Стахановській виробничій ділянці товариства із обмеженою відповідальністю фірма „Екологічна ініціатива” (СВД ТОВ фірма „ЕКІНА”) було розроблено, впроваджено та запатентовано новий спосіб виплавки феросиліцію методом електрошлакового переплаву (ЕШП), що здійснюється у печах постійного струму [2]. Цей метод суттєво відрізняється від традиційної технології виплавки феросиліцію, зокрема тим, що рудною сировиною є не кварц, кварцит чи халцедон, а відходи виробництва феросиліцію у рудовідновних печах (шлаки). Із попередньо підготовленого шихтового матеріалу методом ЕШП виплавляють високоякісний феросиліцій марок ФС-25, ФС-45 і ФС-65 зі зниженим вмістом шкідливих компонентів (фосфору, сірки, вуглецю). При цьому в якості вихідної сировини використовується шлак Стахановського заводу феросплавів.

У районі розташування феросплавних заводів особливо гостро стоїть питання забруднення атмосферного повітря. У зв’язку із цим перспективним та

© О.Л. Проценко, Т.Ф. Жуковський, С.Л. Борисенко, 2014

актуальним напрямком досліджень є розробка високоефективних рішень, спрямованих на покращення екологічної ситуації в районі розміщення об'єктів із виробництва феросиліцію.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розробка та впровадження на СВД ТОВ фірма „ЕКІНА” технічних та природоохоронних рішень, які дозволять знизити об'єми викидів забруднюючих речовин (ЗР), зокрема оксидів вуглецю та речовин у вигляді суспендованих твердих частинок (пилу), в атмосферне повітря, підвищити екологічну безпеку виробництва феросиліцію, забезпечити економію сировинних та енергетичних ресурсів.

Результати досліджень. На СВД ТОВ фірма „ЕКІНА” виплавку феросиліцію здійснюють в 10 печах постійного струму типу АКБ-217 М-1 і М-2, які знаходяться в цеху ЕШП.

Основними ЗР, що утворюються при виплавці FeSi, є азоту діоксид, ангідрид сірчаний, вуглецю оксид (СО) та пил неорганічний, який містить діоксид кремнію 70 – 20 % (пил). Процентна доля основних забруднюючих речовин у валовому викиді від печей постійного струму СВД ТОВ фірма «ЕКІНА» представлена на рис. 1.

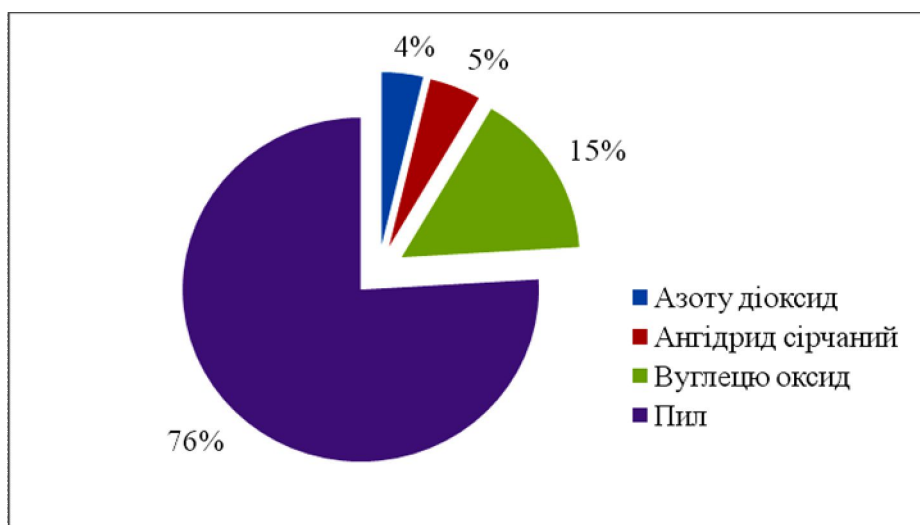


Рис. 1 – Доля основних забруднюючих речовин у валовому об'ємі викидів від печей постійного струму СВД ТОВ фірма «ЕКІНА»

При виплавці феросиліцію за рахунок різноманітних реакцій відбувається утворення надзвичайно дрібних часток твердого діоксиду кремнію. Спільно з оксидами інших елементів — кальцію, магнію, алюмінію, заліза, титану, фосфору і так далі, а також з дрібними вуглецевими частками, діоксид кремнію утворює пил, який разом з пічними газами викидається в атмосферу.

Оксид вуглецю є одним із первинних продуктів горіння твердого палива

незалежно від кількості повітря, що підводиться, а також побічним продуктом розкладання вапняку.

Вплив на повноту горіння і на вміст оксиду вуглецю у газах, що відходять від печей електрошлакового переплаву, має гранулометричний склад коксу і вапняку. Найкращим вважається таке співвідношення розмірів коксиків і вапняку, коли застосовуються ідентичні фракції, наприклад, фракції 50 – 100 мм. За таких умов досягається мінімальний вміст CO, що викидається в атмосферу.

У 2009 – 2010 рр. УкрНДІЕП були проведені інструментальні вимірювання на джерелах викидів забруднюючих речовин (речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, оксиди азоту, сірки і вуглецю) в атмосферу від вентиляційних систем печей постійного струму, дахових вентиляторів та дефлекторів. До реконструкції аспіраційної системи димові гази від 10 електропечей АКБ надходили у 2 димові труби і викидалися в атмосферу. Результати вимірювань викидів ЗР в атмосферне повітря при виплавці феросиліцію в печах постійного струму представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювань викидів ЗР в атмосферне повітря при виплавці феросиліцію в печах постійного струму

№ джерела викидів	Висота, м	Діаметр, м	Температура °С	Витрата газу, м ³ /с	Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м ³
45	84	3,44	29	5,63	Пил неорганічний, який містить діоксид кремнію 70 – 20 %	559,17
					Вуглецю оксид	1249
					Азоту діоксид	8
					Ангідрид сірчистий	3
46	70,1	2,24	27	1,48	Пил неорганічний, який містить діоксид кремнію 70 – 20 %	436,3
					Вуглецю оксид	255
					Азоту діоксид	6
					Ангідрид сірчистий	3

УкрНДІЕП були проведені дослідження зміни концентрації CO під час виплавки феросиліцію у газах, що відводяться від печей № 5, 6 (рис. 2).

Максимальні концентрації CO спостерігалися під час завантаження печей (піч № 5 – 2316 мг/м³, піч №6 – 2306 мг/м³). Далі відбувалося поступове зменшення концентрацій за увесь період розплавлення. Мінімальні викиди CO зафіксовані під час зливання феросиліцію в форми.

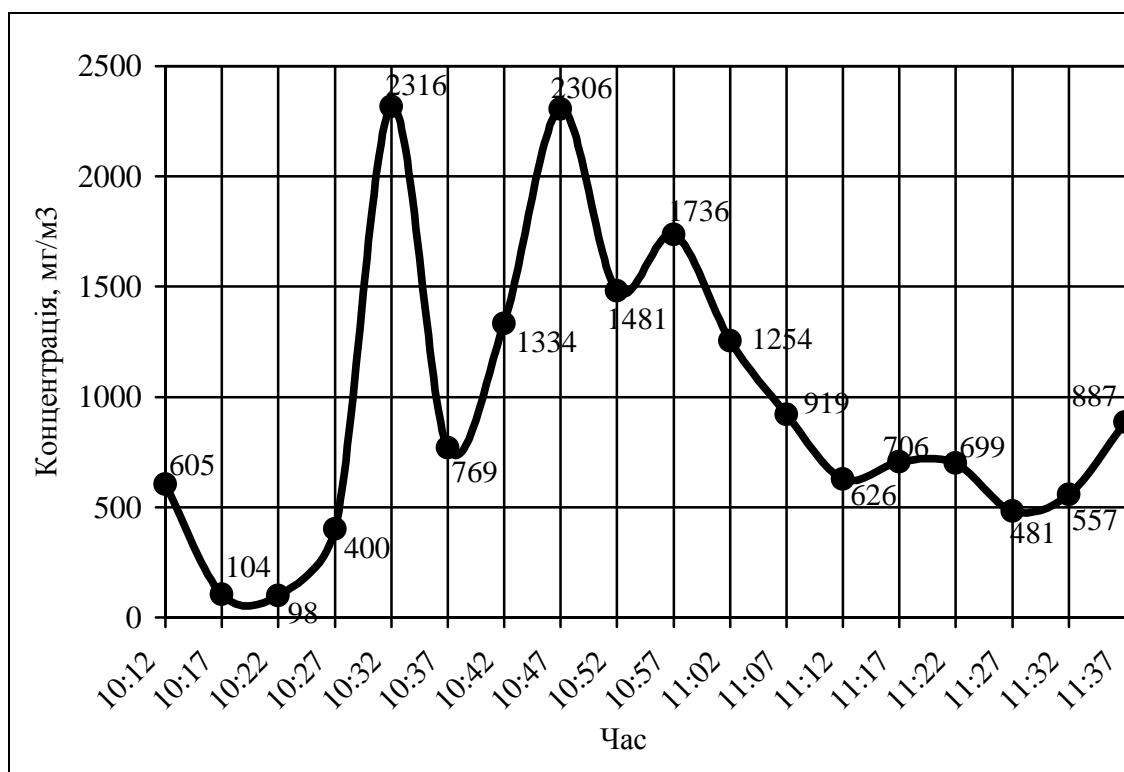


Рис. 2 – Зміна концентрації CO під час повної плавки феросиліцію в печах № 5, 6

З метою підвищення рівня екологічної безпеки виробництва феросиліцію на СВД ТОВ фірми „ЕКІНА” було розроблено, погоджено та впроваджено комплекс науково-дослідних робіт, технологічних і природоохоронних заходів зі зниження антропогенного впливу на природне середовище і людину, який включив наступні заходи:

- розробку та впровадження технологічних рішень щодо зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- реконструкцію вентиляційних систем;
- установку пилогазоочисного обладнання;
- брикетування дрібнофракційних відходів виробництва та використання отриманих брикетів у якості вторинної сировини для виплавці FeSi;
- розробку проекту озеленення СЗЗ [3].

У результаті реконструкції вентиляційних систем, зонти над печами були замінені на бокові відсмоктувачі, а дахові вентилятори та дефлектора – на механічну вентиляцію, яка призначена для видалення забруднюючих речовин з верхньої зони приміщення плавильної ділянки.

Для поліпшення умов роботи та зменшення концентрацій пилу, оксиду вуглецю та інших компонентів на робочих місцях дахові вентилятори і дефлектора об'єднано у дві вентсистеми з поданням викидів на дві димові труби.

У даний час димові гази, що відводяться від 8 електропечей (№ 1 ÷ 4, 7 ÷ 10), надходять у димову бетонну трубу висотою 84 м (джерело № 45) і викидаються в атмосферу. У результаті реконструкції вентиляційних систем об'ємна витрата димових газів на джерелі № 45 збільшилася з 5,63 м³/с до 16,44 м³/с. На джерело № 46 відводяться гази від 2-х електропечей (№ 5, 6). У результаті встановлення бокових відсмоктувачів газопилового потоку і установки механічної вентиляції, об'ємна витрата газів, що відводяться на цегляну димову трубу, збільшилася із 1,48 м³/с до 12,12 м³/с.

Після установки аспіраційних систем відбулося 3 – 8-ми кратне розбавлення концентрації забруднюючих речовин у відхідних газах у димових трубах за рахунок додавання газів, що відводяться з верхньої зони цеху.

Для поліпшення екологічної обстановки, зокрема для зменшення концентрації СО у газах, що відходять від печей, рекомендовано наступні технологічні рішення:

- максимально замінити використання в шихті вапняку (CaCO₃) на негашене вапно;

- для зменшення пікових концентрацій оксиду вуглецю вапно додавати невеликими порціями протягом усього періоду завантаження шихти.

Запропоновані технічні рішення дозволили значно зменшити викиди СО і забезпечити дотримання нормативних показників (концентрація 250 мг/м³) згідно із наказом № 309 Мінприроди України [4].

Для скорочення викидів пилу у червні 2011 року на джерело № 46 було встановлено фільтр Немцова ФН-1600А (рис. 3).

Таким чином, після впровадження повітряохоронних заходів на джерелі № 45 (бетонна труба) максимально разова концентрація оксиду вуглецю склала 236 мг/м³, що не перевищує нормативні показники (до реконструкції вентсистем – 1249 мг/м³). Максимально разова концентрація речовин у вигляді суспендованих твердих частинок становить 127 мг/м³ (до реконструкції цеху – 559,17 мг/м³). На джерелі № 46 (цегляна труба) максимально разова концентрація оксиду вуглецю склала 160 мг/м³, що не перевищує нормативні показники (до реконструкції вентсистем – 255 мг/м³). Максимально разова концентрація речовин у вигляді суспендованих твердих частинок склала 31 мг/м³ (до реконструкції цеху 436,3 мг/м³).

Для зменшення кількості пилових відходів (пилу, уловленого в очисних апаратах, та аспіраційного пилу) при виробництві феросиліцію часто використовується метод брикетування, як екологічно чистий та енергетично най-

менш затратний метод грудкування відходів. Цей метод використовується як спосіб підготовки вторинної сировини (відходів) для додавання її до шихтових матеріалів при виплавці феросплавів та економії первинної сировини.

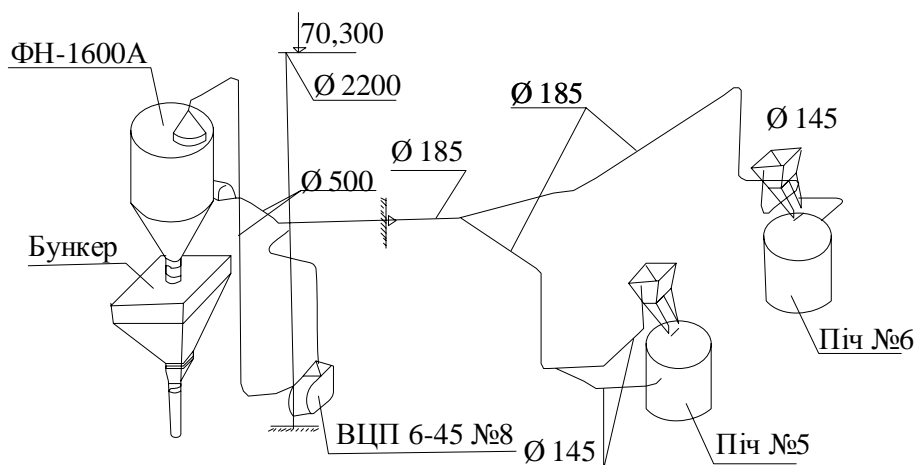


Рис. 3 – Аксонометрична схема фільтра Немцова ФН-Альфа на джер. № 46

УкрНДІЕП проведено експериментальні дослідження із брикетування пилу, який утворюється при виробництві FeSi, і є вторинним джерелом забруднення атмосферного повітря. Встановлено, що при певних умовах із пилу можна отримати міцні брикети, які задовольняють вимоги щодо шихтових матеріалів, і можуть бути використані при виплавці феросиліцію в печах постійного струму методом електрошлакового переплаву [5]. Розроблений метод підготовки пилу для електроплавки дозволив забезпечити підвищення техніко-економічних показників переробки вторинної сировини та зменшити забруднення навколишнього середовища на підприємстві із виробництва феросиліцію в печах постійного струму.

Висновки:

1. Виконано інструментальні вимірювання на джерелах викидів ЗР в атмосферне повітря при виплавці FeSi методом електрошлакового переплаву. Встановлено, що концентрації СО та пилу перевищують нормативні показники.

2. У 2011 ÷ 2013 рр. УкрНДІЕП розроблено та впроваджено на СВД ТОВ фірма „ЕКІНА” комплекс технологічних та природоохоронних заходів. Це дозволило зменшити викиди ЗР в атмосферне повітря, досягти концентрацій СО та пилу нижче нормативних екологічних показників згідно із наказом Мінприроди України № 309 та підвищити екологічну безпеку виробництва FeSi.

3. Реконструкція вентиляційної системи дозволила знизити концентрації пилу та СО та покращити санітарно-гігієнічні умови на робочих місцях в цеху ЕШП.

4. УкрНДІЕП виконано лабораторні дослідження із підготовки (брикетування) пилу та отримано дослідну партію брикетів. У дослідно-промислових умовах на СВД ТОВ фірма „ЕКІНА” отримані брикети використано при виплавці FeSi в печах постійного струму. Заміна в шихті дрібнодисперсного пилу на брикети дозволила зменшити на 10 ÷ 25 % викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в атмосферне повітря та скоротити витрату сировинних матеріалів.

Список літератури: 1. *Пиптюк В.П.* Разработка и промышленное опробование технологии раскисления марганцевой стали низкопроцентными кремнийсодержащими брикетами / [В.П. Пиптюк, В.Ф. Поляков, А.В. Кекух и др.] // *Фундаментальные решения проблем черной металлургии.* – 2008. – №17. – С. 130 – 140. 2. Пат. № 66958 України, МПК С22С33/04, С22С38/02. Спосіб виробництва феросиліцію з шихти, що містить відходи виробництва феросплавів / С.Л. Борисенко, О.С. Борисенко, П.П. Говорунов, С.Ю. Коростильов, Б.І. Шукстуський; заявник та власник С.Л. Борисенко. – № 2004020952; заявл. 10.02.04; опубл. 15.06.04, Бюл. № 6. 3. *Жуковський Т.Ф.* Озеленення санітарно-захисної зони як напрямок підвищення екологічної безпеки (на прикладі СВД ТОВ фірми „ЕКІНА”) / [Т.Ф. Жуковський, О.Л. Проценко, В.І. Юхно та ін.] // *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 10-14 вер. 2012 р., Алушта: зб. наук. ст. – Х., 2012. – Т. 2 – С. 172 – 176.* 4. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел: Наказ Мінприроди України від 27.06.2006 № 309 [Електронний ресурс] / Верховна рада України. – 2014. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06>. 5. *Жуковський Т.Ф.* Брикетування відходів виробництва феросиліцію / Т.Ф. Жуковський, О.Л. Проценко // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* – 2013. – № 1 (61). – С. 4 – 8.

References: 1. *Piptyuh V.P.* Developing and industrial testing of open-hearth steel deoxidation technology silicon-low interest briquettes / [V.P. Piptyuh, V.F. Polyakov, A.V. Kekukh at all] // *Fundamental solutions of the problems of ferrous metallurgy.* –2008. – №17. – P. 130 – 140. 2. Pat. №66958 Ukraine, МПК С22С33/04, С22С38/02. Method of production of ferrosilicon from mixtures containing waste production of ferroalloys / S.L. Borisenko, O.S. Borisenko, P.P. Govorunov, S.Y. Korostylov, B.I. Shukstulsky; applicant and owner S.L. Borisenko. – № 2004020952; appl. 10.02.04; publ. 15.06.04, Bull. № 6. 3. *Zhukovsky T.F.* Greening the sanitary protection zone as direction of increasing environmental safety (for example LCC „EKINA”) / [T.F. Zhukovsky, O.L. Protsenko, V.I. Yuhno at all] // *Environmental Security: Problems and Solutions: VIII International Scientific Conference, 10-14 sept. 2012, Alushta: coll. sc. art. – Kh., 2012. – Vol. 2 – P. 172 – 176.* 4. On approval of permissible emissions of pollutants from stationary sources: Order of the Ministry of Environment Ukraine dated 27.06.2006 № 309 [Electronic resource] / Verkhovna Rada of Ukraine. – 2014. – Mode of access : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06>. 5. *Zhukovsky T.F.* Briquetting of wastes from the production of ferrosilicon / T.F. Zhukovsky, O.L. Protsenko // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies.* – 2013. – № 1 (61). – P. 4 – 8.

Надійшла в редколегію (Received by the editorial board) 24.03.14

Впровадження технічних та природоохоронних рішень зі зниження викидів оксидів вуглецю та пилу в атмосферне повітря на СВД ТОВ фірма „ЕКІНА” / *О.Л. ПРОЦЕНКО, Т.Ф. ЖУКОВСЬКИЙ, С.Л. БОРИСЕНКО* // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 27 (1070). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 64 – 71. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2079-0821.

В статье приведены результаты инструментальных измерений на источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух СПУ ООО фирмы "ЭКИНА". Разработан комплекс технологических и природоохранных мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности производства ферросилиция.

Ключевые слова: производство ферросилиция, источники выбросов, загрязняющие вещества, атмосферный воздух, мероприятия, экологическая безопасность.

Implementation of technical and environmental solutions to reduce emissions of oxides of carbon and dust in the air on the LLC "EKINA" / *O.L. PROTSENKO, T.F. SHUKOVSKIJ, S.L. BORYSENKO* // Visnyk NTU «KhPI». – 2014. – № 64 (1070). – (Series: Khimiya, khimichna tekhnolohiya ta ecolohiya). – P. 64 – 71. – Bibliogr.: 5 names. – ISSN 2079-0821.

The article contains the results of instrumental measuring on sources of polluting substances emission to the atmosphere by LLC "EKINA". Was developed the set of technical and environmental activities, which are directed to increase the ecological safety of ferrosilicon production.

Keywords: ferrosilicon production, sources of emission, pollution substances, atmosphere, activities, ecological safety.

Н.С. ПРЯДКО, канд. техн. наук, ИТМ НАН и НКА Украины,
Л.Ж. ГОРОБЕЦ, д-р техн. наук, ГВУЗ «НГУ»,
К.А. ЛЕВЧЕНКО, канд. техн. наук,
И.В. ВЕРХОРОБИНА, инж., ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск

ПРИНЦИПЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Обоснованы принципы оптимизации процесса тонкого измельчения, подтвержденные результатами акустического мониторинга показателей работы лабораторной и промышленной струйной мельниц. Установлены критерии и предложен алгоритм контроля эффективности процесса и качества тонкодисперсного продукта.

Ключевые слова: тонкое измельчение, оптимизация, мониторинг, акустические параметры, критерии.

© Н.С. Прядко, Л.Ж. Горобец, К.А. Левченко, И.В. Верхоробина, 2014