



## СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ ТА ГАЗООЧИСТКИ У МІКСЕРНИХ ВІДДІЛЕННЯХ СТАЛЕЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

**В. А. Кравець**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,  
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.*

*E-mail: kravets-va@yandex.ru*

*Отримана 10 жовтня 2013; прийнята 22 листопада 2013.*

**Анотація.** Зниження викидів від міксерних відділень сталеливарних цехів є важливою задачею у зв'язку з необхідністю відповідності металургійної галузі вимогам природоохоронного стандарту ISO 14000, без чого продукція українських металургійних заводів не допускається на ринки ЄС та інших розвинутих країн. Основними компонентами викидів є великодисперсний графітний пил і дрібнодисперсний бурий дим, що потрапляють до атмосфери у ході технологічних операцій заливки чавуну в міксер та зливу з міксера у ківш. В Україні міксерні відділення багатьох металургійних заводів не обладнані системами аспірації, а графіт та бурий дим виходять до атмосфери у вигляді неорганізованих викидів без усякої очистки. На деяких заводах є застарілі та фізично зношені системи очистки, але вони часто фактично не експлуатуються. Для зниження викидів від міксерних відділень сталеливарних цехів рекомендуються наступні проектні та технічні рішення. 1. Кожен міксер обладнаний автономною системою відводу та очистки викидів, що включає до себе зонти над горловиною та носком міксеру, систему переключання тяги з носка до горловини, газоочисні апарати, димосос і димар. 2. Вловлювання графіту треба проводити у циклонах СКЦН-34 великого діаметра, а для подавлення бурого диму застосовувати газоподібний азот. Якщо ресурси азоту відсутні, треба застосовувати другий ступінь очистки – фільтри. 3. Витрата в системі аспірації приймається не менше ніж наступна: для міксерів ємністю 600 т – 100 тис. м<sup>3</sup>/г; 1 300 т – 150 м<sup>3</sup>/г; 2 500 т – 250 м<sup>3</sup>/г.

**Ключові слова:** міксерне відділення, аспірація, газоочистка, подавлення бурого диму.

## СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ И ГАЗООЧИСТКИ В МИКСЕРНЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

**В. А. Кравець**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.*

*E-mail: kravets-va@yandex.ru*

*Получена 10 октября 2013; принята 22 ноября 2013.*

**Аннотация.** Снижение выбросов от миксерных отделений сталеплавильных цехов является важной задачей в связи с необходимостью соответствия металлургической отрасли природоохранному стандарту ISO 14000, без соблюдения которого продукция украинских металлургических заводов не допускается на рынки ЕС и других развитых стран. Основными компонентами выбросов являются крупнодисперсная графитная пыль и мелкодисперсный бурый дым, которые поступают в атмосферу в ходе технологических операций заливки чугуна в миксер и слива из миксера в ковш. В Украине миксерные отделения многих металлургических заводов не оснащены системами аспирации, а графитная пыль и бурый дым поступают в атмосферу в виде неорганизованных выбросов, то есть без всякой очистки. На некоторых заводах имеются устаревшие и физически изношенные системы очистки, но они фактически часто не эксплуатируются. Для снижения выбросов от миксерных отделений сталеплавильных цехов рекомендуются следующие проектные и технические решения. 1. Каждый миксер снабжается

автономной системой отвода и очистки выбросов, включающей зонты над горловиной и над носком миксера, систему переключения тяги с носка на горловину, газоочистные аппараты, дымосос и дымовую трубу. 2. Улавливание графита производить в циклонах СКЦН-34 большого диаметра, а для подавления бурого дыма использовать газообразный азот. Если ресурсы газообразного азота отсутствуют, то необходимо применять вторую ступень очистки – фильтры. 3. Расходы в системе аспирации принимать не менее следующих: для миксеров ёмкостью 600 т – 100 тыс. м<sup>3</sup>/ч; 1 300 т – 150 тыс. м<sup>3</sup>/ч; 2 500 т – 250 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

**Ключевые слова:** миксерные отделения, аспирация, газоочистка, подавление бурого дыма.

## SYSTEMS OF ASPIRATION AND GAS CLEANING IN MIXER DEPARTMENTS OF STEELMAKING SHOPS

Vasiliy Kravets

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.*

*E-mail: kravets-va@yandex.ru*

*Received 10 October 2013; accepted 22 November 2013.*

**Abstract.** Reduction of emissions from mixer departments of existing steelmaking shops is an important task to match steel industry environmental standard ISO 14 000, without which the products of the Ukrainian metallurgical plants is not allowed on the markets of the EU and other developed countries. The main components are graphite dust and fine red fume (brown smoke), which enter the atmosphere during the process of pouring iron into the mixer and discharge from the mixer in saucerpan. In Ukraine, the mixers of many steel mills are not equipped with systems of aspiration, and graphite dust and brown smoke enter the atmosphere in the form of fugitive emissions, i.e. without any cleaning. At some plants there are outdated and physically worn out cleaning systems, but they are in fact often not exploited. To reduce emissions from existing steelmaking shops offices mixer, we recommend the following design and technical solutions. 1. Each mixer is supplied with an autonomous system and emissions purification, including umbrella over the neck and over the toe of the mixer, a switch rod with a sock on the neck of the gas cleaning equipment, exhauster, and chimney. 2. The capture of graphite to Cyclone SKCN-34 large diameter and brown smoke suppressant to use gaseous nitrogen. If resources are not available, nitrogen should be applied a second purification stage-filters. 3. The consumption in the aspiration to take at least the following: for the capacity of the mixer 600 t – 100 000 m<sup>3</sup>/h; 1 300 t – 150 000 m<sup>3</sup>/h; 2 500 t – 250 000 m<sup>3</sup>/h.

**Keywords:** mixer department, aspiration, gas cleaning, red fume suppression.

### Введение

Чёрная металлургия является одним из самых крупных загрязнителей воздушной среды Украины. Одним из заметных источников выбросов являются сталеплавильные цеха: мартеновские, конвертерные и электросталеплавильные. Значительное количество взвешенных частиц (пыли и дыма) выделяется при переливах расплава чугуна из ёмкости в ёмкость в миксерных отделениях сталеплавильных цехов. По данным [1, 2] при каждом переливе при отсутствии очистки в атмосферу с выбросами переходит в среднем около 0,05 % от массы переливаемого металла. Основными компонентами выбросов являются

крупнодисперсная графитная пыль и мелкодисперсный бурый дым. Для борьбы с выбросами традиционно применяются системы отвода загрязнённых газов при помощи дымососа с последующей их очисткой и выбросом очищенных газов в атмосферу. Однако, по технологическим причинам, зонты и укрытия для отвода газов приходится располагать на некотором удалении от источников выбросов, поэтому для эффективного отвода требуются мощные дымососы и большие расходы энергии. Для очистки отведённых газов от графитной пыли достаточно простых и относительно недорогих циклонов, однако улавливание мелкодисперсного бурого дыма

требует применения электрофильтров или тканевых фильтров – громоздких, дорогостоящих и сложных в эксплуатации аппаратов. Таким образом, применение традиционных технических решений требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Это является основной причиной того, что в Украине миксерные отделения многих металлургических заводов не оснащены системами аспирации, а графитная пыль и бурый дым поступают в атмосферу в виде неорганизованных выбросов, то есть без всякой очистки. На некоторых заводах имеются устаревшие и физически изношенные системы очистки, но так как их эксплуатация требует значительных затрат, то они фактически часто не эксплуатируются, используя отсутствие должного надзора со стороны органов государственного контроля.

Снижение выбросов от миксерных отделений сталеплавильных цехов является важной задачей в связи с необходимостью соответствия металлургической отрасли природоохранному стандарту ISO 14000, без соблюдения которого продукция украинских металлургических заводов не допускается на рынки ЕС и других развитых стран.

В связи с этим актуальной является проблема разработки новых технических и проектных решений, обеспечивающих достижение экологических и санитарных нормативов в миксерных отделениях при приемлемых капитальных и эксплуатационных затратах.

#### **Аналитический обзор состояния проблемы**

После выпуска из доменной печи и разливки по ковшам металл по железнодорожным путям транспортируется в миксерное отделение, где располагаются стационарные миксеры – буферные ёмкости между доменными и сталеплавильными агрегатами. Миксеры представляют собой футерованную огнеупорным кирпичом ёмкость для хранения расплавленного металла. В полости миксера сжигают природный или коксовый газ, что позволяет поддерживать чугун в жидком состоянии практически неограниченное время. В СНГ применяются стандартные миксеры ёмкостью 600, 1 300 и 2 500 т [3, 4]. Миксеры сглаживают неравномерность в поступлении и расходовании металла, усредняют химический состав и температуру чугуна разных плавов. Пос-

ле закрытия в 2011 году мартеновского цеха Донецкого металлургического завода на Украине больше не осталось миксеров ёмкостью 600 т, большинство украинских предприятий оснащено миксерами ёмкостью 1 300 т, а в конвертерном цехе металлургического комбината «Азовсталь» установлены два миксера ёмкостью 2 500 т [1]. Основными технологическими операциями в миксерных отделениях являются операции заливки чугуна в миксер и слива из миксера в ковш. Для заливки чугуна в верхней части миксера открывается крышка заливочной горловины, доменный ковш с металлом поднимается при помощи крана, ковш наклоняется и чугун переливается в миксер. Слив из миксера осуществляется через сливной носок путём поворота миксера вокруг горизонтальной оси. Чугун поступает в конвертерный чугуновозный ковш, который подъезжает под сливной носок по рельсовым путям [5].

В последние десятилетия в мире и в СНГ намечился переход к транспортировке чугуна от доменных к сталеплавильным цехам не в открытых ковшах, а в передвижных миксерных чугуновозах [5]. Миксерные чугуновозы представляют собой ёмкость с крышкой и специальным механизмом, обеспечивающим наклон миксерного чугуновоза для слива из него чугуна. Применение миксерных чугуновозов вместо открытых ковшей позволяет снизить потери тепла на пути от домны до сталеплавильного агрегата, отказаться от строительства стационарных миксеров и исключает использование крана для слива чугуна из ковшей. В Украине эта прогрессивная технология пока применяется только на Алчевском металлургическом комбинате [6].

Выбросы в атмосферу происходят при осуществлении технологических операций заливки в миксер и при сливе в ковш из миксера или миксерного чугуновоза.

Для борьбы с выбросами вредных веществ в атмосферу при переливах жидкого металла традиционно применяются системы отвода выбросов и последующей очистки газов от пыли. Очистка выбросов от газообразных вредностей при переливах чугуна, по данным автора этой статьи, не производится в мире нигде из-за сравнительно незначительного количества. Часть миксерных отделений, оснащенных миксерами ёмкостью 1 300 т, оборудованы аспирационными системами,

обеспечивающими расход аспирируемой среды 80–150 тыс. м<sup>3</sup>/ч, причем нижнее значение расхода, по данным обследований, выполненных автором, явно недостаточно для аспирации выбросов. Миксерное отделение конвертерного цеха на МК «Азовсталь», оснащенное миксерами емкостью 2 500 т, оборудовано системами аспирации мощностью до 200 тыс. м<sup>3</sup>/ч. По данным автора, это не обеспечивает эффективный отвод выбросов, особенно при заливке чугуна в миксер.

По данным [7], в ФРГ разработаны два способа предотвращения выбросов при сливе чугуна в ковш из миксера или на стенде перелива. В одном случае ковш помещают под раздвижное укрытие, имеющее в закрытом положении отверстие для прохода струи металла. Отсос запылённых газов производится из-под укрытия, расход аспирируемой среды 400–500 тыс. м<sup>3</sup>/ч. В другом случае применяются неподвижные зонты, но объём аспирируемой среды возрастает до 800 тыс. м<sup>3</sup>/ч. В обоих случаях, по данным авторов, достигается 100 % отвод выбросов. По данным [8], капитальные затраты для отвода и очистки выбросов при переливах чугуна в 2–4 раза превышают затраты на технологические газоочистки (при равной степени очистки).

Очистка отведенных газов от пыли в миксерных отделениях осуществляется на большинстве заводов СНГ одноступенчато в циклонах ЦН-11 или ЦН-15, которые на 95–99 % улавливают крупнодисперсную графитсодержащую пыль, но бурый дым ими практически не улавливается [1, 9, 10]. Для улавливания бурого дыма рекомендуется вторая ступень очистки, в качестве которой предлагаются электрофильтры или тканевые рукавные фильтры [1, 10]. Недостатками многоступенчатой очистки являются громоздкость, сложность в эксплуатации и высокие капитальные и эксплуатационные затраты аппаратов, предназначенных для улавливания бурого дыма. Так, по данным [10], капитальные затраты на сооружение рукавных фильтров составляют 5 долларов США на м<sup>3</sup>/ч очищаемого газа, а электрофильтров – 8 долларов США на м<sup>3</sup>/ч. Годовые эксплуатационные затраты для электрофильтров составляют 1,8 долларов на м<sup>3</sup>/ч, а для рукавных фильтров – около 2 долларов на м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, изучение состояния вопроса по научно-технической литературе показало, что

применяемые в Украине технические решения не обеспечивают эффективной аспирации выбросов в миксерных отделениях, не установлены оптимальные расходы аспирируемой среды, а методы очистки выбросов требуют больших затрат.

### Рекомендуемые параметры аспирационной системы

Опыт проектирования и эксплуатации аспирационных систем показал, что целесообразно применять автономные системы отвода и очистки выбросов для каждого миксера. Для отвода выбросов при сливе чугуна из миксера в ковш применяются типовые зонты-укрытия, расположенные над носком миксера и над ковшом. Для отвода выбросов от горловины над ней также располагают зонты, конструктивно незначительно отличающиеся на разных заводах. Эффективность отвода выбросов определялась в ходе наладочных работ по измерению избыточной температуры выбросов. Данные по заводам СНГ приведены в таблице 1.

Отсутствие данных по заливочной горловине миксера в большинстве случаев связано с тем, что зонт над горловиной был отключён от аспирации ввиду недостаточной эффективности. Анализ фактических данных, а также результаты моделирования, выполненного во ВНИПИ-Черметэнергоочистка, позволяют предположить, что зависимость степени аспирации от расхода аспирационной среды описывается выражением

$$\eta = \frac{V_{ac}}{V_0} = 1 - \exp\left(-k \frac{Q}{V_0}\right), \quad (1)$$

где  $\eta$  – степень аспирации, в долях от единицы;  
 $V_{ac}$  – расход аспирируемой части выброса, тыс. м<sup>3</sup>/ч;  
 $V_0$  – расход в факеле выброса, тыс. м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q$  – расход в системе аспирации, тыс. м<sup>3</sup>/ч;  
 $k$  – коэффициент, учитывающий особенности конструкции зонты.

Предложенная формула хорошо описывает зависимость степени аспирации от расхода аспирационной среды. В области низких расходов формула работает хуже, чем в области больших расходов. Заметные отклонения от расчёта начинаются при расходах, соответствующих степени аспирации менее 25 %. Фактические данные резко стремятся к нулю, а расчёт даёт плав-

ное снижение. Это, вероятно, объясняется падением скорости всасывания ниже критического значения. В области больших расходов степень аспирации мало зависит от конструкции зонта. Происходит сближение показателей для самых разных зонтов (разные  $k$ ).

В качестве оптимальной конструкции для отвода выбросов от носка миксера рекомендуется зонт конструкции А. М. Доценко, реализованный в миксерном отделении конвертерного цеха комбината «Азовсталь» [11]. Расчётная зависимость эффективности аспирации от расхода показана на рис. 1.

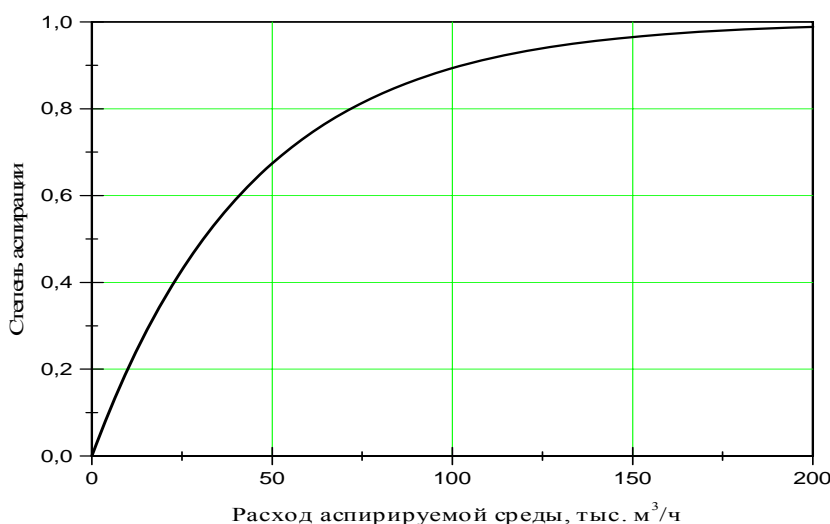
Для обеспечения санитарных норм в миксерных отделениях при проектировании рекомендуется закладывать следующие расходы аспирационной среды (табл. 2).

Эти расходы обеспечивают степень аспирации при заливке в миксер 70–75 % и при сливе чугуна из миксера 85–90 %, при этом достигаются санитарные нормы на рабочих местах. Дальнейшее увеличение степени аспирации требует резкого возрастания расхода аспирационной среды и поэтому нецелесообразно.

Улавливание графита рекомендуется производить не в групповых циклонах ЦН-11 или ЦН-15, которые морально устарели и при повышении расхода аспирационной среды до приведенных в табл. 2 требуются в большом количестве, а в более современных циклонах СКЦН-34 диаметром 2–3 м. Эти циклоны, применяемые в индивидуальной компоновке, обеспечат улавливание графита на 97,0–99,5 %.

**Таблица 1.** Параметры аспирационных систем в миксерных отделениях с миксерами ёмкостью 1 300 т

Завод и цех	Расход в системе аспирации, тыс. м <sup>3</sup> /ч	Степень аспирации от носка миксера	Степень аспирации от горловины миксера
КарМК, мартен	68	0,5	Нет данных
НЛМК, конвертерный-1	80	0,75	Нет данных
ЧерМК, мартен	82	0,7	0,4
Запорожсталь, ККЦ	88	0,7	Нет зонта
ЗСМК, ККЦ-1	90	0,6	0,45
Криворожсталь, мартен	150	0,85	Нет данных



**Рисунок 1.** Расчётная зависимость степени аспирации от расхода среды от носка миксера для зонта конструкции А. М. Доценко и миксеров ёмкостью 1 300 т.

**Таблица 2.** Рекомендуемые расходы аспирации в миксерных отделениях

Ёмкость миксера, т	600	1 300	2 500
Расход аспирационной среды, тыс. м <sup>3</sup> /ч	100	150	250

Для улавливания бурого дыма, представляющего собой мелкодисперсные кристаллы оксидов железа, рекомендуется вторая ступень очистки, в качестве которой могут использоваться рукавные фильтры или электрофильтры [12].

Учитывая высокие затраты на вторую ступень очистки вместо неё рекомендуется применять подавление бурого дыма азотом [1].

### Выводы

Таким образом, для снижения выбросов от миксерных отделений сталеплавильных цехов рекомендуются следующие проектные и технические решения.

### Литература

1. Кравец, В. А. Подавление бурого дыма при переливах чугуна [Текст] : Монография / В. А. Кравец. – Донецк : УкрНТЕК, 2012. – 186 с.
2. ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 [Электронный ресурс]. – Technical report No 16/2007. – Copenhagen : EEA, 2007. – Режим доступа : <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEP/CORINAIR5>.
3. Доценко, А. М. Пылегазовые выбросы миксерных отделений металлургических заводов и разработка эффективной системы их отвода и очистки [Текст] : автореферат дис. ... к.т.н. : 05.16.02 / А. М. Доценко. – М. : МИСИС, 1982. – 24 с.
4. Юдашкин, М. Я. Пылеулавливание и очистка газов в чёрной металлургии [Текст] / М. Я. Юдашкин. – М. : Металлургия, 1984. – 320 с.
5. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия [Текст] : учебник для вузов / В. Г. Воскобойников. – 6 изд. доп. и переработанное. – М. : Академкнига, 2005. – 768 с.
6. Экологические аспекты технического перевооружения ОАО «Алчевский металлургический комбинат» [Текст] / А. С. Хобта, Н. А. Антонов, Е. К. Николаева, В. В. Рогулин // Сборник научных трудов Луганского национального аграрного университета. – 2008. – № 81. – С. 109–113.
7. Hogner, W. Secondary dust collection in modern steelmaking plants [Текст] / W. Hogner // *Steel Times*. – 1983 – V. 211, № 10. – P. 517–522.
8. Производство кислородно-конвертерной стали в ФРГ [Текст] / Г. А. Вимер, Г. М. Дельги, Х. Шперль, Р. А. Вебер // Чёрные металлы. – 1985. – № 21. – С. 15–18.
9. Кравец, В. А. Обобщение опыта применения установок пылеподавления азотом в чёрной металлургии при переливах чугуна [Текст] / В. А. Кра-

1. Каждый миксер снабжается автономной системой отвода и очистки выбросов, включающей зонты над горловиной и над носком миксера, систему переключения тяги с носка на горловину, газоочистные аппараты, дымосос и дымовую трубу.
2. Рекомендуется улавливание графита производить в циклонах СКЦН-34 большого диаметра, а для подавления бурого дыма использовать газообразный азот. Если ресурсы газообразного азота отсутствуют, то необходимо применять вторую ступень очистки – фильтры.
3. Расходы в системе аспирации принимать не менее приведенных в табл. 2, что обеспечит достаточную степень аспирации и санитарные нормативы на рабочих местах.

### References

1. Kravets, V. A. Suppression of red fume smoke with sparkles of cast iron. Monograph. Donetsk: UkrNTEK, 2012. 186 p. (in Russian)
2. ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007. Technical report No 16/2007. Copenhagen: EEA, 2007. Accessed at: <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEP/CORINAIR5>.
3. Dotsenko, A. M. Dust and gaseous emissions of mixer departments of steel mills and develop an effective system of collection and treatment: synopsis of the DICs. Ph.D.: 05.16.02. Moscow: MISIS, 1982. 24 p. (in Russian)
4. Yudashkin, M. Ya. Dedusting and cleaning of gases in steel. Moscow: Metallurgy, 1984. 320 p. (in Russian)
5. Voskoboinikov, V. G. General metallurgy: tutorial for the technical institutions. 6th Edition charge and processed. Moscow: Academic book, 2005. 768 p. (in Russian)
6. Hobta, A. S.; Antonov, N. A.; Nikolaeva, E. K.; Rogulin, V. V. Environmental aspects of technical re-equipment of OJSC «Alchevsk iron and steel works». In: *Collection of scientific works of Lugansk National Agrarian University*, 2008, No. 81, p. 109–113. (in Russian)
7. Hogner, W. Secondary dust collection in modern steelmaking plants. In: *Steel Times*, 1983, V. 211, No. 10, p. 517–522.
8. Wimer, G. A.; Delgi, G. M.; Shperl, H.; Weber, R. A. BOF Steel Production in Germany. In: *Ferrous metals*, 1985, No. 21, p. 15–18. (in Russian)
9. Kravets, V. A.; Popov, A. L.; Lotsman, A. A. Synthesis of the experience with the application of dust suppression by nitrogen in steelmaking with sparkles of cast iron. In: *Proceeding of the Donbas*

- вещ, А. Л. Попов, А. А. Лоцман // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури : Збірник наукових праць. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010-6(86) : Інженерні системи та техногенна безпека. – С. 158–162.
10. Кравец, В. А. Эколого-экономическая оценка целесообразности утилизации графитсодержащей пыли (ГСП) металлургических заводов [Текст] / В. А. Кравец, Т. Н. Ткаченко, Ю. В. Насанова // Экономика природокористування та охорони навколишнього середовища : Збірник наукових праць Донецького державного університету управління. Серія «Економіка». – Донецьк, 2011. – Т. XII, Вип. 182. – С. 39–45.
  11. А. с. 808823 СССР, МКИЗ F27 D17/00. Зонтикрытие ковша при сливе в него чугуна из миксера [Текст] / А. М. Доценко, Б. М. Граховский, Я. М. Левитасов и др. (СССР). – № 2709857/22-02; заявл. 10.01.79; опубл. 03.03.81, Бюл. № 8. – 123 с.
  12. Симонян, Л. М. К вопросу утилизации пыли сталеплавильных печей с продувкой расплава [Текст] / Л. М. Симонян, Н. М. Говорова, Е. А. Булаш // Экология и промышленность России. – 2011. – № 10. – С. 4–7.
- National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makiyivka, 2010, Issue 2010-6(86): Engineering systems and technogenic security, p. 158–162. (in Russian)*
10. Kravets, V. A.; Tkachenko, T. N.; Nasanova, Yu. V. Ecological-economic evaluation of the feasibility of recycling dust with graphite steelworks. In: *Collection scientific works of Donetsk University Management Sovereign: «Economic environmental protection»*. Series «Economic», Donetsk, 2011, Volume XII, Issue 182, p. 39–45. (in Russian)
  11. Patent of the USSR № 808823, МКИЗ F27 D17/00. Umbrella-bucket shelter during discharge the cast iron from the mixer / Dotsenko, A. M.; Grakhovsky, B. M.; Levitasov, Ya. M. and etc. No. 2709857/22-02; declaration 10.01.79; published 03.03.81, Bul. No. 8. 123 p. (in Russian)
  12. Simonyan, L. M.; Govorova, N. M.; Bulash, E. A. To the recycling of dust blowing from molten steel furnaces. In: *Ecology and industry of Russia*, 2011, No. 10, p. 4–7. (in Russian)

**Кравец Василь Анатолійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної екології та хімії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: вентиляція та аспірація ливарних дворів та миксерних відділень металургійних заводів, очистка від пилу, подавлення бурого диму.

**Кравец Василий Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии и химии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: вентиляция и аспирация на литейных дворах и в миксерных отделениях металлургических заводов, очистка от пыли, подавление бурого дыма.

**Kravets Vasily** – Doctor in Engineering, Professor, Head of the Applied Ecology and Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: ventilation and aspiration on blast furnace and mixer departments, gas cleaning, red fume suppression.

