

М. А. Кащеев /к. т. н./

Днепровский государственный технический университет, г. Каменское, Украина  
e-mail: pmz@pmz.dp.ua  
ООО «Приднепровский механический завод»,  
г. Каменское, Украина

В. А. Влади

ООО «Конструкторское бюро «ВАВ»,  
г. Каменское, Украина  
e-mail: cb-vav-dp@ya.ru

С. В. Манзенко

ООО «Конструкторское бюро «ВАВ»,  
г. Каменское, Украина  
e-mail: cb-vav-dp@ya.ru

Е. М. Кащеев

ООО «Приднепровский механический завод»,  
г. Каменское, Украина  
e-mail: pmz@pmz.dp.ua

## Предварительная очистка агломерационных газов путем установки в габаритах коллектора инерционного аппарата VAV

М. А. Kashcheiev /Cand. Sci. (Tech.)/

Dnieper State Technical University,  
Kamenskoe, Ukraine  
e-mail: pmz@pmz.dp.ua  
LLC «Pridneprovsky Mechanical Plant»,  
Kamenskoe, Ukraine

V. A. Vladi

LCC «Ingeniring Bureau «VAV»,  
Kamenskoe, Ukraine  
e-mail: cb-vav-dp@ya.ru

S. V. Manzenko

LCC «Ingeniring Bureau «VAV»,  
Kamenskoe, Ukraine  
e-mail: cb-vav-dp@ya.ru

Е. М. Kashcheiev

LLC «Pridneprovsky Mechanical Plant»,  
Kamenskoe, Ukraine  
e-mail: pmz@pmz.dp.ua

## Pre-cleaning of sintering gases by setting the inertial apparatus VAV in the collector clearance

**Цель.** Разработка оборудования для предварительной очистки агломерационных газов. Снижение выбросов пыли в атмосферу.

**Методика.** Разработка, проектирование и изготовление инерционного аппарата для предварительной очистки агломерационных газов.

**Результаты.** Разработан, спроектирован, изготовлен и установлен в коллекторе агломерационной машины № 12 аглофабрики ПАО «Днепровский металлургический комбинат» (г. Каменское Днепропетровской обл.) инерционный аппарат «VAV-250-АФК», что позволило уменьшить запыленность газов на выходе из аппарата на 30–50 %.

**Научная новизна.** Разработана новая методика расчета скоростных полей внутри инерционного аппарата с целью получения максимального осаждения пыли и минимального сопротивления в коллекторе.

**Практическая значимость.** Представлено оборудование для предварительной очистки агломерационных газов, что дает возможность повысить эффективность тонкой очистки газов, и при реконструкции 2-й ступени очистки путем замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/500» возможно достижение европейских норм выбросов в атмосферу до 40–50 мг/н.м<sup>3</sup>. (Ил. 2. Библиогр.: 10 назв.)

**Ключевые слова:** агломашина, выбросы пыли, инерционный аппарат, коллектор, осаждение пыли.

**Постановка проблемы.** Производство агломерата сопровождается образованием больших объемов запыленных газов.

Технологические газы (организованные выбросы) образуются при спекании шихты на агломашине. Эти газы отводятся из-под аглоленты через вакуум-камеры, коллектор, пылеулавливающую установку, из которой отсасываются эксгаустером и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Выход технологических газов на 1 т агломерата составляет в среднем 2,5 тыс. м<sup>3</sup>/ч, а количество газов, отсасываемых от одной машины, колеблется от 300 тыс. до 2,0 млн м<sup>3</sup>/ч, в зависимости от площади спекания температура газов составляет 120–180 °С.

Технологические газы содержат (% объемных) CO<sub>2</sub> – 5–10; CO – 0,5–3,0; O<sub>2</sub> – 12–18; SO<sub>2</sub> – 0,1–0,5; N<sub>2</sub> – остальное. Влагосодержание – 5–15 %. Содержание пыли – 4,0–8,0 г/н.м<sup>3</sup> [1; 9].

**Цель.** Обеспыливание агломерационных газов определяется как технологической потребностью – необходимостью увеличения срока службы эксгаустеров, который сейчас составляет от 1,5 до 10 месяцев, а также с целью очистки отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу, для улучшения экологической обстановки вокруг аглофабрик [6; 7].

Для нашей агломерации характерны некоторые особенности технологических процессов, влекущих за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу, в отличие от аналогичных зарубежных аглофабрик [2; 10].

Так, на зарубежных аглофабриках спекают богатые железные руды, а не концентраты [3; 8]. Образующаяся при этом пыль в три раза крупнее, и ее в три раза меньше. Содержание класса менее 200 мкм > 50 %, при этом организовать очистку газов несколько проще и легче.

Аглошихта для наших машин содержит в рудной части большую массовую долю (60–85 %) пылящих железорудных концентратов и возврата (до 20 %), затрудняющих процессы их подготовки и спекания, операции складирования и усреднения шихтовых материалов, нередко с известкованием, выполняют на открытых складах без средств пылеподавления [4]. Недостаточная газопроницаемость шихты, низкая герметичность газовых сетей агломашин вынуждают вести спекание в слоях малой высоты, что приводит к увеличению пылеуноса. При этом пыль достаточно мелкая, содержание класса менее 63 мкм более 50 % [9].

Большинство агломашин Украины оборудовано одноступенчатыми батарейными циклонами (мультициклонами), установленными перед эксгаустерами. [5; 8]. Большинство муль-

тициклонов работают неэффективно и не обеспечивают ни надежной защиты эксгаустеров от абразивного износа, ни эффективного пылеулавливания для защиты окружающей среды.

**Результаты работы.** В связи с этим нами было предложено установить в коллекторе агломашин № 12 ПАО «ДМК» инерционный аппарат «VAV-250-АФК», который, по нашим предварительным расчетам, снизит запыленность технологических газов на входе в мультициклон на 30–50 %, что даст возможность обеспечить работу (эффективную) циклонов и при этом улучшить технологию спекания за счет снижения сопротивления в коллекторе и снизить количество выбросов пыли в окружающую среду.

Аппарат инерционного осаждения VAV предназначен для улавливания из промышленных или аспирационных газов дисперсных взвесей минерального или органического происхождения.

Расчетная эффективность улавливания частиц:

- с медианным диаметром до 10 мкм – до 50 %;
- с медианным диаметром до 20 мкм – до 70 %.

Конструктивно возможно изготовление аппаратов производительностью от 500 м<sup>3</sup>/ч.

Отсутствие вихревых потоков, больших скоростей движения дисперсной массы в рабочей зоне аппарата (скорость движения газового потока в аппарате падает в 10 раз) существенно снижает абразивный износ металлоконструкций, увеличивая срок службы и эксплуатационные показатели.

В сравнении с устаревшими моделями циклофильтров, срок службы инерционного аппарата VAV в 2-3 раза дольше.

Малое сопротивление аппарата, до 500 Па, позволяет применять его в любом технологическом цикле производства, снижая затраты на энергоносители за счет снижения мощности эксгаустеров.

Аппарат инерционного осаждения VAV представляет собой пылевую камеру с размещенным внутри газопроницаемым осадителем, выполненным из профильных элементов. Конфигурация и взаимное расположение элементов осадителя направляют поток по сложной траектории между элементами осадителя (рис. 1).

В результате в процессе осаждения участвуют механизмы гравитационного осаждения, усиленные аэродинамической составляющей комбинированного хода газов. Время пребывания мелкодисперсных взвесей и реальный путь частиц значительно увеличиваются, что приводит к увеличению эффективности процесса осаждения.

Эвакуация уловленной дисперсной массы производится сухим способом через бункеры, которые находятся под коллектором.

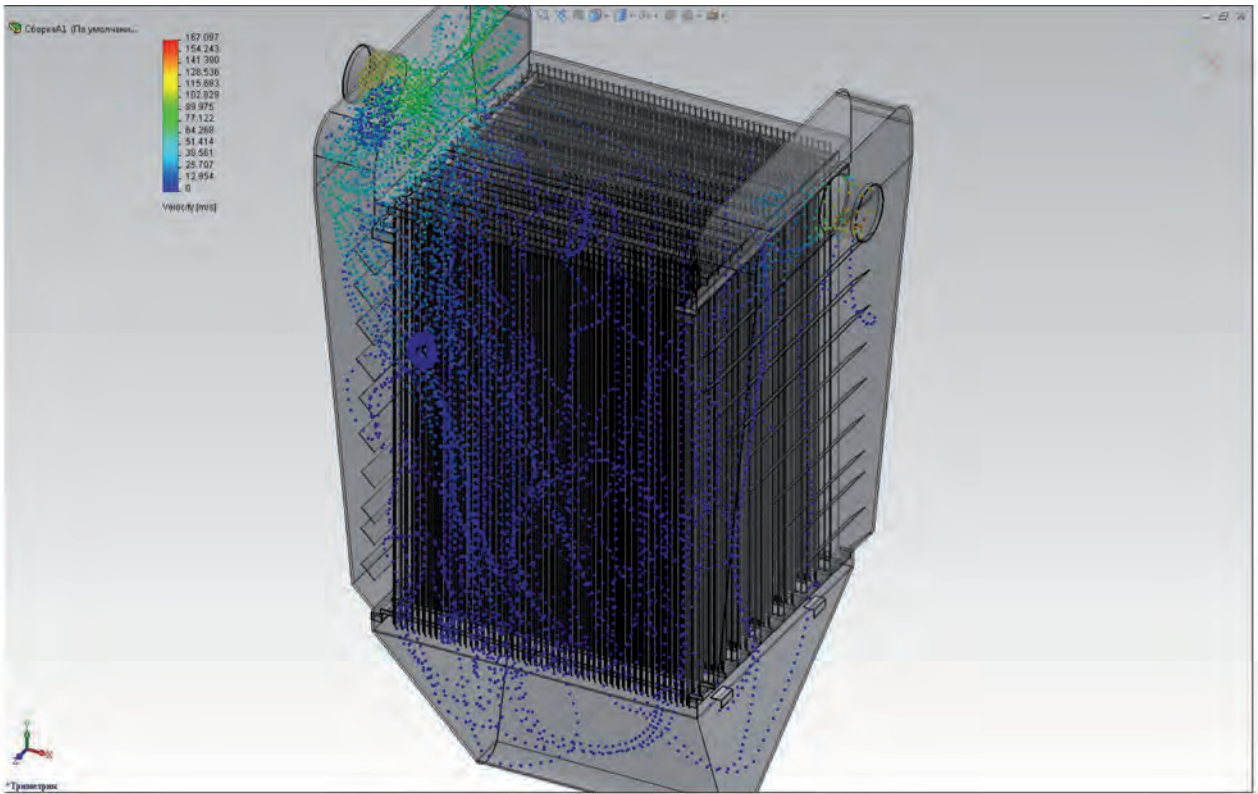


Рис. 1. Траектории движения частиц

Отсутствие вихревых потоков на внутренней поверхности конструкции, подверженной усиленному абразивному износу, увеличивает эксплуатационные показатели.

Корпусная часть аппарата имеет люки для осмотра, доступа внутрь аппарата и замены элементов осадителя без применения грузоподъемных механизмов.

Конструкция крепления элементов осадителя позволяет при необходимости произвести быструю их замену, без применения сложных и дорогостоящих приспособлений.

Аппарат может быть установлен в металлическом корпусе на постаменте с колоннами либо непосредственно в коллекторе агломашины.

Изготовление аппарата производится в соответствии с требованиями для поставки в полной готовности к монтажу и эксплуатации.

Монтаж, пуск и наладка, сдача в эксплуатацию производятся в полном объеме в соответствии с действующими нормами.

Изготовитель гарантирует нормальную эксплуатацию аппарата в гарантийные сроки.

Такой аппарат был спроектирован и изготовлен для ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат». В декабре 2015 года инерционный аппарат «VAV-250-АФК» был установлен и на-

лажен в корпусе газового коллектора агломерационной машины № 12 ПАО «ДМК»<sup>1</sup> (рис. 2).

По результатам совместных замеров эффективность очистки аппарата составила 30–50 %.

В настоящее время аппарат работает в коллекторе агломашины № 12.

**Выводы.** Преимущества модернизации предварительной очистки газов:

- сокращение уноса пыли из газового коллектора на 30–50 % за счет осаждения в аппарате крупнодисперсной фракции до 20 мкм;
- увеличение доли крупнодисперсной фракции в общей массе уловленной пыли для возврата в производство из газового коллектора.

При реконструкции 2-й ступени очистки путем замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/50D» возможно достижение европейских норм выбросов пыли в атмосферу до 40–50 мг/н.м<sup>3</sup>.

**Библиографический список / References**

1. Савинов В. М. Аспирация хвостовых частей агломашин / В. М. Савинов, О. Ф. Дробный, Н. Х. Садыков // Сталь. – 2007. – № 2. Savinov V. M., Drobny O. F., Sadykov N. H. Inhalation of the tailpieces of sintering machines. *Stal*, 2007, no. 2.

<sup>1</sup>Выражаем благодарность сотрудникам ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат»: начальнику аглофабрики Е. Б. Парфенову, начальнику СОС Ю. М. Байраку, заместителю начальника проектного отдела О. В. Елисееву за активное участие в реализации внедрения инерционного аппарата в производство.



Рис. 2. Аппарат инерционного осаждения «VAV-250-АФК». Газовый коллектор агломашины № 12 ПАО «ДМК» (декабрь 2015 г.)

2. Величко А. Г. Эколого-технологические аспекты расширения ресурсосберегающих функций агломерационного производства / А. Г. Величко, В. П. Бобылев, В. В. Турищев [и др.] // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2012. – № 2. – С. 107-109.

Velichko A. G., Bobylev V. P., Turishchev V. V. *Ecological and technological aspects of extending resource saving functions of sintering process*. Metallurgical and mining industry, 2012, no. 2, pp. 107-109.

3. Агломерационные установки большой мощности по переработке железных руд // *Материалы симпозиума с участием фирмы «Лурги»*, ФРГ, Кривой Рог, 1974.

Highly powerful sintering machines for treatment of iron ore. *Proceedings of symposium assisted by company "Lurgi"*, FRG, Kryvyy Rog, 1974.

4. Пищук Ю. В. Пути повышения экологической безопасности в зоне влияния агломерационного производства / Ю. В. Пищук, А. Г. Шишацкий, В. Г. Агапова // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2010. – № 5. – С. 97-99.

Pitsyk Yu. V., Shishatsky A. G., Agapova V. G. *Ways of improving ecological safety in the area exposed to sintering manufacturing*. Metallurgical and mining industry, 2010, no. 5, pp. 97-99.

5. Мищенко И. М. Возможности кардинального сокращения пылевых и газовых выбросов в агломерационном производстве / И. М. Ми-

щенко, Н. Т. Егоров // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2005. – № 4.

Mishchenko I. M., Egorov N. T. *Possibilities of critical reduction of dust and gas emissions in sintering manufacturing*. Metallurgical and mining industry, 2005, no. 4.

6. Кричевский А. З. Совершенствование технологии агломерационного производства / А. З. Кричевский. – Киев: Техника, 1989. – 77 с.

Krichevsky A. Z. *Improving the technology of sintering manufacturing*. Kiev, Technika, 1989, 77 p.

7. Совершенствование агломерационного процесса / Ф. Ф. Колесанов [и др.]. – К.: Техника, 1983. – 110 с.

Kolesanov F. F. *Improving the sintering process*. Kyiv, Technika, 1983, 110 p.

8. Гурьев В. С. Очистка газов в агломерационном производстве США / В. С. Гурьев, Н. И. Коретская; Ин-т «Черметинформация», 1978. – 20 с.

Guryev V. S., Koretskaya N. I. *Gas purification in sintering manufacturing of USA*. Inst "Chermetinformatsia", 1978, 20 p.

9. Совершенствование технологии спекания агломерата / Р. С. Берштейн [и др.]. – Днепропетровск: Промінь, 1975. – 11 с.

Bernstein R. S. *Improving the technology of caking for agglomerate*. Dnipropetrovsk, Promin, 1975, 11 p.

10. Очистка отходящих газов агломерационных машин / Ин-т «Черметинформация». – М.:

## ЭКОЛОГИЯ

ЦИИНЧМ, 1970: 14-е (сер 22. Защита от загрязнений воздушного и водного бассейнов: Информация 6).

Purifying the exhaust gases of sintering machines. Ins-t "Chermetinformatsia". Moscow, CRIFM, 1970 (22. Protection against pollution of air and water pools: Information 6).

**Purpose.** Elaborating the equipment for pre-treatment of sintering gas. Reducing dust emissions.

**Methodology.** Elaboration, design and production of an inertial unit for pre-treatment of sintering gas.

**Findings.** There was elaborated, designed and manufactured inertial unit "VAV-250-АФК". It was installed in the collector of sintering plant №12 at sinter plant within PJSC "Dniprovsk Metallurgical Complex" in Kam'yanske, Dnipropetrovsk region, which permitted to reduce the dust content of gases at the outlet of the machine by 30–50 %.

**Originality.** There was developed a new method of calculating the velocity fields inside the inertial unit in order to obtain the maximum deposition of dust and minimum resistance in the collector.

**Practical value.** The equipment designed serves for preliminary treatment of sintering gas, which makes it possible to increase efficiency of fine gas purification, besides, on reconstructing the 2nd stage of cleaning by replacing the battery cyclones by the machine for fine gas purification "VAV-400/50D" it is possible to attain European standards for emissions into atmosphere at 40 50 mg / n.m<sup>3</sup>.

**Key words:** sintering machine, dust emissions, the inertial unit, collector, dust deposition.

Рекомендована к публикации  
д. б. н. Г. Г. Шматковым

Поступила 09.09.2016



УДК 504.064.47

Наука

Е. О. Бутенко /к. т. н./

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна  
e-mail: butenkoeo@rambler.ru

В. С. Волошин /д. т. н./

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна  
e-mail: pstu@voloshin.edu.ua

О. Л. Дан

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна  
e-mail: danelen@list.ru

О. Є. Капустін /д. х. н./

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна  
e-mail: kapustinlesha@gmail.com

## Перспективи ліквідації накопичувачів рідких промислових відходів (огляд)

Е. О. Butenko /Cand. Sci. (Tech.)/

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine  
e-mail: butenkoeo@rambler.ru

V. S. Voloshin /Grand PhD (Tech.)/

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine  
e-mail: pstu@voloshin.edu.ua

O. L. Dan

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine  
e-mail: danelen@list.ru

A. Ye. Kapustin /Grand PhD (Chem.)/

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine  
e-mail: kapustinlesha@gmail.com

## Prospects for the liquidation of liquid industrial wastes storages (review)