

**ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**TECHNICAL SCIENCES**

МРНТИ 53.01.83

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА  
№1 АКТЮБИНСКОГО ЗАВОДА ФЕРРОСПЛАВОВ**

**Р.М. ЖДАНОВ**<sup>1[0009-0009-8372-8227],\*</sup>, **А.А. МЫРЗАГАЛИЕВ**<sup>1[0009-0009-1749-5154]</sup>,  
**Б.Ж. САЛКЫНБАЕВ**<sup>1[0000-0002-0907-4116]</sup>, **С.А. ЛАЙХАН**<sup>1[0000-0001-6847-4075]</sup>

<sup>1</sup>Научно исследовательский-инжиниринговый центр ERG, Актобе, Казахстан

\*Renat.zhdanov@erg.kz

**Аннотация.** В работе исследован способ модернизации газоочистного сооружения плавильного цеха №1 с помощью изменения вида рукавных фильтров и типа используемого материала, а также метод очистки рукавов от скопившихся загрязнений. Статья посвящена сравнению эффективности работы и продувки напорных фильтров и фильтров с импульсной регенерацией. Изучен принцип работы, особенность и конструкция фильтров напорного типа с обратной продувкой и фильтров с импульсной регенерацией. Осуществлен анализ технических характеристик используемых и предлагаемых фильтров. В статье описываются существующие проблемы с действующими газоочистными сооружениями плавильного цеха №1 и методы их решения путем модернизации данных газоочистных сооружений. Проведены гидравлические испытания действующих напорных фильтров с обратной продувкой и предлагаемых с импульсной регенерацией. Произведена оценка влияния неочищенного газа на абразивный износ дымососов, элементов конструкции. Произведена оценка влияния модернизации газоочистных сооружений плавильного цеха №1 на экологическую обстановку и снижение выбросов путем конструктивных улучшений. Использование плотных нетканых материалов в качестве исходного сырья для изготовления рукавов фильтров вместо действующих тканых и более плотная компоновка рукавных фильтров в корпусе газоочисток, позволит сократить количество используемых фильтров, тем самым уменьшив площадь размещения.

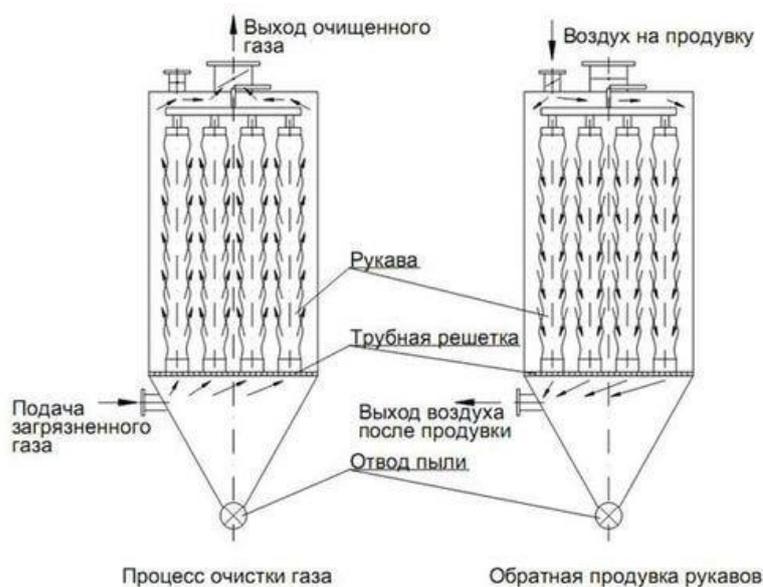
**Ключевые слова:** Газоочистка, напорные фильтра, фильтра импульсной регенерации, пыль, дымосос, рукавные фильтра.

Мощными источниками выброса пыли в атмосферу являются открытые печи эксплуатируемые в основном на металлургических предприятиях. Длительное время для очистки отходящих газов открытых печей использовались рукавные фильтры напорного типа с обратной продувкой. Данные фильтры были сооружены и в настоящее время эксплуатируются на Актюбинском заводе ферросплавов в ПЦ № 1. Работа напорных фильтров с обратной продувкой осуществляется под избыточным давлением, создаваемым дымососами. Они конструктивно устанавливаются перед фильтрами на линии запыленного

газа, что негативно сказывается на газоочистку при длительной эксплуатации в таком режиме. Учитывая это, возникает необходимость минимизации или исключения этих потерь, подходящим решением для очистки отходящих газов открытых печей в ферросплавном производстве является использование всасывающих рукавных фильтров с импульсной регенерацией.

Напорные фильтры с обратной продувкой имеют следующие недостатки:

1) Низкая скорость фильтрации (удельная газовая нагрузка), этот показатель равен  $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{мин}$ , что в 3 раза меньше, чем у фильтров рукавных с импульсной регенерацией (ФРИР). Соответственно увеличиваются габариты, материалоемкость и капитальные затраты на газоочистное сооружение. Схема газоочистки показана на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Схема газоочистки напорного типа с обратной продувкой**

2) Низкая эффективность очистки проявляется в высокой остаточной запыленности, которая составляет не менее  $30 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Недостаточная скорость срабатывания продувочных клапанов и небольшая мощность продувки не позволяет применять плотные нетканые фильтровальные материалы, поэтому используют тканевые материалы. На рисунке 2 и 3 показаны ткани используемые для изготовления рукавов фильтра.

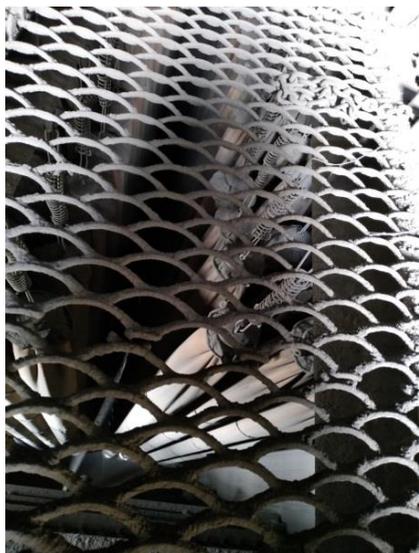


**Рисунок 2 – Арамид + арселон**



**Рисунок 3 – 100% Арселон**

3) Рукава напорных фильтров имеют двухстороннее крепление (сверху и снизу), что затрудняет их замену. Ремонтные операции рабочим персоналом по ревизии и замене рукавов проводятся внутри фильтра в запыленном, загазованном пространстве. Крепление рукавов показаны на рисунке 4 и 5.



**Рисунок 4 – Верхнее крепление рукавов**

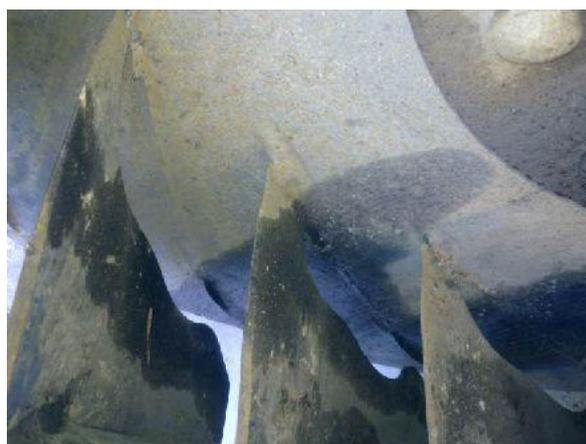


**Рисунок 5 – Нижнее крепление рукавов**

4) К абразивному износу и пылевым отложениям на рабочих колесах, залипанию и их разбалансировке приводит работа дымососов на линии запыленного газа. На рисунке 6 и 7 показана разница между новым и прошедшим эксплуатацию рабочим колесом дымососа.



**Рисунок 6 – Новые лопатки  
рабочего колеса**



**Рисунок 7 – Эрозионный износ  
лопаток рабочего колеса**

Классические напорные фильтры быстрее набирают автослой и в дальнейшем при помощи обратной продувки регенерируются неэффективно, что ограничивает возможности фильтрующей способности ткани при дальнейшем использовании. Данные об изменении гидравлического сопротивления приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Изменение Гидравлического сопротивление классических напорных  
фильтров в течение 6 месяцев**

Месяцы	1	2	3	4	5	6
Нп, Па	1380	1650	1780	1820	1850	1860

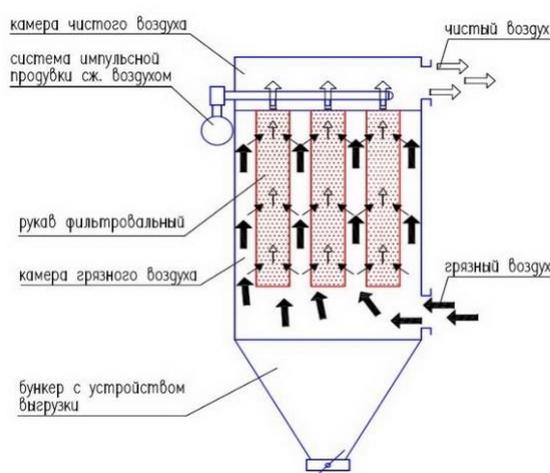
5) Газоочистки с напорными фильтрами не имеют сосредоточенного выброса газов после очистки через высокую дымовую трубу. Выброс происходит на верхней отметке фильтра через жалюзийные проемы или вытяжные шахты. На рисунке 8 показаны вытяжные шахты газоочистки печей 15 и 17.



**Рисунок 8 – Вытяжные шахты для выхода очищенного газа  
на газоочистке 15 и 17 печи.**

## Методы

1) Система клапанов для подачи сжатого воздуха на импульсную продувку имеет увеличенное быстродействие и возросшую мощность импульса. Скорость фильтрации (удельная газовая нагрузка) составляет не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{мин}$ . Соответственно снижаются габариты, материалоемкость и капитальные затраты на газоочистное сооружение. Схема газоочистки показана на рисунке 9.



**Рисунок 9 – Схема газоочистки всасывающего типа с импульсной регенерацией**

2) Качественная очистка газов от примесей за счет эффективного воздействия сжатого воздуха позволяет снизить концентрацию пыли после очистки до значения, не превышающего  $10 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Рукава изготавливают из плотных нетканых иглопробивных материалов, обеспечивающие высокую степень пылеулавливания и соответственно пониженную остаточную концентрацию пыли после очистки. На рисунке 10 и 11 показаны плотный нетканый материал из политетрафторэтилена (ПТФЕ) и рукава фильтров из этого материала.



**Рисунок 10 – Волокно из ПТФЕ**



**Рисунок 11 – рукава фильтров из ПТФЕ**

3) ФРИР конструкционно крепятся на верхней секции, упрощающее эксплуатацию фильтров. Ревизия и замена ткани и рукавов фильтров не вызывает затруднений. Все ремонтные операции проводятся в верхней секции фильтра, в камере чистого газа, без входа внутрь фильтра и контакта с запыленной и загазованной средой. Крепление рукавов показано на рисунке 12.



**Рисунок 12 – Одностороннее верхнее крепление рукавов**

4) В газоочистках с ФРИР дымососы устанавливаются на линии очищенного газа после фильтров, что обеспечивает непрерывную работу дымососов, без проведения технического обслуживания, в течение долгого времени. Нетканые фильтровальные материалы продемонстрировали стабильность в наборе и сохранении гидравлического сопротивления в длительном промежутке времени. Данные о гидравлическом сопротивлении приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Гидравлическое сопротивление ФРИР в течение 6 месяцев**

Месяцы	1	2	3	4	5	6
Нп, Па	1450	1550	1620	1630	1630	1650

5) После ФРИР происходит сосредоточенный выброс очищенных газов в атмосферу через дымовую трубу любой необходимой высоты. Дымовая труба показана на рисунке 13.



**Рисунок 13 – Дымовая труба для сосредоточенного выброса газов**

### **Результаты**

Скорость фильтрации, она же удельная газовая нагрузка – главная характеристика рукавного фильтра, поэтому чем выше гидравлическое сопротивление, тем ниже скорость фильтрации. В таблице 3 показана разница гидравлического сопротивления между напорными фильтрами с обратной продувкой и фильтрами с импульсной регенерацией.

**Таблица 3 – Разница гидравлического сопротивления**

№ п/п	Фильтра с обратной продувкой	Фильтра с импульсной регенерацией
Среднее гидравлическое сопротивление за 6 месяцев	1723	1588

Полученные результаты показывают, что работа импульсной системы регенерации с применением пневматической системы продувки эффективнее, по сравнению с обратной продувкой напорных фильтров. Стоит отметить, что нетканые фильтровальные материалы показали стабильность в наборе и сохранении гидравлического сопротивления в течении длительного промежутка времени. Отметим и то, что фильтра с неткаными материалами в течении всего периода эксплуатации показали низкий уровень остаточной запыленности. В то время, как напорные фильтра по мере растяжения структуры ткани показали увеличение остаточной запыленности.

### **Заключение**

Внедрение данной системы позволит использовать два действующих корпуса для модернизации и реконструкции газоочистки вместо трех эксплуатируемых на данный момент. Таким образом, снизится количество используемых рукавных фильтров и связанные с ними эксплуатационные затраты. Снизятся затраты на ремонт и обслуживание дымососов, так как они будут расположены после фильтров, в зоне выхода очищенного газа. Снизятся затраты на ремонт и запасные части, так как многие элементы конструкции не будут подвержены абразивному износу.

### **Список литературы**

1. Зарубежное и отечественное оборудование для очистки газов: Справочное издание / М. Ладыгичев, Г. Бернер. –М.:Теплотехник, 2004. – 696.
2. Осипенко В., Осипенко В. Анализ работы секций напорного рукавного фильтра при повышенном давлении // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture – 2014, Vol. 16, No. 6, 159 – 166
3. Межотраслевой журнал «Пылегазоочистка» № 3, 2012. 53с.

### **Reference**

1. Zarubezhnoe i otechestvennoe oborudovanie dlya ochistki gazov: Reference edition / M. Ladigichev, G. Berner. –M.:Heatengineer, 2004. – 696.
2. Osipenko V., Osipenko V. Analiz raboty sekcij napornogo rukavnogo fil'tra pri povyshennom davlenii // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture – 2014, Vol. 16, No. 6, 159 – 166
3. Mezhotraslevoi zhurnal «Pylegazoochistka» № 3, 2012. 53с.

## АҚТӨБЕ ФЕРРОҚОРЫТПА ЗАУЫТЫНЫҢ № 1 БАЛҚЫТУ ЦЕХЫНЫҢ ГАЗ ТАЗАРТУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ЖАҢҒЫРТУ

**Р.М. ЖДАНОВ<sup>1,\*</sup>, А.А. МЫРЗАҒАЛИЕВ<sup>1</sup>,  
Б.Ж. САЛҚЫНБАЕВ<sup>1</sup>, С.А. ЛАЙХАН<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ERG-дің ғылыми-зерттеу және инжиниринг орталығы, Ақтөбе, Қазақстан

\*Renat.zhdanov@erg.kz

**Андатпа.** Жұмыста №1 балқыту цехының газ тазарту құрылысын, қалта сүзгілерін және қолданылатын материалды өзгерту арқылы жаңарту әдісі, сондай-ақ сүзгі жинақталған ластанудан тазарту әдісі зерттелді. Мақала қысым сүзгілері мен сүзгілерін импульстік регенерациямен жұмыс істеу және үрлеу тиімділігін салыстыруға арналған. Жұмыс істеу принципі, кері үрлеу және импульстік регенерация сүзгілері бар қысым типті сүзгілердің ерекшелігі мен дизайны зерттелді. Пайдаланылатын және ұсынылатын сүзгілердің техникалық сипаттамаларына талдау жасалды. Бұл жұмыста №1 балқыту цехының қолданыстағы газ тазарту құрылыстарының қазіргі проблемалары және осы газ тазарту құрылыстарын жаңғырту арқылы оларды реттеу, жөндеу әдістері сипатталады. Кері үрлеумен жұмыс істеп тұрған және импульстік регенерациямен ұсынылатын қысымды сүзгілерге гидравликалық сынақтар жүргізілді. Тазартылмаған газдың түтін сорғыштардың, конструкция элементтерінің абразивтік тозуына бақылау жүргізілді. №1 балқыту цехының газ тазарту құрылыстарын жаңғыртудың экологиялық жағдайға әсерін бағалау және конструкциялық жақсарту әдістері қарастырылды. Жұмыс істеп тұрған тоқымалы материал орнына сүзгілерді дайындау үшін бастапқы шикізат ретінде тығыз, тоқымалы емес материалдарды пайдалану және газ тазалау корпусында сүзгілерді неғұрлым тығыз құрастыру, пайдаланылатын сүзгілердің санын қысқартуға мүмкіндік береді, осылайша орналастыру алаң санын азайтады.

**Түйін сөздер:** Газ тазалау, қысым сүзгілері, импульстік регенерация сүзгілері, шаң, түтін сорғыш, сүзгі қаптары.

## MODERNIZATION OF GAS-CLEANING FACILITIES OF THE MELTING SHOP NO. 1 OF THE AKTOBE FERROALLOY PLANT

**R.M. ZHDANOV<sup>1,\*</sup>, A.A. MURZAGALIYEV<sup>1</sup>, B.Z. SALKYNBAYEV<sup>1</sup>, S.A. LAIKHAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ERG Research and engineering centre, Aktobe, Kazakhstan

\*Renat.zhdanov@erg.kz

**Abstract:** The article investigates a method for improving the gas cleaning facility of the smelting shop № 1 using a change in the type of bag filters and the type of material used, as well as a method for cleaning the bags from accumulated contaminants. The article is devoted to evaluating the efficiency of operation and blowdown of pressure filters and filters with impulse regeneration. The principle of operation, feature and design of filters of pressure type with back blowing and filters with impulse regeneration have been studied. The technical characteristics of the used and proposed filters were analyzed. The article describes the existing problems with the existing gas treatment facilities of

smelting shop № 1 and methods of their solution by upgrading these gas treatment facilities. Hydraulic tests have been carried out on the existing pressure filters with back blowing and proposed with impulse regeneration. The influence of untreated gas on abrasive wear of smoke exhausters and structural elements was evaluated. The influence of modernization of the gas treatment facilities of smelting shop № 1 on the environmental situation and reduction of emissions through structural improvements was evaluated. The use of dense non-woven materials as a raw material for the manufacture of bag filters instead of active woven and a denser configuration of bag filters in the gas cleaning will reduce the number of filters used, thereby reducing the placement area.

**Keywords:** Gas cleaning, pressure filters, impulse regeneration filters, dust, exhauster, bag filters.