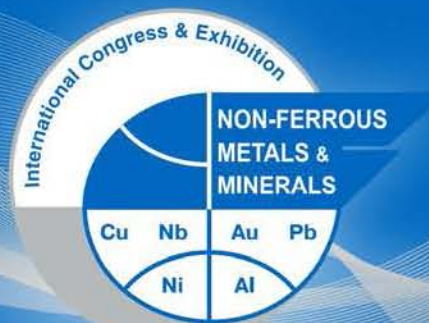


Сборник докладов

десятого международного конгресса

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И МИНЕРАЛЫ

Председатели Оргкомитета Конгресса:
ак. РАН, проф., д.т.н. А.И. Холькин
проф., д.х.н. П.В. Поляков
проф., д.г.-м.н. В.А. Макаров



Krasnoyarsk
Russia

2018

Book of papers

of the tenth international congress

NON-FERROUS METALS & MINERALS

Congress Organizing Committee Chairmen:
Anatoliy I. Kholkin
Peter V. Polyakov
Vladimir A. Makarov

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ РУКАВОВ «3DESA ФИЛЬТРПАТРОН» С УВЕЛИЧЕННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ФИЛЬТРАЦИИ

В.В. Чекалов

ООО «ДЕСА», г. Переславль-Залесский, Россия

Введение

В майском Указе № 204 от 07.05.2018 Президента России поставлены задачи в области экологии атмосферного воздуха. Уже в следующие годы предполагается переход 300 крупнейших предприятий на наилучшие доступные технологии. По оценкам Министерства промышленности на создание нового оборудования для этих целей потребуются значительные средства, исчисляемые триллионами рублей.

Один из путей снижения этих затрат – модернизация существующего газоочистного оборудования за счет использования в рукавных фильтрах фильтровальных рукавов с увеличенной поверхностью фильтрования. Другой путь заключается в использовании в рукавных фильтрах фильтровальных рукавов с увеличенной поверхностью фильтрования при разработке и строительстве новых компактных газоочисток.

1. Обзор фильтровальных рукавов с увеличенной поверхностью фильтрования

В мире известно сравнительно немного типов фильтровальных элементов с увеличенной поверхностью фильтрования. Наибольшее распространение получили картриджи или плиссированные фильтровальные рукава. Они обеспечивают многократное увеличение фильтрующей площади по сравнению с гладкими цилиндрическими рукавами. Их применение ограничено малыми пылевыми нагрузками, низкой воздухопроницаемостью, жесткостью исходного материала и высокой стоимостью.

ООО «ДЕСА» выводит на рынок газоочистки технологию 3DESA (3D Economic System of Aspiration) [1] применения в рукавных фильтрах фильтровальных рукавов «3DESA фильтрпатрон» (рис. 1). Эти фильтровальные элементы изготавливаются из иглопробивных фильтровальных полотен и производятся по ТУ [2].



Рис. 1. 3DESA фильтрпатрон



Рис. 2. Рукав «Ad-flow» с каркасом



Известно несколько производителей изготавливающих фильтровальные элементы с увеличенной поверхностью фильтрования из иглопробивных фильтровальных полотен. Это, так называемые, «Star bag» и «Ad-flow». Их производят одна австралийская, одна китайская и одна канадская компании. Конструкция состоит из звездообразного металлического каркаса и уложенного во впадины звездочек иглопробивного фильтровального полотна. Такие элементы дают увеличение фильтрующей поверхности в 2,3 раза. Основным недостатком у них является конструкция каркаса, перекрывающая поток воздуха внутри рукава (рис. 2). В результате резко возрастает сопротивление потоку, которое «съедает» все улучшения за счет увеличения фильтрующей поверхности.

2. Испытания отдельных элементов

Чтобы определить возможность применения рукавов «3DESA фильтрпатрон» в действующих фильтрах, мы предлагаем промышленным предприятиям в качестве первого шага испытание отдельных образцов. По результатам таких испытаний проводятся доработки технологии 3DESA и принимается решение о дальнейших действиях. При успехе комплектуется отдельная секция фильтра или отдельный фильтр газоочистки, состоящей из нескольких фильтров. По результатам испытаний в таком объеме принимается решение о закупках рукавов «3DESA фильтрпатрон».

2.1. Ферросплавное производство

Были проведены испытания на ферросплавном производстве [3]. С целью проверки работоспособности фильтровальных рукавов 3DESA-фильтрпатрон изготовлены три образца новых рукавов с новыми каркасами (рис. 3). Эти образцы смонтированы в действующий аппарат. Испытания проводились на мелкодисперсной ферросплавной пыли на рукавном фильтре CYCLO JET FILTER в течение 18 месяцев. В течение этого срока не обнаружено проскоков пыли через рукава. Осмотр новых фильтровальных рукавов показал отсутствие каких-либо разрушений рукавов. Вывод: использование фильтровальных рукавов нового типа «3DESA-фильтрпатрон» позволяет проводить модернизацию рукавных фильтров с плотным расположением рукавов путем замены рукавов и каркасов.



Рис. 3. 3DESA-фильтрпатрон с каркасом

В настоящее время проводятся испытания комплекта рукавов одного из фильтров.

2.2. Электромеханический завод

Электромеханический завод приобрел фильтр МФ-3Д (рис. 4) в 2014 году. Им пришлось искать замену фильтрам итальянского производства, установленных на очистке воздуха от пыли, дробеструйной установки М1000. Фильтр МФ-3Д очень удачно вписался в систему очистки воздуха. Прослужил до 2018 года, был заменен на такой же.

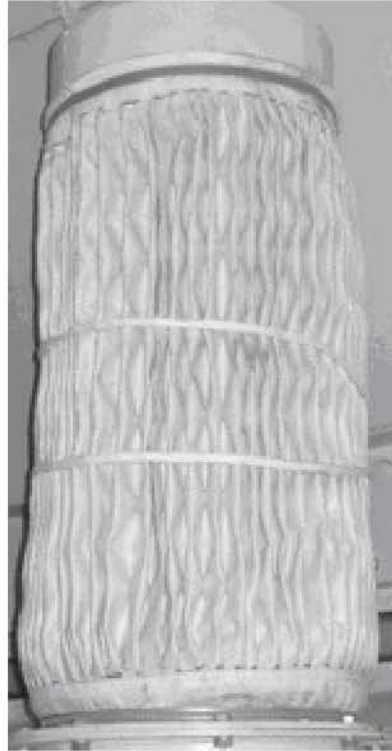


Рис. 4. Фильтр для дробеструйной установки

2.3. Цинковый завод

Были проведены испытания 4-х рукавов «3DESA фильтрпатрон» длиной 3 м (рис. 5) на цинковом заводе.



Рис. 5. 3DESA фильтрпатрон для цинковой пыли



Испытания проводились на фильтре цинкораспылительной установки в течение 7 месяцев. Сквозных отверстий и других механических повреждений в рукаве не обнаружено:

- срок эксплуатации составил 7 месяцев,
- демонтаж рукава из фильтра и каркаса затруднений не вызвал,
- рукав сохранил целостность формы и размера (термоусадки рукава не произошло),
- цвет рукава изменился с белого на темно-серый,
- вес рукава с пылью составил 10,55 кг (количество цинковой пыли, осевшей на рукаве, оценивается примерно 8 кг),
- отсутствие механических повреждений в районе доньшка рукава,
- остаточная воздухопроницаемость в верхней части рукава 15-17 $\text{дм}^3/\text{дм}^2\text{мин}$ и 18-20 $\text{дм}^3/\text{дм}^2\text{мин}$ в нижней части рукава при разрежении 200 Па.

По результатам испытаний выявлены следующие результаты:

1. Подтверждена работоспособность фильтровальных рукавов «3DESA фильтрпатрон» в течение длительного времени без механических повреждений и без изменения формы и размеров.
2. Обнаружено значительное осаждение мелкодисперсной пыли на волокнах в объеме фильтровального материала (до 9 кг мелкодисперсной пыли за 7 месяцев), что подтверждается взвешиванием, изменением цвета фильтровального материала и снижением остаточной воздухопроницаемости.

Вышеуказанные результаты дают возможность решения поставленной задачи (снижения остаточной запыленности после фильтра до $10 \text{ мг}/\text{Нм}^3$).

Рекомендации: уточнить выбор фильтровального материала на основе данных дисперсного состава; оптимизировать режимы генерации фильтровальных рукавов.

Ведутся переговоры о расширении объема испытаний.

2.4. Угольная ГРЭС

Проведены испытания рукавов «3DESA фильтрпатрон» в рукавном фильтре энергоблока угольной ГРЭС (рис. 6).



Рис. 6. Монтаж рукава «3DESA фильтрпатрон»

08.06.2017 г. в рукавный фильтр были установлены 3 гофрированных рукава производства ООО «ДЕСА» для проведения испытаний. Нарботка энергоблока в период испытаний составила примерно 6500 часов. 11.05.2018 г. был произведен осмотр гофрированных рукавов и пробная выемка одного рукава (рис. 7).



Рис. 7. Осмотр фильтровального рукава

По результатам осмотра и пробной выемки можно сделать следующий вывод: рукава находятся в работоспособном состоянии, внутренняя поверхность чистая, повреждений нет. Испытывался рукав длиной 8,5 м (рис. 8).



Рис. 8. Рукав «3DESA фильтрпатрон» для ГРЭС

Ведутся переговоры о дальнейших испытаниях.

2.5. Производство сухих строительных смесей

Завод сухих строительных смесей оснастил ряд газоочисток на различных переделах рукавными фильтрами, укомплектованными рукавами «3DESA фильтрпатрон». Многолетняя эксплуатация показала эффективность этого решения (рис. 9).



Рис. 9. Рукава 3DESA фильтрпатрон в производстве сухих смесей

На различных переделах применяются исходные иглопробивные полотна из различных волокон. Подбор материала позволяет повысить эффективность фильтров.



Рис. 10. Демонтаж рукава 3DESA фильтрпатрон

3. Сравнительные испытания образцов рукавов AD-flow и «3DESA фильтрпатрон»

На ГОУ участка транспортирования были установлены рядом рукав «3DESA фильтрпатрон» и гофрированный рукав AD-flow фирмы Advantetex (рис. 11).

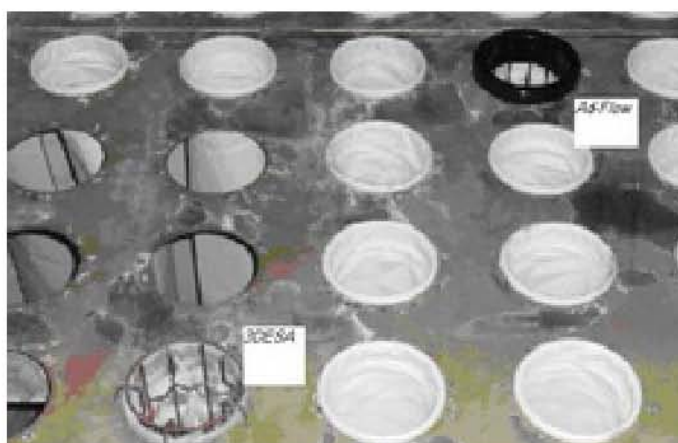


Рис. 11. Монтаж двух типов рукавов

Анализ конструкций этих рукавов и расчет параметров потока через рукава приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Расчет параметров пылегазового потока через рукава

Тип рукава	Фильтрующая площадь, кв.м	Сечение рукава, кв.м	Поток через рукав, м ³ /мин	Пылевую нагрузку на рукав, г/мин
3DESA	5,06	0,017	6,697	100,455
Ad-Flow	4,48	0,002	0,698	1,047
Стандартный	1,96	0,013	1,984	29,76

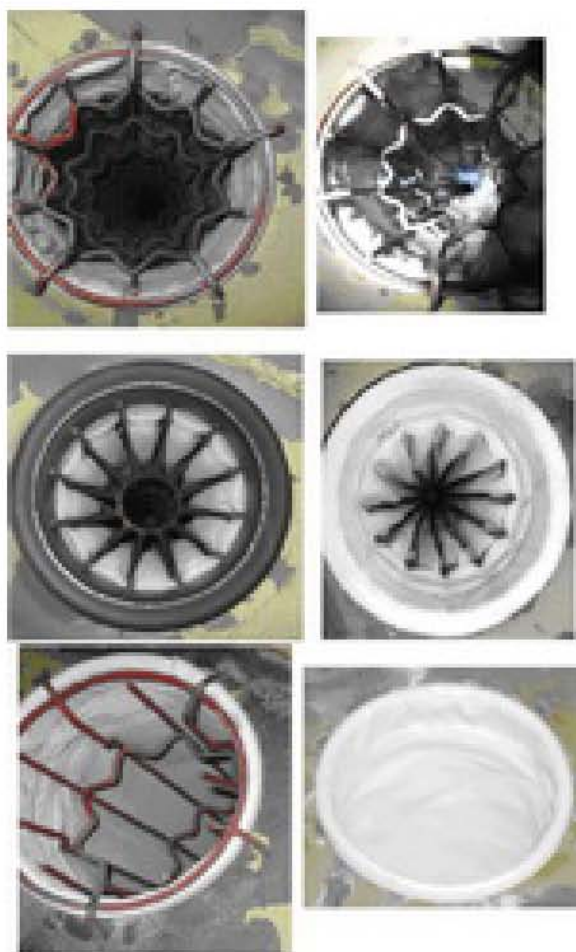
Были проведены прямые измерения скорости потока в рукавах анемометром диаметром 100мм. Результат представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты измерений скорости анемометром

Тип рукава	3DESA	Ad-Flow	Стандартный	Стандартный
Скорость м/сек	11,9	5,9	7,9	4,9
Примечание		Длина 2 м		

На фотографиях (рис. 12) видно, что через рукав «3DESA фильтрпатрон» идет значительно больший поток пыли.



стало

было

Рис. 12. Запыленность рукавов

4. Использование «3DESA фильтрпатрон» производителями рукавных фильтров

Различные компании сегодня используют рукава «3DESA фильтрпатрон» в рукавных фильтрах. Такими фильтрами являются ФРИ-3D (рис. 13), СФР и ряд других.

Например, фильтр ФРИ-3D на установке для сушки песка, по данным замеров «НТЦ Промышленная безопасность» при входной запыленности от 1 г/м^3 и выше обеспечил эмиссию менее $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Некоторые изготовители рукавных фильтров используют рукава «3DESA фильтрпатрон» с увеличенной в 4,6 и более раз площадью фильтрации (рис. 14).

Наш партнер ясно видит преимущества рукавов «3DESA фильтрпатрон» и применяет в своих фильтрах. При этом использует рукава с многократно увеличенной поверхностью (4 раза и более). Он рекомендует использовать рукава «3DESA фильтрпатрон» в системах газоочистки, разрабатываемых для стесненных условий эксплуатации.

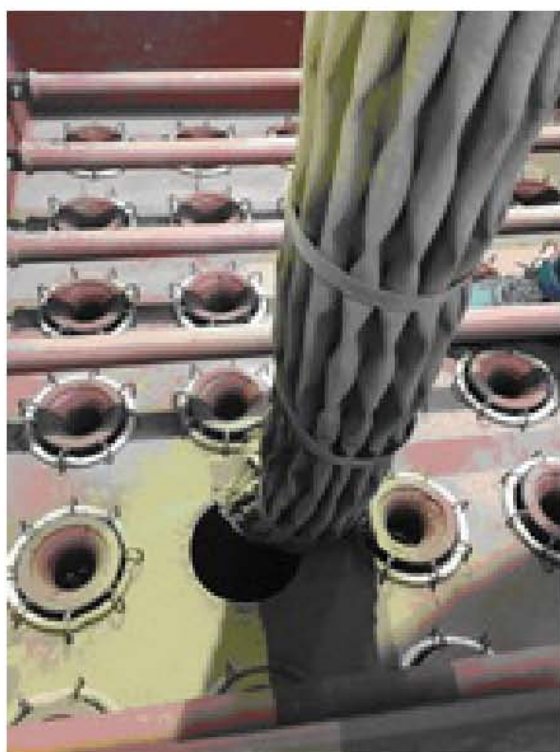


Рис. 13. Фильтр ФРИ-3D в эксплуатации



Рис. 14. Сборка фильтра с рукавами «3DESA фильтрпатрон» с увеличенной в 4,6 поверхностью фильтрации

Выводы

Рукава «3DESA фильтрпатрон» применимы в импульсных рукавных фильтрах для очистки воздуха от различной пыли. Они демонстрируют высокую эффективность пылеулавливания. Рукава «3DESA фильтрпатрон» длиной до 9 м и рабочей фильтрующей площадью до 3 кв. м на пог.м длины рукава и более позволяют решать разнообразные задачи во многих отраслях промышленности. Увеличение производительности ГОУ с сохранением уровня выбросов или снижение выбросов при одновременном увеличении производительности достигается заменой гладких рукавов на рукава «3DESA фильтрпатрон». Таким образом, модернизация существующего газоочистного оборудования за счет использования в рукавных фильтрах фильтровальных рукавов с увеличенной поверхностью фильтрации обеспечена отечественной технологией 3DESA.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чекалов В.В. Новая перспективная технология пылегазоочистки, *Экология производства*, 2016, 3, 42-46.
2. Фильтровальные элементы «3DESA-фильтрпатрон». Технические условия ТУ 4153-002-49413452-2010.
3. Максимов А.А., Строев С.И., Чекалов В.В. Модернизация рукавных фильтров газоочистных установок, *Металлург*, 10, 2014, 19-20.
4. Жердев А.С., Богданов Ю.В., Павлов С.Ю., Берняцкий А.Г., Чашин А.И., Белоусов С.В. Модернизация систем сухой газоочистки в производстве алюминия электролизом за счет применения рукавов с дифференцируемой площадью фильтрации, *Сборник докладов Деятого международного конгресса «Цветные металлы и минералы»*, Красноярск, 2017, 353-360. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nfmsib.ru/ru/20-ru/sponsorship/153-sborniki.html>

INDUSTRIAL TESTS OF FILTER BAGS «3DESA FILTRPATRON» WITH INCREASED FILTERING AREA

V.V. Chekalov

DESA Co. Ltd., Pereslavl-Zalessky, Russia

Introduction

President of Russia are declared the problem in the field of ecologies of the atmospheric air in may Edict № 204 dated 07.05.2018 Transition 300 the most largest enterprises is expected on best available technologies. On estimation Ministry to Industry of Russia on making the new equipment significant facilities will take for these integer, numbered a trillion of rubles.

One of the ways of the reduction of these expenses there is modernization existing of the dust filtration equipment to account of the use in the bag filter houses the filter bags with increased by surface of filtration. The other way is concluded in use in bag filter houses the filter bags with increased by surface of filtration at development and construction new compact dust filtration equipments.

1. Review filter bags with increased by surface of filtration

A few types of the filter element with increased by surface of filtration is known in the world. The most spreading has got cartridges or pleated filter bags. They provide frequentative increase filtering area in contrast with smooth's cylindrical bags. Their using is limited small dust load, low air permissions, acerbity of the source material and high cost. DESA Co.Ltd. brings on the market of dust filtration the new technology 3DESA (3D Economic System of Aspiration) [1] using the filter bags "3DESA filtrpatron" in the filter houses (Fig. 1). These filter elements are made from nonwoven filtering materials and are produced according the technical conditions [2].

Is known several producers making filter element with increased by surface of filtration from nonwoven filtering material. This is, so named, "Star bag" and "Ad-flow". Their produce one Australian, one Chinese and one Canadian company.

The design consists of star-type metallic cages and put in troughs asterisk nonwoven of the filter media. Such elements give increase filtering surfaces in 2,3 times. The main defect beside them is a design of the cages, overlaying flow of the air inwardly bag (Fig. 2). As a result sharply increases the resistance a flow, which "eats" all improvements to account of the increase filtering surfaces.



Fig. 1. 3DESA filtrpatron



Fig. 2. Filter bag "Ad-flow" with the cage

2. Test of separately elements

To define the possibility of the using filter bags "3DESA filtrpatron" in acting filter, we offer the industrial enterprise as first step to test separately samples. On result of such test are conducted modifications of technologies 3DESA and is taken the decision on the further action. In case of success will be completed separate section of the filter house or separate filter house of the dust filtration system, consisting of several filter houses. On result of the test decision is taken in such volume about bulk purchase filter bags "3DESA filtrpatron".

2.1. Ferro-siliceous production

Test was organized on ferro-siliceous production [3]. For the reason check of capacity to work filter bags 3DESA-filtrpatron are made three samples new filter bags with new cages (Fig. 3). These samples was mounted in acting device. Test was conducted on small sizes dust on bag filter house CYCLO JET FILTER for 18 months. During this period was not find the motion of dust through the filter bags. The checkup new filter bags has shown the absence of some destructions of the bags. The Conclusion: use new type filter bags "3DESA-filtrpatron" allows to conduct the modernization of the bag filter house with thick location filter bags by change filter bags and cages.



Fig. 3. 3DESA-filtrpatron with cage

They are conducted test the kit of filter bags on the one of the filter house at present.

2.2. Electro mechanical plant

The electro mechanical plant has buy the filter MF-3D (Fig. 4) in 2014. They happened to search for change the filter of Italian production, installed on clearing the air from dust, crush jet installation M1000. The filter MF-3D much was aptly inserted in system peelings air. Has served before 2018года, was replaced on such.

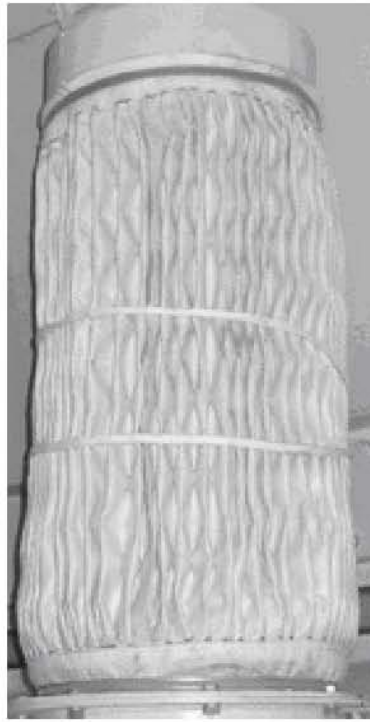


Fig. 4. Filter for crush jet install

2.3. Zinc plant

Test 4-h filter bags "3DESA filtrpatron" length 3 m was organized (Fig. 5) on zinc plant.



Fig. 5. 3DESA filtrpatron for zinc dust

Test were conducted during of 7 months on the filter house of zinc preparation equipment. Is not find end-to-end hole and other mechanical damages in filter bags:

- period to usages have formed 7 months,
- takedown of the bags from filter and framework of the difficulties has not caused,
- the filter bags has saved wholeness of the form and size,
- color of the sleeve was changed with white on dark-gray,
- weight of the bag with dust has formed 10,55 kg (amount of zinc dust, is valued approximately 8 kgs),
- it is no mechanical damages in region of the bottom of filter bag,
- remaining air permeability in higher part of the filter bag is 15-17 $\text{dm}^3/\text{dm}^2\text{min}$ and 18-20 $\text{dm}^3/\text{dm}^2\text{min}$ in lower part of filter bag under 200 Pa.

The Findings: confirmed capacity to work filter bag "3DESA filtrpatron" for long time without mechanical damages and without change the form and sizes.

Based on this is possibility the reductions remaining the dust after the filter house less than 10 mg/Nm^3).

The Recommendations: elaborate the choice of the filter material; optimize the modes to regenerations filter bags.

We are held talks about expansion of the volume of the test.

2.4. Coal power station

We make the tests of 3DESA filtrpatrons on the filter house in the coal power station (Fig. 6).



Fig. 6. Montage of filter bag 3DESA filtrpatron

08.06.2017 3 corrugated filter bags production DESA Co.Ltd were installed in bag filter house for undertaking the test. The lifelength at period of the test has formed approximately 6500 hours. 11.05.2018 was made checkup corrugated filter bags and test one sleeve (Fig. 7).



Fig. 7. Checkup of the filter bag



On result of the checkup and test possible to do the following conclusion: the filter bag are found in run able condition, internal surface clean, damages no. It was tested the filter bag by length 8,5 m (Fig. 8).



Fig. 8 Filter bag 3DESA filtrpatron for coal power station

We are in procedure of discussion the next testing.

2.5. Production of the dry building mixtures

The plant of the dry building mixtures has equipped the row the dust clearing systems by the bag filter houses, equipped filter bags "3DESA filtrpatron". The perennial usage has shown efficiency of this decision (Fig. 9).



Fig. 9. Filer bag 3DESA patron in production of the dry mixtures

The right choice of the filtering material allows to raise efficiency a filter.



Fig. 10. Takedown of the filter bag 3DESA patron

3. Comparative test of the samples of filter bags AD-flow and "3DESA filtrpatron"

On the dust clearing system was installed beside filter bags "3DESA filtrpatron" and corrugated filter bag AD-flow company Advancetex (Fig. 11).

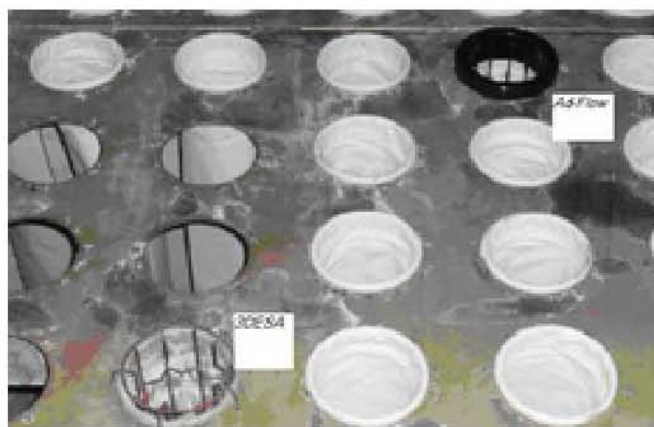


Fig. 11. Montage of two types of filter bags

Analysis of design these filter bags and calculation parameter flow through the bags was provided in the Table 1.

Table 1.

Calculation of parameters of the gas flow through filter bags

Type of filter bag	Filtering area, sq.m	Cross section sq.m	Air flow through the filter bag m ³ /min	Dust loan per filter bag g/min
3DESA	5,06	0,017	6,697	100,455
Ad-Flow	4,48	0,002	0,698	1,047
Standard	1,96	0,013	1,984	29,76



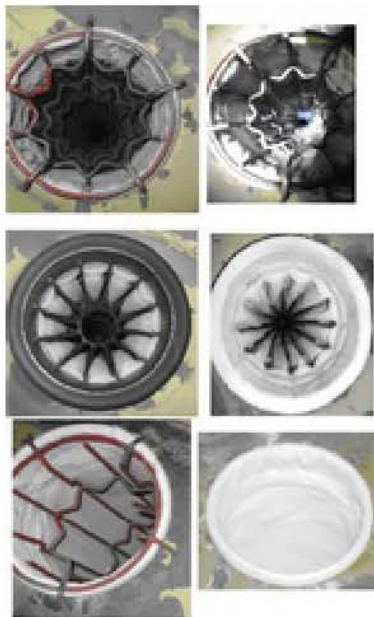
It was organized the direct measurements of the speed of flow through filter bags by anemometer with diameter 100 mm. Result is presented in Table 2.

Table 2.

Results of the velocity measurements by anemometer

Type of filter bag	3DESA	Ad-Flow	Standard	Standard
The velocity m/min	11,9	5,9	7,9	4,9
Remark		Length 2 m		

On photography (Fig. 12) is seen that through filter bag "3DESA filtrpatron" is greater flow of dust.



became was

Fig. 12. The dust on the filter bags

4. Use "3DESA filtrpatron" by producer of the bag filter houses

The different companies today use the filter bags "3DESA filtrpatron" in the bag filter houses. Such filter are FRI-3D (Fig. 13), SFR and the ray of others.

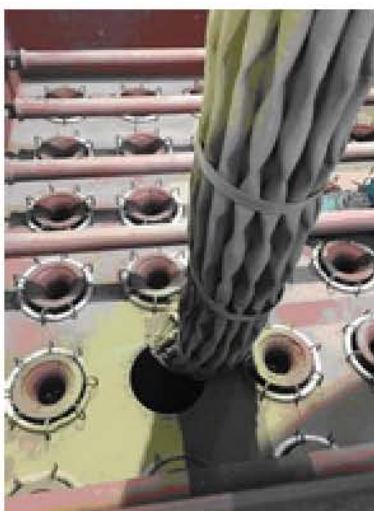


Fig. 13. Filter house FRI-3D in usages

For instance, filter FRI-3D on installation for drying of sand, as of measurements "NTC Industrial safety" under input the dust from 1 g/m^3 and has above provided the emission less $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Some manufacturers of bag filter houses use the filter bags "3DESA filtrpatron" with increased in 4,6 and more once area to filtering (Fig. 14).

Our partner clear sees the advantage a filter bags "3DESA filtrpatron" and uses in their own filter. Herewith uses the filter bags with repeatedly increased by surface (4 times and more). He recommends to use the filter bag "3DESA filtrpatron" in system dust filtration, under development for straiten conditions of the usages.



Fig. 14. Montages of the filter house with filter bags "3DESA filtrpatron" with increased in 4,6 surfaces filtration

5. Conclusions

The filter bags "3DESA filtrpatron" applicable in impulse jet filter house for peelings of the air from different dust. They demonstrate high efficiency dust filtration. The filter bags "3DESA filtrpatron" length before 9 m and worker filtering area before 3 sq. m on 1 m of lengths of the filter bag and more allow to solve the varied problems in many branch of industry. Increase to capacity dust clearing systems with conservation level surge or reduction surge under simultaneous increase of capacity is reached by change standard filter bags on filter bags "3DESA filtrpatron". Thereby, modernization existing dust clearing equipment to account of the use in the bag filter houses the filter bags with increased by surface filtration is provided domestic technology 3DESA.

REFERENCES

1. Chekalov V.V. New perspective technology of dust filtration, *Ecology of industry*, 2016, 3, 42-46.
2. Filtering elements "3DESA filtrpatron", Technical conditions, TU 4153-002-49413452-2010.
3. Maximov A.A., Stroev S.I., Chekalov V.V. Modernization of bag filters of gas clearing units, *Metallurgist*, 2014, 10, 19-20.
4. Zherdev A.S., Bogdanov Yu.V., Pavlov S.Yu., Bernyatsky A.G., Chashchin A.I., Belousov S.V. Bags with differentiable filtering area to upgrade dry gas scrubbing systems for electrolytic production of aluminum, Proceedings of the 9th International Congress "Non-Ferrous Metals & Minerals", Krasnoyarsk, Russia, 2017, 353-360. [Electronic resource] – Access: <http://www.nfmsib.ru/en/33-en/sponsorship/159-sborniki-eng.html>