

УДК 628.5

UDC 628.5

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**МОНИТОРИНГ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗОЛОУЛАВЛИВАНИЯ НОВОЧЕРКАССКОЙ
ГРЭС**

**MONITORING OF THE EFFICIENCY OF ASH
CATCHING AT NOVOCHERKASSK SDPP**

Бушумов Святослав Андреевич
магистрант 20.04.01 Техносферная безопасность
bushumov@list.ru

Bushumov Svyatoslav Andreevich
undergraduate of Technosphere safety
bushumov@list.ru

Короткова Татьяна Германовна
д.т.н., профессор, SPIN-код: 3212-7120
korotkova1964@mail.ru

Korotkova Tatyana Germanovna
Dr.Sci.Tech., professor, SPIN-code: 3212-7120
korotkova1964@mail.ru

Ксандопуло Светлана Юрьевна
д.т.н., профессор, SPIN-код: 3731-6796
*Кубанский государственный технологический
университет, г.Краснодар, Россия*

Ksandopulo Svetlana Yurevna
Dr.Sci.Tech., professor, SPIN-code: 3731-6796
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

Устюжанинова Таисия Аркадьевна
к.т.н., доцент, SPIN-код: 4513-4921
*Майкопский государственный технологический
университет, г.Майкоп, Россия*

Ustyuzhaninova Taisiya Arkadevna
Cand.Tech.Sci., assistant professor,
*Maikop State Technological University, Maikop,
Russia*

Солонникова Наталия Владимировна
к.т.н., доцент, SPIN-код: 5059-3764
*Кубанский государственный технологический
университет, г.Краснодар, Россия*

Solonnikova Nataliya Vladimirovna
Cand.Tech.Sci., assistant professor,
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

Электрический способ обеспыливания газов является наиболее эффективным, так как позволяет улавливать твердые частицы размером от 0,01 мкм до десятков микрон. В статье рассмотрена эффективность работы пылегазоочистного оборудования Новочеркасской ГРЭС по очистке дымовых газов от золы на энергоблоках 1-7 в период с февраля 2015 г. по февраль 2017 г. Основным оборудованием являются электрофильтры. В качестве твердого топлива используется Донецкий антрацитовый штыб. Установлено, что эффективность очистки отходящих газов на энергоблоках 5-7 составила порядка 99 %, в то время как на энергоблоках с 1-го по 4-й эта величина находилась в пределах 95-96 %. Полученные данные соответствуют проектным, но рекомендуется совершенствование аппаратов очистки для повышения эффективности их работы. Наиболее приемлемым является комбинированный аппарат типа электрофильтр – рукавный фильтр

The electric method of gas dedusting is the most effective, since it allows capturing solid particles with a size from 0.01 μm to tens of microns. The efficiency of dust and gas cleaning equipment of Novocherkassk SDPP for cleaning flue gases from ash at power units 1-7 in the period from February 2015 to February 2017 is considered. The main equipment is electrostatic precipitators. As a solid fuel, Donetsk culm is used. It is established that the efficiency of waste gas purification at power units 5-7 was about 99 %, while at power units from the 1st to the 4th this value was within 95-96 %. The data obtained correspond to the design data, but it is recommended that the cleaning devices be improved to improve their efficiency. The most acceptable is a combined electrofilter-bag filter

Ключевые слова: ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЗОЛОУЛАВЛИВАНИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЙ
КОНТРОЛЬ, ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Keywords: EFFICIENCY OF ASH CATCHING,
LABORATORY CONTROL, THERMAL POWER
PLANT

Doi: 10.21515/1990-4665-131-112

В связи с повышением требований к охране окружающей среды эффективность золоулавливания на электростанциях ТЭС, ТЭЦ и ГРЭС, работающих на твердом топливе, приобретает всё большее значение.

Вторая генерирующая компания оптового рынка электроэнергии ПАО «ОГК-2» объединяет электростанции, работающие на газе, угле и мазуте: Сургутская ГРЭС-1 (газ), Рязанская ГРЭС (газ, уголь), Ставропольская ГРЭС (газ), Новочеркасская ГРЭС (газ, уголь, мазут), Киришская ГРЭС (газ), Троицкая ГРЭС (уголь), Красноярская ГРЭС-2 (уголь), Череповецкая ГРЭС (газ, уголь), Серовская ГРЭС (газ, уголь), Псковская ГРЭС (природный газ), Адлерская ТЭС (газ), Грозненская ТЭС (строится в г. Грозном Чеченской Республики, проектное топливо – природный газ) [1].

При сжигании котлами электростанций твердого топлива предусмотрена очистка дымовых газов от золы. Проводимая на ПАО «ОГК-2» экологическая политика разработана в соответствии с природоохранными законодательными и правовыми актами Российской Федерации и утверждена решением Совета директоров Общества. Затраты на проведение производственного экологического контроля и мониторинга на 2015 г. составили 29 млн рублей. Все виды выбросов загрязняющих веществ от электростанций ПАО «ОГК-2» ограничиваются нормами Предельно допустимых выбросов (ПДВ), установленных специальными разрешениями для стационарных источников загрязнения на основании Федерального закона от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» ст. 14 [2].

Для золоулавливания в отечественной промышленности применяют четыре типа золоуловителей: скрубберы Вентури, эмульгаторы (мокрое золоулавливание), батарейные циклоны и электрофильтры (сухое золоулавливание). Степень улавливания батарейными циклонами находится на уровне 82-90 % при гидравлическом сопротивлении 500-700 Па. Эффективность «мокрых» золоуловителей – скрубберов достигает 90-

96 %, эмульгаторов – 99 %. Электрофильтры способны обеспечить более высокую степень очистки газов от 99 % до 99,5 % [3].

На ПАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС применяются два типа золоуловителей: с трубой Вентури МВ-УО ОРГРЭС и электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 и УГА 2-53 (таблица 1). В качестве твердого топлива используется Донецкий антрацитовый штыб (АШ). Дымовые газы из котла отсасываются дымососами (2 шт. на котел) и подаются в дымовую трубу (одна труба на 2 энергоблока) [4]. Фракционный состав золы уноса приведен в таблице 2 [5].

Таблица 1 – Применяемое на ПАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС пылегазоочистное оборудование

Номер энергоблока	Пылегазоочистное оборудование
1	Электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 (4 шт.)
2	Электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 (4 шт.)
3	1 ступень: электрофильтры УГА 2-53 (2 шт.) 2 ступень: золоуловители МВ-УО ОРГРЭС (4 шт.)
4	1 ступень: электрофильтры УГА 2-53 (2 шт.) 2 ступень: золоуловители МВ-УО ОРГРЭС (4 шт.)
5	Электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 (4 шт.)
6	Электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 (4 шт.)
7	Электрофильтры ЭГА-1-30-12-6-4 (4 шт.)

Примечание – ЭГА-1-30-12-6-4 – электрофильтр горизонтальный модификации А, односекционный, с 30-ю газовыми проходами, высотой электродов 12 м, с 6-ю элементами в осадительном электроде при 4-х последовательно установленных полях. УГ – унифицированные горизонтальные с 2-мя последовательно установленными полями и площадью активного сечения 53 м². МВ-УО ОРГРЭС – мокрый золоуловитель (М) с вертикальным (В) расположением коагулятора Вентури круглого сечения.

Таблица 2 – Фракционный состав, в %, золы уноса Донецкого АШ

Тип мельницы	Средний размер частиц, мкм								
	2,5	7,5	15	25	35	50	70	90	>100
ШБМ	8	9	14	11	11	20	17	5	5

Примечание – ШБМ - Шаровая барабанная мельница

Количественный химический анализ золошлака Новочеркасской ГРЭС проведен нами в работе [6], гранулометрический состав золошлака рассмотрен в работе [7]. Установлено, что золошлаковая смесь

Новочеркасской ГРЭС от сжигания углей имеет состав: железо – 2,3 %; минеральные составляющие – 75,8 %; оксид кальция – 20,4 %; алюминия оксид – 0,0118 %; вода – 1,3022 %; марганца оксид – 0,18 %; меди оксид – 0,0043 %; свинец – 0,0017 %. В результате исследований отход расчетным методом отнесен к III-IV классу опасности.

Ежемесячно в течение двух лет в период с февраля 2015 по февраль 2017 года нами проведён мониторинг промышленных выбросов в атмосферу на энергоблоках ГРЭС по показателям: оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, сажа. В качестве средства для испытания проб был использован газоанализатор дымовых газов Testo 350 XL. Полученные статистические данные показали, что содержание вредных веществ находится в пределах установленных допустимых выбросов и являются стабильными [8].

В тот же период ежемесячно проверялась эффективность работы пылегазоочистного оборудования на энергоблоках 1-7 (рисунки 1-8).

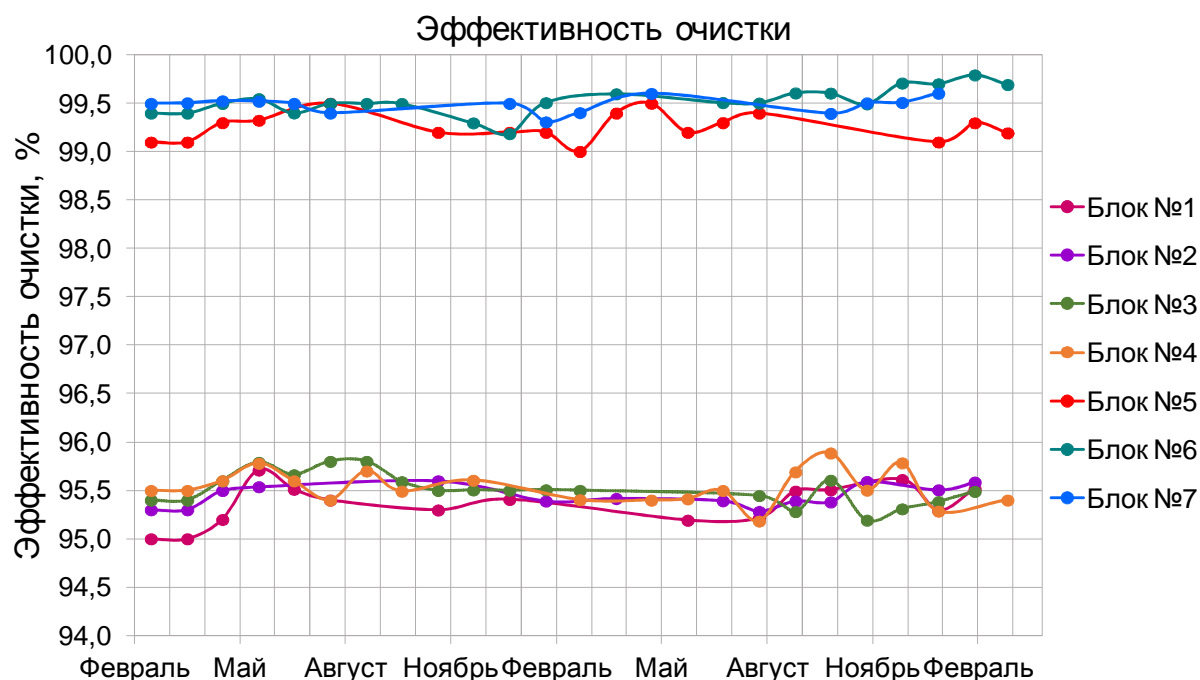


Рисунок 1 – Эффективность очистки дымовых газов на энергоблоках 1-7

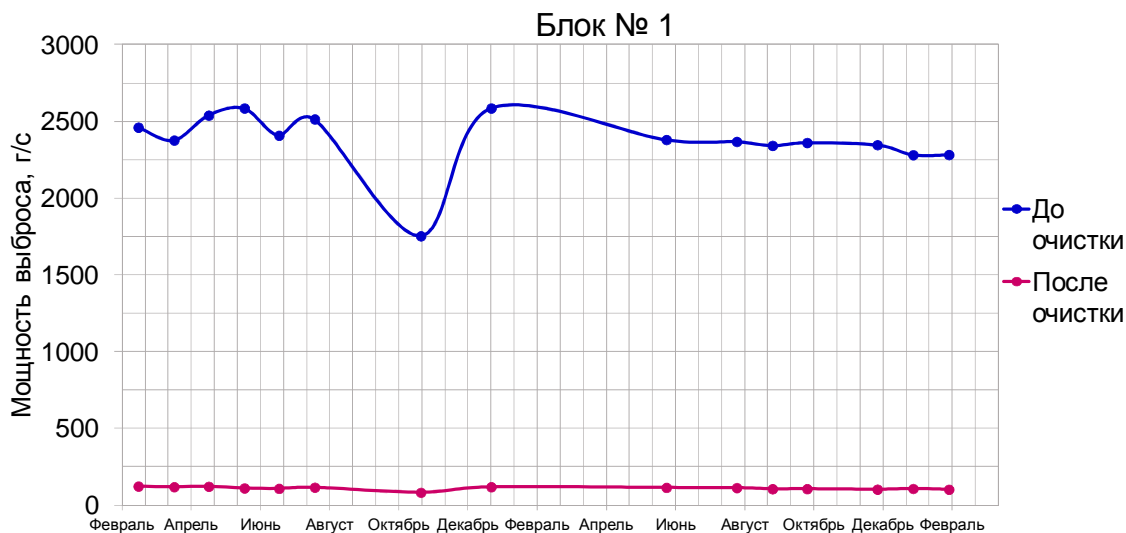


Рисунок 2 – Статистика выбросов на энергоблоке 1

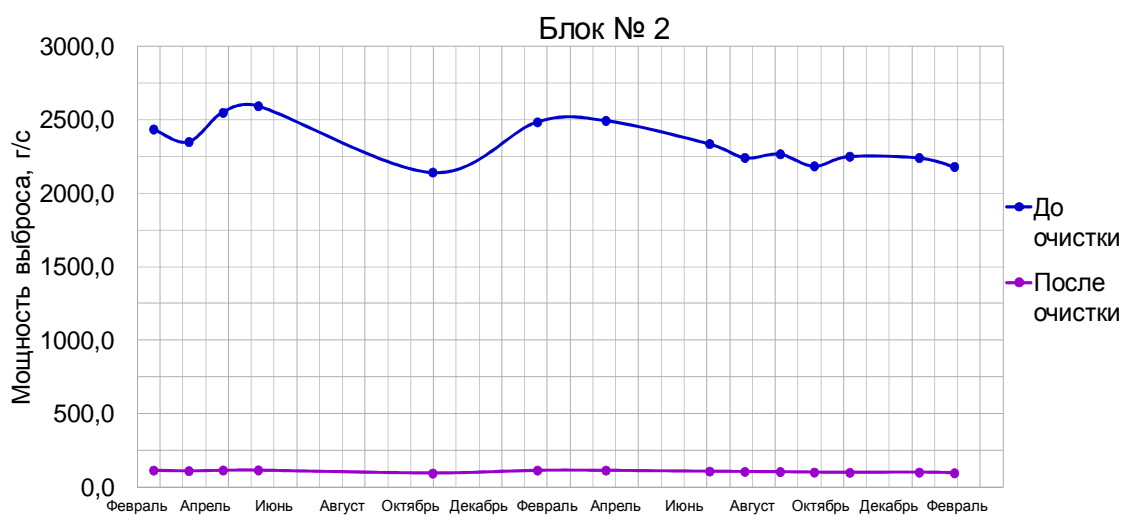


Рисунок 3 – Статистика выбросов на энергоблоке 2

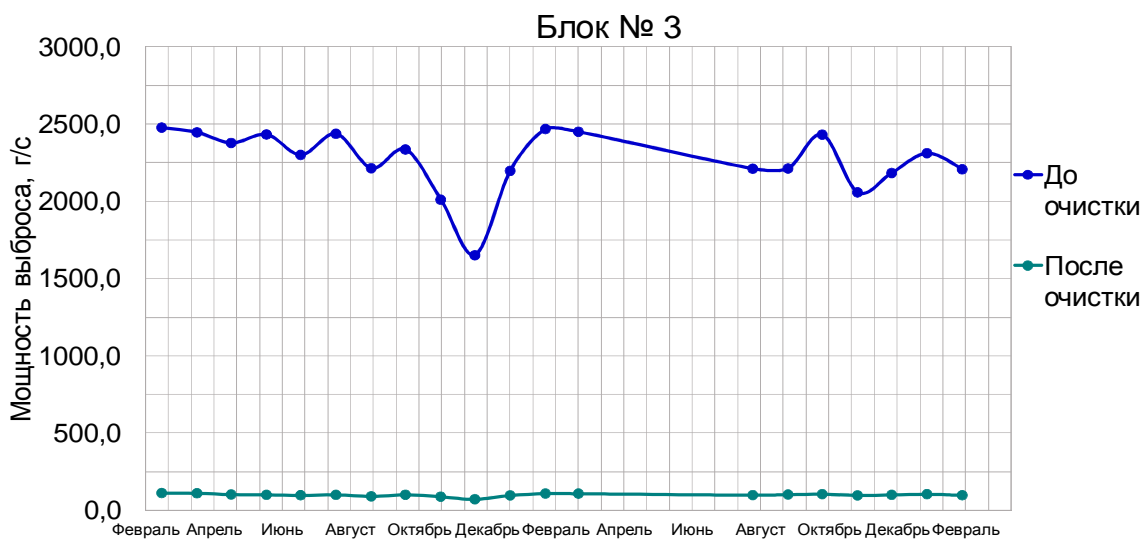


Рисунок 4 – Статистика выбросов на энергоблоке 3

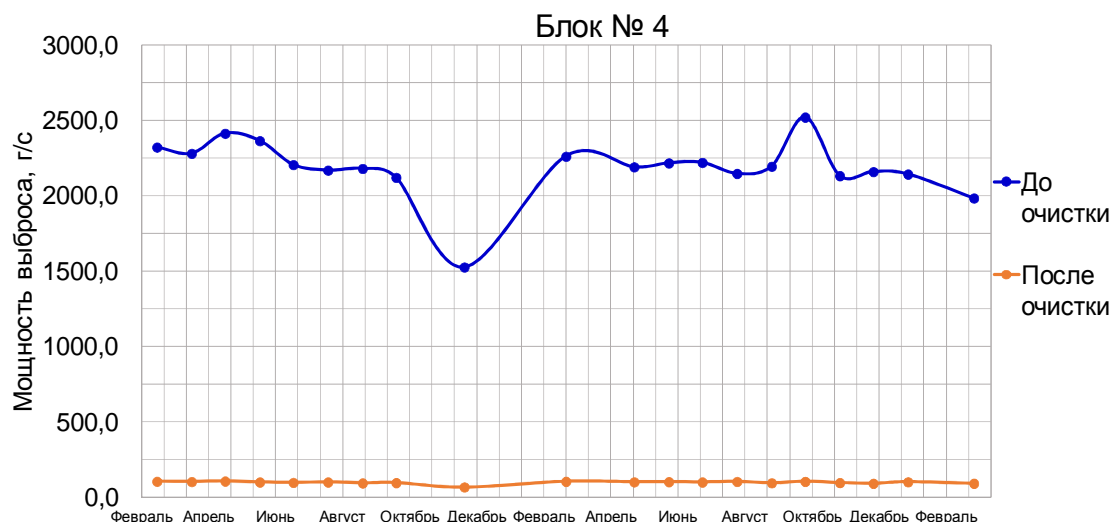


Рисунок 5 – Статистика выбросов на энергоблоке 4

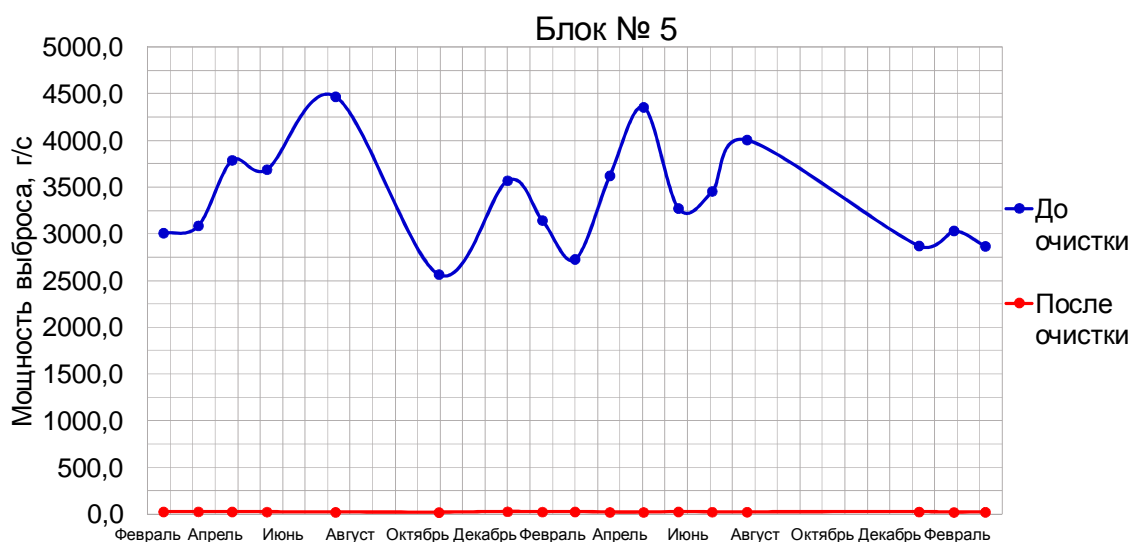


Рисунок 6 – Статистика выбросов на энергоблоке 5

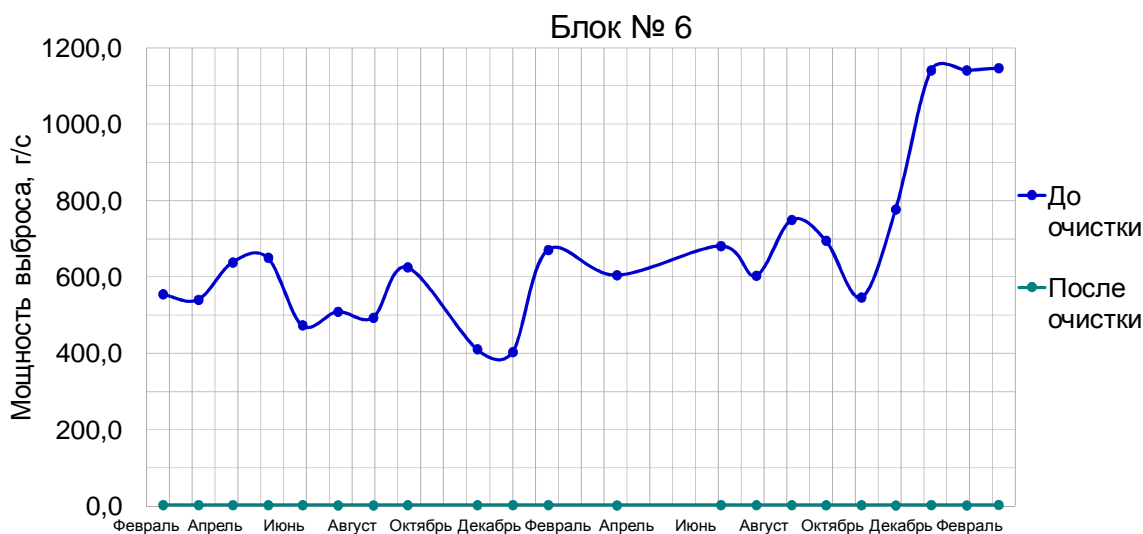


Рисунок 7 – Статистика выбросов на энергоблоке 6

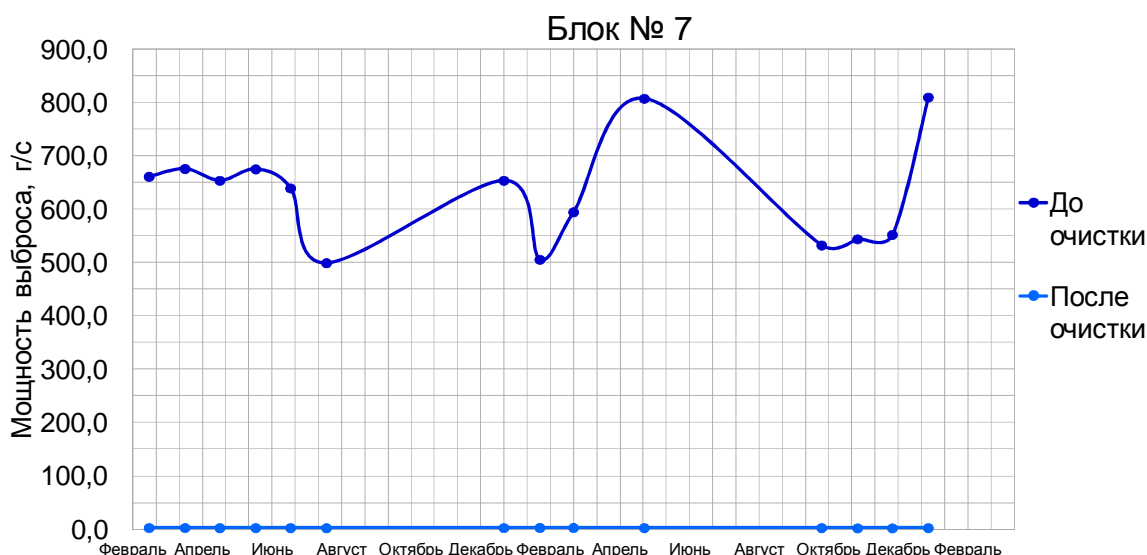


Рисунок 8 – Статистика выбросов на энергоблоке 7

Эффективность очистки отходящих газов на энергоблоках 5-7 составила порядка 99 %, в то время как на энергоблоках с 1-го по 4-й эта величина находилась в пределах 95-96 %. Полученные данные соответствуют проектным, но рекомендуется совершенствование аппаратов очистки для повышения эффективности их работы.

Согласно Федеральному закону № 219-ФЗ от 21.07.2014 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» переход на принципы наилучших доступных технологий (НТД) предполагает контроль и учет вредного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду.

Распоряжениями Правительства РФ от 31.10.2014 г. № 2178-р и от 24.12.2014 г. № 2674-р утверждены поэтапный график создания в 2015-2017 годах справочников НТД и перечень областей их применения. Выход справочника НТД «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии» запланирован на 3-й квартал 2017 г.

На наш взгляд, наиболее приемлемым является двухступенчатый золоуловитель, состоящий последовательно из многопольного

электрофильтра и рукавного фильтра, спроектированных последовательно в одном аппарате – комбинированном аппарате типа ЭФ-РФ, где ЭФ – электрофильтр, РФ – рукавный фильтр [9]. Такие фильтры высокоэффективны, остаточная запыленность газа составляет 20 мг на нормальный кубический метр. Характерной особенностью фильтра ЭФ-РФ является улавливание высокоомной пыли с удельным электрическим сопротивлением до 10 Ом·м, приводящей к образованию обратной короны в типовом электрофильтре. Известно, что обратная корона приводит к снижению эффективности работы электрофильтра вследствие перезарядки частиц осаждаемого аэрозоля потоком положительных ионов. При обратном коронном разряде в межэлектродном пространстве находятся ионы обоих знаков. Количественное их соотношение определяется интенсивностью обратного коронного разряда. Однако при интенсивном обратном коронном разряде частицы пыли не имеют преобладающий заряд, и очистки газов от пыли в этом случае не происходит.

Вывод. Полученные данные по эффективности очистки золоуловителей на предприятии ПАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС соответствуют проектным, но рекомендуется совершенствование аппаратов очистки для повышения эффективности их работы. Наиболее приемлемым является комбинированный аппарат типа электрофильтр – рукавный фильтр.

Список литературы

1. ПАО ОГК-2 Электростанции <http://www.ogk2.ru/rus/branch/>
2. Годовой отчет ПАО «ОГК-2» 2015
<http://www.ogk2.ru/upload/iblock/2e9/2e920194e3d5957353576113af9ff51b.pdf>
3. Стафиевская В.В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. 430 с.
4. Бушумов С.А., Короткова Т.Г., Сай Ю.В. Технологические стадии производства и техногенные отходы Новочеркасской ГРЭС [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2016. № 13. С. 25-34. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1253>

5. Разва А.С. Лекции по курсу: «Природоохранные технологии в промышленной теплоэнергетике».-Томск, 2010.

<http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/r/RAZVA/study/prip/prir/lk3.pdf>

6. Korotkova T.G., Ksandopulo S. Ju., Bushumov S.A., Burlaka S.D., Say Yu.V. Quantitative Chemical Analysis of Slag Ash of Novocherkassk State District Power Plant (Количественный химический анализ золошлака Новочеркасской ГРЭС) // Oriental Journal of Chemistry, 2017. Vol. 33(1), 186-198 (2017). URL: <http://www.orientjchem.org/vol33no1/quantitative-chemical-analysis-of-slag-ash-of-novocherkassk-state-district-power-plant/>

7. Бушумов С.А. Гранулометрический состав золы Новочеркасской ГРЭС / Бушумов С.А., Короткова Т.Г., Сиюхов Х.Р., Бурлака С.Д., Хачатуров В.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 124 (10). – С. 799-808. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/52.pdf> – IDA [article ID]: 1241610052. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-124-052>

8. Бушумов С.А. Мониторинг промышленных выбросов в атмосферу Новочеркасской ГРЭС / Бушумов С.А., Короткова Т.Г., Бурлака С.Д., Хачатуров В.Н., Сай Ю.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 127 (03). – С. 895-904. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/63.pdf> – IDA [article ID]: 1261703063. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-127-063>

9. Холдинговая группа «КОНДОР ЭКО – СФ НИИОГАЗ» Комбинированные аппараты типа ЭФ-РФ <http://www.yk-kondor.ru/catalog/55>

References

1. PAO OGC-2 Elektrostantsii <http://www.ogk2.ru/rus/branch/>
2. Godovoy otchet PAO «OGK-2» 2015
<http://www.ogk2.ru/upload/iblock/2e9/2e920194e3d5957353576113af9ff51b.pdf>
3. Stafievskaya V.V. Metody i sredstva energo- i resursosberezheniya. Versiya 1.0 [Elektronnyy resurs] : elektron. ucheb. posobie / V.V. Stafievskaya, A.M. Velenteenko, V.A. Frolov. – Krasnoyarsk : IPK SFU, 2008. 430 s.
4. Bushumov S.A., Korotkova T.G., Say Yu.V. Tekhnologicheskie stadii proizvodstva i tekhnogennyye otkhody Novocherkasskoy GRES [Elektronnyy resurs] // Nauchnye trudy KubGTU: elektron. setevoy politematich. zhurn. 2016. № 13. S. 25-34. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1253>
5. Razva A.S. Lektsii po kursu: «Prirodookhrannyye tekhnologii v promyshlennoy teploenergetike».-Томск, 2010.
<http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/r/RAZVA/study/prip/prir/lk3.pdf>
6. Korotkova T.G., Ksandopulo S. Ju., Bushumov S.A., Burlaka S.D., Say Yu.V. Quantitative Chemical Analysis of Slag Ash of Novocherkassk State District Power Plant (Kolichestvennyy khimicheskiy analiz zoloshlaka Novocherkasskoy GRES) // Oriental Journal of Chemistry, 2017. Vol. 33(1), 186-198 (2017). URL: <http://www.orientjchem.org/vol33no1/quantitative-chemical-analysis-of-slag-ash-of-novocherkassk-state-district-power-plant/>
7. Bushumov S.A. Granulometricheskyy sostav zoly Novocherkasskoy GRES / Bushumov S.A., Korotkova T.G., Siyukhov Kh.R., Burlaka S.D., Khachaturov V.N. // Politematicheskyy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo
<http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/112.pdf>

agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – № 124 (10). – S. 799-808. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/52.pdf> – IDA [article ID]: 1241610052. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-124-052>

8. Bushumov S.A. Monitoring promyshlennykh vybrosov v atmosferu Novocheerkasskoy GRES / Bushumov S.A., Korotkova T.G., Burlaka S.D., Khachaturov V.N., Say Yu.V. // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – № 127 (03). – S. 895-904. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/63.pdf> – IDA [article ID]: 1261703063. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-127-063>

9. Kholdingovaya gruppy «KONDOR EKO – SF NIIOGAZ» Kombinirovannyye apparaty tipa EF-RF <http://www.yk-kondor.ru/catalog/55>