

Повышение эффективности систем пылеулавливания в гипсовом производстве

Н.М. Сергина, И.Д. Махов, В.Н. Рубцова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В связи с особенностями технологии, в гипсовом производстве предпочтение отдается сухой очистке выбросов в атмосферный воздух от пыли. При этом системы пылеочистки компонуются многоступенчатыми с установкой циклонов на первой ступени, рукавных фильтров или электрофильтров – на второй. По результатам исследований установлено, что эффективность циклонов при улавливании гипсовой пыли составляет 70 – 75%, электрофильтров - 97,6 - 98,5%, и недостаточна ни для обеспечения санитарно-гигиенических условий, ни для сокращения производственных потерь. По результатам исследований определены медианные диаметры пыли, перемещаемой в инженерно-экологической системе: после гипсоварочного котла - 25 – 58 мкм; после охладителя – 38 мкм; после кольца мельницы – 21 мкм; перед электрофильтром – 28 мкм. Для повышения эффективности системы пылеочистки предложено циклон, установленный перед электрофильтром, заменить на блок из двух параллельно установленных пылеуловителей на встречных закрученных потоках. Экспериментально установлено, что эффективность такого решения составляет 88,9 – 94,9%.

Ключевые слова: циклон, электрофильтр, пылеуловитель на встречных закрученных потоках, эффективность пылеулавливания, инженерно-экологическая система.

В производстве гипсовых строительных материалов в силу особенностей технологии предпочтение отдается сухой очистке выбросов в воздушную среду от пыли с компоновкой многоступенчатых систем пылеочистки, в которых устанавливаются циклоны, рукавные фильтры и электрофильтры [1 - 3]. Например, в гипсовом производстве в системе аспирации, обслуживающей гипсоварочный котел, мельницу и охладитель (рис. 1) очистка пылевоздушного потока проводится в циклонах и на второй ступени – в электрофильтре [4].

Однако, по результатам проведенного обследования систем аспирации, было установлено, что в среднем в рассматриваемом производстве эффективность циклонов составляет 70 – 75%. Эффективность улавливания пыли электрофильтрами также недостаточна, и составляет 97,6 - 98,5% при паспортной 99,8%. Причиной этого являются отмеченные в работах [4, 5]

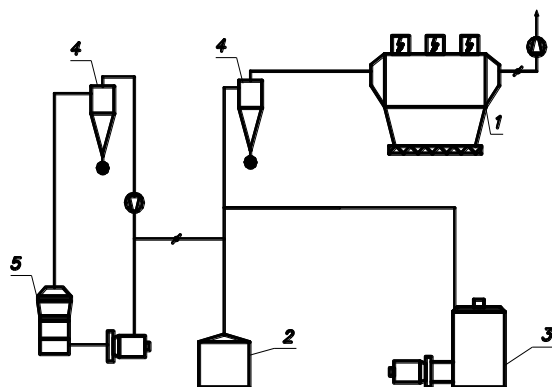


Рис. 1. – Схема системы обеспыливания основного технологического оборудования в гипсовом производстве [4, 5].

1 – электрофильтр; 2 – охладитель; 3 – мельница; 4 – циклон;
5 – гипсоварочный котел

колебания воздушной и пылевой нагрузки на электрофильтр, а также повышенное (в сравнении с необходимым для эффективной работы аппарата) удельное электрическое сопротивление гипсовой пыли.

Цель проводимых исследований – снижение загрязнения внутренней и внешней воздушной среды гипсовой пылью, в том числе, мелкодисперсной, посредством повышения эффективности систем пылеочистки.

При проведении исследований оценка эффективности отдельных пылеулавливающих аппаратов и систем пылеочистки в целом, проведена с применением методик, изложенных в национальных стандартах Российской Федерации. Дисперсный состав пыли в инженерно-экологических системах и в выбросах в атмосферный воздух исследовался с применением метода микроскопии на основе методики [6] с применением ПК и программного комплекса [7].

Принятию решений при выборе компоновочных и технологических решений систем пылеочистки, как правило, предшествует изучение дисперсного состава и прочих свойств пыли, содержащейся в очищаемом

пылевоздушном потоке. Результаты проведенных исследований выявили, что:

а) в потоке, перемещаемом по инженерно-экологической системе от гипсоварочного котла до циклона, расположенного в правом кольце перед электрофильтром (рис. 1), медианный диаметр частиц гипсовой пыли составляет 25 – 58 мкм, доля частиц PM10 колеблется в диапазоне от 2 до 9%, доля частиц PM2.5 – 0,15 – 0,3% (рис. 2);

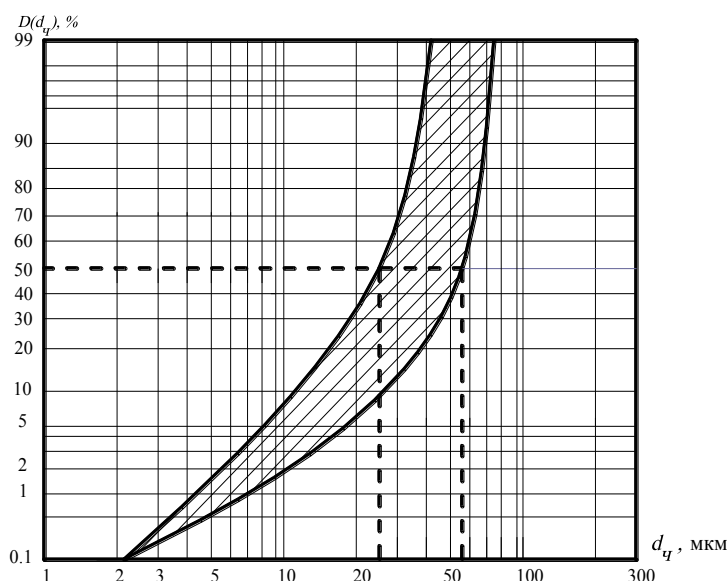


Рис. 2. – Результаты исследований дисперсного состава пыли в потоке, перемещаемом по системе аспирации от гипсоварочного котла до циклона (рис. 1)

б) медианные диаметры пыли составляют: после охладителя – 38 мкм; после кольца мельницы – 21 мкм; перед электрофильтром (после циклона в правом кольце системы) – 28 мкм.

С учетом дисперсного состава гипсовой пыли в инженерно-экологической системе, и того, что пылеуловители на встречных закрученных потоках (ВЗП) характеризуются большей, чем циклоны, эффективностью и устойчивостью к колебаниям нагрузки по воздуху и по пыли, а также с учетом опыта использования этих аппаратов для улавливания

гипсовой пыли, описанного, в частности, в работе [8], было предложено вместо циклона перед электрофильтром установить блок из двух ВЗП. Как показано на рис. 3, блок формируется из основного пылеуловителя с организацией отсоса из его нижней зоны и дополнительного, в котором проходит очистку отсасываемый поток. Устройство отсоса в нижней части основного аппарата позволяет повысить его эффективность и понизить аэродинамическое сопротивление [9].

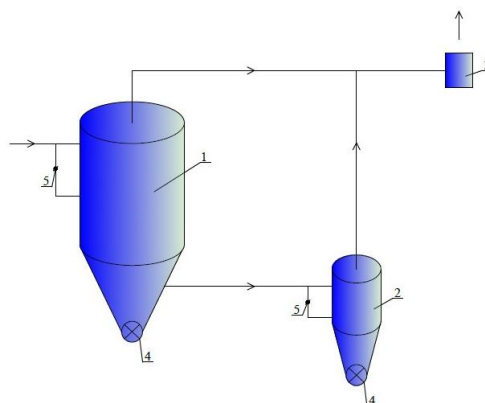


Рис. 3. – Схема компоновки блока из аппаратов ВЗП.

1 – основной пылеуловитель; 2 – дополнительный пылеуловитель;
3 – электрофильтр (показан условно); 4 – шлюзовой затвор; 5 – шиберы

Аналитически эффективность улавливания пыли в блоке может быть оценена как произведение коэффициентов эффективности обоих аппаратов. Для выявления оптимальных конструктивно-режимных параметров блока проведен полный факторный эксперимент при двух определяющих факторах, изменяющихся на трех уровнях [10, 11]. В качестве входных регулируемых переменных приняты:

- 1) $D_{всп}/D_{осн}$ - соотношение диаметров вспомогательного и основного аппаратов ВЗП;
- 2) $L_{отс}/L_0$ – относительный объемный расход в потоке, отсасываемом в нижней части основного аппарата ВЗП (где L_0 – объем поданной на очистку

пылевоздушной смеси. Результаты экспериментальной оценки эффективности блока пылеуловителей показаны в таблице № 1.

Таблица № 1

Результаты экспериментальной оценки эффективности блока пылеуловителей

№ п/п	$D_{всп}/D_{осн}$	$L_{отс}/L_0$	Эффективность блока, %
1	0,5	0,1	92,48
2	0,5	0,2	94,91
3	0,5	0,3	89,78
4	0,75	0,1	92,19
5	0,75	0,2	94,77
6	0,75	0,3	89,37
7	1	0,1	91,82
8	1	0,2	94,50
9	1	0,3	88,90

По результатам исследований и статистической обработки полученных данных установлено, что основное влияние на эффективность блока пылеуловителей оказывает относительный объемный расход в потоке, отсасываемом в нижней части основного аппарата ВЗП. При этом, наибольшие значения эффективности достигаются при значениях $L_{отс}/L_0 = 0,15 - 0,22$. Также установлено, что наибольшие значения эффективности отмечаются в случае, когда диаметр вспомогательного аппарата ВЗП в 2 раза меньше диаметра основного. Такие режимные и конструктивные параметры следует рекомендовать для эффективной эксплуатации установки.

Литература

1. Долина Л.Ф. Техноэкология для строителей. Днепропетровск: Континент, 2006. 256 с.
2. Луканин Д.В., Назарова М.А., Бдоян Э.Р. О пылевыделениях от технологического процесса гипсового производства // XIX Международная



заочная научно-практическая конференция «Технические науки – от теории к практике». Новосибирск: Издательство «СибАК», 2013. С. 156-160.

3. Саблина А.М. Методы очистки выбросов предприятий гипсового производства // Сборник материалов и научных трудов инженеров-экологов «Проблемы охраны производственной и окружающей среды». Волгоград: ВолгГТУ, 2018. Вып. 9. С. 153-156.

4. Махов И.Д., Курасов А.Н. Об особенностях эксплуатации систем обеспыливания технологического оборудования в производстве строительного гипса // Инженерный вестник Дона, 2023, №6 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n6y2023/8453/.

5. Диденко В.Г., Гробов А.Б., Топчиев А.А. Совершенствование систем аспирации в гипсовом производстве // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая. 2013. Вып. 2 (27). URL: vestnik.vgasu.ru.

6. Градус Л.Я. Руководство по дисперсионному анализу методом микроскопии. М.: Химия, 1979. 232 с.

7. Азаров В.Н., Ребров В.А., Козловцева Е.Ю., Азаров А.В., Добринский Д.Р., Тертишников И.В., Поляков И.В., Бурба Б.А. О совершенствовании алгоритма компьютерной программы анализа дисперсного состава пыли в воздушной среде // Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2018/4976.

8. Азаров А.В. Снижение фракционного проскока пыли гипса при обеспыливании выбросов в вихревых пылеуловителях на встречных закрученных потоках как метод повышения уровня защищенности воздушной среды от мелкодисперсной пыли // Инженерный вестник Дона, 2016, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/2619.

9. Bogomolov A. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. On inertial systems, dust cleaning and dust removal equipment, and work areas in the production of

aerated concrete from the hopper suction apparatus CSF // Procedia Engineering. 2016. V. 150. pp. 2036-2041.

10. Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романников Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. М.: Атомиздат, 1978. 232 с.

11. John P.W.M. Statistical Design and Analysis of Experiments. University of Texas at Austin. Austin, Texas. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1999. 199 p.

References

1. Dolina L.F. Tekhnoekologiya dlya stroitelej [Technoecology for builders]. Dnepropetrovsk: Kontinent, 2006. 256 p.

2. Lukanin D.V., Nazarova M.A., Bdoyan E.R. XIX Mezhdunarodnaya zaochnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike»: trudy (Proc. International correspondence scientific and practical conference "Technical sciences - from theory to practice"). Novosibirsk, 2013, pp. 156-160.

3. Sablina A.M. Sbornik materialov i nauchnyh trudov inzhenerov-ekologov «Problemy ohrany proizvodstvennoj i okruzhayushchej sredy» (Collection of materials and scientific works of environmental engineers "Problems of industrial and environmental protection"). Volgograd, 2018. Vyp. 9. pp. 153-156.

4. Mahov D.I., Kurasov A.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №6. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n6y2023/8453/.

5. Didenko V.G., Grobov A.B., Topchiev A.A. Internet-vestnik VolgGASU. Ser. Politematicheskaya. 2013. Vyp. 2 (27). URL: vestnik.vgasu.ru.

6. Gradus L.Ya. Rukovodstvo po dispersionnomu analizu metodom mikroskopii [Guidance to Microscopy Analysis of Dispersion]. Moskva: Himiya, 1979. 232 p.



7. Azarov V.N., Rebrov V.A., Kozlovceva E.Yu., Azarov A.V., Dobrinskij D.R., Tertishnikov I.V., Polyakov I.V., Burba B.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2018/4976/.

8. Azarov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/2619/.

9. Bogomolov A. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. Procedia Engineering. 2016. V. 150. pp. 2036-2041.

10. Zazhigaev L.S., Kish'yan A.A., Romannikov Yu.I. Metody planirovaniya i obrabotki rezul'tatov fizicheskogo eksperimenta [Methods for planning and processing physical experiment results]. Moskva: Atomizdat, 1978. 232 p.

11. John P.W.M. Statistical Design and Analysis of Experiments. University of Texas at Austin. Austin, Texas. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1999. 199 p.