

Применение нового научного подхода к оценке свойств пыли, образующейся при работе сушильного барабана кирпичных заводов

В.И. Беспалов, Г.Г. Турк

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Авторы работы предлагают для очистки воздуха от пыли, выделяющейся при работе сушильных барабанов кирпичных заводов, осуществлять выбор инженерной системы, обладающей максимальной экологической эффективностью и энергетической экономичностью, на основе изучения и оценки свойств этой пыли и определения путей управления устойчивостью пылевого аэрозоля, что, в конечном итоге, обеспечит его эффективное разрушение как дисперсной системы в процессе очистки воздуха.

Ключевые слова: пыль неорганическая, дисперсная система, параметры свойств загрязняющего вещества, предприятие строительной индустрии, охрана труда, производство кирпича, сушильный барабан, энергетические параметры.

Негативному антропогенному воздействию подвержены все компоненты окружающей среды, однако в наибольшей степени такое воздействие испытывает воздушная среда. Особые свойства и динамика атмосферного воздуха ставят его в особое положение относительно других компонентов биосферы, причем его качество должно отвечать соответствующим нормам, определяющих безопасность для здоровья людей. Именно поэтому загрязнение атмосферы необходимо рассматривать как один из основных видов экологической опасности, которая может привести к широкомасштабной гибели растительности, снижению плодородия почвы, исчезновению различных видов флоры и фауны, нанося значительный ущерб здоровью людей.

Как известно [1], существует две группы основных источников загрязнения атмосферы: естественные и антропогенные. Причем антропогенные источники характеризуются [1] выбросами различных видов загрязняющих веществ (далее ЗВ) в процессе хозяйственно-экономической деятельности людей и по масштабам воздействия значительно превосходят естественные источники загрязнения атмосферного воздуха. К числу антропогенных источников, вносящих максимальный вклад в загрязнение

атмосферного воздуха, относят [1] технологические установки тепло-электроэнергетики, черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, газовой, угольной промышленности, а также строительной индустрии..

Помимо газообразных ЗВ в атмосферу поступает большое количество твердых частиц (пыль, копоть, сажа). Загрязнение атмосферы приводит к появлению таких экологических проблем как «парниковый эффект», кислотные дожди, разрушение озонового слоя, фотохимические смоги [2].

Особое место среди предприятий, технологические процессы которых сопровождаются образованием и выделением в воздух рабочих зон значительного количества пыли, занимают интенсивно развивающиеся в современных условиях предприятия строительной индустрии. Из всего широкого спектра предприятий строительной индустрии на долю цементных заводов приходится 20% от общего объема выбросов загрязняющих веществ, а на долю предприятий по производству строительных материалов – соответственно 50%.

Выброс загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями строительных материалов производится в основном в виде пыли и взвешенных веществ, диоксида серы, оксида азота, и др. При этом пыль как в наибольшей степени вредный производственный фактор отрицательно влияет на состояние воздуха рабочих зон, а также здоровье работающих.

Постоянное развитие и совершенствование технологий производства строительных материалов и строительства требуют решения задач охраны труда, включая обеспечение нормативного качества воздуха рабочих зон, на общегосударственном уровне для сохранения здоровья человека на производстве [3]. К ним относятся и кирпичные заводы, технологические процессы которых связаны с дроблением, перемешиванием,

транспортировкой, сушкой инертных материалов, обладающих весьма значительной пылеобразующей способностью.

Наиболее широкое распространение в строительной отрасли получил керамический кирпич, который изготавливают на основе предварительных сушки и подогрева инертных материалов (глины, песка, угольного шлака и других) в сушильном барабане с последующими помолом, формованием, сушкой и обжигом полуфабриката в печах при температуре от 950°C до 1100°C . При этом барабанный способ сушки инертных материалов основан на вращении измельченного сырья в закрытой емкости, куда производится подача горячего газа и создается повышенное давление. Отработанные газы содержат мелкие частицы пылевого материала, которые отводятся в воздушный бассейн промышленной площадки, но при этом способны распространяться в воздух рабочей зоны оператора сушильного барабана из-за низкой степени его герметизации.

Задачей, решение которой имеет особую важность, является выбор еще на стадии их проектирования конструктивных особенностей и рабочих характеристик каждого функционального элемента (инженерных средств) систем обеспыливания сушильных барабанов кирпичных заводов, обеспечивающих максимальную санитарно-гигиеническую эффективность.

Проблему снижения концентрации пыли в воздухе рабочих зон сушильных барабанов кирпичных заводов можно решить, используя физико-энергетическую научную концепцию для выбора технологии обеспыливания воздуха с максимальным значением эффективности, при этом энергетически экономичной в рассматриваемых производственных условиях, а также подбора для этой технологии соответствующих инженерных средств [4, 5].

Следует отметить, что вопросы взаимосвязи аэро–гидродинамических параметров зоны обеспыливания и физико-химических параметров пылевого аэрозоля при удалении частиц пыли из внутреннего объема сушильного

барабана и из нагретого газоздушного потока для условий эксплуатации сушильных барабанов кирпичных заводов остаются недостаточно изученными. Причем имеющиеся теоретические представления о физических механизмах протекания процесса обеспыливания для рассматриваемых производственных условий до сих пор слабо увязаны с практикой его применения, что является одной из причин затрудненного прогноза эффективности протекания процесса обеспыливания воздуха.

Для разработки экологически эффективной и энергетически экономичной инженерно-экологической системы, т.е. системы снижения загрязнения воздушной среды (ССЗВС) прежде всего следует исследовать свойства пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%. Рассмотрение загрязняющего вещества как дисперсной системы, т.е. исследование совокупности групп параметров свойства дисперсной фазы и дисперсионной среды этого вещества, позволяет дать наиболее полную характеристику его свойств и поведения. В нашем случае дисперсной фазой являются частицы пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%, а дисперсионной средой – воздух рабочей зоны производственного помещения.

Известно [6-9], что параметры свойств ЗВ (аэрозоля) можно разбить на 3 группы. С нашей точки зрения наибольшее значение для выбора системы очистки воздуха имеет исследование свойств дисперсной фазы пыли неорганической, выделяющейся при работе сушильного барабана.

Исследовав характеристики пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%, образующейся и выделяющейся при эксплуатации сушильных барабанов кирпичных заводов, нами определены значения и распределены по группам параметры свойств ее дисперсной фазы:

1. Группа геометрических параметров, к которой относятся:
 - дисперсность пылевых частиц, характеризующая дисперсным составом пыли, который представлен в таблице 1;
-

Таблица №1

Дисперсный состав пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%

Дисперсный состав, мкм	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63
Проход, %	95	92	89	80	69	50	26	10

- средний медианный диаметр частиц δ_{50} , который установлен в результате проведенного авторами седиментационного анализа исследуемой пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70% и составляет 50 мкм.

2. Группа физико-химических параметров, к которой отнесены:

- плотность материала частиц пыли ρ_m , которая в результате проведенных исследований установлена равной 2960 кг/м^3 ;

- насыпная плотность в неуплотненном состоянии ρ_{ny} , которая в результате проведенных исследований установлена равной 980 кг/м^3 ;

- разрывная прочность материала частиц пыли, характеризуемая давлением P , значение которого в результате проведенных исследований установлено равным 116 Па.

3. Группа гидродинамических параметров, к которым отнесены:

- равновесная влажность пыли φ_n при относительной влажности воздуха $\varphi_e=60\%$, которая в результате проведенных исследований установлена равной $0,2\%$;

- смачиваемость пыли, которая установлена в результате проведенного авторами анализа методом пленочной флотации исследуемой пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70% и составляет 83%.

4. Группа электромагнитных параметров, к которым отнесено удельное электрическое сопротивление ($УЭС$) пыли при температуре 200°C и которое в результате проведенных исследований установлено равным $1,9 \cdot 10^6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

5. Группа аэродинамических параметров, к которой отнесена форма частиц исследуемой пыли. В результате проведенных исследований методом микроскопирования авторами установлено, что частицы данного вида пыли характеризуются неправильной формой с острыми гранями, в основном, иглообразные и пластичные.

Рассмотренные группы параметров свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды рассматриваемого вида пыли в совокупности определяют ее суммарную энергию активации $W_s(A)$ (свободную поверхностную энергию), характеризующую приобретение, перераспределение и расход энергии этой пылью как дисперсной системой на протяжении ее жизненного цикла от момента образования до разрушения при очистке воздуха в условиях эксплуатации сушильных барабанов кирпичных заводов.

По нашему мнению, существующие методики выбора инженерных средств улавливания загрязняющих веществ и очистки воздуха от них применительно к условиям эксплуатации сушильных печей кирпичных заводов не учитывают энергетические характеристики образующейся и выделяющейся пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%. В свою очередь, эти энергетические характеристики определяют степень активности рассматриваемого пылевого аэрозоля при значительном тепловыделении от сушильных печей с учетом проявления коагуляции, адгезионного взаимодействия, электростатической заряженности и других явлений. Таким образом, определяется устойчивость рассматриваемого вида загрязняющего вещества (пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70%). Причем эта устойчивость будет тем выше, чем дольше будет сохранять свои исходные свойства рассматриваемая пыль и чем в большей степени эта пыль будет сопротивляться внешним воздействиям [10, 11]. В качестве таких воздействий в нашем случае необходимо рассматривать процессы

улавливания пыли в рабочей зоне сушильных барабанов и очистки воздуха от нее.

В результате можно заключить, что выбор инженерных средств улавливания пыли и очистки воздуха от пыли для условий эксплуатации сушильных барабанов, а также оптимизация рабочих режимов этих средств должен базироваться на анализе и оценке свойств рассматриваемого вида пыли, с последующей оценкой ее энергетических характеристик, устойчивости, а также определением перспективных технологий реализации процесса обеспыливания воздуха рабочих зон операторов сушильных барабанов кирпичных заводов, что является основными задачами наших дальнейших исследований.

Литература

1. Зубкова П.С. Загрязнение атмосферного воздуха крупных городов. – Изд-во: LAP Lambert Academic Publishin, 2012. 132 с.

2. Беспалов В.И., Иванова А.С. Воздействие пылевого фактора на состояние атмосферы застроенных территорий // Международная научно-практическая конференция «Новая наука: современное состояние и пути развития». Стерлитамак: АМИ, 2017. Ч. 2. С.121-124.

3. Ильченко И.А. Исследование первичного и вторичного загрязнении воздуха промышленных городов и путей его снижения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2009. №6.С. 79-83.

4. Беспалов В.И. Физико-энергетическая концепция описания процессов и системный подход к выбору высокоэффективных и экономичных инженерных комплексов защиты воздушной среды от выбросов загрязняющих веществ // Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Естественные науки. 1995. №9. С. 37-47.

5. Страхова Н.А., Горлова Н.А. Концепция энергоресурсосберегающей деятельности в промышленности // Инженерный вестник Дона, 2011, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/359.

6. Лысова Е.П., Парамонова О.Н. Анализ параметров, характеризующих поведение загрязняющих аэрозолей в воздушной среде // Международная научно-практическая конференция «Теоретико-методологические и прикладные аспекты науки». Уфа: Аэтерна, 2014. С. 34-36.

7. Lysova E., Paramonova O., Samarskaya N. Application of physical and energetic approach to estimation and selection of atmospheric protection, International Science Conference SPbWOSCE-2017 “Business Technologies for Sustainable Urban Development” 2018, No170 URL: matec-conferences.org/articles/matecconf/ref/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013/matecconf_spbwosce2018_04013.html

8. Bespalov V.I., Ganicheva L.Z., Yudina N.V. и др. Methods of assessing properties and behavioral characteristics of toxic components of exhaust gases from stationary and mobile sources of air pollution in major cities // Biosciences biotechnology research Asia. 2014. Vol. 11, pp. 27-35. URL: biotech-asia.org/download/Vadim-Igorevich-Bespalov-Lubov-Zakharovna-Ganicheva-Natalia-Vladimirovna-Yudina-Oksana-Nickolaevna-Paramonova-Tatiana-Leonidovna-Pirozhnikova-and-Irina-Nickolaevna-Gevorkyants/BBRAV11ISENOVP27-35.pdf.

9. Беспалов В.И., Гурова О.С., Самарская Н.С. и др. Применение теории дисперсных систем для описания особенностей поведения токсичных компонентов отходящих и выхлопных газов стационарных и передвижных источников урбанизированных территорий // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319.

10. Беспалов В.И., Иванова А.С. Разработка и исследование схемы трансформации дисперсных систем при реализации процесса снижения



загрязнения воздушной среды // Международная научно-практическая конференция «Научные основы современного прогресса». Казань: МЦИИ «ОМЕГА САЙНС», 2017. Ч. 2. С. 36-39.

11. Батаев Д.К.С., Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Анализ свойств пылевого аэрозоля, образующегося и выделяющегося при транспортировке инертных материалов // Научное обозрение, 2016. № 6. С. 39-43.

References

1. Ivanov I.I. Upravlenie marketingovymi issledovaniyami v regione [Management of marketing research in regions]. Novocheerkassk: NGTU, 2004. 256 p.

2. Bespalov V.I., Ivanova A.S. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Novaya nauka: sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya” (Int. Scientific and Practical Conf. “New Science: Current State and Development Pathways”). Sterlitamak, 2017. No 2. pp.121-124

3. Ilchenko I.A. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvennye nauki. 2009. №6. pp. 79-83.

4. Bespalov V.I. Izvestija Severo-Kavkazskogo nauchnogo centra vysshej shkoly. Estestvennye nauki. 1995. №9. pp. 37-47.

5. Strahova N.A., Gorlova N.Ju. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011, № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/359.

6. Lysova E.P., Paramonova O.N. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Teoretiko-metodologicheskie i prikladnye aspekty nauki” (Int. Scientific and Practical Conf. “Theoretical, methodological and applied aspects of science”). Ufa, 2014. pp. 34-36.

7. Lysova E., Paramonova O., Samarskaya N. International Science Conference SPbWOSCE-2017 “Business Technologies for Sustainable Urban Development” 2018, № 170. URL: [© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2018](http://mtec-</p></div><div data-bbox=)



conferences.org/articles/matecconf/ref/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013/matecconf_spbwosce2018_04013.html

8. Bepalov V.I., Ganicheva L.Z., Yudina N.V i drugie. Biosciences biotechnology research Asia. 2014. Vol. 11, pp. 27-35. URL: biotech-asia.org/dnload/Vadim-Igorevich-Bepalov-Lubov-Zakharovna-Ganicheva-Natalia-Vladimirovna-Yudina-Oksana-Nickolaevna-Paramonova-Tatiana-Leonidovna-Pirozhnikova-and-Irina-Nickolaevna-Gevorkyants/BBRAV11ISENOVP27-35.pdf.

9. Bepalov V.I., Gurova O.S., Samarskaya N.S. i drugie. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319.

10. Bepalov V.I., Ivanova A.S. “Novaya nauka: opyt, tradicii, innovacii” (Int. Scientific and Practical Conf. “New science: experience, traditions, innovations). Sterlitamak, 2017. № 1. pp. 71-75.

11. Bataev D.K.S., Bepalov V.I., Paramonova O.N. Nauchnoe obozrenie, 2016. №6. pp.39-43.