

Исследование процесса снижения загрязнения воздуха рабочей зоны оператора сушильного барабана кирпичных заводов

В.И. Беспалов, Г.Г. Турк

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Авторами работы проведен анализ последовательных этапов процесса снижения загрязнения воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха, построена физическая модель процесса снижения загрязнения воздуха и подобраны предпочтительные по эффективности варианты технологий пылеподавления применительно к условиям эксплуатации сушильного барабана кирпичного завода.

Ключевые слова: пыль неорганическая, дисперсная система, предприятие строительной индустрии, охрана труда, экологическая безопасность, производство кирпича, сушильный барабан, физическая модель процесса снижения пылевого загрязнения воздуха, технологии организации процесса снижения загрязнения воздуха.

Проведенный авторами анализ возможных путей решения проблемы обеспыливания воздуха [1-3] показал, что для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов в воздушной среде снизить концентрацию пыли можно на основе реализации двух основных направлений [4-6]:

1. Путем снижения пылеобразующей способности глины и инертных добавок в качестве исходного сырья, либо сушильного барабана в качестве технологического оборудования, что предусматривает разработку как принципиально нового производственно-технологического оборудования для сушки, так и совершенствование существующего, при такой организации технологического процесса сушки, которая бы исключала образование пыли неорганической с содержанием SiO_2 20-70% и ее выделение в воздушную среду.

2. Путем снижения загрязнения воздушной среды на основе реализации на действующем или проектируемом сушильном барабане в качестве производственно-технологического оборудования дополнительных специальных организационных мероприятий в сочетании с инженерно-техническими системами, которые бы в значительной степени ограничивали

распространение пылевого аэрозоля как дисперсной системы с последующим его разрушением.

При этом эффективная реализация первого направления на основе снижения пылеобразующей способности глины и инертных добавок в качестве исходного сырья, либо сушильного барабана в качестве технологического оборудования, обусловлена необходимостью внесения изменений в технологический процесс сушки глины и инертных материалов. Необходимость изменения их основных физико-химических свойств может быть связана с нарушением технологического регламента.

Именно поэтому в настоящее время широкое применение нашло второе направление обеспечения нормативных значений концентрации пыли в воздушной среде на основе применения инженерных систем пылеподавления. Такие системы могут быть эффективно использованы в случае последовательной рациональной организации связывания частиц пыли между собой, предотвращения их распространения (локализации) и удаления непосредственно из зоны образования, а также очистки воздуха (отходящих газов) от пыли с последующим выводом его в воздушный бассейн [7, 8]. В конечном счете, реализация второго направления будет считаться эффективно завершенной, если обеспечится разделение дисперсной фазы и дисперсионной среды пылевого аэрозоля с окончательным его разрушением.

В целом процесс снижения загрязнения воздуха для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов в общем виде математически может быть описан следующим образом:

$$P_{сз} = 1 - (1 - P_{сзто}) \cdot (1 - P_{сзвс}), \quad (1)$$

где: $P_{сз}$ - вероятность реализации процесса снижения пылевого загрязнения воздуха; $P_{сзто}$ - вероятность реализации процесса снижения пылеобразующей способности глины и инертных добавок в качестве исходного сырья, либо сушильного барабана в качестве производственного пылеобразующего оборудования (первый цикл); $P_{сзвс}$ - вероятность реализации процесса снижения загрязнения воздушной среды (второй цикл).

Разработанная нами ранее [9] структурная схема физической модели процесса пылевого загрязнения воздушной среды для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов использована в качестве основы для построения структурной схемы физической модели осуществления процесса снижения загрязнения воздушной среды (рисунок 1) для исследуемых производственно-технологических условий. Построение структурной схемы процесса снижения загрязнения воздушной среды для сушильного барабана позволило раскрыть взаимосвязь совокупности последовательно и целенаправленно реализуемых этапов второго цикла обеспыливания воздушной среды.

Таким образом, согласно используемой нами в качестве теоретической основы физико-энергетической концепции [10-12] процесс снижения пылевого загрязнения для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов рассматривается состоящим из двух основных циклов как взаимосвязанная последовательность целенаправленных воздействий заранее подготовленными «дополнительными» дисперсными системами на загрязняющее вещество (пыль неорганическую с содержанием SiO_2 20-70%) поэтапно переходящее из состояния «исходной» дисперсной системы в «промежуточные» [13, 14]. При этом основной целью соответствующего этапа процесса снижения пылевого загрязнения в рассматриваемых производственных условиях является снижение содержания частиц дисперсной фазы в загрязняющем веществе, представленном пылью

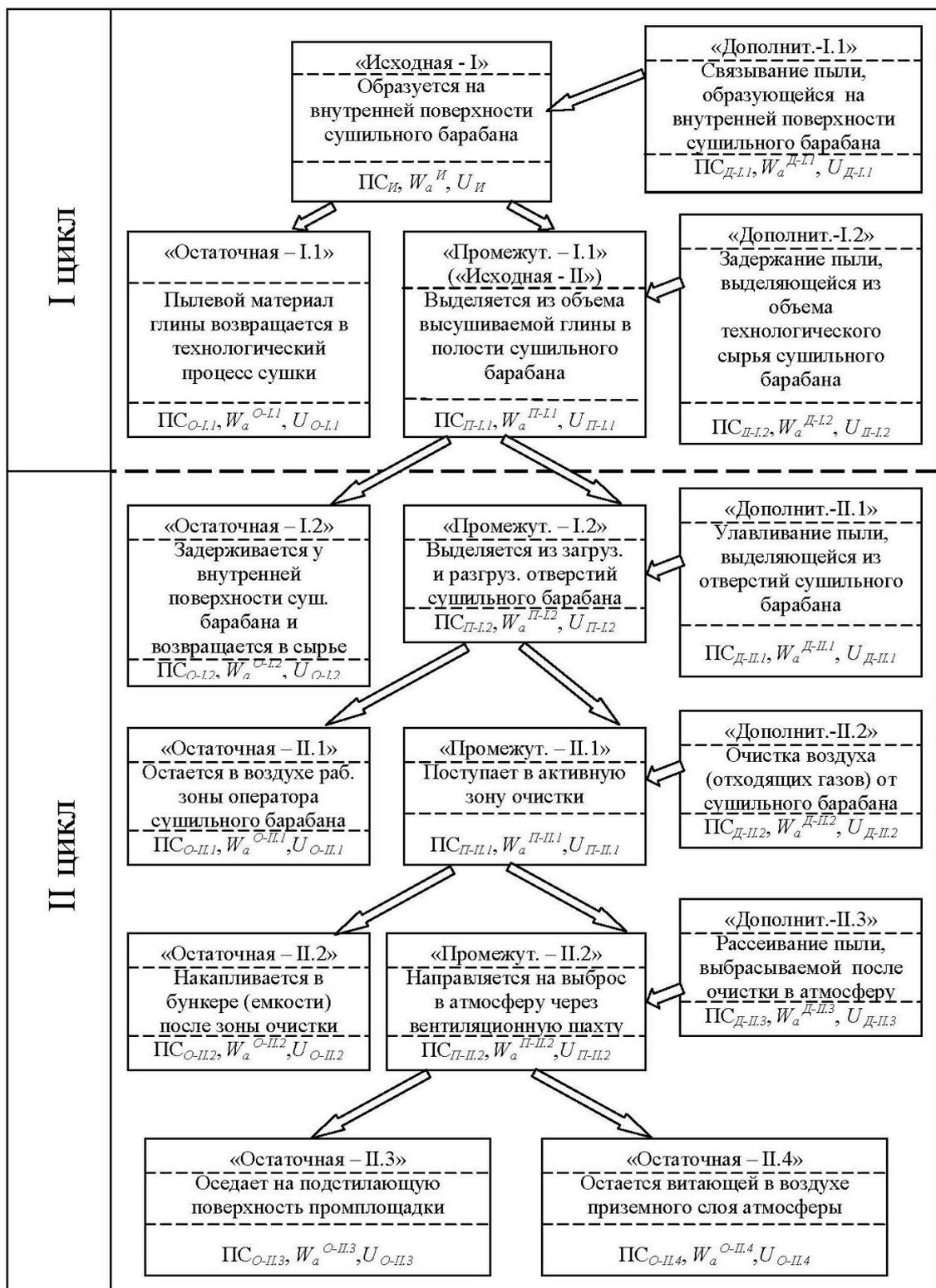


Рисунок 1. Структурная схема физической модели осуществления процесса снижения пылевого загрязнения воздуха для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов

неорганической с содержанием SiO_2 20-70% и последовательно рассматриваемой в качестве «исходной», «промежуточных» и «остаточной П-4» дисперсных системах (рисунок 1).

Анализ представленной структурной схемы физической модели (рисунок 1) позволяет заключить, что для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов в процессе воздействия на загрязняющее пылевое вещество, рассматриваемое в качестве «исходной» дисперсной системы, приготовленными по соответствующим параметрам внешними «дополнительными» дисперсными системами обеспечивается такое изменение параметров свойств ($ПС$), энергетических параметров (W_a) и устойчивости (U) загрязняющего вещества, которое, в конечном счете, приводит к его разрушению как дисперсной системы.

Графическая интерпретация такого преобразования дисперсных систем, выражающегося в последовательном изменении их агрегативной устойчивости при осуществлении процесса снижения пылевого загрязнения воздуха, представлена на рисунке 2. На основе представленной структурной схемы физической модели (рисунок 1) и схемы преобразования дисперсных систем (рисунок 2) в процессе снижения пылевого загрязнения воздуха для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов нами выполнена предварительная оценка целесообразности и возможности реализации каждого из рассмотренных циклов и соответствующих им этапов процесса снижения пылевого загрязнения воздуха применительно к производственно-технологическим условиям эксплуатации сушильного барабана на кирпичных заводах. Анализ возможности применения соответствующих этапов первого цикла (связывания пыли и задержания пыли) позволил установить следующее.

Связывание пыли, рассматриваемое в качестве первого этапа реализации первого цикла процесса снижения пылевого загрязнения воздуха,

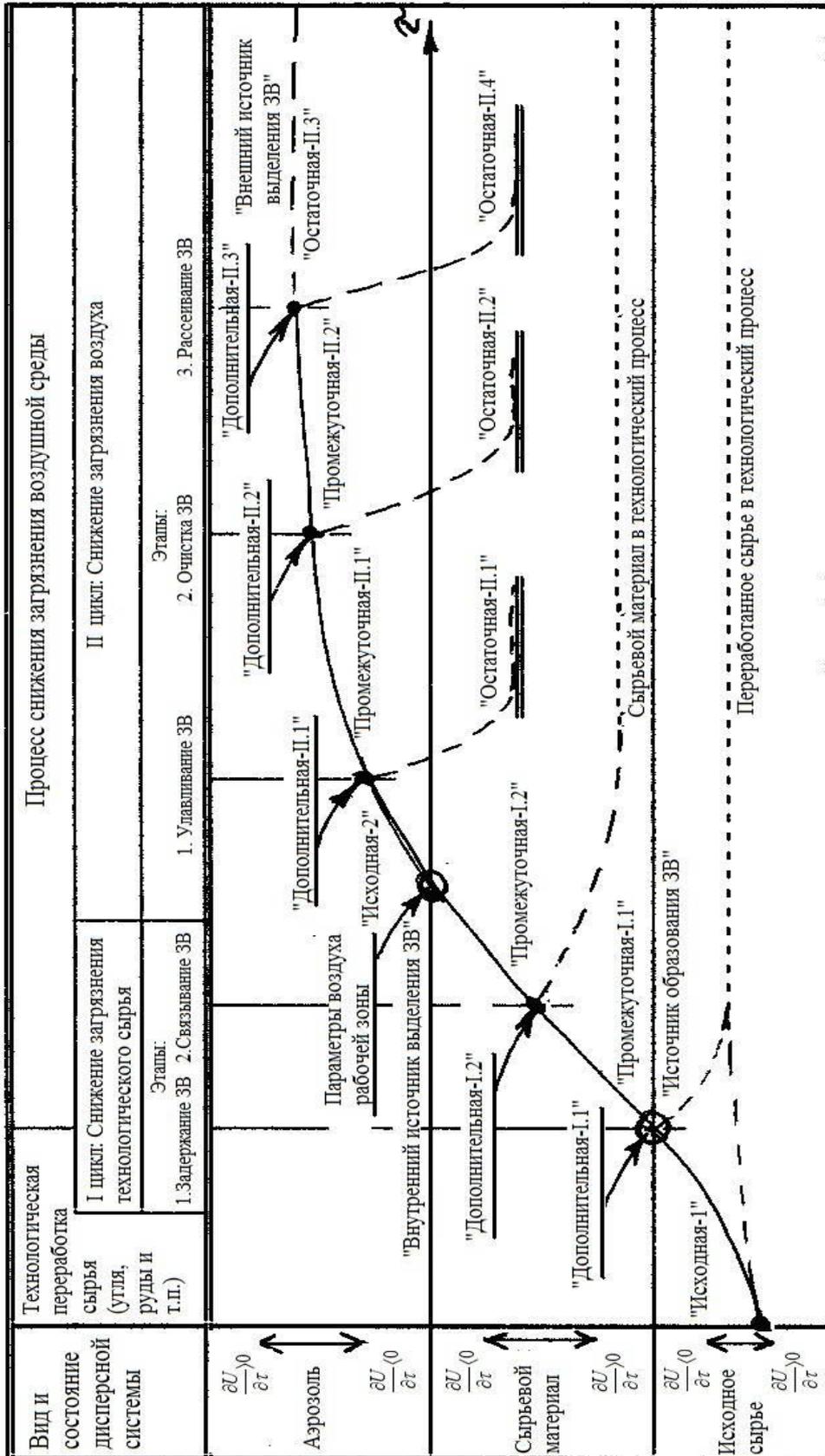


Рисунок 2. Преобразование дисперсных систем в процессе снижения пылевого загрязнения воздуха для условий эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов

как правило, организуют на основе применения связующего компонента, в качестве которого чаще всего на практике используют различные виды смачивающе-связывающих жидкостей, обладающих повышенными адгезионными свойствами. Использование таких жидкостей в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов не представляется возможным ввиду достаточно высоких значений температуры в полости барабана. В этих случаях может наблюдаться интенсивное испарение применяемых для связывания пыли жидкостей. Кроме того, возникают большие сложности, связанные с подачей этих жидкостей во вращающийся сушильный барабан. Кроме перечисленного, это может привести к переувлажнению обрабатываемой глины и инертных материалов (технологического сырья), а также к нарушению температурного режима во внутреннем объеме барабана, что недопустимо по эксплуатационно-технологическим требованиям. В результате можно сделать вывод о том, что организация этапа связывания в рассматриваемых производственно-технологических условиях не представляется возможной.

Задержание пыли, рассматриваемое в качестве второго этапа реализации первого цикла процесса снижения пылевого загрязнения воздуха, как правило, организуют на основе применения различного рода экранов, кожухов, укрытий, ограничивающих выход образующейся пыли из объема обрабатываемого технологического сырья. Анализируя условия эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов, можно заключить, что специальная дополнительная реализация задержания пыли, образующейся и выделяющейся в полости сушильного барабана кирпичных заводов, не имеет смысла, так как в качестве экранирующей задерживающей пыль оболочки выступает цилиндрический корпус самого сушильного барабана. Однако необходимо отметить, что остаются открытыми погрузочное и разгрузочное отверстия сушильного барабана, которые

позволяют частицам пыли, не задержанным внутри цилиндрического корпуса, выделяться в воздух рабочей зоны сушильного барабана, а следовательно, в воздушную среду производственного помещения.

В результате можно сделать вывод о том, что в рассматриваемых производственно-технологических условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов реализация первого цикла процесса снижения пылевого загрязнения воздуха нецелесообразна.

Анализ возможности организации в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов второго цикла процесса снижения пылевого загрязнения воздуха, включающего в качестве этапов улавливание пыли, очистку воздуха (отходящих газов) от пыли и рассеивание пыли в приземном слое атмосферы, позволил установить следующее.

Отбор методов реализации первого этапа второго цикла позволил выделить аэродинамический метод, который практически не мешает организации основного технологического процесса, и вполне может быть использован в рассматриваемых производственно-технологических условиях в отличие от гидродинамического теплофизического и электромагнитного методов.

Проведенные нами анализ, оценка и отбор методов очистки воздуха (отходящих газов) от пыли (второго этапа второго цикла) применительно к условиям эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов позволили заключить следующее.

Аэродинамический метод очистки воздуха (отходящих газов) от пыли в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов, основанный на организации в изолированном от окружающей среды объеме линейных пылегазовоздушных потоков не влияет на изменение основных физико-химических свойств выделяемых из потока пылевых частиц,

обеспечивая возможность их вторичного использования в технологическом процессе сушки.

Аэродинамический метод очистки воздуха (отходящих газов) от пыли в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов, основанный на организации в изолированном от окружающей среды объеме вихревых пылегазовоздушных потоков, также не влияет на изменение основных физико-химических свойств, выделяемых из потока пылевых частиц, обеспечивая возможность их вторичного использования в технологическом процессе сушки.

Механический метод очистки воздуха (отходящих газов) от пыли в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичных заводов, основанный на задержании пылевых частиц в объеме фильтрующего элемента, не влияет на изменение основных физико-химических свойств выделяемых из потока пылевых частиц, обеспечивая возможность их вторичного использования в технологическом процессе сушки. Также возможность применения обусловлена тем, что после реализации процесса улавливания температура отходящих газов находится в диапазоне 80-85 С.

Анализируя технологические и параметрические особенности гидродинамического метода очистки воздуха (отходящих газов) от пыли низконапорным орошением, высоконапорным орошением, пневмогидроорошением и пенным способом, нами сделан вывод о том, что они неприменимы для эффективного выделения пылевых частиц из пылегазовоздушного потока перед его выбросом в атмосферу в условиях эксплуатации сушильного барабана кирпичного завода. Это обусловлено повышенной температурой поступающих на очистку отходящих газов, что приведет к парообразованию. А это, в свою очередь, приведет к переувлажнению сырья и нарушению условий технологического процесса.

Таким образом, основой наших дальнейших исследований будет являться исследование следующей схемы последовательного принудительного перевода образующейся в сушильном барабане кирпичных заводов пыли, рассматриваемой нами в качестве дисперсной системы, последовательно из дисперсного состояния «загрязняющий аэрозоль» в дисперсное состояние «пылеобразующий материал», а затем – в состояние «технологическое сырье»:

- улавливание пыли аэродинамическим методом:
 - вариант 1 – линейными всасывающими потоками;
 - вариант 2 – линейными сдуво-всасывающими потоками;
- очистка воздуха (отходящих газов) аэродинамическим методом:
 - вариант 1 – линейными газоздушными потоками;
 - вариант 2 – вихревыми газоздушными потоками;
 - вариант 3 – механическая очистка твердым телом (материалом).

В случае, если в результате расчетов станет очевидным, что лучший вариант реализации процесса очистки воздуха (отходящих газов) не обеспечит требуемой эффективности, необходимо оценить дополнительно (в качестве второй степени очистки) другие варианты технологий осуществления процесса очистки воздуха (отходящих газов) от пыли.

Литература

1. Грачев Ю.Г., Перевозчикова А.В. Теоретические основы обеспыливания воздушной среды производственных помещений, орошаемых диспергированной водой // Физико-математические методы в исследовании свойств строительных материалов и в их производстве. – М.: МИСИ, 1982. – С. 50-56.

2. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха.- Изд. 2-е перераб. И доп. - М.: . Стройиздат, 1981.- 296 с.
 3. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И. и др. Очистка промышленных газов от пыли.- М.: Химия, 1981.- 392с.
 4. Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности/ Под ред. А.С.Кузьмича.-М.: Недра, 1982.- 240 с.
 5. Коптев Д.В. Обеспыливание на электродных и электроугольных заводах. - М.: Металлургия, 1980. - 128 с.
 6. Bespalov V., Turk G., Gurova O. // Physical features of reducing air pollution for the operating conditions of the drying drum of brick factories - E3S Web Conf. Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019). Volume 135, 2019. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/201913501034
 7. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Энергосбережение в аспирации. М. – Ижевск: РХД, 2013. – 504 с.
 8. Аверкова, О. А. Моделирование процессов обеспыливания технологического оборудования. – Saarbrücken, Germany. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG. – 2012. – 372 с. – ISBN: 978-3-659-16388-3
 9. Турк Г.Г., Беспалов В.И. Исследование процесса загрязнения воздуха рабочей зоны оператора сушильного барабана кирпичного завода // Инженерный вестник Дона, 2019, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5698
 10. Беспалов В.И., Протопопова Д.А. Анализ методических подходов к выбору обеспыливающего оборудования при эксплуатации агрегата питания асфальтобетонного завода. // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/622
 11. Татаров Л.Г. Физическая модель загрязнения помещения пылью // Международный научный журнал. 2011. № 3. С. 63-66.
-

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

13. 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.

14. Bєspalov V.I., Gurova O.S., Paramonova O.N., Lysova E.P. Development and choice of an evidence-based technique of the most ecologically effective and energetically economic technologies of cleaning of toxic components of the departing and exhaust gases of objects of an urban environment assessment. Журнал «Biosciences, Biotechnology Research Asia», vol.12 (2). August 2015. pp 1459-1470.

References

1. Grachev YU.G., Perevozchikova A.V. Fiziko-matematicheskie metody v issledovanii svojstv stroitel'nyh materialov i v ih proizvodstve. M.: MISI, 1982. pp. 50-56.

2. Pirumov A.I. Obespylivanie vozduha [Air dedusting]. Izd.2-e pererab. I dop. M.: Strojizdat, 1981. 296 p.

3. Uzhov V.N., Val'dberg A.YU., Myagkov B.I. i dr. Ochistka promyshlennyh gazov ot pyli [Cleaning industrial gases from dust]. M.: Himiya, 1981. 392 p.

4. Spravochnik po bor'be s pyl'yu v gornodobyvayushchej promyshlennosti [Handbook of dust control in the mining industry]/ Pod red. A.S.Kuz'micha. M.: Nedra, 1982. 240 p.

5. Koptev D.V. Obespylivanie na elektrodnyh i elektrougol'nyh zavodah [Dedusting at electrode and electric coal plants]. M.: Metallurgiya, 1980. 128 p.



6. Physical features of reducing air pollution for the operating conditions of the drying drum of brick factories [E3S Web Conf. Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019). Volume 135, 2019] URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501034>
7. Logachev I.N., Logachev K.I., Averkova O.A. Energoberezhenie v aspiracii [Energy saving in aspiration]. M.: Izhevsk: RHD, 2013. 504 p.
8. Averkova O. A. Modelirovanie processov obespylivaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG. 2012. 372 p.
9. Turk G.G., Bupalov V.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5698
10. Bupalov V.I., Protopopova D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/622
11. Tatarov L.G. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. 2011. № 3. С. 63-66.
12. Strahova N.A., Gorlova N.YU. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, No 1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/359.
13. Lysova E.P., Paramonova O.N. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Teoretiko-metodologicheskie i prikladnye aspekty nauki». Ufa: Aeterna, 2014. pp. 34-36.
14. Bupalov V.I., Gurova O.S., Paramonova O.N., Lysova E.P. Zhurnal «Biosciences, Biotechnology Research Asia», vol.12 (2). August 2015. pp 1459-1470.