

Применение нового научного подхода к оценке свойств зерновой пыли

В.И. Беспалов, Е.П. Лысова, А.С. Иванова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация: Проблема загрязнения атмосферного воздуха зерновой пылью является актуальной как для сельской местности, так и для городских территорий. Авторы работы предлагают осуществлять выбор системы очистки воздуха от зерновой пыли, обладающей максимальной экологической эффективностью и энергетической экономичностью, на основе изучения свойств этого загрязняющего вещества. Исследование параметров свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды зерновой пыли, а также энергетических параметров позволит влиять на устойчивость аэрозоля, т.е. его способность сопротивляться внешним воздействиям. Изменение устойчивости аэрозоля зерновой пыли и, в конечном итоге, его разрушение за счет разделения дисперсной фазы и дисперсионной среды, и является целью разработки системы очистки воздуха.

Ключевые слова: зерновая пыль, дисперсная система, параметры свойств загрязняющего вещества, энергетические параметры, устойчивость загрязняющего вещества.

В современных условиях развития городских территорий остро стоит проблема загрязнения воздушного бассейна, который подвержен максимальной антропогенной нагрузке и является наиболее динамичным из всех компонентов окружающей среды. Существенными стационарными источниками загрязнения воздуха пылью, наряду с промышленными предприятиями и предприятиями стройиндустрии, являются предприятия по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции – элеваторы, зернохранилища, мукомольные, комбикормовые заводы, хлебозаводы [1, 2].

Предприятия по переработке и хранению зерна являются неотъемлемым объектом системы городского хозяйства и располагают у мест потребления продукции, т.е. на территории городской застройки и не могут быть вынесены за ее пределы, что связано с минимизацией затрат, в первую очередь транспортных.

При транспортировке зерна на предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, а также при последующей очистке зерен от примесей и сухой очистке их поверхности происходит образование и поступление органической (зерновой пыли) в атмосферный воздух. При

измельчении и сортировке зерна и промежуточных продуктов также образуется органическая пыль, представляющая собой ценную высокобелковую фракцию муки, потеря которой крайне нежелательна [3].

Зерновая пыль состоит из твердых частиц и минеральных примесей и, попадая в организм человека, может привести к поражению верхних дыхательных путей, развитию бронхита, пневмокониоза и т.п. При контакте с зерновой пылью могут возникнуть поражения кожи (так называемая зерновая чесотка).

Кроме того, зерновая пыль обладает свойством легко воспламеняться и образовывать при соединении с кислородом в определенной концентрации взрывоопасную пылевоздушную смесь. При этом взрыв зерновой пыли редко бывает один; происходит, как правило, несколько чередующихся друг за другом взрывов.

Поступление зерновой пыли в атмосферный воздух городских территорий изменяет его прозрачность, снижает приток солнечного тепла.

Следовательно, проблема предотвращения выброса органической (зерновой) пыли в атмосферу и загрязнения прилегающей территории является актуальной для городской среды.

Для обеспечения экологической безопасности в городской среде в данном случае необходима разработка экологически эффективной и энергетически экономичной инженерно-экологической системы, т.е. системы снижения загрязнения воздушной среды (ССЗВС), выбор способов и средств очистки в которой должен быть основан прежде всего на исследовании свойств зерновой пыли.

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 зерновой пыли, а дисперсионной средой – воздух рабочей зоны производственного помещения.

Известно [5-8], что параметры свойств загрязняющего вещества (аэрозоля) можно разбить на 3 группы (рис. 1).

С нашей точки зрения наибольшее значение для выбора системы очистки воздуха имеет исследование свойств дисперсной фазы зерновой пыли.

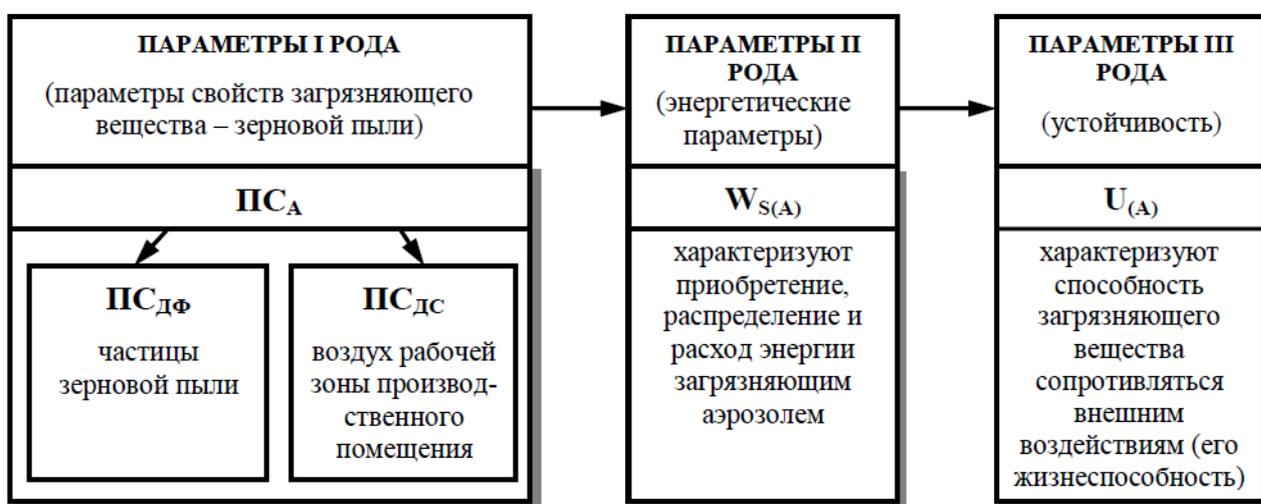


Рис. 1 – Параметры, определяющие поведение зерновой пыли с позиции теории дисперсных систем

Проанализировав характеристики зерновой пыли, нами сформированы группы параметров свойств ее дисперсной фазы $PS_{дφ}$:

1) группа геометрических параметров ($ГП_{дφ}$):

– дисперсный состав зерновой пыли (таблица № 1), характеризуемый показателями $d_m = 5$ мкм и $lg \sigma_c = 0,283$.

– статический угол естественного откоса 65° ;

– динамический угол естественного откоса 48° ;

2) группа физико-химических параметров ($ФХП_{дφ}$):

– плотность материала частицы пыли 1530 кг/м³;

- насыпная плотность пыли в неуплотненном состоянии 380 кг/м³;

Таблица №1

Дисперсный состав зерновой пыли

| Средний диаметр фракции d, мкм | Масса частиц больше d, % | Масса частиц меньше d, % | Скорость оседания частиц, м/с |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 2,5 | 98,0 | 2,0 | 0,029 |
| 4,0 | 95,0 | 5,0 | 0,073 |
| 6,3 | 91,5 | 8,5 | 0,182 |
| 10,0 | 83,0 | 17,0 | 0,458 |
| 16,0 | 70,0 | 30,0 | 1,2 |
| 25,0 | 55,0 | 45,0 | 2,9 |
| 40,0 | 36,0 | 64,0 | 7,3 |

- насыпная плотность пыли при максимальном уплотнении 570 кг/м³;
- разрывная прочность (слипаемость) пылевого слоя 300-600 Па (группа слипаемости III, пыль среднеслипающаяся).

3) группа гидродинамических параметров (*ГП_{ДФ}*):

- смачиваемость более 80% (хорошо смачиваемая пыль)
- равновесная влажность пыли (таблица № 2)

Таблица №2

Равновесная влажность пыли φ_n , % при различной относительной влажности воздуха φ_v , %

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| φ_n , % | 1,2 | 2,8 | 5,6 | 8,7 | 14,7 | 28,0 |
| φ_v , % | 10,0 | 20,0 | 40,0 | 60,0 | 80,0 | 95,0 |

4) группа теплофизических параметров (*ТФП_{ДФ}*)

- максимальное давление взрыва 0,735 МПа;
- минимальная энергия зажигания 50 МДж;
- верхний предел взрывоопасной концентрации 1000 г/м³.
- нижний предел взрывоопасной концентрации 40 г/м³ (для частиц зерновой пыли размером меньше 60 мкм).

Очевидно, что группа теплофизических параметров должна быть

обязательно учтена при разработке и проектировании ССЗВС, т.к. зерновая пыль – легкогорючий материал и во взвешенном состоянии взрывоопасна. Причем, взрывоопасность пыли зависит от ее концентрации, размера и состава частиц, их влажности и температуры, а также влажности и температуры воздуха промплощадки.

Взаимосвязанный комплекс групп параметров свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды загрязняющего вещества определяет его энергетические параметры $W_{S(A)}$, характеризующие приобретение, распределение и расход энергии зерновой пыли.

В свою очередь, энергетические параметры аэрозоля, такие как энергия движения (кинетическая энергия), энергия адгезионного взаимодействия (энергия коагуляции), тепловая энергия, электромагнитная энергия и другие, формируют устойчивость (жизнеспособность) загрязняющего вещества – зерновой пыли. Дисперсная система является тем более (менее) устойчивой, чем медленнее (быстрее) изменяются ее параметры при внешних воздействиях.

Построенные нами ранее физическая модель процесса снижения загрязнения воздушной среды для участка транспортировки зерна [9] и схема трансформации дисперсных систем при реализации процесса снижения загрязнения воздушной среды [10] позволяют сделать вывод о том, что целью разработки системы снижения загрязнения воздушной среды является изменение устойчивости загрязняющего аэрозоля зерновой пыли и, в конечном итоге, его разрушения за счет разделения дисперсной фазы и дисперсионной среды. Исследование перспективных направлений реализации процесса снижения загрязнения воздушной среды и выбор оптимальной технологии станут темой нашего дальнейшего исследования.

Литература

1. Рахимов Ф.Х. Сельское хозяйство и его влияние на окружающую среду



// Теория и практика современной науки. 2016. № 11 (17). С. 658-661.

2. Солодовников Д.А., Солодовникова А.Ю. Сельское хозяйство как фактор воздействия на окружающую среду (на примере муниципального района) // Антропогенная трансформация природной среды. 2016. №2. С. 285-289.

3. 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.

4. Московский М.Н., Бойко А.А. Обоснование различных схем очистки зерноочистительного агрегата, при получении семенного материала в многоотраслевом сельхозпроизводстве // Инженерный вестник Дона, 2013, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1625

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Lysova E., Paramonova O., Samarskaya N. и др. Application of physical and energetic approach to estimation and selection of atmospheric protection systems for energetic devices // MATEC Web of Conferences, 2018. Vol. 170. URL: [/matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013.pdf](http://matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013.pdf).

9. Беспалов В.И., Иванова А.С. Разработка физической модели процесса снижения загрязнения воздушной среды для участка транспортировки зерна // Международная научно-практическая конференция «Новая наука: опыт, традиции, инновации». Стерлитамак: АМИ, 2017. Ч. 1. С. 71-75.

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.

References

1. Rahimov F.H. Teoriya i praktika sovremennoj nauki. 2016. № 11 (17). pp. 658-661.
2. Solodovnikov D.A., Solodovnikova A.Yu. Antropogennaya transformaciya prirodnoj sredy. 2016. № 2. pp. 285-289.
3. Bepalov 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. № 2. pp.121-124
4. Moskovskij M.N., Bojko A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1625.

5. 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.

6. Bupalov V.I., Ganicheva L.Z., Yudina N.V i drugie. 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/dnload/Vadim-Igorevich-Bupalov-Lubov-Zakharovna-Ganicheva-Natalia-Vladimirovna-Yudina-Oksana-Nickolaevna-Paramonova-Tatiana-Leonidovna-Pirozhnikova-and-Irina-Nickolaevna-Gevorkyants/BBRAV11ISENOVP27-35.pdf.

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

8. Lysova E., Paramonova O., Samarskaya N. и dr. MATEC Web of Conferences, 2018. Vol. 170. URL: [/matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013.pdf](http://matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/29/matecconf_spbwosce2018_04013.pdf).

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

10. Bupalov V.I., Ivanova A.S. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Nauchnye osnovy sovremennogo progressa” (Int. Scientific and Practical Conf. “Scientific foundations of modern progress). Kazan', 2017. № 2. pp. 36-39.