

Об исследовании аэродинамических характеристик пыли, выделяемой при фасовке химических веществ

А.А. Копейкина, И.В. Тertiшников, В.Н. Азаров, Н.В. Грачева

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: В статье приводятся исследование образования пыли на стадии фасовки и упаковки химического вещества. Описываются результаты проведения седиментометрического анализа пыли натриевой соли нафталин-2-сульфокислоты, как исходного сырья в химической промышленности, в органическом синтезе. В результате определяется фракционный состав пыли в зависимости от времени оседания.

Ключевые слова: мелкодисперсная частица, химическая пыль, седиментометрия, PM10, PM2.5, дисперсный состав, натриевая соль нафталин-2-сульфокислота

Как известно, наиболее жизнеопасным размером взвешенных частиц, способным при попадании в организм человека вызывать заболевания верхних дыхательных путей, раздражение слизистых оболочек и сердечно-сосудистые заболевания, считается размер менее 10 и 2,5 мкм (PM10, PM2.5) [1-3]. Дело в том, что микрочастицы такого диаметра в воздухе находятся во взвешенном состоянии и легко попадают в организм человека сквозь биологические барьеры, задачей которых является задержка перехода чужеродных соединений во внутренние органы и в кровь, что со временем может повлечь на себя появление легочных, сердечно-сосудистых заболеваний. Всего с PM2.5 связаны 3% смертей от заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной системы и 5% смертей от рака легких [4].

Наибольшее количество витающей пыли на промышленных предприятиях образуется при загрузке рассыпчатого сырья, фасовке, упаковке сыпучего продукта. В [5] описаны возможные ситуации, при которых пыль при фасовке сыпучих веществ может попадать в воздух рабочей зоны:

- просачивание пыли в воздух рабочей зоны при загрузке сыпучего продукта в упаковку;
- унос пыли при закрытии мешка с сыпучим продуктом;

- проникновение пыли от сопла фасовочного оборудования при убранном мешке;
- при укладке мешков.

Вышеуказанные случаи попадания пыли от сыпучего продукта из упаковки в воздух рабочей зоны обусловлены наличием избыточного давления внутри упаковки, вследствие чего запыленный воздух просачивается из упаковки.

Вследствие полидисперсности сыпучих веществ распределение в воздухе различно. Для определения характера распространения частиц в воздухе рабочей зоны применяется метод седиментометрического анализа, который основан на определении размера падающих частиц в зависимости от времени их оседания [6-8].

Для исследования была выбрана натриевая соль нафталин-2-сульфо кислоты, используемая в качестве исходного сырья в органическом синтезе, в химической промышленности и др.

Схемы экспериментальной установки представляет собой цилиндр, высотой 1200 мм. Подача исследуемой пыли (собранной с различных поверхностей фасовочного аппарата во время его работы) производится порциями вручную экспериментатором, что повторяет процесс засыпания продукта в фасовочный аппарат. Под действием гравитационных силы частицы пыли опускаются с различной скоростью на липкую ленту (скотч) [9, 10]. Движение липкой ленты производится другим экспериментатором через определенные промежутки времени (1 сек).

В результате проведения ряда опытов было определено оптимальное время проведения анализа, за которое видимые частица оседают на ленту (для исследуемого вещества время составило 8с для 1г загружаемой пыли и 11с для 2,5 г). Результаты проведенного исследования оформляются в соответствии с методикой (ГОСТ Р 56929-2016 Выбросы загрязняющих

веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха).

На рис.1 и 2 представлены результаты обработки полученных данных в виде интегральных кривых распределения частиц по диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке.

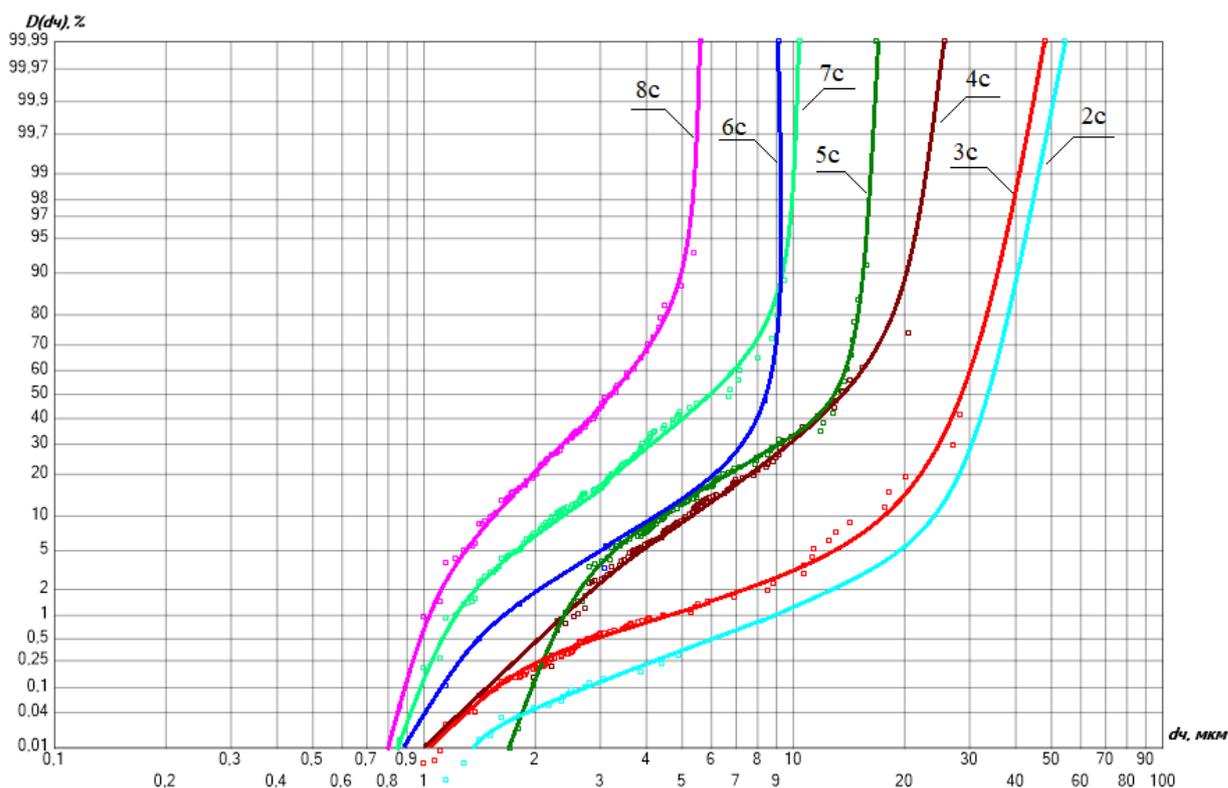


Рис. 1 – Интегральные кривые распределения массы частиц по диаметрам для натриевой соли нафталин-2-сульфо кислоты (загружается 1г вещества)

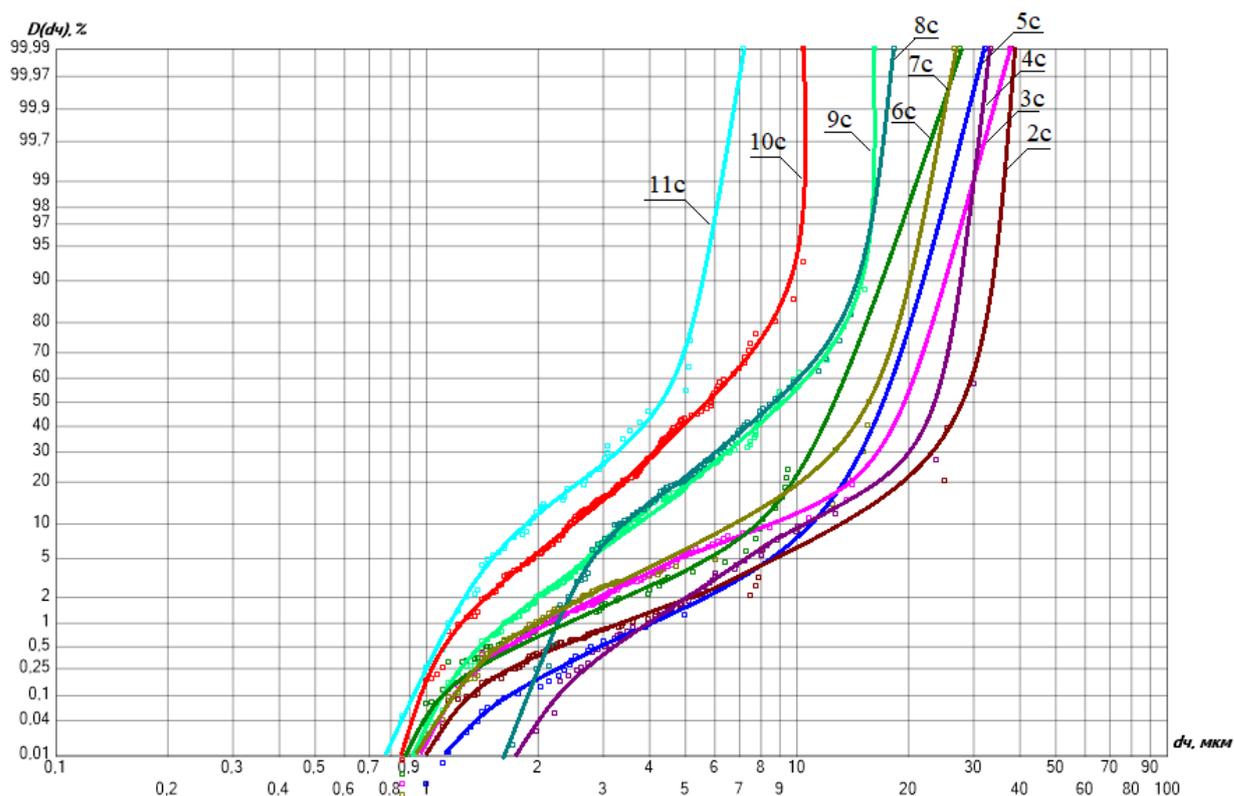


Рис. 2 – Интегральные кривые распределения массы частиц по диаметрам для натриевой соли нафталин-2-сульфо кислоты (загружается 2,5г веществ)

Анализируя полученные кривые определяется пофракционное распространение частиц по диаметрам в зависимости от времени оседания (таблица 1).

Таблица 1

Результирующая таблица распределения массы частиц по диаметрам

Время эксперимента, с	Пофракционное распределения, %					
	<2.5 мкм	2.5-5мкм	5-10мкм	10-20мкм	20-50мкм	>50мкм
1 г						
2	0,09	0,26	0,85	3,8	94,9	0,1
3	0,4	0,7	2,5	12,4	84	-
4	1,1	7,9	23	58	10	-
5	1,3	11,7	19	32	-	-
6	3,8	10,2	86	-	-	-
7	12	28	59,1	0,9	-	-
8	30	60	10	-	-	-

2,5 г						
2	0,6	0,9	4,5	15	79	-
3	1,5	3,5	8	42	45	-
4	0,3	1,7	8	20	70	-
5	0,6	1,1	5,3	73	20	-
6	1,1	3,1	17,8	76	2	-
7	1,9	4,1	14	70	10	-
8	2	19	39	40	-	-
9	4	16	39	41	-	-
10	10	31	54	5	-	-
11	18	52	30	-	-	-

Оценивая полученные результаты можно заметить очевидное уменьшение диаметра частиц ко времени окончания эксперимента. Несмотря на это можно увидеть, что после первых секунд эксперимента в образце присутствуют мелкодисперсные частицы. Это объясняется прилипанием мелких частиц к более крупным при оседании, что неизбежно в производственном процессе. Оценка результатов позволяет сделать вывод о целесообразности проводимых исследований и перспективе изучения дисперсного состава оседаемой пыли различных химических веществ.

Литература

1. Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in Eastern Europe, Caucasus and central Asia. World Health Organization. 2013. p.6.
2. Стреляева А. Б., Барикаева Н. С., Калюжина Е. А., Николенко Д. А. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью // Интернет-вестник ВолгГАСУ.Сер.: Политематическая. 3(34). 2014. С. 1-10.
3. Sazonova A., Kopytenkova O. I., Staseva E. Risk of pathologies when exposed to fine dust in the construction industry // IOP conference series: materials science and engineering. 2018. pp. 32-39.

4. Гасайниева А. Г., Гасайниева М. Г. О загрязнении атмосферы мелкодисперсной пылью и, о ее влиянии на здоровье // Инженерный вестник Дона, 2017. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4664.

5. Руководство по защите от пыли при добыче и переработке полезных ископаемых / Секада Э., О'Брайен Э., Чал Д. и т.д., Питтсбург, Пенсильвания - Спокан, Вашингтон: Управление по исследованиям в области безопасности и санитарии при добыче полезных ископаемых, 2012. 320 с.

6. Азаров В.Н., Кошкарев С. А., Николенко М. А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона, 2015, №1 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2838.

7. Азаров В. Н., Бурлаченко О. В., Бурханова Р. А., Маринин Н. А. Об исследовании аэродинамических характеристик асбестоцементной пыли в выбросах в атмосферу // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер: Политематическая. 2012. №1(20). С. 1-4.

8. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей / Коузов П. А., Скрыбина Л. Я., Ленинград: Химия, 1983. 143 с.

9. Татов А.С., Сидякин П. А., Чернов П. С., Коновалова Ю. В. Исследование влияния аэродинамических характеристик пыли пищевых производств на запыленность городских территорий // Фундаментальные исследования. Пенза: Академия Естествознания, 2016. № 11-5. с. 954-959.

10. Чебанова С.А., Азаров В. Н., Маринин Н. А., Воробьев В. И. Об исследовании аэродинамических характеристик пыли золы в воздухе городов // Вестник ВолгГАСУ. Сер: Строительство и архитектура. Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. 35(54). С. 207-211.

References

1. World Health Organization. 2013. p.6.



2. Streljaeva A. B., Barikaeva N. S., Kaljuzhina E. A., Nikolenko D. A. Internet-vestnik VolgGASU. Ser. Politematicheskaja. 3(34). 2014. pp. 1-10.
3. Sazonova A., O. I. Kopytenkova, E. Staseva. OP conference series: materials science and engineering. 2018. pp. 32-39.
4. Gasajnieva A. G., Gasajnieva M. G. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2017. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4664.
5. Sekada, Je. Rukovodstvo po zashhite ot pyli pri dobyche i pererabotke poleznyh iskopaemyh [Dust control for industrial minerals mining and processing]. Jendrju Sekada, Jendrju O'Brajen, Dzhozef Chal i t.d. Pittsburg, Pensil'vanija. Spokan, Vashington: Office of Mine Safety and Health Research, 2012. 320 p.
6. Azarov V.N., Koshkarev S. A., Nikolenko M. A. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015. №1 (part 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2838.
7. Azarov V. N., Burlachenko O. V., Burhanova R. A., Marinin N. A. Internet-vestnik VolgGASU. Ser.: Politematicheskaja. 1(20). 2012. pp. 1-4.
8. Kouzov, P. A., Skryabina L. A. Metody opredeleniya fiziko-himicheskikh svojstv promyshlennyh pylej. [Methods for determining the physicochemical properties of industrial dusts]. Leningrad: Himiya, 1983. 143 p.
9. Tatov A. S., Sidjakin P. A., Chernov P. S., Konovalova Ju. V. Fundamental'nye issledovanija. Penza: Akademija Estestvoznaniya, 2016. № 11-5. pp. 954-959.
10. Chebanova S.A. Azarov V. N., Marinin N. A., Vorob'ev V. I. Vestnik VolgGASU. Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura. Volgograd: Volgogradskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, 2014. 35(54). pp.207-211.