

into account buildings situated near the source of emission. In this code ammonia emission is simulated by a point source, which is modeled using the Dirac's delta function.

Further improvement of the model should be carried out in the direction of creating a 3D numerical model to predict air pollution in workplaces in the case of unplanned ammonia emission.

**REFERENCES:**

1. Беляев Н. Н. Моделирование нестационарных процессов аварийного загрязнения атмосферы: монография / Н.Н. Беляев, А.В. Берлов, П.Б. Машихина. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 127 с.
2. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 273с.
3. Бруязцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязцкий. – Киев : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
4. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – Москва: Наука, 1982. – 320 с.
5. Цыкало А. Л., Стрижевский И. И., Баглет А. Д. Испарение и рассеивание аммиака при его разливах и утечках. Серия: Азотная промышленность. М. 1982. – 48 с.
6. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев. – Київ : Наук. думка, 1997. – 368 с.
7. Biliaiev M. The Numeric Forecast of Air Pollution Caused by a Blasting Accident in the Enterprise Responsible for Rocket Fuel Utilization in Ukraine / M. Biliaiev, M. Kharitonov // Disposal of Dangerous Chemicals in Urban Areas and Mega Cities. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. – Springer, 2013. – P. 313–327.
8. Biliaiev M. M. Numerical simulation of the atmosphere pollution after accident at the “Tolliaty-Odessa” ammonia pipe / M.M. Biliaiev, M.M. Kharitonov, L.V. Amelina // NATO Science for peace and security series C: Environmental security; Air pollution modeling and its application XXII, 2014. – pp. 391–395.
9. Daly A., Zanetti P., Jennings M. Accident reconstruction and plume modeling of an unplanned ammonia release, WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 174, doi:10.2495/AIR130011, 2013.– p. 3–13.
10. Stanley B., Mellisen A Fortran program for calculating chemical hazards using the NATO stanag 2103/ATP-45 algorithm/ Suffield memorandum № 1275. Defense research establishment suffield raeston, Alberta. AD-A 214763.

*Рецензент: д-р техн. наук О.Ф. Редько*

УДК 502.3: 504.5: 629.33

**Беляев Н. Н., Карпо А. А.**

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна*

**УМЕНЬШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧИХ ЗОН ВОЗЛЕ УГОЛЬНОГО ШТАБЕЛЯ**

**Вступление.** Складирование угля в виде штабелей приводит к интенсивному загрязнению рабочих зон угольной пылью [6, 8, 9]. Причиной такого загрязнения является унос угольной пыли от поверхности штабеля. На интенсивность уноса влияет комплекс факторов, однако важнейшим из которых является аэродинамический режим возле штабеля. Угольная пыль

попадает как на производственный персонал, работающий на промышленной площадке. Поэтому важной задачей является минимизация такого загрязнения рабочих зон возле штабелей угля путем использования эффективных и не дорогих методов защиты [1, 2].

**Анализ литературы.** Оценка уровня загрязнения рабочих зон возле штабелей

осуществляется как теоретическими методами, так и экспериментальными. В качестве теоретических методов применяются эмпирические модели, модели Гаусса [4, 5, 7], численные модели [3, 9, 10]. Метод физического моделирования, для проведения таких исследований, требует использования дорогостоящего экспериментального оборудования, времени на постановку и проведение эксперимента. Однако данный метод позволяет выявить наиболее загрязненные участки рабочих зон визуальным путем, без использования дорогой измерительной аппаратуры. Такой подход также позволяет визуально оценить эффективность применения ряда методов минимизации интенсивности уноса пыли от модели угольного штабеля.

**Целью** данной работы является экспериментальное исследование уровня загрязнения рабочих зон возле модели штабеля угля при использовании различных методов их защиты от пылевого загрязнения.

**Методика.** Для решения задачи по оценке уровня загрязнения рабочих зон возле штабеля угля использовался метод физического моделирования. Модель штабеля была изготовлена в масштабе 1:100 (рис.1). Воздушный поток, обтекающий штабель создавался за счет работы воздуходувки. В качестве динамического критерия подобия использовалось число Рейнольдса. Проводилась фотосъемка зон загрязнения, которые формируются возле штабеля при использовании различных методов защиты и после окончания продувки, проводилось взвешивание угольной пыли, которая поступила от поверхности штабеля.

**Результаты исследований.** На рис. 1 показана модель штабеля угля, которая применялась при проведении исследований.



Рис. 1. Модель штабеля угля

На первом этапе исследований изучалась закономерность формирования зон загрязнения возле модели угольного штабеля при отсутствии каких – либо защитных методов минимизации уноса угольной пыли. На рис. 2, 3 представлена зона загрязнения для такого сценария (скорость набегающего потока порядка 15,3 м/с).

Как видно из рис. 2, 3, при отсутствии каких-либо защитных методов, возле штабеля формируется обширная зона загрязнения. Наиболее интенсивно загрязнены рабочие зоны, поверхность с боков от модели штабеля.



Рис. 2. Зона загрязнения возле модели штабеля угля (нет защитных экранов)



Рис. 3. Зона загрязнения возле модели штабеля угля (нет защитных экранов)

**Применение специального раствора для уменьшения пылевыделения.** На

втором этапе исследований на поверхность модели угольного штабеля подавался специальный раствор, в состав которого входит: отработанное турбинное масло, дибутилфталат, бензол, эмалит. Раствор представляем собой вязкую жидкость темно коричневого цвета. Компоненты данного раствора представляют собой отходы производства. На рис. 4 представлена зона загрязнения для такого сценария исследований.

Как видно из рис. 4, применение предложенного раствора позволило существенно уменьшить зону загрязнения возле модели штабеля угля. Цвет зоны загрязнения – ненасыщенный, т.е. это еще одно подтверждение того, что произошло уменьшение массы угля, уносимого с поверхности штабеля.



*Рис. 4. Зона загрязнения возле модели штабеля угля при покрытии его поверхности специальным раствором*

**Применение экранов возле штабеля угля.** На следующем этапе исследований возле модели штабеля угля размещались боковые экраны. Зона загрязнения возле модели штабеля для такого сценария показана на рис. 5.



*Рис. 5. Зона загрязнения возле модели штабеля угля при наличии боковых защитных экранов*

Как видно из рис. 5, наличие защитных экранов сбоку от модели штабеля позволяет уменьшить интенсивность и раз-

меры зоны загрязнения, однако не так эффективно, как применение специального раствора. Можно видеть, что угольная пыль осела, в основном, на участке между экранами. Загрязнение рабочей зоны за экранами – незначительное.

**Применение экранов возле штабеля угля и на его вершине.** Далее, на следующем этапе исследований, возле модели штабеля угля с боковыми экранами, был дополнительно установлен экран на вершине штабеля. Зона загрязнения для такого сценария показана на рис.б.

Как видно из рис. 6, наличие такой комбинации защитных экранов уменьшило интенсивность и размеры зоны загрязнения. Следовательно, можно рекомендовать такой подход для защиты воздушной среды от загрязнения в рабочих зонах, расположенных возле угольного штабеля. В данном сценарии, незначительное загрязнение наблюдается на боковых сторонах штабеля, что обусловлено захватом частиц угля вихрями, которые формируются на боковых сторонах экрана и штабеля.



*Рис. 6. Зона загрязнения возле модели штабеля угля при наличии защитных экранов с обеих сторон штабеля и наверху штабеля*

**Выводы.** Рассмотрено влияние экранов, расположенных различным образом возле модели угольного штабеля на процесс загрязнения рабочих зон. Эксперименты показали, что их использование позволяет уменьшить размеры и интенсивность загрязнения рабочих зон. Для уменьшения интенсивности уноса угольной пыли от штабеля можно рекомендовать применение предложенного специального раствора, которым следует покрывать поверхность штабеля. В состав раствора входят промышленные отходы, что обеспечивает низкую стоимость данного

раствора. Дальнейшее совершенствование выбранного научного направления следует проводить в направлении разработки математических моделей оценки уровня загрязнения рабочих зон возле угольного штабеля.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Беляев, Н. Н. Моделирование процесса сноса угольного концентрата из полувагонов / Н. Н. Беляев, А. А. Карпо // Научный вестник буд-ва: зб. наук. пр. / Харк. нац. ун-т буд-ва та архіт. – Харків, 2016. – №1 (83). – С. 196 – 199.
2. Беляев, Н. Н. Проблема уноса угольной пыли / Н. Н. Беляев, М. О. Оладипо // Наука та прогрес транспорту. – 2016. – № 6 (66). – С. 17–24. doi: 10.15802/stp2016/90450.
3. Беляев, Н. Н. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта на улицах городов: монография / Н. Н. Беляев, Т. И. Русакова, П. С. Кириченко. – Д. : Акцент ПП, 2014. – 159 с.
4. Берлянд, М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 273с.
5. Бруязцкий, Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязцкий. – Киев: Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
6. Колесник, В. Е. Математическое моделирование процесса рассеивания промышленной пыли в атмосфере / В. Е. Колесник, Л. А. Головина, В. В. Богуцкая // Зб. наук. пр. НГУ № 26, Том. 2. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2006. – С. 120–130.
7. Уорк, К. Загрязнение воздуха. Источники и контроль / К. Уорк, С. Уорнер. – Москва: Мир, 1980. – 539 с.
8. Mrinal K. Ghose Emission factors for quantification of dust in Indian coal mines. *Journal of Scientific @ Industrial Research*, Vol.63, September 2004, pp. 763 -768
9. Numerical Simulation of Airflow Structure and Dust Emissions behind Porous Fences Used to Shelter Open Storage Piles /Chong – Fang, Lin Pang, Jun-Ji Cao, Ling Mu, Hui-Ling, Bai, Xiao–Feng Liu. *Aerosol and Air Quality Research*, 14: 1584 -1592, 201.
10. Simultaneous CFD evaluation of wind flow and dust emission in open storage piles /I.Diego, A. Pelegry, S. Torno, J. Torano, M. Menendez // *Applied Mathematical Modeling* 33 (2009), 3197 – 3207.

Рецензент: д-р техн. наук В.О. Юрченко

УДК [504.3: 622.411.52]: 656.2

**Biliaiev M.M., Kozachyna V.A., Oladipo Mutiu Olatoye**

*Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan*

### DUST FROM COAL TRAINS: REDUCING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN WORK PLACES NEAR RAILWAY

**Introduction.** Coal trains have sensitive impact on environmental pollution [1-7]. Emission from trains causes pollution of working places near the railway, pollution of ballast layer and also results in cargo loses. Intensive emission takes place along the first 300-500 km run of coal train. That is why the problem of coal dust reduction is still of great interest. To solve this problem different methods are used [1-3]. For example: watering of

coal surface, usage of special solutions which cover the coal surface, usage of covers, canvases, formation of special coal pile shape in the wagon etc. Every method has its advantages and its disadvantages but the process of finding convenient and not expensive methods is still going on.

Emission from coal trains depends on many factors [3-7], many of them are out of control during coal transportation. **The goal**