

Костюничев Денис Николаевич,
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Нижний Новгород
Kostyunichev Denis Nikolaevich, Volzhsky State University of Water Transport

Отделкин Николай Станиславович,
д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Нижний Новгород
Otdelkin Nikolay Stanislavovich, Volzhsky State University of Water Transport

Зименков Данил Олегович,
Аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Нижний Новгород
Zimenkov Danila Olegovich, Volzhsky State University of Water Transport

**УЧЕТ ПОТЕРЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ
ПРИ ОБОСНОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРТОВЫХ
ОТКРЫТЫХ СКЛАДОВ ДЛЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ
ACCOUNTING FOR LOSSES AND ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS
WHEN SUBSTANTIATING THE CHARACTERISTICS
OF PORT OPEN WAREHOUSES FOR BULK CARGO**

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы обоснования характеристик открытых портовых складов для хранения сыпучих грузов и предложена методика обоснования характеристик склада, которая позволяет учитывать экологические требования по запыленности воздуха и потери хранящегося на складе груза, вызванные пылеуносом от ветровых воздействий на штабель склада.

Abstract: The article discusses the issues of substantiating the characteristics of open port warehouses for the storage of bulk cargo and proposes a methodology for substantiating the characteristics of the warehouse, which allows taking into account environmental requirements for dustiness of the air and losses of cargo stored in the warehouse caused by dust removal from wind impacts on the warehouse stack.

Ключевые слова: сыпучий груз, открытый склад, порт, запыленность воздуха, потери, экология.

Keywords: bulk cargo, open warehouse, port, air dustiness, losses, ecology.

В настоящее время терминалы по перевалке сыпучих грузов в морских и речных портах своей деятельностью оказывают значительное отрицательное воздействие на окружающую среду (уголь, руда, песок и т. д.). Это связано с особенностью сыпучих грузов, склонных к пылеобразованию и пылеуносу как при их перегрузке, так и при хранении на открытых складах, что приводит не только к загрязнению пылевыми частицами окружающей среды, но и к безвозвратным потерям груза. Основными источниками пыления и пылеуноса являются портовые открытые склады для хранения сыпучих грузов.

Для существующих грузовых причалов порта, где перегружается и хранится сыпучий груз, в некоторых случаях возникает необходимость определения таких характеристик открытых складов, при которых были бы соблюдены экологические требования.

В связи с этим, возникает необходимость при обосновании характеристик открытых складов для сыпучих грузов учитывать следующие факторы:

- потери сыпучих грузов от их пылеуноса при ветровом воздействии на штабель открытого склада;
- экологические требования, а именно соблюдение установленных предельно-допустимых концентраций (ПДК) пыли груза, хранящегося на открытом складе.

В качестве критерия по обоснованию характеристик открытого склада предлагается использовать аналог приведенных затрат $Z_{пр.ск}$ (руб./т) с учетом потерь сыпучих грузов и наносимого окружающей среде ущерба, то есть сумму



$$Z_{np.ck} = C_{ck} + E(K_{ck} + K_{m.cp}) + Z_{n.y.} \rightarrow \min$$

где C_{ck} - себестоимость хранения груза на складе, руб./т;

E - коэффициент эффективности использования капитальных вложений, $E = 0,12$;

K_{ck} - удельные капитальные вложения в открытые склады, руб./т;

$K_{m.cp}$ - удельные капитальные вложения в технические средства борьбы с пылеуносом, руб./т;

$Z_{n.y.}$ - удельные затраты по потерям груза в результате пылеуноса и по компенсации ущерба окружающей среде, руб./т.

В качестве искомой переменной принимаем характеристики открытого склада или складов для сыпучего груза, а функцией цели является минимизация приведенных затрат на хранение груза с учетом его потерь и экологических ограничений.

Себестоимость C_{ck} хранения груза на складе, удельные капитальные вложения K_{ck} в открытые склады и $K_{m.cp}$ в технические средства борьбы с пылеуносом определяются по существующим методикам [1, 2].

Условие выполнения экологических требований по качеству воздушной среды для грузового причала порта, на котором перегружается и хранится сыпучий груз, применительно для открытого склада можно представить в следующем виде

$$q_{ck} \leq (ПДК - C_{\phi}) - q_k,$$

где

q_{ck} - запыленность воздуха в результате пылеуноса груза при воздействии ветровых потоков на штабель открытого склада на границе санитарно-защитной зоны, мг/м³;

$ПДК$ - максимально-разовая предельно-допустимая концентрация пыли на границе санитарно-защитной зоны, мг/м³;

C_{ϕ} - фоновая концентрация пыли на границе санитарно-защитной зоны, мг/м³;

q_k - запыленность воздуха на границе санитарно-защитной зоны при работе перегрузочного оборудования, мг/м³.

Запыленность воздуха q_{ck} от пылеуноса груза при воздействии ветровых потоков на штабель открытого склада на границе санитарно-защитной зоны определяется с учетом запыленности воздуха в зоне расположения портового склада по существующей методике [3].

Величина q_k запыленности воздуха определяется по натурным замерам при максимальной скорости ветрового потока.

Если условие экологических требований не выполняется, то необходимо рассмотреть следующие варианты:

1) исключить открытый склад из технологической схемы перегрузки сыпучего груза, перегружая его по прямому варианту из одного транспортного средства в другое;

2) применить закрытый склад;

3) уменьшить вместимость и линейные размеры открытого склада до значений, при которых величина запыленности воздуха позволит выполнить экологические требования;

4) не изменяя вместимости и линейных размеров открытого склада, применить технические средства борьбы с пылеуносом, обеспечивающие снижение запыленности воздуха до значений, при которых будут выполняться экологические требования;

5) уменьшить вместимость и линейные размеры открытого склада с применением технических средств борьбы с пылеуносом, что позволит выполнить экологические требования.



Методика обоснования характеристик портовых открытых складов для сыпучих грузов с учетом экологических требований и потерь груза основывается на разработанном авторами методе оценки на моделях процессов пылеобразования и пылеуноса при хранении сыпучих грузов в портах [4] и включает в себя:

- анализ существующей технологии перегрузочного процесса и открытого способа хранения сыпучего груза;
- построение моделей открытых складов;
- модельные исследования процесса пылеуноса сыпучего груза со склада с учетом реальных значений скоростей и направлений ветровых потоков;
- определение значений запыленности воздуха в зоне расположения открытого склада по математической модели для натуральных условий;
- определение потерь сыпучего груза от пылеуноса со склада по математической модели для натуральных условий.

При анализе существующей технологии перегрузочного процесса и хранения сыпучего груза определяются;

- физико-механические и эксплуатационные характеристики груза;
- величины грузооборотов по прибытию и отправлению причала или порта, значения коэффициента прохождения груза через склад;
- функции открытых складов (оперативный или накопительный склад), предварительные (желаемые) вместимость и размеры (длина, ширина, высота) штабелей открытых складов по месяцам навигационного и межнавигационного периодов и форма поперечного сечения штабеля (призма, обелиск);
- величины преобладающих скоростей и направлений ветровых потоков по месяцам навигационного и межнавигационного периодов.

Построение моделей открытых складов и модельные исследования процессов пылеуноса осуществляются в следующей последовательности:

- сначала строится модель склада желаемой вместимости, определенной при анализе существующей технологии перегрузочного процесса и хранения груза, и проводятся модельные исследования запыленности воздуха с целью определения выполнения экологических требований;
- если для данной модели склада экологические требования не выполняются, то проводятся исследования по запыленности воздуха для данной модели с применением технических средств борьбы с пылеуносом или подбираются такие параметры модели открытого склада, при которых вышеуказанное условие выполняется. Далее определяется размер пылеуноса груза.

Удельные затраты $Z_{n.y.}$ предлагается определять по формуле

$$Z_{n.y.} = Z_{n.ck} + Y_a + Y_v,$$

где $Z_{n.ck}$ - затраты по потерям груза от его пылеуноса с открытого склада, руб/т.;

Y_a, Y_v - затраты по компенсации ущерба окружающей среде от загрязнения, соответственно, атмосферы и водной акватории, руб./т.

Затраты $Z_{n.ck}$ по потерям груза предлагается определять по формуле

$$Z_{n.ck} = \left(\sum_{i=1}^n M_{ck_i} \cdot S_{ck_i} \cdot t_{xp} + \sum_{g=1}^{12-n} M_{ck_g} \cdot S_{ck_g} \cdot t_{xp} \right) \cdot C_{zp},$$

где M_{ck_i} , M_{ck_g} - количество груза, унесенного с одного квадратного метра поверхности штабеля соответственно за i -тый месяц Навигационного и за g -тый месяц межнавигационного периода, т/сут.;



S_{ck_i} , S_{ck_g} - площадь поверхности штабеля склада соответственно в i -тый месяц навигационного периода и в g -тый месяц межнавигационного периода, м²;

t_{xp} - время хранения груза на складе, сут.

Затраты Y_a и Y_g предлагается определять, соответственно, по формулам:

$$Y_a = \gamma_a \cdot \sigma_a \cdot f \cdot A_a \cdot \left(\sum_{i=1}^n M_{ck_i} \cdot S_{ck_i} \cdot t_{xp} + \sum_{g=1}^{12-n} M_{ck_g} \cdot S_{ck_g} \cdot t_{xp} \right);$$

$$Y_g = \gamma_g \cdot \sigma_g \cdot A_g \cdot \left(\sum_{i=1}^n M_{ck_i} \cdot S_{ck_i} \cdot t_{xp} + \sum_{g=1}^{12-n} M_{ck_g} \cdot S_{ck_g} \cdot t_{xp} \right).$$

где γ_a , γ_g - величины удельного ущерба, руб./усл.т;

σ_a - показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над различными территориями;

σ_g - константа для различных водохозяйственных объектов;

f - поправка, учитывающая характер рассеивания пылевых выбросов в атмосфере;

A_a , A_g - показатель относительной опасности пыли груза, соответственно, для атмосферы и водоемов.

Величины, M_{ck_i} и M_{ck_g} определяются по математическим моделям, получаемым в результате модельных исследований, методика проведения которых представлена в работе [4].

Величины σ_a , σ_g , f , A_a и A_g определяются по существующим методикам [5, 6].

Таким образом, предлагаемая методика позволяет не только обосновать характеристики портовых открытых складов для сыпучих грузов с учетом экологических требований и потерь, но и выявить необходимость применения технических средств борьбы с пылью для снижения потерь грузов от пылеуноса и минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

Список литературы:

1. Казаков, А. П. Организация и планирование работы речных портов / А. П. Казаков, И. П. Фадеев. – М.: Транспорт. - 1989. – 206 с.
2. 49. Калверт, С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений.: Справочник / С. Калверт, Г.М. Инглунд. – М.: Металлургия. - 1988. – 712 с.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеиздат. - 1986. – 93 с.
4. Отделкин, Н. С. Прогнозирование пылеобразования при различных способах перегрузки пылящих навалочных материалов в морских и речных портах / Н. С. Отделкин. Вестник Волжская гос. академия водн. трансп. «Надежность и ресурс в машиностроении». – 2003. – вып. 4. – С. 107 – 120.
5. Методика определения предотвращения экологического ущерба / Госкомэкология, 1999. – 92 с.
6. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ (пыли) в атмосферу при складировании и перегрузке сыпучих материалов на предприятиях речного транспорта. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1993. – 69 с.

