

ДЕПАРТАМЕНТ РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по расчету выбросов загрязняющих веществ/пыли/  
в атмосферу при складировании и перегрузке  
сыпучих материалов на предприятиях речного  
флота.

БЕЛГОРОД-БТИСМ- 1992г.

## Список исполнителей

Научный сотрудник  
ОНИИ БТИСМ  
тел. 5-37-19.

С В Жаберов

## О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Титульный лист . . . . .	I
2. Список исполнителей . . . . .	2
3. Оглавление . . . . .	3
4. Реферат . . . . .	4
5. Введение . . . . .	5
6. Перечень основных терминов . . . . .	6
7. Список основных символов . . . . .	15
8. Основные положения . . . . .	17
9. Определение выбросов вредных веществ (пыли) в процессе выгрузки и хранения навалочных грузов в речных портах . . . . .	22
9.1. Таблицы значений коэффициентов и параметров, входящих в расчетные формулы . . . . .	22
9.2. Формулы для определения удельных и валовых выбросов пыли при перегрузке и хранении навалочных грузов речных портов . . . . .	27
10. Литература . . . . .	30
II. Приложения . . . . .	32

## РЕФЕРАТ

УДК 627.215:504

Жаберов С.В. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ /пыли/ в атмосферу при складировании и перегрузке сыпучих материалов на предприятиях речного флота. Методические указания.-Белгород: изд.БТИСМ, 1992.-35с.

Временные методические указания предназначены для ориентировочных расчетов количества вредных веществ /пыли/ , выбрасываемых в атмосферу неорганизованными источниками предприятий речного флота. Они могут быть использованы также при проведении инвентаризации выбросов путем расчета их количественных характеристик в тех случаях, когда прямые методы измерений по каким-либо причинам затруднены.

Табл.11, ил. 1 .Список лит.17 назв.

Рецензенты:

С Белгородский технологический институт строительных материалов, 1992г.

## В в е д е н и е

Настоящие отраслевые временные методические указания разработаны Белгородским технологическим институтом на основании договора № 40068/760 от "05" июня 1991г. между транспортным департаментом речного флота и Санкт-Петербургским проектным институтом Ленгипроречтранс в соответствии с Законом РФ "Об охране окружающей природной среды № 2060-1 от "19" декабря 1991г. и методическим письмом ВНИИ природы, ОКА Минэкологии : "Требования к построению, содержанию и изложению расчетных методик определения выбросов вредных веществ в атмосферу " № 23/4617 от "04" июня 1986г. ГГО им.

А И Воейкова , Л.,1986,17с.

С целью оценки расчетным методом количества удельных и валовых выбросов вредных веществ /пыли/ в процессе перегрузке и хранения навалочных грузов в речных портах, а также установления нормативов предельно допустимых выбросов /ПДВ/.

Временные методические указания выполнены на основании ранее разработанных методик для горнодобывающей промышленности /7/ и строительных материалов /6/ с учетом специфики перегрузки и хранения навалочных грузов в речных портах.

Перечень основных терминов, рекомендуемых при составлении методических и нормативных документов по определению выбросов вредных веществ в атмосферу на основе расчетных данных

Термин !	Определение	! Пояснения и примечания
1. Вредное вещество, загрязняющее вещество	Вещество, присутствие которого в атмосфере оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду и здоровье человека	Термин "загрязняющее вещество" определяется ГОСТ 17.2.1.04-77. В "Инструкции о порядке составления отчетов об охране воздушного бассейна" в этом значении употребляется термин "вредное вещество". В методических документах, предназначенных для обеспечения инвентаризации выбросов и составления статистической отчетности, предпочтительнее применять термин "вредное вещество". Недопустимо употребление слова "вредность" в значении "вредное вещество".
2. Источник выделения вредных веществ (источник выделения)	Технологическое оборудование (установки, агрегаты, машины, устройства, гальванические ванны, испытательные стенды и др.) или технологические процессы (перемещение сыпучих материалов, переливы летучих веществ, сварочные, окрасочные работы и др.), от которых в ходе производственного цикла	

----- I | I | 2 | I | 3 -----

отторгаются вредные вещества, а также места хранения сыпучих или жидких веществ, карьеры, отвалы, места складирования промышленных отходов, от которых под воздействием метеорологических факторов отторгаются вредные вещества.

Источники выделения в зависимости от того, оснащены ли они специальными газоотводными сооружениями (устройствами), подразделяются на организованные и неорганизованные.

Выбросы вредных веществ в зависимости от источника выделения также делятся на организованные и неорганизованные.

Организованный источник выделения вредных веществ (организованный источник) Источник выделения, от которого вредные вещества в составе отходящего газа (вентиляционного воздуха) поступает в атмосферу через систему газопроводов или воздухопроводов (труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т.п.).

Отходящий газ Газовый поток от источника выделения вредных веществ.

Вентиляционный воздух Содержащий вредные вещества упорядоченный воздушный поток, поступающий из

-----  
 I I 2 1 3  
 -----

рабочего помещения непосредственно в атмосферу или в систему газоходов (воздуховодов) в результате действия системы вентиляции.

Отходящее вредное вещество, содержащееся в отходящем газе или вентиляционном воздухе

К отходящим условно не относят вредные вещества, содержащиеся в технологических газах и улавливаемые для использования в производстве продукции; в статотчетности об охране атмосферного воздуха их не учитывают.

Газоочистная установка, пылеулавливающая установка, газопылеулавливающая установка. Комплекс оборудования, предназначенный для извлечения или обезвреживания вредных веществ отходящих газов или вентиляционного воздуха (с целью защиты окружающей среды и населения от их воздействия).

Количество уловленного вредного вещества. Часть отходящего вредного вещества, извлеченная из отходящего газа (вентиляционного воздуха) при его прохождении через газопылеулавливающую установку. Как уловленное вредное вещество учитывается при рас-

Часть уловленного вредного вещества, используемая в производстве продукции, в статотчетности об охране атмосферного воздуха не учитывается.



----- I 1 2 1 3 -----

четах также часть содержащегося в вентиляционном воздухе аэрозоля, которая осаждаётся в воздуховодах.

Степень очистки отходящего газа, степень улавливания вредного вещества

Отношение массы уловленного вредного вещества к общей массе отходящего вредного вещества, выражается обычно в процентах.

При определении степени очистки не учитывается масса извлекаемого из отходящего газа вредного вещества, которая расходуется на производственные цели.

3. Неорганизованный источник выделения вредных веществ (неорганизованный источник)

Источник выделения, от которого вредные вещества, не проходя устройств, дополнительно задающих скорость и место выброса, поступают непосредственно в атмосферу, если источник находится вне помещения, или через оконные и дверные проемы помещений, не оборудованных системой вентиляции (такими источниками могут быть как собственно технологические процессы, операции, оборудование, места хранения сыпучих и жидких веществ, так и нарушения герметичности оборудова-

Для расчетов поля концентраций вредных веществ и норм ПДВ источники подразделяют на точечные, линейные, площадные. Эта классификация позволяет определить необходимую для расчетной схемы локализацию источника и конфигурацию поверхности раздела между производственным объектом и атмосферой. Данная поверхность раздела условно принимается за источник выбросов, от которого поток вредных веществ поступает в атмосферу.

В этой области изучения загрязнения атмосферы термин "источник выделения вредных веществ" не является необходимым и не употребляется. Вместо него могут употребляться термины "неорганизованный источник выброса", "источник

----- I ----- 1 ----- 2 ----- 1 ----- 3 -----

ния, снабженного системой газоотводов, и нарушения герметичности самих газоотводов).

неорганизованного выброса".

В то же время для целей методического обеспечения инвентаризации выбросов на предприятиях и составления статистической отчетности целесообразно использовать разъясненные в настоящем перечне термины "источник выделения" и "источник выбросов", как соответствующие "Инструкции о порядке составления отчетов об охране воздушного бассейна", в связи с тем, что формы статотчетности заполняются в соответствии с этой инструкцией.

Источник выбросов вредных веществ

Источником выбросов вредных веществ называется специальное устройство: труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т.п., посредством которых осуществляется выброс вредных веществ в атмосферу.

Это определение, данное в "Инструкции о порядке составления отчетов об охране воздушного бассейна", отличается от данного там же определения организованного источника выделения тем, что под источником выделения понимается сам производственный объект в действии, а под источником выбросов - устройство, задающее скорость и место выбросов вредных веществ от этого объекта.

Организованный выброс вредного вещества

Выброс вредного вещества от организованного источника выделения или от источника выбросов

----- I I 2 I 3 -----

(организо-  
ванный  
выброс

4. Неорганизованный выброс вредного вещества (организованный выброс
- Выброс вредного вещества от неорганизованного источника выделения
- Это определение в "Инструкции о порядке составления отчетов об охране воздушного бассейна" осуществляет связь между понятием "неорганизованный источник выделения" и определяемой величиной выброса вредного вещества, т.к. определение неорганизованного источника выброса отсутствует. При теоретических расчетах полей концентраций вредных веществ и норм ПДВ эта неопределенность дает возможность представления одиночных неорганизованных источников выделения и их групп наиболее удобным образом в качестве источника неорганизованного выброса.
5. Удельное количество выделяющегося вредного вещества, удельное выделение (удельное выделение
- Определяемая расчетным или инструментальным методом величина массы вредного вещества, выделяющегося в ходе технологического процесса:
- при переработке единичного количества сырья или полупродукта;
  - при перемещении единицы массы материала;
  - при сжигании едини-
- В ГОСТ I7.2.I.04-77 и "Инструкции о порядке составления отчетов об охране воздушного бассейна" этот термин не определяется. Он создан и применяется в технической литературе (см.напр. "Руководство по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности. Гальванические и травильные цехи", М., 1980 г.).
- Следует отметить, что в действующих методических документах по определению выбросов

1	1	2	1	3
		<p>цы массы топлива;</p> <p>- при производстве единицы энергии;</p> <p>- за единицу времени работы единицы оборудования;</p> <p>- за единицу времени при производстве или обработке единицы продукции.</p>		<p>вредных веществ в атмосферу расчетными методами нередко используется термин "удельный выброс" в значении "удельное выделение". Такое использование этого термина не всегда верно.</p>
6. Удельный выброс вредного вещества (удельный выброс)	Часть величины вред-удельного выделения, попадающая в атмосферу.			<p>Для источника, оборудованного газопылеулавливающей установкой, удельный выброс равен разности величин удельного выделения и его уловленной и обезвреженной части. Для организованного источника без газопылеулавливающего оборудования и для неорганизованного источника выделения этот термин эквивалентен термину "удельное выделение".</p>
7. Валовое выделение вредного вещества, количество отходящего вредного вещества	Величина массы вредного вещества, отходящего от источника выделения за определенный (отчетный) период времени.			<p>Количество отходящего вредного вещества определяется без учета степени очистки, независимо от того, каким способом и какая часть его попадает в атмосферу: собирается ли отходящий газ в систему газоотводов, направляется ли на газопылеулавливающую установку или поступает непосредственно в атмосферу.</p>
8. Валовый выброс	Часть валового выделения вредного ве-			<p>Для источника, снабженного газопылеулавливающей установкой,</p>

I	2	3
щества, поступающая в атмосферу за отчетный период времени.	величина валового выброса определяется как разность количеств отходящего и уловленного (и обезвреженного) вредного вещества; при отсутствии газопылеулавливающего оборудования величина валового выброса равна количеству отходящего вредного вещества, или валовому выделению	
9. Инвентаризация выбросов предприятия	Получение и систематизация сведений о составе и распределении на территории предприятия (о его географии) источников выбросов и выделений, о режиме их работы, удельных и валовых выделениях и выбросах.	
10. Опасная скорость ветра	Опасной скоростью на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), называют скорость ветра, при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ.	ГОСТ 1721-04-77 ОНД-86 п.2.9. стр.8.
11. Проба	Пробой называется небольшая часть материала, отбираемого определенным образом от его общей массы, материал при этом называ-	ГОСТ 8269-87

1	2	3
	вается опробуемым.	
I 2. Влажность	Выраженное в процентах отношение содержащейся массы воды в материале пробы к массе материала с этой водой.	ГОСТ 8719-70 ГОСТ 9516-60 ГОСТ 11014-81 ГОСТ 22552,5-77
I 3. Крупность (или кусковатость) материала	Средний размер кусков (частиц) материала в пробе	ГОСТ 19242-73 ГОСТ 3344-83 ГОСТ 8736-85
I 4. Гранулометрический состав	Состав грубодисперсных систем, выраженный через распределение компонентов по крупности зерен (более 0,5 мм).	ГОСТ 17495-80 ГОСТ 1916-75 ГОСТ 2093-82 ГОСТ 25469-82 ГОСТ 22552,7-77
I 5. Дисперсный состав	Характеристика распределения объема, числа частиц или массы материала по размерам частиц, выражается в виде кривой распределения.	ГОСТ 4790-80 ГОСТ 17818,7-75 ГОСТ 23905-79 ГОСТ 172405-83
I 6. Плотность	Характеристика свойств вещества, определяющая отношение массы вещества, заключенной в некотором объеме, к величине этого объема.	Различают плотность материала частиц ГОСТ 15053-77 и насыщенную плотность ГОСТ 16510-80
I 7. Аутогезия частиц	Связь между соприкасающимися частицами материала, , препятствующая их разъединению. Для нарушения этой связи необходимо внеш-	

	1	2	1	3
		нее воздействие		
18. Пылесвя- зывающие (пылепо- дающие) вещества		Вещества органичес- кой и неорганичес- кой природы или их компазиции, приводя- щие в результате фи- зических или хими- ческих превращений к увеличению сил ауто- гезии частиц		

Список основных символов

- $M_{гр}$  — удельный выброс вредного вещества (пыли) в процессе  
грейферной перегрузки, г/с;
- $P_{гр}$  — валовый выброс вредного вещества (пыли) в процессе  
грейферной перегрузки, т/год.
- $M_{хр}$  — удельный выброс вредного вещества (пыли) в процессе  
хранения навалочного груза в открытых складах речного  
порта, г/с;
- $P_{хр}$  — валовый выброс вредных веществ (пыли) в процессе хране-  
ния навалочного груза в открытых складах речного порта,  
т/год;
- $K_1$  — весовая доля пылевой фракции в материале. Берется из  
таблицы I. Определяется путем отмывки и просева средней  
пробы с выделением фракции пыли размером от 0 + 200 мкм  
по методике /I6/;
- $K_2$  — доля пыли (от всей весовой пыли), переходящая в аэрозоль,  
берется из таблицы I. Определяется по методике /I6/, /I7/;

- $\bar{v}$  - "средняя месячная (годовая) скорость ветра", которая за-  
привается в территориальном комитете по гидрометеоро-  
логии, м/с.
- $U_m$  - значение "опасной скорости ветра", рассчитывается по фор-  
мулам СНД-86 п.2.9 и 5.8 или рассчитывается по одной  
из программ, утвержденных ГГО им. А.И.Воейкова.
- $K_3$  - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия, см. Табл.2.
- $K_4$  - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защи-  
щенности узла от внешних воздействий, условия пылеобра-  
зования, см. Табл.3.
- $K_5$  - коэффициент, учитывающий влажность материала, определя-  
ется в соответствии с данными по таблице 4. Под влажностью  
материала понимается влажность его пылевой и медкозернис-  
той фракции ( $d \leq 1$  мм).
- $F_{пл}$  - поверхность пыления в плане,  $m^2$ . Определяется по генплану  
предприятия главным технологом /ИЗ/.
- $F_{макс}$  - площадь поверхности склада при максимальном его заполне-  
нии,  $m^2$ . Определяется главным технологом предприятия на  
основе характеристик материала, /ИЗ/.
- $F_{рай}$  - площадь в плане, на которой систематически производятся  
погрузочно-разгрузочные работы (не реже 1-го раза в неде-  
лю),  $m^2$ . Определяется главным технологом предприятия.
- $K_6$  - коэффициент, учитывающий профиль поверхности складиреуемо-  
го материала, определяется как отношение  $K_6 = F_{макс}/F_{пл}$ .
- $K_7$  - коэффициент, учитывающий крупность материала, принимается  
в соответствии с таблицей 6.
- $K_8$  - коэффициент, учитывающий тип грейфера и род перегружаемо-  
го материала, см. Табл.8.
- $B$  - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки, принимается по  
данным таблицы 7.
- $G_{ч}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в час,  
т/час. Определяется главным технологом предприятия.
- $G_{год}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в тече-  
нии года, т/год. Определяется главным технологом предпри-



ятия на основе фактически переработанного материала или планируемого на год.

- $\eta$  - максимальная удельная сдуваемость пыли, г/м<sup>2</sup>·с. Определяется по таблице 6.
- ПГС - песчано-гравийная смесь.
- ПДВ - предельно допустимые выбросы.
- $T_c$  - число дней со снежным покровом за год, дни. Число дней со снежным покровом запрашивается в территориальном комитете по гидрометеорологии.
- $\eta$  - коэффициент эффективности борьбы с поверхностным пылением, %. В /14/ предложены пять способов борьбы с пылением поверхностей. Численное значение коэффициента эффективности зависит от техники и технологии применения. Уточняется в процессе проектирования тома ПДВ.  
В настоящее время /14/ СЭС РСФСР разрешено использовать в речных портах в качестве пылесвязывающих веществ лигносульфонат ТУ 13-0281036-05-89 с эффективностью  $\eta = 90\%$ .

#### Основные положения

При разработке настоящего методического указания используются те же положения, что при создании институтом НИИИОТстром: "Пособия по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов" /6/.

В методическом пособии промышленности строительных материалов для расчетов удельных выбросов пыли в процессе перегрузки предложена формула (2):

$$Q = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6 / 3600, \text{ г/с} \quad (2)$$

где  $K_1$ ,  $K_5$ ,  $K_7$ ,  $B$ ,  $G$  - взяты из /6/, стр.5.

Ниже проведем анализ этой расчетной формулы, при заданных значениях коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$  и производительности  $G$ , положим коэффициенты:  $K_3, K_4, K_5, K_7$  и  $B$  - равными единице. При этом получим расчетную формулу для определения удельного выброса пыли  $Q$  от идеализированного источника:

$$Q_{\text{ид}} = K_1 \cdot K_2 \cdot G \cdot 10^6 / 3600 \quad (\text{г/с}) \quad (3)$$

Идеализированный источник пыли характеризуется тем, что при скорости ветра не более 2 м/с ( $K_3 = 1$ ), открытости источника с четырех сторон ( $K_4 = 1$ ), влажности материала не более 0,5% ( $K_5 = 1$ ), крупности перегружаемого материала не более 1 мм ( $K_7 = 1$ ) и при высоте перегрузки равной 4 м ( $B = 1$ ) - вся пыль фракции до 10 мкм выносится из перегружаемого материала. Для проверки этого утверждения были проведены исследования дисперсного состава, перегружаемого материала до выгрузки и после его выгрузки при соблюдении условий идеализированного источника.

Исследования показали, что разница дисперсных составов, взятых по всей толщине перегружаемого материала до перегрузки и после перегрузки практически не изменна и составляет менее 2%, что противоречит результатам, полученным по расчетной формуле (3) для идеализированного источника в 50 раз. Следовательно предположение о 100%-ной продуваемости потока перегружаемого материала ветром неверно, т.к. не происходит 100% выноса мелкой фракции из материала. Указанный вывод заставляет ввести в формулу (2)  $\mu_3/6$  поправочный коэффициент.

#### Обоснование введения в расчетную формулу поправочного коэффициента

Уже в 40-е годы было обнаружено и исследовано явление эжекции, возникающее в струе сыпучего материала /10/, ведущее к выносу мелкой фракции частиц за пределы струи. Наиболее полное исследование выгрузки материала под действием силы гравитации проведено И.Н.Логачевым /8/ и В.А.Минко /9/. Ими, в процессе исследования явления эжекционного воздуха потоком сыпучего материала была найдена зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления от параметров перегружаемого материала: объемной концентрации, среднего диаметра и формы частиц материала.

В /II/ был разработан механизм выноса мелкой фракции из падающего материала, который основывается на том факте, следующем из анализа уравнения /12/, /9/ движения частиц пыли под действием эжекционного потока воздуха, что скорость выноса мелкой фракции пропорциональна коэффициенту аэродинамического сопротивления. Как показывают экспериментальные /19/ и теоретические /8/ иссле-

дования коэффициент аэродинамического сопротивления  $\psi$  при объемной концентрации  $\beta \gg 8\%$  практически равен 0. На основании выше изложенного следует, что при  $\beta \gg 8\%$  не происходит выноса эжекционным потоком частиц пыли из материала и практически все частицы с одинаковой скоростью под действием силы тяжести оседают. При  $\beta < 8\%$  происходит вынос мелкой фракции из этого объема материала. Для простоты расчетов мы приняли, что из объема материала, для которого  $\beta < 8\%$ , происходит 100% вынос мелкой фракции.

Проведенные Ленгиппроречтрансом совместно с ВИСМ расчеты /15/ зависимости объемной концентрации от типа перегружаемого материала и конструктивных параметров грейферов позволили найти численные значения поправочного коэффициента для различных материалов в зависимости от типа грейфера.

Расчитанные значения коэффициентов приведены в таблице 8 настоящего методического указания.

#### Обоснование расчетной формулы удельного выброса с поверхности склада

А.И. Лобода и В.Ю. Тющук из ВНИБТТ г.Кривой Рог в своих исследованиях пылеуноса с поверхности хвостохранилищ показали, что удельная сдуваемость  $q_f$  подчиняется степенному закону /5/, /7/:

$$q_f = a \cdot v^b, \quad \text{мг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (4)$$

где  $q_f$  — удельная сдуваемость пыли, мг/с·м<sup>2</sup>

$v$  — скорость ветра, м/с

$a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты, зависящие от типа перегружаемого материала.

Аналогичная степенная зависимость получена в БТИСМ при математической обработке результатов стендовых испытаний и натурных замеров в речных портах, а так же экспериментальных данных института НИГИОГстрема /6/, стр.12. Результаты математической обработки приведены в таблице 9.

Таблица А. Параметров, определяющих удельную сдуваемость с поверхности складов

№	Наименование перегружаемого материала	Параметры		Исследован. данные
		а	б	
1.	Скальные (роговики, сланцы, окисленные руды) смешанные	0,0097	2,887	ВНИИБТТ
2.	Мел	0,0058	3,488	ВНИИБТТ
3.	Песок	0,00087	4,199	ВНИИБТТ
4.	Смесь пород (пески, глины, песок, мел)	0,0137	2,328	ВНИИБТТ
5.	Окисленные руды	0,0237	2,356	ВНИИБТТ
6.	Каменный уголь	0,1085	2,9195	ВНИПИТстром
7.	Щебень	0,0135	2,987	ВНИПИТстром
8.	Песчано-глинистая смесь (ПГС)	0,0012	3,97	БТИСМ
9.	Зерно (пшеница)	0,001	3,27	БТИСМ
10.	Аммофос	0,0013	3,36	БТИСМ

В таблице 6 даны численные значения величины  $\eta$  удельной сдуваемости различных материалов в зависимости от скорости ветра, рассчитанные по формуле (4) для параметров а и б, взятых из таблицы А.

Приведенные ниже в таблице 6 значения удельных сдуваемости для определения удельных выбросов с поверхности склада непосредственно в расчетных формулах не могут быть использованы для определения валовых и удельных выбросов, так как удельная сдуваемость с течением времени снижается. Снижение происходит из-за обеднения поверхностного слоя материала пылевой фракцией, что естественно с течением времени и приводит к уменьшению пылеуноса. Как показали исследования на стендах БТИСМ, для большинства материалов график уменьшения удельной сдуваемости при-

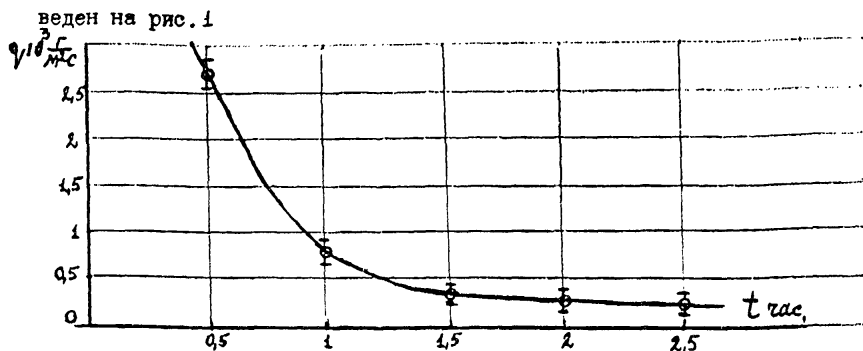


Рис. I. График зависимости удельной сдуваемости угля с течением времени

1. Зона максимального выноса пыли с поверхности:  $0 \div 0,5$  час.
2. Промежуточная зона:  $0,5 \div 2$  час.
3. Зона стабилизации (минимального пылумоса):  $2 \div 2,5$  час.

Как видно из графика стендовых испытаний (см. рис. 1) для материалов с влажностью менее 0,5% происходит стабилизация удельной сдуваемости при 2-х часовой обдувке материала.

В реальных условиях речного порта поступающий на переработку материал имеет влажность значительно большую, чем 0,5%, поэтому временной характер процесса стабилизации удельной сдуваемости резко отличается от лабораторных испытаний и практически период стабилизации достигает 2 суток. Из выше сказанного следует необходимость учета поправочного коэффициента на уменьшение удельной сдуваемости с течением времени. Для определения коэффициента уменьшения удельной сдуваемости необходимо использовать соотношение:

$$K = \frac{q_{2+0,5} + 0,5}{q_0 + 0,5} \quad (5)$$

где  $q_{0+0,5}$  — удельная сдуваемость, полученная в первые 30 мин,  
 $q_{2+0,5}$  — удельная сдуваемость, полученная в следующие 30 минут после 2-х часовой обдувки материала с 0,5% влажностью воздушным потоком со скоростью 3 м/с.

Как видно из графика рис. 1 удельные сдуваемости  $\eta_{0+4,5}$  и  $\eta_{1+0,5}$  соответственно равны  $2,68 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  и  $0,29 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  поэтому временный коэффициент уменьшения пылеуноса составляет для большинства материалов величину 0,11. Поэтому в расчетные формулы валовых и удельных выбросов (8) и (9) вошел временный коэффициент 0,11.

В последнее время в портах с целью снижения пылеуноса с поверхности открытых складов начали использовать эффективные пылеподавляющие средства. В методическом пособии /6/ в таблице 11 рекомендованы с эффективностью  $\eta = 80\%$  пылесвязывающие вещества: раствор хлористого кальция, ССБ, битумная эмульсия. На использование выше предложенных веществ речными портами не получено разрешение СЭС. Поэтому ВТИСМ совместно с Астраханским ЦБ был проведен поиск пылезадерживающих веществ, обеспечивающих эффективное снижение выбросов пыли и удовлетворял требованиям СЭС на экологическую чистоту. В результате было получено разрешение на использование лингносульфоната ТУ 13-0281036-05-89 в качестве покрытий складов речных портов от СЭС РОФСР, письмо № 09 РС-29-2-6902 от 14.12.90 г. с эффективностью пылеподавления  $\eta = 90\%$ .

**Определение выбросов вредных веществ (пыли)  
в процессе выгрузки и хранения навалочных  
грузов в речных портах**

**I. Таблицы значений коэффициентов и параметров,  
входящих в расчетные формулы**

**Таблица I. Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  для  
определения выбросов пыли**

№ пп	Наименование материала	Плотность материала $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$K_1$	$K_2$	Разработчик
1	2	3	4	5	6
1.	Уголь	1,3	0,03	0,02	НИПИОТетром /6/
2.	Несок	2,6	0,05	0,03	НИПИОТетром /6/
3.	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	2,6	0,03	0,04	ВТИСМ /15/ Ленгипроречтранс /15/

1	2	3	4	5	6
4. Щебень		2,8	0,04	0,02	НИПИОТстром /6/
5. Зерно (пшеница)		1,3	0,01	0,03	ВТИСМ /15/
6. Аммофос		2,1	0,02	0,04	ВТИСМ /15/

Таблица 2. Зависимость величины  $K_3$  от скорости ветра  
(по данным /6 /)

Скорость ветра, м/с	$K_3$
до 2	1,0
до 5	1,2
до 7	1,4
до 10	1,7
до 12	2
до 14	2,3
до 16	2,6
до 18	2,8
до 20 и выше	3

Таблица 3. Зависимость величины  $K_4$  от местных  
условий (по данным /6/)

Местные условия	$K_4$
Склады, хранилища открытые:	
а) с 4-х сторон	1,0
б) с 3-х сторон	0,5
в) с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично	0,3
г) с 2-х сторон	0,2
д) с 1-й стороны	0,1

Таблица 4. Зависимость величины  $K_5$  от влажности материала (по данным /6/)

Влажность материала, % (ж)	$K_5$
0 - 0,5	1,0
до 1,0	0,9
до 3,0	0,8
до 5,0	0,7
до 7,0	0,6
до 8,0	0,4
до 9,0	0,2
до 10,0	0,1
свыше 10	0,01

\* для песка на складах при влажности 3% и более - выбросы не считать (по данным /6/).

Таблица 5. Зависимость величины  $K_7$  от крупности материала (по данным /6/)

Размер кусков, мм	$K_7$
500	0,1
500 + 100	0,2
100 + 50	0,4
50 + 10	0,5
10 + 5	0,6
5 + 3	0,7
3 + 1	0,8
1	1,0



Таблица 6. Зависимость величины  $q$  от скорости ветра и рода хранящихся в порту материалов при условии:  $K_4 = 1$ ;  $K_5 = 1$ ;  $K_7 = 1$ .

№	Скорость ветра, м/с	Удельная величина уноса пыли в зависимости от портируемого материала, ( $A \cdot 10^{-3}$ г/(м <sup>2</sup> ·с))					
		каменный уголь	щебень	песок	ПГС	зерно (пшеница)	аммофос
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,5	0,014	0,0017	$4,7 \cdot 10^{-5}$	0,000076	0,0001	0,00013
2	1,0	0,108	0,013	0,00087	0,012	0,001	0,0013
3	1,5	0,35	0,045	0,0048	0,006	0,001	0,0013
4	2,0	0,82	0,1	0,016	0,0188	0,0038	0,0051
5	2,5	1,57	0,2	0,041	0,046	0,0096	0,133
6	3,0	2,68	0,36	0,088	0,94	0,2	0,028
7	3,5	4,2	0,57	0,168	0,17	0,036	0,052
8	4	6,2	0,85	0,293	0,295	0,06	0,0875
9	4,5	8,7	1,2	0,481	0,47	0,093	0,137
10	5	11,9	1,65	0,75	0,71	0,137	0,2
11	6	20,28	2,84	1,61	1,47	0,19	0,29
12	7	31,8	4,5	3,01	2,72	0,35	0,54
13	8	46,97	6,72	5,39	4,62	0,58	0,9
14	9	66,25	9,6	8,8	7,4	0,9	1,4
15	10	90,1	13,1	13,76	11,2	1,3	2,1
16	11	119	17,39	20,53	16,4	1,86	2,98
17	12	153,44	22,6	29,6	23,1	2,54	4,1
18	13	193,8	28,6	41,4	31,7	3,38	5,5
19	14	240,65	35,7	56,5	42,6	4,4	7,2
20	15	294,35	44	75,5	56	5,6	9,22
						7	11,63

Пример. Для щебня при  $u_m = 5$  м/с  $q = 1,65 \cdot 10^{-3}$  г/(м<sup>2</sup>·с)

Таблица 7. Зависимость величины В от высоты пересыпки  
(по данным /6/)

Высота падения материала	В
0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

Таблица 8. Зависимость величины  $K_B$  от типа грейфера  
и рода перегружаемого материала

№	Грузо- подъ- емность крана	Тип грейфера	Величина коэффициента $K_B$ в зависимости от перегружаемого материала					
			камен- ный уголь	щебень	песок	П.Г.С	зерно (пшени- ца)	аммо- фос
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	5	2592A	0,452					
2	5	2592B	0,453					
3	5	2630A	0,474					
4	10	2871B	0,216					
5	10	3298A	0,199					
6	10	3298B	0,21					
7	15	2586A	0,157					
8	16	3599A	0,134					
9	16	3748	0,13					
10	16	3899	0,123					
II	16	4127	0,13					
I2	5	2631B					0,14	
I3	10	2133A					0,1	
I4	10	3829					0,1	

Продолжение . Таблица 8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	5	2583B		0,898	0,427	0,6		
16	5	2583		0,898	0,427	0,6		
17	5	3089A		0,744	0,338	0,52		
18	10	2872B		0,41	0,21	0,3		
19	10	3292B		0,41	0,21	0,3		
20	10	3383B		0,362	0,184	0,286		
21	10	3555A		0,413	0,21	0,3		
22	10	3555B		0,39	0,22	0,32		
23	15	2374Г		0,292	0,14	0,21		
24	15	2587Г		0,271	0,166	0,215		
25	16	3319A		0,231	0,14	0,182		
26	16	3445A		0,245	0,15	0,193		
27	16	3830		0,216	0,15			
28	5	2452B						0,198
29	5	2475B						0,143
30	10	2745A						0,104
31	10	3963						0,095
32	16	3104						0,09

2. Формулы для определения удельного и валового выброса пыли при перегрузке и хранении навалочных грузов речных портов

На основании вышеизложенного для процессов перегрузки пылящих материалов следует применять для удельных выбросов формулу

$$M_{гр} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_7 K_8 G_4 B \frac{10^6}{3600}, \text{ г/с} \quad (6)$$

а для валовых выбросов

$$P_{гр} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_7 K_8 G \text{ год}^2 B, \text{ т/год} \quad (7)$$

где значения коэффициентов  $K_1 + K_8$ ,  $B$  - приведены в таблицах 1 + 8, а производительности оборудования  $G_4$  и  $G$  год опре-

деляются главным технологом порта.

**З а м е ч а н и е I.** Значение коэффициента  $K_8$  для перегрузки материала грейфером выбирается из таблицы 8, для остальных неорганизованных источников (разгрузка самосвала в бункер, ссыпка материала открытой струей и др.) выбрать коэффициент  $K_8$  равный I.

**П р и м е р I.** Рассчитать удельный и валовый выброс пыли при выгрузке грейфера на склад. Расчетные параметры приведены в табл. П. I. I. (Приложение I).

На основании ранее изложенного при статическом зрании пылящих материалов следует применять для удельных выбросов формулу:

$$M_{xp} = K_4 K_5 K_6 K_7 \psi F_{раб} + K_4 K_5 K_6 K_7 0,11 \cdot \psi (F_{пл} - F_{раб}) \cdot (1 - \frac{\eta}{100}), \text{ г/с} \quad (8)$$

а для валовых выбросов

$$M_{xp} = 0,11 \cdot 8,64 \cdot 10^{-2} \cdot K_4 K_5 K_6 K_7 \psi \cdot F_{пл} \cdot (1 - \frac{\eta}{100}) \cdot (365 - T_c), \text{ т/гв} \quad (9)$$

где значения коэффициентов  $K_4 + K_7$  и параметра  $\psi$  ( $\text{г/м}^2 \cdot \text{с}$ ) ранее приведены в таблицах 4 и 7, значение  $F_{пл}$  и  $F_{раб}$  даются главным технологом порта, а число дней  $T_c$  со снежным покровом запрашивается в территориальном комитете по гидрометеорологии.

Если средства пылеподавления не используются, то коэффициент выбрать равным 0. При использовании лингносульфоната в качестве пылесвязывающего вещества коэффициент  $\psi$  выбрать равным 90%.

**З а м е ч а н и е 3.** Выбор параметра  $\psi$  в формуле (8) осуществляется по значению "опасной скорости ветра". Опасная скорость ветра рассчитывается по одной из программ, согласованных в ГГО им. А.И.Воейкова ("Эколог", "Гарант" и др.). Предварительную оценку опасной скорости рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned} u_m &= 0,5 & \text{при} & \quad v_m' \leq 0,5 & 2,17 \text{ (а)} & \text{из} & \text{/I/} \\ u_m &= v_m' & \text{при} & \quad 0,5 < v_m' \leq 2 & 2,17 \text{ (б)} & \text{из} & \text{/I/} \\ u_m &= 2,2 v_m' & \text{при} & \quad v_m' > 2 & 2,17 \text{ (в)} & \text{из} & \text{/I/} \end{aligned}$$

$$\text{где } v_m' = 1,3 \frac{1}{27} v \cdot \text{ctg} \angle \cdot \left(\frac{h}{H}\right)^{0,2} \cdot (1 + \sin \angle)$$

$v$  – среднемесячная скорость ветра, м/с. По данным территориального комитета по гидрометеорологии.

$\alpha$  – угол естественного откоса,

$h$  – высота склада, м.

**Пример 2.** Рассчитать удельный и валовый выброс пыли при статическом хранении угля в открытом складе. Расчетные параметры приведены в табл. П.1.2. (Приложение 2).

## Л и т е р а т у р а

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.Л.: Гидрометеоиздат, 1987.
2. Требования к построению, содержанию и изложению расчетных методик определения выбросов вредных веществ в атмосферу: Методическое письмо ВНИИприроды, ОКА Минэкологии № 23/4617 от 04 июня 1986г. ГГО им А И Воейкова Л., 1986, 17с.
3. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник изд.: В 2-х ч./Металлургия, 1988, С.292.
4. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами: Справочник /Д.С.Плюхин и др.-М.:Транспорт, 1989.
5. Аэрология карьеров: Справочник. Бересневич П.В. и др.-М.Недра, 1990.
6. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. Гаврилов и др.-Новороссийск, 1985.
7. Методика расчета и обоснование санитарно-защитных зон карьеров. Бересневич и др.-Отрасл. тематический сборник/Минчермет СССР. ВНИИБТГ.-М:Недра, 1986.
8. Аспирация и обеспечивание воздуха при производстве порошков. Нейков Л.Д., Логачев И.Н., М., Металлургия, 1981, 192 с.
9. Обеспыливание технологических процессов производства строительных материалов. Минко В.А. Воронеж: Изд-во ВГУ 1981, 176 с.
10. Гравитационные методы обогащения. Лященко П.В., М-Л: Гостоптехиздат, 1940.
11. А.С. 1657656 (СССР). Способ подачи сыпучего материала в аспирационное укрытие/С.В.Жаберов и др.-Опубл. в БИ.- 1991.-№23.
12. Пневмо-гидротранспорт в химической промышленности. Разумов И.М. - М., "Химия", 1979.
13. Склады промышленных предприятий: Справочник /О.Б.Маликов и др.-Л.: Машиностроение. Ленинград. отд., 1989.
14. Отчет НИР. Разработка способов снижения поверхностного пыле-

ния при перевозке угля открытым способом. Ильина Т.Н.,  
Иванищенко О.И. Белгород. ВТИСМ, 1990.

15. Отчет НИР. Разработка мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу при грузовых операциях с сыпучими грузами в речных портах. Трифанов В.В. Санкт-Петербург. Ленгипроречтранс, 1991. Арх. № 74954.
16. Методика определения дисперсного состава промышленных пылей в процессах газоочистки. Руководящий технический материал Минхиммаш РДРТМ 26-14-20-79. М., 1979.
17. Современные средства измерения загрязнения атмосферы - Бронштейн Д.П., Александров Н.И. -Л.: Гидрометеоиздат, 1989, С.14.

## ПРИЛОЖЕНИЕ.

Пример I. Расчет удельного и валового выброса пыли в процессе перегрузки угля грейферными кранами производительностью 350 т/час.

Таблица I.I. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

№ пп	I Наименование I исходных I данных	I Значение исходных I данных используемых I в расчетах	I Техноло- I гические I данные	I Данные о I перегрузка- I емом мате- I риале .	I I	I Обозначение I и I значения I используемых I В I расчетах. I параметров.	
						5	6
I	Паспортная произ- водительность грейфера :						
	а) тон в час	350					
	б) тон в год	126000			G <sub>г</sub>		126000
2.	Кoeffициент загрузки грейфера	0,36					
3.	Производительность грейферного крана	0,36x350=			G <sub>к</sub>		120
4.	Содержание пыли		0-:-200мкМ		к <sub>1</sub>		0,03
5.	Содержание пыли переходящей в аэрозоль		0-:-10мкМ		к <sub>2</sub>		0,02
6.	Местные метеусловия	3,4м/с			к <sub>3</sub>		1,2
7.	Степень защищенности перегрузки	открыт с 4 <sup>х</sup> сторон			к <sub>4</sub>		I
8.	Влажность материала		5%		к <sub>5</sub>		0,7
9.	Учет крупности материала		5мм+ 10мм		к <sub>7</sub>		0,5
10.	Учет неравномерности выгрузки материала	Грейфер 2586 А			к <sub>8</sub>		0,157
II.	Высота перегрузка- емого материала	0,5 м			B		0,4



Расчет I. Подставляя данные таблицы I.I в формулы (6) и(7)  
определим удельный и валовый выброс пыли :

$$M_{гр.} = \frac{0,03 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,157 \cdot 120 \cdot 10^6}{3600} = 0,53 \text{ г/о}$$

$$П_{гр.} = 0,03 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,157 \cdot 126000 = 2 \text{ т/год.}$$

Пример 2. Расчет удельного и валового выброса пыли в процессе хранения угля в открытом складе.

Таблица 1.2. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

№ пп	Наименование исходных данных	Значение исходных данных используемых в расчетах		Обозначение и значения используемых в расчетах параметров.	
		Технологические данные	Данные о перегрузочном материале		
1.	Степень защищенности склада	Открыт с 4 <sup>х</sup> сторон		$K_4$	1
2.	Влажность материала		7%	$K_5$	0,6
3.	Учет крупности материала		5мм+10мм	$K_7$	0,5
4.	Площадь поверхности	$50м \times 120м =$		$F_{пл.}$	<del>6000</del> $м^2$
5.	Площадь поверхности склада при макс. его заполнении	$7200м^2$		$F_{max}$	$7200м^2$
6.	Площадь в плане на которой производится огибом. работы	$3000м^2$		$F_{рас}$	$3000м^2$
7.	Коефф-т, учитывающий профиль поверхности	$\frac{7200}{6000}$		$K_6$	1,2
8.	Высота склада	10м			
9.	Угол естественного откоса		$40^\circ$		
10.	Скорость ветра	3,4м/с			
11.	Сдуваемость материала		$4,2 \times 10^{-3} г/мо$	$q$	$4,2 \times 10^{-3} г/мо$
12.	Опасная скорость в-а	3,4м/с!			1,38 м/с
13.	Сдуваемость при опасной скорости ветра	1,38м/с	$0,23 \times 10^{-3} г/мо$	$q$	$0,23 \times 10^{-3} г/мо$
14.	Коефф-т пылеподавления	0		$\eta^g$	0
15.	Число дней со снежным покровом	120		$T_c$	120

Расчет 2. Подставляя данные таблицы I.2 в формулы (8) и (9) определим удельный и валовый выброс пыли

$$M_{\text{хр.}} = 1 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 + \\ + 1 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 0,11 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot (6000 - 3000) \cdot (1-0) = 0,275 \text{ г/с.}$$

$$П_{\text{хр.}} = 0,11 \cdot 8,64 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6000 \cdot (1-0) \cdot (365-120) = \\ = 21,12 \text{ г/год}$$