


ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

**ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ,  
ВПРОВАДЖЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ**

**методичні вказівки  
до самостійного вивчення  
практичної частини дисципліни  
для здобувачів вищої освіти спеціальності  
132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання другого  
(магістерського) рівня вищої освіти**

*Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол № 2 від «17» листопада 2022 р.)  
Обов'язково до розміщення в репозиторії*

Запоріжжя 2022



Методичні вказівки до самостійного вивчення практичної частини дисципліни «Екологічні аспекти розробки, впровадження та утилізації матеріалів» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти) / Д.С. Пікареня, О.В. Орлінська. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2022. 35 с.

Методичні вказівки включають завдання за варіантами, методичні пояснення щодо порядку виконання, вимоги до його оформлення.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» другого (магістерського) рівня освіти.

*Самостійне електронне текстове мережеве видання*

Затверджено на засіданні кафедри  
Екології та економіки довкілля  
Протокол № 3 від «01» листопада 2022р.

Узгоджено:  
Секретар Редакційної ради

 Малій Х. В.  
«02» листопада 2022 р.

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2022



## ЗМІСТ

Практична робота №1. Визначення категорії небезпечності підприємств залежно від маси, виду та складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу.....	4
Приклад розв'язання завдання 1.1.....	6
Практична робота №2. Визначення загальної маси викидів в атмосферу при роботі з матеріалами, що пилять.....	7
2.1. Пересипання матеріалів, що пилять.....	7
Приклад розв'язання завдання 2.1.....	12
2.2. Викиди при пересипанні вугілля.....	12
Приклад розв'язання завдання 2.2.....	15
2.3. Викиди при зберіганні матеріалів на складах, хвостосховищах.....	16
Приклад розв'язання завдання 2.3.....	19
2.4. Викиди на кар'єрі.....	20
2.4.1. Бурові роботи.....	20
Приклад розв'язання завдання 2.4.1.....	21
2.4.2. Вибухові роботи.....	21
Приклад розв'язання завдання 2.4.2.....	25
Практична робота №3. Визначення розміру відшкодування збитків на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки.....	29
Практична робота №4. Визначення викидів забруднюючих речовин під час виробництва металопокриттів.....	32
Практична робота №5. Аналіз сучасних технологій з низьким рівнем викидів вуглекислого газу в сталеливарній промисловості Західної Європи.....	35



## Практична робота №1

### Визначення категорії небезпечності підприємств залежно від маси, виду та складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу

#### Стислі теоретичні відомості

Категорію небезпечності підприємств визначають за даними викидів забруднюючих речовин в атмосферу, що відображаються у формі статистичної звітності 2-ТП - повітря кожним підприємством забруднювачем.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують так:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ГДК_{сд}} \right)^{\alpha_i}, \quad (1.1)$$

де  $M_i$  – маса викиду  $i$ -ї речовини, т/рік;

$ГДК_{сд}$  – середньодобова гранично допустима концентрація  $i$ -ї речовини, що викидаються підприємством в атмосферу;

$n$  – кількість шкідливих речовин, що викидаються підприємством в атмосферу;

$\alpha_i$  – безрозмірна константа, що дозволяє порівняти ступінь шкідливості  $i$ -ї речовини зі шкідливістю сірчистого газу (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Безрозмірна константа відповідності класу небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
$\alpha_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

Для розрахунку категорії небезпечності підприємств (КНП) за відсутності середньодобових значень ГДК використовують значення максимально разових ГДК, або зменшені в десять разів значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин.

За величиною категорії небезпечності підприємств (КНП) останні поділяються на 4 категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємства за категоріями наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Категорії небезпечності підприємств та граничні значення КНП

Категорії небезпечності	Значення КНП	Санітарно-захисна зона, м
I	$>10^8$	1000
II	$10^8 > КНП > 10^4$	500
III	$10^4 > КНП > 10^3$	300
IV	$<10^3$	100

У залежності від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів (СЗЗ).

**Завдання 1.1:** 1. Оцінити ступінь забруднення атмосфери та встановити санітарно-захисну зону до житлових районів від джерел забруднень промислового підприємства за вихідними даними.

2. Зробити висновки за наданими прикладами.

#### Вихідні дані до завдання 1.1

№ варіанту	Вихідні речовини, т/рік					
	Зважені речовини (пил)	Оксид вуглецю	Диоксид сірки	Диоксид азоту	Бенз(а)пірен	Смолисті
1	4728,5	9676,1	831,3	127,6	0,85	897,6
2	5118,7	8673,2	718,5	161,8	0,91	903,4
3	3626,3	8765,4	846,1	134,5	0,67	865,2
4	4813,4	9016,1	802,6	157,8	0,53	786,1
5	6123,5	10002,4	886,3	181,9	0,96	873,2
6	3946,2	7743,4	701,5	112,6	0,81	901,6
7	4126,7	8635,1	843,5	154,9	0,63	943,8
8	4288,1	8975,5	645,1	171,2	0,48	773,8
9	4943,5	7625,1	701,3	144,6	0,72	943,6
10	4595,1	8565,4	787,4	157,7	0,87	795,5
11	4127,3	8126,6	754,3	128,1	0,66	825,3
12	4943,4	9365,6	801,7	161,2	0,85	878,8
13	4321,7	7946,4	698,7	136,5	0,88	927,3
14	4534,8	8223,6	711,6	172,6	0,84	876,5
15	4178,7	8678,4	731,6	161,8	0,77	809,6
16	4936,5	8772,6	796,5	170,3	0,63	877,5
17	5746,3	7886,4	696,8	148,4	0,81	921,7
18	5673,4	8772,6	678,4	112,8	0,55	855,8
19	6120,8	8669,4	736,5	132,4	0,97	876,7
20	5324,6	7786,2	596,4	172,3	1,07	910,3
21	5546,7	8128,5	701,6	147,1	0,91	891,5
22	4763,5	8434,6	744,8	152,3	0,75	925,6
23	3965,8	7947,9	711,6	165,6	0,98	896,3
24	4245,8	8068,4	743,4	131,8	0,987	906,8
25	4487,8	8937,2	701,3	158,1	0,97	934,6
ГДК, мг/м <sup>3</sup>	0,15	3,0	0,05	0,04	0,000001	0,2/10 = 0,02
Клас небезпеки	3	4	3	2	1	2

**Приклад розв'язання завдання 1.1.** Оцінити ступінь забруднення атмосфери та встановити санітарно-захисну зону до житлових районів від джерел забруднень промислового підприємства, що мають кількість викидів за наступними речовинами, т/рік: зважені речовини (пил) – 4663,3; окис вуглецю – 8992,4; двоокис сірки 727,3; двоокис азоту – 150,0; бенз(а)пірен 0,7; смолисті – 911,6. ГДК робочої зони для смолистих 0,2 мг/м<sup>3</sup>.

**Розв'язання.** У таблицях знаходимо клас небезпечності та середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин, які викидаються від джерел забруднення промислового підприємства, дані заносимо до таблиці.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розрахуємо за формулою (1.1) скориставшись таблицею 1.1 для визначення безрозмірної константи  $a_i$ .


Назва речовини	Викид, т/рік	ГДК <sub>зд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпечності
зважені речовини (пил)	4663,3	0,15	3
окис вуглецю	8992,4	3,0	4
двоокис сірки	727,3	0,05	3
двоокис азоту	150,0	0,04	2
бенз(а)пірен	0,7	0,000001	1
смолисті	911,6	0,2/10=0,02*	2

Примітка: \*Оскільки середньодобові значення ГДК для смолистих відсутні, використовуємо зменшене у 10 раз значення ГДК робочої зони для смолистих, що надані в умовах задачі.

$$\begin{aligned}
 \text{КНП} &= \left(\frac{4663,3}{0,15}\right)^1 + \left(\frac{8992,4}{3,0}\right)^{0,9} + \left(\frac{727,3}{0,05}\right)^1 + \left(\frac{150,0}{0,04}\right)^{1,3} + \left(\frac{0,7}{0,000001}\right)^{1,7} + \left(\frac{911,6}{0,02}\right)^{1,3} = \\
 &= 31088 + 1346 + 14546 + 44283 + 8643042887 + 1138692 = 8,6 \cdot 10^9
 \end{aligned}$$

**Висновок:** Отримане значення  $\text{КНП} > 10^8$ , отже промислове підприємство відноситься до I категорії небезпечності за забрудненням атмосфери. Розмір санітарно-захисної зони від джерел забруднень до житлових районів становить 1000 м. Оцінити ступінь забруднення атмосфери речовинами, що викидаються, можна на підставі чисельного результату, отриманого від піднесення до степені відповідного члена, що входить у рівняння. Розташовуємо речовини за ступенем забруднення атмосфери:

бенз(а)пірен	8 643 042 887
смолисті	1 138 692
двоокис азоту	44 283
зважені речовини (пил)	31 088
двоокис сірки	14 546
окис вуглецю	1 346



## Практична робота №2

### Визначення загальної маси викидів в атмосферу при роботі з матеріалами, що пилять

#### 2.1. Пересипання матеріалів, що пилять.

Інтенсивними неорганізованими джерелами пилоутворення є пересипання матеріалу, навантаження матеріалу у відкриті вагони, напіввагони, завантаження матеріалу грейфером у бункер, зсипання матеріалу відкритим струменем до складу тощо. Обсяги пиловиділень від усіх цих джерел можуть бути розраховані за формулою (2.1):

$$M_{гр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{год} \cdot 10^6 / 3600, \text{ г/с} \quad (2.1)$$

а для валових викидів – за формулою (2.2):

$$П_{гр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{рік}, \text{ т/рік} \quad (2.2)$$

де  $K_1$  – вагова частка пилової фракції у матеріалі (таблиця 2.1). Визначається шляхом відмивання та просіву середньої проби з виділенням фракції пилу розміром від 0 до 200 мкм;

$K_2$  – частка пилу (від усього вагового пилу), що переходить в аерозоль (таблиця 2.1). Перевірка фактичного дисперсного складу пилу та уточнення значення  $K_2$  проводиться відбором проб запиленого повітря на межах об'єкта, що пилить (складу, хвостосховища) при швидкості вітру 2 м/с, що дме в напрямку точки відбору проби.

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови (таблиця 2.2);

$K_4$  – коефіцієнт, що враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, умови пилоутворення (таблиця 2.3);

$K_5$  – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, визначається відповідно до даних таблиці 2.4. Під вологістю матеріалу розуміється вологість його пилової та дрібнозернистої фракції ( $d \leq 1$  мм);

$K_7$  – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, приймається відповідно до таблиці 2.5;

$K_8$  – поправочний коефіцієнт різних матеріалів залежно від типу грейфера (таблиця 2.6), з використанням інших типів перевантажувальних пристроїв  $K_8 = 1$ ;

$K_9$  – поправочний коефіцієнт при потужному залповому скиданні матеріалу при розвантаженні автосамоскида. Приймається рівним 0,2 при скиданні матеріалу вагою до 10 т, і 0,1 - понад 10 т. Для інших неорганізованих джерел коефіцієнт  $K_9$  вибрати рівним 1;

$B$  – коефіцієнт, що враховує висоту пересипки, приймається за даними таблиці 2.7;

$G_{год}$  – сумарна кількість матеріалу, що переробляється в годину, т/год. Визначається головним технологом підприємства.

$G_{\text{рік}}$  – сумарна кількість матеріалу, що переробляється протягом року, т/рік. Визначається головним технологом підприємства на основі фактично переробленого матеріалу або запланованого на рік.

Примітка. У розрахунках приземних концентрацій забруднюючих речовин (ЗР) повинні використовуватися потужності викидів ЗР в атмосферу,  $M$  (г/с), віднесені до 20-хвилинного інтервалу часу.

Ця вимога відноситься до викидів ЗР, тривалість  $T$  (с), яких менше 20-ти хвилин ( $T < 1200$ , с). Для таких викидів значення потужності,  $M$  (г/с) визначається таким чином:

$$M = Q/1200, \text{г/с}$$

де  $Q$  - загальна маса ЗР, викинутих в атмосферу з джерела забруднення атмосфери, що розглядається, протягом часу його дії  $T$ .

Таблиця 2.1 - Значення коефіцієнтів  $K_1$ ,  $K_2$  для визначення викидів пилу

Найменування матеріалу	Щільність матеріалу, г/см <sup>3</sup>	Вагова частка пилової фракції у матеріалі, $K_1$	Частка пилу, що переходить в аерозоль, $K_2$
Аглопорит	2,5	0,06	0,04
Вапно колове	2,7	0,04	0,02
Вапно мелене	2,7	0,07	0,05
Вапняк кар'єрний	2,7	0,03	0,01
Вапняк подрібнений	2,7	0,04	0,02
Вермікуліт	2,6	0,06	0,04
Вугілля	1,3	0,03	0,02
Гіпс кар'єрний	2,6	0,03	0,02
Гіпс мелений	2,6	0,08	0,04
Глина	2,7	0,05	0,02
Гнейс	2,9	0,05	0,02
Гравій	*	0,01	0,001
Граніт кар'єрний	2,8	0,01	0,003
Граніт подрібнений	2,8	0,02	0,04
Графіт	2,2 - 2,7	0,03	0,04
Діатоміт	2,3	0,03	0,02
Діоріт	2,8	0,03	0,06
Доломіт кар'єрний	2,7	0,03	0,01
Доломіт подрібнений	2,7	0,05	0,02
Зола	2,5	0,06	0,04
Каолін	2,7	0,06	0,04
Керамзит	2,5	0,06	0,02
Клінкер	3,2	0,01	0,003
Крейда	2,7	0,05	0,07
Мармур кар'єрний	2,8	0,02	0,01
Мармур подрібнений	2,8	0,04	0,06
Мергель кар'єрний	2,7	0,03	0,01
Мергель подрібнений	2,7	0,05	0,02
Мінеральна вата	*	0,05	0,01
Нефелін	2,7	0,06	0,02
Огарки	3,9	0,04	0,03
Опока	2,65	0,03	0,01

Пегматит	2,6	0,04	0,04
Пемза	2,5	0,03	0,06
Перліт готова продукція	2,4	0,04	0,06
Перліт кар'єрний	2,4	0,04	0,01
Пісок	2,6	0,05	0,03
Піщаник	2,65	0,04	0,01
Піщано-гравійна суміш (ПГС)	2,6	0,03	0,04
Польовий шпат	2,5	0,07	0,01
Порфіроїди	2,7	0,03	0,07
Слюда	2,8	0,02	0,01
Сульфат	2,7	0,05	0,02
Суміш піску та вапна	2,6	0,05	0,01
Тирса деревна	*	0,04	0,01
Туф	2,6	0,03	0,02
Цегла, бій	*	0,05	0,01
Цемент	3,1	0,04	0,03
Шамот	2,6	0,04	0,02
Шлак	2,5 - 3,0	0,05	0,02
Щебінь	*	0,04	0,02

Примітка: \* - брати за вихідним матеріалом

Таблиця 2.2 – Залежність величини  $K_3$  від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	Значення коефіцієнта $K_3$
до 2	1,0
2-5	1,2
5-7	1,4
7-10	1,7
10-12	2,0
12-14	2,3
14-16	2,6
16-18	2,8
18 та більше	3,0

Таблиця 2.3 – Залежність величини  $K_4$  від місцевих умов

Місцеві умови:	Значення коефіцієнта $K_4$
Склади, сховища відкриті з 4-х сторін цілком	1,0
Склади, сховища відкриті з 3-х сторін цілком	0,8
Склади, сховища відкриті з 2-х сторін цілком	0,6
Склади, сховища відкриті з 2-х сторін частково	0,5
Склади, сховища відкриті з 1-ї сторони	0,1
Використовується завантажувальний рукав	0,2
Склади, сховища відкриті закриті з 4-х сторін	0,1

Таблиця 2.4 – Залежність величини  $K_5$  від вологості матеріалів

Вологість матеріалів, % *	$K_5$	$K_5$ (для вугілля у кар'єрі)
0-0,5	1,0	2,0
до 1,0	0,9	1,5
до 3,0	0,8	1,3
до 5,0	0,7	1,2
до 7,0	0,6	1,0
до 8,0	0,4	0,7
до 9,0	0,2	0,3
до 10,0	0,1	0,2
Понад 10	0,01	0,1

Примітка: \* - при статичному зберіганні та пересипанні піску вологістю 3% і більше - викиди вважати рівними 0. Для інших будівельних матеріалів викиди вважати рівними 0 при вологості понад 20 %.

Таблиця 2.5 – Залежність величини  $K_7$  від крупності матеріалів

Розмір шматка, мм	$K_7$
500 и більше	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

Таблиця 2.6 - Залежність величини  $K_8$  від типу грейфера і роду матеріалу, що перевантажується

№ п/п	Вантажопідйомність крана, т	Тип грейфера	Величина коефіцієнта $K_8$ залежно від матеріалу, що перевантажується			
			Кам'яне вугілля	Щебінь	Пісок	Піщано-гравійна суміш
1	5	2592А	0,452			
2	5	2592Б	0,453			
3	5	2630А	0,474			
4	10	2871В	0,216			
5	10	3298А	0,199			
6	10	3298Б	0,21			
7	15	2586А	0,157			
8	16	3599А	0,134			
9	16	3748	0,13			
10	16	3899	0,123			
11	16	4127	0,13			
12	10	3829				
13	5	2583В		0,898	0,427	0,6
14	5	2583		0,898	0,427	0,6
15	5	3089А		0,744	0,338	0,52
16	10	2872В		0,41	0,21	0,3
17	10	3292В		0,41	0,21	0,3
18	10	3383Б		0,362	0,184	0,286
19	10	3555А		0,413	0,21	0,3
20	10	3555В		0,39	0,22	0,32
21	15	2374Г		0,292	0,14	0,21
22	15	2587Г		0,271	0,166	0,215
23	16	3319А		0,231	0,14	0,182
24	16	3445А		0,245	0,15	0,193
25	16	3830		0,216	0,15	

**Завдання 2.1.** Розрахувати питомий та валовий викид пилу в процесі навантаження вугілля грейферними кранами з встановленою продуктивністю.

Вихідні дані до завдання 2.1

№ пп	Найменування вихідних даних	При- клад	Варіант					
			1	2	3	4	5	6
1	Матеріал, що пересипається	Вугілля	Щебінь	Пісок	Вугілля	ПГС	Пісок	Щебінь
2	Паспортна продуктивність грейфера: а) тонн на годину б) тис. тонн на рік	350	100	100	350	150	120	75
		126	95	95	110	45	91	80
3	Коефіцієнт завантаження грейфера	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
4	Продуктивність грейферного крана							
5	Вміст пилу, мкм	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
6	Вміст пилу, що переходить в аерозоль, мкм	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
7	Середня швидкість вітру, м/с	3,4	3,3	3,0	3,2	2,9	3,3	3,3
8	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	4-х	3-х	2-х	4-х	3-х	2-х	4-х
9	Вологість матеріалу, %	8	9	7	7	10	8	9
10	Крупність матеріалу, мм	50-10	50	10	50	10	50	10
11	Нерівномірність вивантаження матеріалу за типом грейфера	2586 А	3089 А	2872 В	2592 А	3445 А	2872 В	3089 А
12	Висота матеріалу, що перевантажується, м	0,5	2	4	2	6	2	8
13	Залповий викид при розвантаженні самоскида	1	1	1	1	1	1	1
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		7	8	9	10	11	12	13
1	Матеріал, що пересипається	ПГС	Вугілля	Щебінь	ПГС	Щебінь	Вугілля	Пісок
2	Паспортна продуктивність грейфера: а) тонн на годину б) тис. тонн на рік	200	350	80	170	60	350	115
		140	115	95	105	100	130	100
3	Коефіцієнт завантаження грейфера	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
4	Продуктивність грейферного крана							
5	Вміст пилу, мкм	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
6	Вміст пилу, що переходить в аерозоль, мкм	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
7	Середня швидкість вітру, м/с	3,5	3,3	3,2	2,9	3,1	3,0	3,0
8	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	3-х	4-х	2-х	3-х	4-х	2-х	3-х
9	Вологість матеріалу, %	8	9	5	10	7	7	88
10	Крупність матеріалу, мм	50	10	50	10	50	10	50
11	Нерівномірність вивантаження матеріалу за типом грейфера	3445 А	2592 А	3089 А	3445 А	3089 А	2871 В	2872 В
12	Висота матеріалу, що перевантажується, м	6	2	4	2	8	4	8
13	Залповий викид при розвантаженні самоскида	1	1	1	1	1	1	1
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		14	15	16	17	18	19	20
1	Матеріал, що пересипається	Вугілля	ПГС	Щебінь	ПГС	Пісок	Щебінь	Вугілля
2	Паспортна продуктивність грейфера: а) тонн на годину б) тис. тонн на рік	350	120	90	160	100	105	350
		150	120	110	97	75	140	130
3	Коефіцієнт завантаження грейфера	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
4	Продуктивність грейферного крана							
5	Вміст пилу, мкм	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
6	Вміст пилу, що переходить в аерозоль, мкм	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
7	Середня швидкість вітру, м/с	3,0	3,4	3,5	3,1	2,8	2,7	3,0
8	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	3-х	4-х	2-х	4-х	3-х	4-х	2-х
9	Вологість матеріалу, %	8	9	8	7	6	8	8
10	Крупність матеріалу, мм	50	10	50	10	50	10	50
11	Нерівномірність вивантаження матеріалу за типом грейфера	2586 А	3445 А	3089 А	3445 А	2872 В	3089 А	2592 А
12	Висота матеріалу, що перевантажується, м	2	6	4	8	6	4	2
13	Залповий викид при розвантаженні самоскида	1	1	1	1	1	1	1

ПГС – піщано-гравійна суміш

**Приклад розв'язання завдання 2.1.** Розрахувати питомий та валовий викид пилу в процесі навантаження вугілля грейферними кранами з продуктивністю 350 т/год.

**Вихідні дані**

№ пп	Найменування вихідних даних	Вихідні дані	Параметри		
			Позначення	Значення	Джерело
1	Паспортна продуктивність грейфера: а) тонн на годину б) тонн на рік	350 126000	$G_{\text{рік}}$	126000 т/рік	Вих. дані
2	Коефіцієнт завантаження грейфера	0,36			
3	Продуктивність грейферного крана	0,36·350	$G_{\text{год}}$	126	Розрах.
4	Вміст пилу	0 - 200 мкм	$K_1$	0,03	Табл. 2.1
5	Вміст пилу, що переходить в аерозоль	0-10 мкм	$K_2$	0,02	Табл. 2.1
6	Місцеві метеоумови	3,4 м/с	$K_3$	1,2	Табл. 2.2
7	Ступінь захищеності вузла пересипання	відкритий з 4-х боків	$K_4$	1,0	Табл. 2.3
8	Вологість матеріалу	8 %	$K_5$	0,7	Табл. 2.4
9	Врахування крупності матеріалу	50-10 мм	$K_7$	0,5	Табл. 2.5
10	Врахування нерівномірності вивантаження матеріалу	Грейфер 2586 А	$K_8$	0,157	Табл. 2.6
11	Висота матеріалу, що перевантажується	0,5 м	$B$	0,4	Табл. 2.7
12	Коефіцієнт, що враховує потужний залповий викид при розвантаженні самоскида		$K_9$	1,0	Довідн.

**Розв'язання.**

Для розрахунку питомого викиду пилу в процесі навантаження вугілля використовується формула (2.1):

$$M_{\text{зр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{год}} \cdot 10^6 / 3600, \text{г/с}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_{\text{зр}} = 0,03 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,157 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 126 \cdot 10^6 / 3600 = 0,55 \text{ г/с}$$

Для розрахунку валового викиду пилу в процесі навантаження вугілля використовується формула (2.2):

$$P_{\text{зр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{рік}}, \text{т/рік}$$

(позначення див. у тексті)

$$P_{\text{зр}} = 0,03 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,157 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 126000 = 1,99 \text{ т/рік}$$

**2.2. Викиди при пересипанні вугілля**

Сумарна маса твердих частинок, що виділяються при проведенні всіх видів вантажно-розвантажувальних робіт у кар'єрі, визначається за формулою (2.3):

$$M_{\text{п}} = K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot B \cdot q_{\text{пит}}^{\text{п}} \cdot P_{\text{п}} \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-6}, \text{т/рік} \quad (2.3)$$



де  $q_{\text{пит}}^n$  – питоме виділення твердих частинок з тонни вугілля, що відвантажується (перевантажується), г/т (приймається рівним 3,0 г/т);  
 $\Pi_{\text{п}}$  – кількість вугілля, що відвантажується (перевантажується), т/рік;  
 $\eta$  – ступінь уловлювання твердих частинок в пиловловлюючій установці, частка одиниці - визначається за даними фактичних вимірювань. Якщо засоби пилопригнічення не використовуються, то коефіцієнт  $\eta$  слід вибрати рівним 0.

Для розрахунку нормативів ПДВ сумарна маса твердих частинок (г/с), що виділяються при вантажно-розвантажувальних роботах, визначається за формулою (2.4):

$$M_{\text{п}} = K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot B \cdot q_{\text{пит}}^n \cdot \Pi_{\text{год}} \cdot (1 - \eta) / 3600, \text{ г/с} \quad (2.4)$$

де  $\Pi_{\text{год}}$  – максимальна кількість вугілля, що відвантажується (перевантажується), т/година.

Сумарна маса твердих частинок, що здуваються при транспортуванні гірської маси відкритим стрічковим конвеєром, визначається за формулою (2.5):

$$M_{\text{к}} = 3,6 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot W_{\text{к}} \cdot L \cdot l \cdot \gamma \cdot T \cdot (1 - \eta), \text{ т/рік} \quad (2.5)$$

де  $W_{\text{к}}$  – питома здуваність твердих частинок з стрічкового конвеєра (приймається рівною  $3 \cdot 10^{-5}$  кг/(м<sup>2</sup>·с);

$L$  – ширина конвеєрної стрічки, м;

$l$  – довжина конвеєра, м;

$\gamma$  – коефіцієнт подрібнення гірничої маси (приймається рівним 0,1);

$T$  – річне кількість робочих годин, год./рік.

Для розрахунку нормативів ПДВ сумарна маса твердих частинок (г/с), що здуваються під час транспортування гірничої маси відкритим стрічковим конвеєром, визначається за формулою (2.6):

$$M_{\text{к}} = K_3 \cdot K_5 \cdot W_{\text{к}} \cdot L \cdot l \cdot \gamma \cdot T \cdot (1 - \eta) \cdot 10^3, \text{ т/рік} \quad (2.6)$$

При розвантаженні-навантаженні вугілля поза кар'єром розрахунок викидів повинен проводитися за формулами (2.1 – 3.2).

**Завдання 2.2.** Розрахувати викиди у атмосферу під час пересипання вугілля за наведеними вихідними даними.

Вихідні дані до завдання 2.2

№ пп	Найменування вихідних даних	Приклад	Варіант					
			1	2	3	4	5	6
1	Вологість породи, %	7	9	7	7	10	8	9
2	Максимальна повторювана швидкість вітру, м/с	4,5	3,0	3,4	3,5	3,1	2,8	2,7

3	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	4-х	1-го	3-х	4-х	2-х	4-х	3-х
4	Висота пересипання матеріалу, м	2	2	6	4	8	6	4
5	Питоме виділення твердих частинок з тонни вугілля, що перевантажується, г/т	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
6	Питома здуваність твердих частинок з стрічкового конвеєра, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
7	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0	0,75	0,65	0,60	0,75	0	0,55
8	Кількість вугілля, що перевантажується, тис. т/рік	110	100	120	110	95	90	90
9	Максимальна кількість вугілля, що перевантажується, т/год	300	200	200	300	100	100	200
10	Коефіцієнт подрібнення гірничої маси	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	Ширина конвеєрної стрічки, м	1,8	1,8	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8
12	Довжина конвеєра, м	200	150	200	150	200	150	150
13	Річна кількість робочих годин	500	480	480	500	550	600	600
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		7	8	9	10	11	12	13
1	Вологість породи, %	8	9	8	7	6	8	8
2	Максимальна повторювана швидкість вітру, м/с	3,4	3,3	3,0	3,2	2,9	3,3	3,3
3	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	4-х	2-х	4-х	3-х	3-х	4-х	1-го
4	Висота пересипання матеріалу, м	6	2	4	2	8	4	8
5	Питоме виділення твердих частинок з тонни вугілля, що перевантажується, г/т	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
6	Питома здуваність твердих частинок з стрічкового конвеєра, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
7	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0,55	0	0,75	0,65	0	0,75	0,60
8	Кількість вугілля, що перевантажується, тис. т/рік	110	97	94	120	110	105	95
9	Максимальна кількість вугілля, що перевантажується, т/год	300	100	100	300	300	300	100
10	Коефіцієнт подрібнення гірничої маси	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	Ширина конвеєрної стрічки, м	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	1,8	1,5
12	Довжина конвеєра, м	200	200	150	150	200	150	200
13	Річна кількість робочих годин	500	650	500	550	700	750	500
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		14	15	16	17	18	19	20
1	Вологість породи, %	9	7	7	10	8	9	9
2	Максимальна повторювана швидкість вітру, м/с	4,5	3,3	3,0	3,2	2,9	3,3	3,3
3	Ступінь захищеності вузла пересипання: відкритий з ... боків	4-х	2-х	3-х	2-х	3-х	4-х	1-го
4	Висота пересипання матеріалу, м	2	2	4	2	6	2	8
5	Питоме виділення твердих частинок з тонни вугілля, що перевантажується, г/т	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
6	Питома здуваність твердих частинок з стрічкового конвеєра, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
7	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0,75	0,55	0	0,65	0,75	0,60	0
8	Кількість вугілля, що перевантажується, тис. т/рік	110	80	75	110	100	125	90
9	Максимальна кількість вугілля, що перевантажується, т/год	300	100	100	300	200	300	100
10	Коефіцієнт подрібнення гірничої маси	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	Ширина конвеєрної стрічки, м	1,8	1,8	1,5	1,8	1,5	1,8	1,5
12	Довжина конвеєра, м	200	150	200	150	200	150	200
13	Річна кількість робочих годин	500	750	600	600	500	550	800

**Приклад розв'язання завдання 2.2.** Розрахунок викидів під час пересипання вугілля.

Навантаження вугілля здійснюється відкритим стрічковим конвеєром, ширина якого – 1,8 м, довжина – 200 м, річна кількість робочих годин – 500, висота пересипання – 2 м. Кількість вугілля, що відвантажується, вологістю 7% становить 110000 т/рік, максимальна кількість вугілля, що відвантажується в протягом години – 300 т. Пилопригнічення при навантаженні вугілля не застосовується (ефективність = 0). Для місцевості, де розташований пункт навантаження, характерна швидкість вітру, що часто повторюється, 4,5 м/с.

### Розв'язання.

#### 1. Сформуємо таблицю вихідних даних

№ пп	Найменування вихідних даних	Вихідні дані	Параметри		
			Позначення	Значення	Джерело
1	Вологість породи	7%	$K_5$	1,0	Табл. 2.4
2	Максимально повторювана швидкість вітру	4,5 м/с	$K_3$	1,2	Табл. 2.2
3	Ступінь захищеності вузла пересипання	Відкрито повністю	$K_4$	1,0	Табл. 2.3
4	Висота пересипання матеріалу	2 м	$B$	0,7	Табл. 2.7
5	Питоме виділення твердих частинок з тонни перевантажуваного вугілля	3,0 г/т	$q_{\text{пит}}^n$	3,0	Довідн.
6	Питома здуваність твердих частинок з стрічкового конвеєра	$3 \cdot 10^{-5}$ кг/(м <sup>2</sup> ·с)	$W_k$	$3 \cdot 10^{-5}$	Довідн.
7	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	Не застосовуються	$\eta$	0	Довідн.
8	Кількість вугілля, що перевантажується	110000 т/рік	$\Pi_n$	110000	Вих. дані
9	Максимальна кількість вугілля, що перевантажується	300 т/год	$\Pi_{\text{год}}$	300	Вих. дані
10	Коефіцієнт подрібнення гірничої маси		$\gamma$	0,1	Довідн.
11	Ширина конвеєрної стрічки	1,8 м	$L$	1,8	Вих. дані
12	Довжина конвеєра	200 м	$l$	200	Вих. дані
13	Річна кількість робочих годин	500 годин	$T$	500	Вих. дані

2. Маса твердих частинок, що виділяються при вантажно-розвантажувальних роботах, розраховується за формулою (2.3):

$$M_n = K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot B \cdot q_{\text{пит}}^n \cdot \Pi_n \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_n = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 3,0 \cdot 110000 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-6} = 0,277 \text{ т/рік}$$

3. Маса твердих частинок, що здуваються при транспортуванні гірничої маси відкритим стрічковим конвеєром, визначається за формулою (2.5):

$$M_k = 3,6 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot W_k \cdot L \cdot l \cdot \gamma \cdot T \cdot (1 - \eta), \text{ т/рік}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_k = 3,6 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 3,0 \cdot 10^{-5} \cdot 1,8 \cdot 200 \cdot 0,1 \cdot 500 \cdot (1 - 0) = 2,333 \text{ т/рік}$$

4. Сумарна маса твердих частинок, що виділяються при вантажно-перевантажувальних роботах, становить:

$$M_c = M_n + M_k = 0,227 + 2,333 = 2,61 \text{ т/рік.}$$

### **2.3. Викиди при зберіганні матеріалів на складах, хвостосховищах.**

При зберіганні матеріалів для розрахунку слід застосовувати формулу (2.7):

$$M_{зб} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{роб} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{пл} - F_{роб}) \cdot (1 - \eta), \text{ г/с}, \quad (2.7)$$

а для розрахунку валових викидів – формулу (2.8):

$$П_{зб} = 0,11 \cdot 86400 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{пл} \cdot (1 - \eta) \cdot (T - T_d - T_c) \cdot 10^{-6}, \text{ т} \quad (2.8)$$

де  $M_{зб}$  - питомий викид шкідливої речовини (пилу) у процесі зберігання матеріалу, г/с;

$П_{зб}$  - валовий викид шкідливих речовин (пилу) у процесі зберігання матеріалу, т;

$K_4$  – коефіцієнт, що враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, умови пилоутворення (таблиця 2.1);

$K_5$  – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, визначається відповідно до даних таблиці 2.4. Під вологістю матеріалу розуміється вологість його пилової та дрібнозернистої фракції ( $d \leq 1$  мм);

$K_6$  – коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу, що складається, визначається як відношення (2.9):

$$K_6 = F_{\text{макс}}/F_{\text{пл}}; \quad (2.9)$$

$K_7$  – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, приймається відповідно до таблиці 2.5;

$F_{\text{пл}}$  – поверхня пиління в плані, м<sup>2</sup>. Визначається головним технологом з генплану підприємства;

$F_{\text{макс}}$  – фактична площа поверхні матеріалу, що складається при максимальному заповненні складу, м. Визначається головним технологом підприємства на основі характеристик матеріалу;

$F_{\text{роб}}$  – площа в плані, на якій систематично виробляються вантажно-розвантажувальні роботи (не рідше одного разу на тиждень), м<sup>2</sup>. Визначається головним технологом підприємства.

$T$  – загальний час зберігання матеріалу за аналізований період, доба;

$T_c$  – число днів із стійким сніговим покривом;

$T_d$  – число днів з дощем. Кількість днів зі снігом та годин з дощем запитується в територіальному органі Держкомітету з гідрометорології або визначається згідно з довідниками з клімату.

$\eta$  – ступінь уловлювання твердих частинок в пиловловлюючій установці, частка одиниці - визначається за даними фактичних вимірювань. Якщо засоби пилопригнічення не використовуються, то коефіцієнт  $\eta$  слід вибрати рівним 0;

$q$  – максимальна питома здуваність пилу, г/(м<sup>2</sup>·с), підпорядковується ступеневому закону (2.10):

$$q = a \cdot u^b, \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (2.10)$$

де  $q$  – питома здуваність пилу, мг/(м<sup>2</sup> с);

$u$ -швидкість вітру, м/с;

$a$  і  $b$  - емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу матеріалу, що перевантажується (таблиця 2.8).

0,11 - поправочний коефіцієнт зменшення питомої здуваності з часом, оскільки питома здуваність з плином часу знижується через збіднення поверхневого шару матеріалу пиловою фракцією, що природно з плином часу, і призводить до зменшення пилоуносу;

86400 – кількість секунд у добі;

$10^{-6}$  – переводний коефіцієнт грамів у тонну.

Таблиця 2.7 – Залежність величини **B** від висоти пересипання

Висота падіння матеріалу, м	<b>B</b>
0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1,0
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

Таблиця 2.8 - Параметри, що визначають питому здуваність з поверхні складів

№ пп	Найменування матеріалу, що перевантажується	Параметри	
		<b>a</b>	<b>b</b>
1	Скельні (роговики, сланці, окислені руди) змішані	0,0097	2,887
2	Крейда	0,00580	3,488
3	Пісок	0,00087	4,199
4	Суміш порід (глини, пісок, крейда)	0,01370	2,328
5	Окислені руди	0,02370	2,356
6	Кам'яне вугілля	0,10850	2,9195
7	Щебінь	0,01350	2,987
8	Піщано-гравійна суміш	0,00120	3,97

**Завдання 2.3.** Розрахувати об'єм питомого та валового викиду пилу в процесі зберігання вугілля у відкритому складі за вихідними даними.

### Вихідні дані до завдання 2.3

№ пп	Найменування вихідних даних	Приклад	Варіант					
			1	2	3	4	5	6
1	Склад відкритий з ... боків	4	2	3	2	3	4	1
2	Вологість матеріалу, %	7	7	7	10	8	9	9
3	Врахування крупності матеріалу, мм	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10
4	Площа поверхні, м <sup>2</sup>	50×120	40×150	60×120	40×140	40×150	40×140	50×120
5	Площа поверхні складу при його максимальному заповненні, м <sup>2</sup>	7200	7300	7500	7100	7300	7100	7200
6	Площа у плані, на якій здійснюються систематичні роботи, м <sup>2</sup>	3000	3100	3300	2900	3100	2900	3000
7	Врахування профілю поверхні							
8	Висота складу, м	10	8	10	6	8	10	8
9	Швидкість вітру (середньорічна), м/с	3,4	3,3	3,0	3,2	2,9	3,3	3,3
10	Здуваність матеріалу, г/(м <sup>2</sup> ·с)							
11	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0	0,75	0,50	0,75	0,35	0,50	0,75
12	Час зберігання вугілля на складі, днів	270	250	300	270	300	300	250
13	Число днів зі стійким сніговим покривом	120	135	120	110	135	120	110
14	Кількість днів з дощем	8	13	15	22	10	8	9
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		7	8	9	10	11	12	13
1	Склад відкритий з ... боків	3	4	2	4	2	1	1
2	Вологість матеріалу, %	7	8	8	9	10	8	6
3	Врахування крупності матеріалу, мм	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10
4	Площа поверхні, м <sup>2</sup>	40×150	40×140	50×120	60×120	40×150	40×140	50×120
5	Площа поверхні складу при його максимальному заповненні, м <sup>2</sup>	7300	7100	7200	7500	7300	7100	7200
6	Площа у плані, на якій здійснюються систематичні роботи, м <sup>2</sup>	3100	2900	3000	3300	3100	2900	3000
7	Врахування профілю поверхні							
8	Висота складу, м	10	8	6	10	8	10	6
9	Швидкість вітру (середньорічна), м/с	3,4	3,0	3,4	3,5	3,1	2,8	2,7
10	Здуваність матеріалу, г/(м <sup>2</sup> ·с)							
11	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0	0,35	0	0,75	0	0,50	0,35
12	Час зберігання вугілля на складі, днів	250	300	280	300	270	280	250
13	Число днів зі стійким сніговим покривом	135	110	110	120	135	110	120
14	Кількість днів з дощем	8	10	10	15	8	15	16
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		14	15	16	17	18	19	20
1	Склад відкритий з ... боків	2	3	3	4	2	1	3
2	Вологість матеріалу, %	7	6	9	10	7	8	8
3	Врахування крупності матеріалу, мм	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10	50 - 10
4	Площа поверхні, м <sup>2</sup>	60×120	50×120	40×140	40×150	60×120	40×140	50×120
5	Площа поверхні складу при його максимальному заповненні, м <sup>2</sup>	7500	7200	7100	7300	7500	7100	7200
6	Площа у плані, на якій здійснюються систематичні роботи, м <sup>2</sup>	3300	3000	2900	3100	3300	2900	3000
7	Врахування профілю поверхні							
8	Висота складу, м	10	6	10	10	8	8	6
9	Швидкість вітру (середньорічна), м/с	3,4	3,3	3,0	3,2	2,9	3,3	3,3
10	Здуваність матеріалу, г/(м <sup>2</sup> ·с)							
11	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	0	0,75	0	0,50	0,50	0	0,75
12	Час зберігання вугілля на складі, днів	300	250	270	280	250	270	300
13	Число днів зі стійким сніговим покривом	110	135	110	135	110	110	110
14	Кількість днів з дощем	10	12	11	20	24	10	8

**Приклад розв'язання завдання 2.3. Розрахунок питомого та валового викиду пилу в процесі зберігання вугілля у відкритому складі.**

**Вихідні дані**

№ пп	Найменування вихідних даних	Вихідні дані	Параметри		
			Позначення	Значення	Джерело
1	Ступінь захищеності складу	Відкритий з 4-х боків	$K_4$	1,0	Табл. 2.3
2	Вологість матеріалу	7%	$K_5$	0,6	Табл. 2.4
3	Врахування крупності матеріалу	50 - 10 мм	$K_7$	0,5	Табл. 2.5
4	Площа поверхні	50 м × 120 м	$F_{пл}$	6000 м <sup>2</sup>	Розрах.
5	Площа поверхні складу при його максимальному заповненні	7200 м <sup>2</sup>	$F_{макс}$	7200 м <sup>2</sup>	Вих. дані
6	Площа у плані, на якій здійснюються систематичні роботи	3000 м <sup>2</sup>	$F_{роб}$	3000 м <sup>2</sup>	Вих. дані
7	Врахування профілю поверхні		$K_6$	1,2	Розрах.
8	Висота складу	10 м	$B$	2,5	Табл. 2.7
9	Швидкість вітру (середня протягом року)	3,4 м/с			Вих. дані
10	Здуваність матеріалу	г/(м <sup>2</sup> ·с)	$q$	4,2·10 <sup>-3</sup>	Розрах.
11	Ефективність застосовуваних засобів пилопригнічення	Не застосовується	$\eta$	0	Вих. дані
12	Загальний час зберігання вугілля на складі	270	$T$	270	Вих. дані
13	Число днів зі стійким сніговим покривом	120	$T_c$	120	Вих. дані
14	Кількість днів з дощем	8	$T_d$	8	Вих. дані

**Розв'язання.**

1. Визначення необхідних параметрів для розрахунків та занесення їх до таблиці вихідних даних (курсив, підкреслено).

– визначення площі поверхні вугільного складу:

$$F_{пл} = 50 \text{ м} \cdot 120 \text{ м} = 6000 \text{ м}^2;$$

– визначення коефіцієнту, що враховує профіль поверхні вугільного складу:

$$K_6 = F_{макс}/F_{пл} = 7200 \text{ м}^2/6000 \text{ м}^2 = 1,2;$$

– визначення величини здуваності матеріалу, формула (2.10)

$$q = a \cdot v^b, \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с}$$

(позначення див. у тексті)

За таблицею 2.8 для вугілля коефіцієнт  $a = 0,1085$ , коефіцієнт  $b = 2,9195$ .

$$q = 0,1085 \cdot 3,4^{2,9195} = 4,2 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ г/м}^2 \cdot \text{с}$$

2. Визначення валового викиду пилу здійснюється за формулою (2.7):

$$M_{зб} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{роб} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{пл} - F_{роб}) \cdot (1 - \eta), \text{ г/с,}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_{зб} = 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 + 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,11 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \cdot (6000 - 3000) \cdot (1 - 0) = 5,04 \text{ г/с,}$$

3. Визначення питомого викиду пилу здійснюється за формулою (2.8):

$$P_{зб} = 0,11 \cdot 86400 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{пл} \cdot (1 - \eta) \cdot (T - T_d - T_c) \cdot 10^{-6}, \text{т}$$

(позначення див. у тексті)

$$P_{зб} = 0,11 \cdot 86400 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6000 \cdot (1 - 0) \cdot (270 - 120 - 8) \cdot 10^{-6} = 12,24 \text{ т}$$

## **2.4. Викиди на кар'єрі**

### **2.4.1. Бурові роботи**

Сумарна маса твердих частинок, що виділяються під час роботи бурових верстатів, визначається за формулою (2.11):

$$M_6 = 0,785 \cdot d^2 \cdot v_6 \cdot \rho \cdot T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (2.1 - \eta), \text{т/рік} \quad (2.11)$$

де  $d$  – діаметр бурих свердловин, м;

$v_6$  – швидкість буріння, м/год;

$\rho$  – щільність породи або вугілля, т/м<sup>3</sup>;

$T$  – річна кількість робочих годин, год/рік;

$\eta$  – ефективність засобів пиловловлення, частка одиниці;

$K_1$  – вміст пилової фракції у буровій дрібниці, частка одиниці (приймається рівним 0,1);

$K_2$  – частка пилу (від усієї маси пилової фракції), що переходить в аерозоль (приймається рівною 0,02).

Для розрахунку нормативів ПДВ сумарна маса твердих частинок (г/с), що виділяються під час роботи бурових верстатів, оснащених системами пиловловлення, визначається за формулою (2.12):

$$M_6^{ПДВ} = 0,785 \cdot d^2 \cdot v_6 \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (2.1 - \eta) \cdot 10^3 / 3,6, \text{г/с} \quad (2.12)$$

**Завдання 2.4.1.** Розрахувати викиди твердих частинок при бурових роботах за вихідними даними.

Вихідні дані до завдання 2.4.1

№ пп	Найменування вихідних даних	Приклад	Варіант					
			1	2	3	4	5	6
1	Діаметр бурових свердловин, м	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2	Швидкість буріння, м/год.	12,0	15,0	17,0	12,0	20,0	15,0	10,0
3	Щільність породи, т/м <sup>3</sup>	1,8	2,0	2,3	2,7	2,0	2,3	2,3
4	Річна кількість робочих годин, год./рік	520	600	570	520	570	600	520
5	Ефективність засобів пилопригнічення	0	0,35	0	0,35	0	0,50	0
№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		7	8	9	10	11	12	13
1	Діаметр бурових свердловин, м	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2	Швидкість буріння, м/год.	12,0	10,0	15,0	20,0	12,0	17,0	15,0
3	Щільність породи, т/м <sup>3</sup>	2,0	2,7	2,3	2,4	2,0	2,1	2,7
4	Річна кількість робочих годин год./рік	600	570	520	600	500	520	570
5	Ефективність засобів пилопригнічення	0,50	0	0,35	0	0,50	0	0,35

№ пп	Найменування вихідних даних	Варіант						
		14	15	16	17	18	19	20
1	Діаметр бурових свердловин, м	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2	Швидкість буріння, м/год.	12,0	20,0	12,0	15,0	17,0	10,0	15,0
3	Щільність породи, т/м <sup>3</sup>	2,3	2,7	2,4	2,0	2,7	2,0	2,4
4	Річна кількість робочих годин год./рік	570	500	520	600	520	570	600
5	Ефективність засобів пилопригнічення	0,35	0,50	0	0,50	0	0,65	0,35

**Приклад розв'язання завдання 2.4.1. Розрахувати викиди твердих частинок при бурових роботах.**

При роботі бурового верстата, не оснащеного (або оснащеного) системою пиловловлення, діаметр бурих свердловин дорівнює 0,25 м, швидкість буріння - 12,0 м/год, щільність породи - 1,8 т/м<sup>3</sup>. Річна кількість робочих годин бурового верстата складає 520.

**Розв'язання.**

1. Сформуємо таблицю вихідних даних

№ пп	Найменування вихідних даних	Вихідні дані	Параметри		
			Позначення	Значення	Джерело
1	Діаметр бурових свердловин	0,25 м	d	0,25	Вих. дані
2	Швидкість буріння	12,0 м/год.	v <sub>б</sub>	12,0	Вих. дані
3	Щільність породи	1,8 т/м <sup>3</sup>	ρ	1,8	Вих. дані
4	Річна кількість робочих годин	520 год./рік	T	520	Вих. дані
5	Ефективність засобів пилопригнічення	Не застосовуються	η	0	Вих. дані
6	Зміст пилової фракції у буровій дрібниці		K <sub>1</sub>	0,10	Довідн.
7	Частка пилу (2. від усієї маси пилової фракції), що переходить в аерозоль		K <sub>2</sub>	0,02	Довідн.

Сумарна маса твердих частинок, що виділяються під час роботи бурового верстата визначається за формулою (2.11):

$$M_6 = 0,785 \cdot d^2 \cdot v_b \cdot \rho \cdot T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (2.1 - \eta), \text{ т/рік}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_6 = 0,785 \cdot 0,25^2 \cdot 12,0 \cdot 1,8 \cdot 520 \cdot 0,10 \cdot 0,02 \cdot (2.1 - 0) = 1,10 \text{ т/рік}$$

Для розрахунку нормативів ПДВ сумарна маса твердих частинок використовується за формула (2.12):

$$M_6^{\text{ПДВ}} = 0,785 \cdot d^2 \cdot v_b \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (2.1 - \eta) \cdot 10^3 / 3,6, \text{ г/с}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_6^{\text{ПДВ}} = 0,785 \cdot 0,25^2 \cdot 12,0 \cdot 1,8 \cdot 0,10 \cdot 0,02 \cdot (2.1 - 0) \cdot 10^3 / 3,6 = 0,59 \text{ г/с}$$

#### 2.4.2. Вибухові роботи

Забруднення атмосферного повітря при вибухових роботах відбувається за рахунок виділення шкідливих речовин із пилогазової хмари та виділення газів із підірваної гірської маси.

Пилогазова хмара – миттєвий залповий неорганізований викид твердих частинок та нагрітих газів, включаючи оксид вуглецю та оксиди азоту.

Підірвана гірська маса – неорганізоване джерело викиду оксиду вуглецю, що постійно діє протягом періоду її екскавації.

Визначення основних параметрів пилогазової хмари.

Розрахунок основних параметрів пилогазової хмари проводиться на момент її максимального розвитку за збереження досить чітких обрисів.

Обсяг пилогазової хмари ( $V_x$ ) розраховується за емпіричною формулою (2.13):

$$V_x = 44000 A^{1,08}, \text{ м}^3 \quad (2.13)$$

де  $A$  – кількість підірваної вибухової речовини, т.

Температура газів у хмарі ( $T_x$ ) розраховується за формулою (2.14):

$$T_x = T_n + \Delta T, \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.14)$$

де  $T_n$  – температура навколишнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta T$  – перегрів пилогазової хмари щодо навколишнього повітря,  $^\circ\text{C}$  (визначається за таблицею 2.9). Якщо кількість вибухової речовини становить  $< 2,5$  т,  $\Delta T = 0$ .

Розрахунок викидів шкідливих речовин в атмосферу під час вибухових робіт

Маса твердих частинок, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при виробництві одного вибуху розраховується за формулою (2.15):

$$M_B^{TB} = K_T \cdot q_{\text{ПИТ}}^B \cdot A (2.1 - \eta_{\text{ТВ}}), \text{ т} \quad (2.15)$$

де  $K_T$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує гравітаційне осідання шкідливих речовин у межах розрізу, для твердих частинок приймається 0,16;

$q_{\text{ПИТ}}^B$  – виділення твердих частинок під час вибуху 1 т вибухових речовин (ВР), т/т;

$A$  – кількість підірваної ВР, т;

$\eta_{\text{ТВ}}$  – ефективність засобів пилопригнічення, частка одиниці.

Значення  $q_{\text{ПИТ}}^B$  визначаються по таблиці 2.11 через показник питомої витрати ВР на 1  $\text{м}^3$  підірваної маси за формулою (2.16):

$$A_{\text{ПИТ}} = 1000 \cdot A / V_{\text{ГМ}}, \text{ кг/м}^3 \quad (2.16)$$

де  $V_{\text{ГМ}}$  – обсяг підірваної гірничої маси,  $\text{м}^3$  (приймається за даними маркшейдерської служби);

В разі, коли застосовується декілька вибухових речовин, визначаються значення  $q_{\text{ПИТ}}^{Bn}$  для кожного виду ВР, де  $n$  – позначення вибухової речовини в переліку. В такому випадку формула (2.15) має вигляд (2.17):

$$M_B^{TB} = K_T \cdot \sum_1^n (q_{\text{ПИТ}}^{Bn} \cdot A^n) \cdot (1 - \eta_{\text{ТВ}}), \text{ т} \quad (2.17)$$

Розрахунок маси газів, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при виробництві одного вибуху визначається за формулою (2.18):

$$M_B^{\text{газ}} = K_r \cdot q_{\text{пит}}^{\text{газ}} \cdot A (2.1 - \eta_{\text{газ}}), \text{ т} \quad (2.18)$$

де  $K_r$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує гравітаційне осідання шкідливих речовин у межах розрізу, для газів приймається рівним 1,0;

$q_{\text{пит}}^{\text{газ}}$  – виділення газів під час вибуху 1 т вибухових речовин (ВР), т/т, розраховується для кожного виду ВР;

$A$  – кількість підірваної ВР, т;

$\eta_{\text{газ}}$  – ефективність засобів газопригнічення, частка одиниці.

Значення  $q_{\text{пит}}^{\text{газ}}$  визначаються по таблиці 2.10 через показник питомої витрати ВР на 1 м<sup>3</sup> підірваної маси за формулою (2.16).

В разі, коли застосовується декілька вибухових речовин, визначаються значення  $q_{\text{пит}}^{\text{газ}^n}$  для кожного виду ВР, де  $n$  – позначення вибухової речовини в переліку. В такому випадку формула (2.18) матиме наступний вигляд (2.19):

$$M_B^{\text{газ}} = K_r \cdot \sum_1^n (q_{\text{пит}}^{\text{газ}^n} \cdot A^n) \cdot (1 - \eta_{\text{газ}}), \text{ т} \quad (2.19)$$

При проведенні підривних робіт із застосуванням засобів пилогазопригнічення можуть бути прийняті наступні значення  $\eta$ :

- при гідронабійці свердловин  $\eta_{\text{ТВ}} = 0,60$  для твердих частинок і  $\eta_{\text{газ}} = 0,85$  для газів;

- при гідрогелевій набійці  $\eta_{\text{ТВ}} = 0,50$  для твердих частинок і  $\eta_{\text{газ}} = 0,85$  для газів;

- для обводнених свердловин  $\eta_{\text{ТВ}} = 0,50$  для твердих частинок і  $\eta_{\text{газ}} = 0,00$  для газів.

Значення  $q_{\text{пит}}^{\text{В}}$  оксиду вуглецю і твердих частинок для різних видів ВР з урахуванням їх питомої витрати наведено в таблицях 3.10 та 3.11.

Для оксидів азоту  $q_{\text{пит}}^{\text{В}}$  приймається рівним 0,0025 т/т.

Кількість оксиду вуглецю, що виділяється з гірничої маси після вибуху, слід приймати рівним 50% від його викиду з пилогазовою хмарою (2.20):

$$M_{\text{ГМ}}^{\text{CO}} = 0,5 \cdot M_{\text{В}}^{\text{CO}}, \text{ т} \quad (2.20)$$

Сумарна маса твердих частинок і оксидів азоту що виділяються після вибуху гірничих мас, приймається рівною 0.

Таблиця 2.9 – Значення  $\Delta T$  в залежності від кількості вибухової речовини (А), що вибухнула


А, тонн	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\Delta T$ , °C	0,40	0,60	0,97	1,40	1,79	2,24	2,82	3,44	4,09	4,80

Таблиця 2.10 – Питоме виділення оксиду вуглецю на 1 т ВР під час вибухових робіт

Питома витрата ВР, $A_{\text{пит}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Питоме виділення $q_{\text{пит}}^B$ для різних ВР, т/т			
	Грамоніт 79/21	Грамоніт 30/70	Ігданіт	Інші
0,05	0,104	0,040	0,009	0,037
0,10	0,076	0,037	0,007	0,032
0,15	0,056	0,034	0,006	0,028
0,20	0,040	0,032	0,005	0,024
0,25	0,030	0,029	0,004	0,021
0,30	0,022	0,027	0,004	0,018
0,35	0,016	0,025	0,003	0,016
0,40	0,012	0,023	0,002	0,014
0,45	0,008	0,021	0,002	0,012
0,50	0,006	0,020	0,002	0,010
0,55	0,004	0,018	0,001	0,009
0,60	0,003	0,017	0,001	0,008
0,65	0,002	0,015,	0,001	0,007
0,70	0,002	0,014	0,001	0,006
0,75	0,001	0,013	0,001	0,005
0,80	0,001	0,012	0,001	0,005
0,85	0,001	0,011	0,001	0,004
0,90	0,001	0,010	0,001	0,003
0,95	0,001	0,010	0,001	0,003
1,00	0,001	0,009	0,001	0,003

Таблиця 2.11 – Питоме виділення твердих часток на 1 тону вибухової речовини при вибухових роботах

Питома витрата ВР, $A_{\text{пит}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Питоме виділення $q_{\text{пит}}^B$ для різних ВР, т/т										
	Грамоніт 9/21 Амоніт №6 ЖВ	Ігданіт Грануліт М	Грамоніт 30/70-В	Грамоніт 50/50-В	Гранулотол	Грамонал А-45	Грамонал А-8	Грануліт А6-8	Амонал водостійкий	Грануліт АС-4	Грамонал А-50
0,05	0,148	0,151	0,155	0,148	0,153	0,143	0,143	0,145	0,146	0,147	0,150
0,10	0,088	0,092	0,096	0,088	0,094	0,082	0,082	0,084	0,085	0,087	0,090
0,15	0,069	0,074	0,079	0,069	0,076	0,062	0,062	0,065	0,066	0,068	0,072
0,20	0,061	0,067	0,073	0,062	0,070	0,053	0,054	0,057	0,057	0,060	0,065
0,25	0,058	0,065	0,072	0,058	0,069	0,049	0,049	0,053	0,053	0,057	0,062
0,30	0,057	0,065	0,074	0,058	0,070	0,046	0,047	0,051	0,052	0,056	0,062
0,35	0,058	0,068	0,079	0,059	0,074	0,045	0,046	0,051	0,052	0,057	0,064
0,40	0,060	0,072	0,085	0,061	0,079	0,045	0,046	0,052	0,053	0,059	0,067
0,45	0,063	0,077	0,094	0,064	0,086	0,046	0,047	0,054	0,054	0,061	0,071
0,50	0,067	0,084	0,104	0,069	0,094	0,047	0,048	0,056	0,057	0,065	0,077
0,55	0,072	0,092	0,117	0,074	0,105	0,049	0,050	0,059	0,060	0,070	0,084
0,60	0,079	0,102	0,133	0,080	0,118	0,052	0,052	0,063	0,064	0,076	0,092
0,65	0,086	0,114	0,152	0,088	0,133	0,054	0,056	0,068	0,069	0,082	0,102
0,70	0,094	0,128	0,174	0,097	0,151	0,058	0,059	0,073	0,075	0,090	0,114
0,75	0,104	0,145	0,201	0,107	0,173	0,061	0,063	0,079	0,081	0,099	0,128
0,80	0,116	0,164	0,233	0,119	0,198	0,066	0,068	0,086	0,088	0,110	0,144
0,85	0,129	0,187	0,272	0,133	0,229	0,071	0,073	0,094	0,097	0,122	0,162
0,90	0,144	0,214	0,317	0,149	0,264	0,076	0,079	0,103	0,106	0,136	0,184
0,95	0,162	0,245	0,372	0,167	0,307	0,083	0,085	0,114	0,117	0,152	0,209
1,00	0,182	0,282	0,436	0,188	0,357	0,090	0,093	0,125	0,130	0,170	0,238



**Завдання 2.4.2.** Розрахувати параметри пилогазової хмари та викиди шкідливих речовин, що утворюються під час вибухових робіт за вихідними даними.

Вихідні дані до завдання 2.4.2

#### **Непарні варіанти**

Розрахувати параметри пилогазової хмари та викиди шкідливих речовин, що утворюються під час вибухових робіт. Кількість вибухової речовини (ВР), яка використана при здійсненні одного вибуху, склала 13,5 т, в тому числі:

Амоніт №6 ЖВ	6,0 т
Ігданіт	1,2 т
Грамонал А-45	4,4 т
Гранулит А6-8	1,9 т

Об'єм підірваної маси дорівнює 52400 м<sup>3</sup>. При вибухових роботах засоби пилопригнічення

для варіантів 1, 5, 9, 17 - не застосовуються;

для варіантів 3, 11, 15 - застосовується гідронабійка свердловин;

для варіантів 7, 13, 19 - застосовується гідрогелева набійка свердловин.

#### **Парні варіанти**

Розрахувати параметри пилогазової хмари та викиди шкідливих речовин, що утворюються під час вибухових робіт. Кількість вибухової речовини (ВР), яка використана при здійсненні одного вибуху, склала 8,62 т, в тому числі:

Грамоніт 30/70-В	2,15 т
Грамонал А-45	1,43 т
Грамонал А-8	3,08 т
Грамонал А-50	1,96 т

Об'єм підірваної маси дорівнює 31250 м<sup>3</sup>. При вибухових роботах засоби пилопригнічення

для варіантів 2, 6, 10 16 - не застосовуються;

для варіантів 4, 12, 18 - застосовується гідронабійка свердловин;

для варіантів 8, 14, 20 - застосовується гідрогелева набійка свердловин.

**Приклад розв'язання завдання 2.4.2.** Розрахувати параметри пилогазової хмари та викиди шкідливих речовин, що утворюються під час вибухових робіт. Кількість вибухової речовини (ВР), яка використана при здійсненні одного вибуху, склала 1,31 т, в тому числі: грамоніт 79/21 – 0,19 т, амоніту 6 ЖВ – 0,89 т, гранулотолу – 0,18 т, грамоніту 30/70 – 0,05 т. Об'єм підірваної маси дорівнює 5800 м<sup>3</sup>. При вибухових роботах засоби пилопригнічення не застосовуються (або застосовуються, вказано в вихідних даних).

## Розв'язання.

### 1. Сформуємо таблицю вихідних даних.

№ пп	Найменування вихідних даних	Вихідні дані	Параметри		
			Позначення	Значення	Джерело
1	Кількість підірваної вибухової речовини:	1,31 т	A	1,3	Вих. дані
	1. грамоніту 79/21	0,19 т	A <sup>1</sup>	0,19	Вих. дані
	2. амоніту 6 ЖВ	0,89 т	A <sup>2</sup>	0,89	Вих. дані
	3. гранулотолу	0,18 т	A <sup>3</sup>	0,18	Вих. дані
	4. грамоніту 30/70	0,05 т	A <sup>4</sup>	0,04	Вих. дані
2	Об'єм підірваної гірської маси	5800 м <sup>3</sup>	V <sub>ГМ</sub>	5800	Вих. дані
3	Питома витрата вибухової речовини,	кг/м <sup>3</sup>	A <sub>пит</sub>	<u>0,22</u>	Розрахунок
4	Питоме виділення пилу під час вибуху вибухової речовини	т/т	q <sup>ТВ</sup> <sub>пит</sub>		
	1. грамоніту 79/21	т/т	q <sup>ТВ</sup> <sub>пит</sub> <sup>1</sup>	<u>0,0598</u>	Табл. 2.11
	2. амоніту 6 ЖВ	т/т	q <sup>ТВ</sup> <sub>пит</sub> <sup>2</sup>	<u>0,0598</u>	Табл. 2.11
	3. гранулотолу	т/т	q <sup>ТВ</sup> <sub>пит</sub> <sup>3</sup>	<u>0,0696</u>	Табл. 2.11
	4. грамоніту 30/70	т/т	q <sup>ТВ</sup> <sub>пит</sub> <sup>4</sup>	<u>0,0726</u>	Табл. 2.11
5	Питоме виділення оксиду вуглецю під час вибуху вибухової речовини	т/т	q <sup>СО</sup> <sub>пит</sub>		
	1. грамоніту 79/21	т/т	q <sup>СО</sup> <sub>пит</sub> <sup>1</sup>	<u>0,022</u>	Табл. 2.10
	2. амоніту 6 ЖВ	т/т	q <sup>СО</sup> <sub>пит</sub> <sup>2</sup>	<u>0,022</u>	Табл. 2.10
	3. гранулотолу	т/т	q <sup>СО</sup> <sub>пит</sub> <sup>3</sup>	<u>0,022</u>	Табл. 2.10
	4. грамоніту 30/70	т/т	q <sup>СО</sup> <sub>пит</sub> <sup>4</sup>	<u>0,030</u>	Табл. 10
6	Питоме виділення оксидів азоту	т/т	q <sup>NOx</sup> <sub>пит</sub>	0,0025	Довідн.
7	Коефіцієнт гравітаційне осідання шкідливих речовин у межах розрізу для твердих частинок		K <sub>т</sub>	0,16,	Довідн.
	для газів		K <sub>г</sub>	1,0	Довідн.
8	Засоби пилопригнічення	Не застосовуються	η	0	Вих. дані
9	Температура навколишнього повітря	20°C	T <sub>п</sub>	20	Вих. дані

### 2. Визначення об'єму пилогазової хмари за формулою (2.13):

$$V_x = 44000 A^{1,08}, \text{ м}^3$$

(позначення див. у тексті)

$$V_x = 44000 1,3^{1,08} = 58413 \text{ м}^3$$

### 3. Розрахунок температури газів у хмарі (T<sub>x</sub>) за формулою (2.14):

$$T_x = T_p + \Delta T, \text{ }^\circ\text{C}$$

(позначення див. у тексті)

$$T_x = 20 + 0 = 20^\circ\text{C}$$

3. Маса твердих частинок, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при виробництві одного вибуху, розраховується за формулою (2.15):

$$M_B^{TB} = K \cdot q^{TB}_{пит} \cdot A (2.1 - \eta_{ТВ}), \text{ т}$$

(позначення див. у тексті)

Якщо видів вибухових речовин декілька, розрахунок виділення твердих частинок проводиться окремо для кожної.

3.1. Розрахунок питомої витрати кожного виду ВР на 1 м<sup>3</sup> підірваної маси здійснюється за формулою (2.16):



$$A_{\text{пит}} = 1000 \cdot A / V_{\text{ГМ}}, \text{ кг/м}^3$$

(позначення див. у тексті)

$$A_{\text{пит}} = 1000 \cdot 1,3 / 5800 = 0,22 \text{ кг/м}^3$$

3.2. За таблицею 2.11 визначається питоме виділення пилу під час вибуху для кожній вибуховій речовини шляхом інтерполяції: рядок 0,22 в стовпчику  $A_{\text{пит}}$ :

грамоніт 79/21	$q_{\text{пит}}^{\text{ТВ}1} = 0,0598$
амоніт 6 ЖВ	$q_{\text{пит}}^{\text{ТВ}2} = 0,0598$
гранулотол	$q_{\text{пит}}^{\text{ТВ}3} = 0,0696$
грамоніт 30/70	$q_{\text{пит}}^{\text{ТВ}4} = 0,0726$

3.3. За формулою (2.17) визначається маса твердих часток, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при здійсненні одного вибуху

$$M_{\text{В}}^{\text{ТВ}} = K_{\text{Т}} \cdot \sum_1^n (q_{\text{пит}}^{\text{В}n} \cdot A^n) \cdot (1 - \eta_{\text{ТВ}}), \text{ Т}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_{\text{В}}^{\text{ТВ}} = 0,16 \cdot (0,0598 \cdot 0,19 + 0,0598 \cdot 0,89 + 0,0696 \cdot 0,18 + 0,0726 \cdot 0,04) \cdot (1 - 0) = 0,013 \text{ Т}$$

4. Маса газів, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при виробництві одного вибуху розраховується за формулою (2.18):

$$M_{\text{В}}^{\text{газ}} = K_{\text{Г}} \cdot q_{\text{пит}}^{\text{газ}} \cdot A (2.1 - \eta_{\text{газ}}), \text{ Т}$$

(позначення див. у тексті)

Якщо видів вибухових речовин декілька, розрахунок виділення твердих частинок проводиться окремо для кожної.

4.1. Розрахунок питомої витрати кожного виду ВР на 1 м<sup>3</sup> підірваної маси здійснюється за формулою (2.16):

$$A_{\text{пит}} = 1000 \cdot A / V_{\text{ГМ}}, \text{ кг/м}^3$$

(позначення див. у тексті)

$$A_{\text{пит}} = 1000 \cdot 1,3 / 5800 = 0,22 \text{ кг/м}^3$$

4.2. За таблицею 2.10 визначається питоме виділення пилу під час вибуху для кожній вибуховій речовини шляхом інтерполяції: рядок 0,22 в стовпчику  $A_{\text{пит}}$ :

грамоніт 79/21	$q_{\text{пит}}^{\text{СО}1} 0,022$
амоніт 6 ЖВ	$q_{\text{пит}}^{\text{СО}2} 0,022$
гранулотол	$q_{\text{пит}}^{\text{СО}3} 0,022$
грамоніт 30/70	$q_{\text{пит}}^{\text{СО}4} 0,030$

В разі, коли застосовується декілька вибухових речовин, визначаються значення  $q_{\text{пит}}^{\text{газ}n}$  для кожного виду ВР, формула (2.19):



$$M_B^{\text{газ}} = K_r \cdot \sum_1^n (q_{\text{пит}}^{\text{газ}n} \cdot A^n) \cdot (1 - \eta_{\text{газ}}), \text{ т}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_B^{\text{CO}} = 0,10 \cdot (0,022 \cdot 0,19 + 0,022 \cdot 0,89 + 0,18 \cdot 0,022 + 0,030 \cdot 0,04) \cdot (1 - 0) = 0,029 \text{ т}$$

4.3 Кількість оксидів азоту, що викидаються з пилогазовою хмарою за межі розрізу при здійсненні одного вибуху розраховується за формулою (2.18):

$$M_B^{\text{NOx}} = K_r \cdot q_{\text{пит}}^{\text{газ}} \cdot A (2.1 - \eta_{\text{газ}}), \text{ т}$$

(позначення див. у тексті)

$$M_B^{\text{NOx}} = 1,0 \cdot 0,0025 \cdot 1,3 (2.1 - 0) = 0,003 \text{ т}$$

5. Визначення маси забруднюючих речовин, що виділяються з гірської маси після вибуху

5.1. Маса твердих частинок  $M_{\text{ГМ}}^{\text{ТВ}}$  і оксидів азоту  $M_{\text{ГМ}}^{\text{NOx}}$ , що виділяються після вибуху гірничих мас, приймаються рівними 0.

5.2. Кількість оксиду вуглецю, що виділяється з гірничої маси після вибуху, слід приймати рівним 50% від його викиду з пилогазовою хмарою розраховується за формулою (2.20):

$$M_{\text{ГМ}}^{\text{CO}} = 0,5 \cdot M_B^{\text{CO}}, \text{ т}$$
$$M_{\text{ГМ}}^{\text{CO}} = 0,5 \cdot 0,0029 = 0,015 \text{ т.}$$

6. Визначення сумарної маси забруднюючих речовин, що викидаються у повітря внаслідок вибухових робіт.

6.1. Загальна маса твердих часток:

$$M_{\text{заг}}^{\text{ТВ}} = M_B^{\text{ТВ}} + M_{\text{ГМ}}^{\text{ТВ}} = 0,013 + 0 = 0,013 \text{ т.}$$

6.2. Загальна маса газів:

$$M_{\text{заг}}^{\text{газ}} = M_B^{\text{CO}} + M_B^{\text{NOx}} + M_{\text{ГМ}}^{\text{CO}} + M_{\text{ГМ}}^{\text{NOx}} = 0,029 + 0,015 + 0,003 + 0 = 0,047 \text{ т.}$$



## **Практична робота №3** **Визначення розміру відшкодування збитків на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки**

### **Стислі теоретичні відомості**

Визначення обсягу забруднення земельних ресурсів проводиться в кожному окремому випадку, з урахуванням різноманітності геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних умов, а також обмеженість інформації про цих умовах на конкретних ділянках.

При наявності інформації про кількість забруднюючої речовини, яка проникла в ґрунт на визначену глибину (шар) або забруднила поверхню, проводять визначення на місцевості площу, глибину проникнення та обсяги забруднення.

У разі складних ситуацій, коли обсяг забруднення не визначено, спеціалізовані організації виконують інженерно-екологічні вишукування, технічне завдання на які видає організація-замовник. При одночасному забрудненні земель кількома забруднюючими речовинами загальний збиток визначається як сума втрат від кожної забруднюючої речовини.

Нормативною базою для оцінки збитку, що наноситься забрудненням земельних ресурсів (незалежно від їх форм власності та призначення) є грошова вартість земель сільськогосподарського призначення (конкретної земельної ділянки), що визначається і уточнюється у відповідності з Законом України «Про плату за землю». Розмірною одиницею для розрахунків збитків приймається товщина земельного покриву, рівна 0,5 м (орний шар), тобто обсяг орного шару ґрунту. Витрати на заходи щодо зниження чи ліквідації забруднення земельних ресурсів зростають залежно від глибини проникнення забруднюючої речовини у співвідношенні 1:3 (тобто, при збільшенні глибини проникнення в 10 разів витрати на ліквідацію забруднення збільшуються в 3 рази).

Забруднюючі речовини умовно поділяються на чотири групи небезпеки. Основою для такої класифікації є показники гранично допустимих рівнів (ГДР) та орієнтовно допустимих концентрацій (ОДК) хімічних речовин у ґрунті (мг/кг).

Розмір відшкодування збитків ( $P_{вз}$ ) на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки розраховується за формулою 3.1

$$P_{вз} = A \cdot D_y \cdot K_3 \cdot K_0 \cdot Ш_{ерз} \quad (3.1)$$

де  $A$  – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, що визначаються як  $0,5 \cdot D_y$ ;

$D_y$  – кошторисна вартість земельної ділянки до забруднення, грн.;

$K_3$  – коефіцієнт, що характеризує вміст забруднюючої речовини в об'ємі забрудненого ґрунту ( $\text{м}^3$ ) в залежності від глибини проникнення;

$K_0$  – коефіцієнт небезпеки забруднюючої речовини;

$Ш_{\text{еєз}}$  – показник шкали еколого-господарського значення земель дорівнює – 1,75.

$$D_y = \sum (P_{\text{АП}} \cdot D_{\text{АП}}), \quad (3.2)$$

де  $P_{\text{АП}}$  – площа агропромислової групи земель,  $\text{м}^2$ ;

$D_{\text{АП}}$  – вартість 1  $\text{м}^2$  земель агропромислової групи.

$$K_3 = \frac{O_{\text{зр}}}{T_{\text{зс}} \cdot P_{\text{зд}} \cdot I_{\text{п}}} \quad (3.3)$$

де  $O_{\text{зр}}$  – об'єм забруднюючої речовини,  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{зс}}$  – потужність (товщина) ґрунтового покриву, для сільсько-господарських земель складає – 0,6 м ;

$P_{\text{зд}}$  – площа забрудненої ділянки,  $\text{м}^2$ ;

$I_{\text{п}}$  – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення в залежності від глибини проникнення забруднюючої речовини (до глибини від 0 до 2,0 метрів обирається рівним 1,25).

При відсутності даних об'єм забруднюючої речовини ( $O_{\text{зр}}$ ) розраховують за формулою

$$O_{\text{зр}} = \frac{M_{\text{зр}}}{Q_{\text{р}}} \quad (3.4)$$

де  $M_{\text{зр}}$  – маса забруднюючої речовини, кг;

$Q_{\text{р}}$  – відносна щільність забруднюючої речовини,  $\text{т}/\text{м}^3$  (треба знайти в Інтернеті)

Щільність сухого ґрунту  $2,5 \text{ г}/\text{см}^3$

**Завдання:** визначити розмір відшкодування збитків на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки за вихідними даними.

### Вихідні дані до виконання практичної роботи 3

№ варіанту	К <sub>0</sub>	Площа ділянки, S, га	Кошторисна вартість 1 м <sup>2</sup> , грн.	Відсоток площі ділянки, що забруднена, %	Назва забруднюючої речовини	Маса забруднюючої речовини, кг	Глибина забруднення, м.
1	2	10	11	35	Нафта	200	0 - 0,2
2	3	15	8	20	Бензол	150	0 - 0,4
3	2	8	4	28	Бензин	300	0 - 0,2
4	4	5	20	25	Нікель	15	0 - 0,4
5	4	7	15	13	Мідь	12	0 - 0,6
6	4	12	13	40	Ванадій	5	0 - 0,4
7	5	25	20	10	Свинець	45	0 - 0,2
8	2	26	8	50	Нафта	270	0 - 0,4
9	5	9	13	10	Селен	8	0 - 0,8
10	3	30	15	18	Цинк	27	0 - 0,6
11	2	18	4	56	Марганець	15	0 - 0,6
12	5	11	4	75	Стронцій	9	0 - 0,8
13	2	27	4	15	Сера	5	0 - 0,4
14	4	35	8	8	Миш'як	5	0 - 0,6
15	5	18	8	32	Ртуть	3	0 - 0,8
16	3	9	11	27	Бензол	130	0 - 0,2
17	5	38	15	13	Хром	9	0 - 0,6
18	5	45	15	8	Ртуть	8	0 - 0,4
19	2	60	4	40	Сера	10	0 - 0,6
20	2	76	8	60	Молібден	8	0 - 0,8
21	5	15	15	25	Свинець	10	0 - 0,2
22	5	70	8	32	Кадмій	3	0 - 0,4
23	2	18	13	12	Вольфрам	8	0 - 0,2
24	2	25	11	55	Нафта	370	0 - 0,4
25	6	80	4	24	Ртуть	86	0 - 0,6
26	6	110	4	100	Марганець	115	0 - 0,4



## **Практична робота №4**

### **Визначення викидів забруднюючих речовин під час виробництва металопокриттів**

#### ***Короткі теоретичні відомості***

Для надання металевим виробам захисних, захисно-декоративних та функціональних властивостей, що забезпечують надійну та довговічну роботу їх у різних експлуатаційних умовах, а також для відновлення деталей, вибрактованих при порівняно малих зношуваннях, велику роль відіграють хімічні та електрохімічні процеси нанесення покриттів.

Електрохімічні (гальванічні) покриття широко застосовують при відновленні деталей, вибрактованих при порівняно малих зносах. Електрохімічним способом одержують цинком, кадмієм, міддю, нікелем, хромом. У машино- та приладобудуванні використовують електролітичне осадження міді, цинку, кадмію, срібла та золота у ціаністих ваннах. Хімічний спосіб нанесення покриттів здійснюють вороніння, фосфатування, хімічне оксидування.

Перед нанесенням покриттів роблять механічну та хімічну підготовку поверхні деталей. Процеси нанесення покриттів на поверхні металевих виробів пов'язані з перебігом електрохімічних та хімічних реакцій. В якості електролітів і розчинів для нанесення покриттів застосовуються концентровані і розбавлені розчини кислот: сірчаної, соляної, азотної, ортофосфорної, хромової, їх солей та ін. виділяються забруднюючих речовин, їх агрегатних станів.

Технологічні процеси нанесення електрохімічним способом включають ряд послідовних операцій: електрохімічне або хімічне знежирення, травлення, розпушування, шліфування і полірування, декапування, нанесення покриттів. Всі ці операції супроводжуються виділенням у повітря приміщення та в атмосферу різних забруднюючих речовин. Особливою токсичністю відрізняються розчини синильної кислоти та її солей, хромової та азотної кислот та ін.

Основні забруднюючі речовини, що виділяються: аерозолі лугів, кислот, солей металів, а також пари аміаку, оксидів азоту, хлористого і фтористого водню, ціаністий водень.

Усі технологічні процеси при виробництві металопокриттів доцільно поділити на три групи.

Група I. Знежирення деталей органічними розчинниками. До цієї групи належать «Знежирення виробів органічними розчинниками» та «Видалення жирових відкладень з поверхонь деталей»)

Група II. Процеси електрохімії,

Група III. Інші. Усі технологічні операції, пов'язані з хімічними процесами.

Розрахунок максимальних разових викидів від технологічних процесів групи I.

Розрахунок максимальних разових викидів в атмосферне повітря пари забруднюючої речовини (органічного розчинника) від організованого джерела гальванічної ділянки (цеху) при проведенні технологічних процесів I групи слід проводити за формулою (4.1):

$$M = 10^{-3} \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \cdot Y_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^m (F_B \cdot K_3 \cdot K_7 \cdot K_6), \text{г/с} \quad (4.1)$$

де:

$\eta$  – експлуатаційний коефіцієнт газоочищення, %;

$Y_{\text{п}}$  – питомий показник виділення з поверхні ванни парів органічного розчинника (речовини), мг/(с·м<sup>2</sup>) (табл. 4.1);

$m$  – максимальна кількість гальванічних ванн, з поверхні яких одночасно виділяється і викидається в атмосферне повітря забруднююча речовина;

$F_B$  – площа поверхні дзеркала ванни, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коефіцієнт, що дорівнює 1,43 при заповненні ванни органічним розчинником на 100% (до країв);

$K_7$  – визначається за табл. 4.2 при мінімальній температурі повітря в приміщенні гальванічного цеху (дільниці) та максимальній швидкості повітряного потоку над поверхнею випаровування;

$K_6$  – визначається за табл. 4.3, залежно від площі випаровування  $F_B$  гальванічної ванни.

Таблиця 4.1 – Питомі показники забруднюючих речовин, які виділяються з поверхні гальванічних ванн при знежиренні виробів з металів

Технологічний процес, операція	Забруднююча речовина	Питомий показник $Y_{\text{п}}$ , мг/(с·м <sup>2</sup> )
а) органічними розчинниками (група I)	Бензин	88,7
	Керосин	30,1
	Уайт-спирит	71,36
	Бензол	57,7
	Трихлоретілен	75,34
	Тетрахлоретілен	28,4
б) хімічне в розчинах лугу (група III)	Ідкий луг	$2,8 \cdot 10^{-1}$
в) електрохімічне (група II)	Ідкий луг	11

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнту  $K_7$

Швидкість повітряного потоку над поверхнею випаровування, м/с	Значення коефіцієнту $K_7$ в залежності від температури повітря у приміщенні, в °С					
	10°	15°	20°	25°	30°	35°
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,6	2,6	2,4	2,0	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	3,0	2,4	2,3
0,3	5,5	4,5	4,3	3,5	2,9	2,7
0,4	6,2	5,1	4,9	4,0	3,3	2,9
0,5	6,6	5,7	5,4	4,1	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	6,5	5,6	4,6

Таблиця 4.3 – Значення коефіцієнту  $K_6$ , що залежить від площі випаровування

Площа дзеркала ванни, м <sup>2</sup>	Коефіцієнт $K_6$	Площа дзеркала ванни, м <sup>2</sup>	Коефіцієнт $K_6$
0,05	2,886	0,55	1,386
0,10	2,560	0,60	1,333
0,15	2,346	0,65	1,272
0,20	2,173	0,70	1,225
0,25	2,000	0,75	1,178
0,30	1,853	0,80	1,133
0,35	1,720	0,85	1,093
0,40	1,600	0,90	1,061
0,45	1,520	0,95	1,034
0,50	1,453	1,00 та більше	1,000

**Завдання:** Розрахувати максимальні разові викиди від технологічного процесу знежирення при наступних параметрах виробництва:

Ефективність газоочисного обладнання – 75%

Площа дзеркала ванни 45 м<sup>2</sup>

Швидкість повітряного потоку 0,1 м/с

Температура повітря 15 градусів

Органічний розчинник – бензин

Кількість гальванічних ванн – 3

Який буде максимальний разовий викид, якщо замість бензину використати керосин?

А якщо температура у приміщенні збільшиться на 10 градусів?



**Практична робота №5**  
**Аналіз сучасних технологій з низьким рівнем викидів вуглекислого газу в сталеливарній промисловості Західної Європи**

**Завдання:**

1. Ознайомитися з сайтом <https://www.eurofer.eu/issues/climate-and-energy/maps-of-key-low-carbon-steel-projects/>
2. Проаналізувати, які проекти з низьким рівнем викидів CO<sub>2</sub> впроваджені (або впроваджуватимуться) в сталеливарній промисловості ЄС.
3. Зробити висновок про найбільш розповсюдження металургійні технології.
4. Скласти звіт у довільній формі за результатами дослідження.