

ГОССТРОЙ СССР
Главпроект
СОЮЗАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
АНТЕХПРОЕКТ

Министерство
черной металлургии СССР
Институт НИИрудвентиляция

Академия наук СССР
Институт проблем
материаловедения

ВРЕМЕННЫЕ УКАЗАНИЯ
по расчету объемов аспирируемого воздуха
от укрытий мест перегрузок при транспор-
тировании пылящих материалов

A3-6II

Москва - 1973

Введены в действие приказом №21 по В/О Союзсантехпроект
от 9 февраля 1973 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	4
I. Область применения	5
2. Общие положения	5
3. Исходные данные и основные расчетные величины	8
4. Расчет производительности местных отсосов	15
5. Примеры расчета	16
<u>Приложения:</u>	
I. Номограмма для определения скорости материала в конце расчетного участка течки	23
II. Объем воздуха, подсасываемого через неплотности в укрытиях	24
III. Номограмма для определения параметра N	26
IV. Номограмма для определения параметра M	27
V. Таблица для определения коэффициента эжекции λ	28

В В Е Д Е Н И Е

Временные указания по расчету объемов аспирируемого воздуха от укрытий мест перегрузок при транспортировании пылящих материалов составлены в развитие СНиП П-Г.7-62 "Указаний по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений металлургической промышленности" РМ 634-04/67.

Указания разработаны совместно объединением Совзсантехпроект, институтом НИИрудвентиляция МЧМ СССР (г.Кривой Рог) и Институтом проблем материаловедения АН УССР (г.Киев) под общей редакцией инж. А.Я. Мозгова.

В основу Временных указаний положены результаты научно-исследовательских работ, выполненных НИИрудвентиляцией и ИПМ АН УССР, и натурных испытаний местных отсосов, проведенных Алма-Атинским отделением ГПИ Сантехпроект и Харьковским Сантехпроектком.

Временные указания рекомендованы Главпромстройпроектком Госстроя СССР для применения в подведомственных ему проектных организациях.

С выходом настоящих указаний все ранее выпущенные нормативные методы расчета объемов аспирируемого воздуха от перегрузочных узлов сыпучих материалов, перечисленных в п. 1.2, аннулируются.

Замечания и предложения по Временным указаниям просьба направлять в ГПИ Сантехпроект, г.Москва, Е-203, Нижне-Первомайская, 46.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Временные указания предназначены для определения производительности местных отсосов от перегрузочных узлов сухих, сыпучих материалов удельным весом $\gamma_M \geq 1200 \text{ кгс/м}^3$, перемещаемых транспортерами (конвейерами, питателями) на вновь сооружаемых и реконструируемых производственных предприятиях.

1.2. Временные указания распространяются на следующие виды материалов:

кусковые ненагретые и сухие нагретые материалы всех отраслей промышленности;

зернистые ненагретые материалы на предприятиях горнодобывающей промышленности цветной и черной металлургии (за исключением порошковой металлургии) и предприятий промышленности строительных материалов;

порошкообразные ненагретые материалы на предприятиях черной металлургии (за исключением порошковой металлургии), промышленности строительных материалов и производства апатито-нефелиновых концентратов.

1.3. Временные указания не распространяются на производственные предприятия с радиоактивными, парящими материалами, а также с материалами, транспортирование которых сопровождается выделением вредных паров, газов и образованием взрывоопасных смесей.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Сыпучие материалы в зависимости от размера зерен d_{cp} , удельного веса материала γ_M и степени нагрева классифицируются на ненагретые кусковые, зернистые и порошкообразные материалы и нагретые кусковые материалы, когда температура материала $t_M > 30^\circ\text{C}$, но не выше 600°C (см. рис.1).

Кусковые материалы со средним диаметром частиц $d_{cp} \geq 3 \text{ мм}$ при $\gamma_M \geq 2000 \text{ кгс/м}^3$ и $d_{cp} \geq 7,0 \text{ мм}$ при $\gamma_M \geq 1200 \text{ кгс/м}^3$.

Зернистые материалы со средним диаметром частиц $0,2 < d_{cp} < 3 \text{ мм}$ при $\gamma_M \geq 2000 \text{ кгс/м}^3$; $0,2 < d_{cp} < 7 \text{ мм}$ при $\gamma_M = 1200 \text{ кгс/м}^3$.

Порошкообразные материалы, содержащие частицы с диаметром меньше 0,2 мм более 50% при максимальном размере частиц 1,5 мм для $\gamma_m \geq 1200 \text{ кгс/м}^3$.

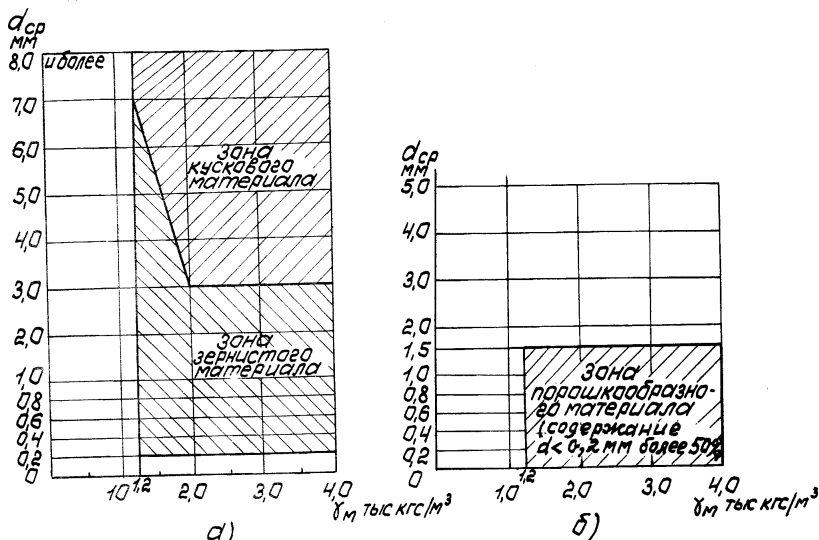


Рис. 1. Классификация сыпучих материалов в зависимости от d_{cp} и γ_m : а) кусковые и зернистые материалы; б) порошкообразные материалы

2.2. Для обеспыливания мест перегрузок сыпучих пылящих материалов в местах сброса материала с верхнего конвейера и падения его на нижний конвейер предусматриваются укрытия с отсосом воздуха (рис.2).

2.8. Для уменьшения объемов отсасываемого воздуха рекомендуется:

нижнее укрытие выполнять с двойными стенками;

для зернистых и порошкообразных материалов устанавливать дополнительно жесткую перегородку в нижнем укрытии;

принимать меры по максимальному снижению скорости входа материала в нижнее укрытие ($V_k < 10 \text{ м/с}$), для чего последний участок точки, как правило, выполнять наклонным к горизонтали (но угол наклона должен быть не менее 45°);

предусматривать отбойные плиты (рис.2).

2.4. Скорость воздуха во всасывающем отверстии патрубка, присоединяемого к укрытию, следует принимать не более:

- для кусковых материалов - 2 м/с;
- для зернистых материалов - 1 м/с;
- для порошкообразных материалов - 0,7 м/с.

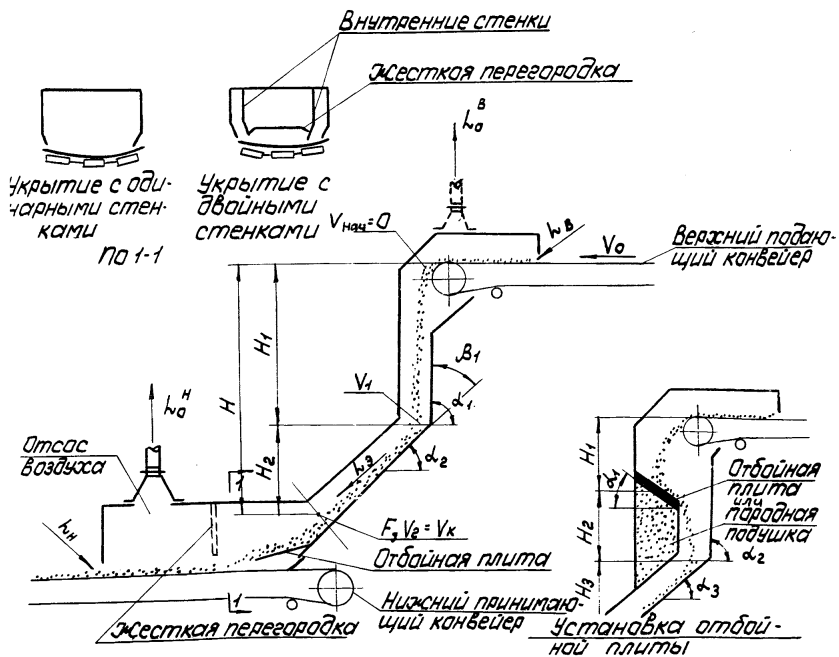


Рис. 2. Схема перегрузочного узла

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

3.1. Для определения производительности местных отсосов от укрытий узлов перегрузки сыпучих материалов необходимо располагать исходными данными и основными расчетными величинами, приведенными в табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Исходные данные

В е л и ч и н а	Обозначение	Единица измерения	Примечание
Весовой расход материала	G_M	кгс/с	
Удельный вес материала	γ_M	кгс/м ³	
Температура материала	t_M	°С	
Гранулометрический состав материала	-	-	см. п. 3.4
Ширина ленты подающего конвейера	В	м	
Общая высота перепада материала от верха подающего конвейера до места входа материала в нижнее укрытие	Н	м	При конструкции точки с поворотами высота перепада материала учитывается отдельно для каждого прямолинейного участка: Н ₁ ; Н ₂ ...Н _п (см. рис.2)
Угол наклона точки к горизонтальной плоскости	α	град	При точках с несколькими поворотами углы наклона каждого участка точки (см. рис.2)
Угол изменения наклона точки	β	град	$\beta_1 = \alpha_1 - \alpha_2 $ (см. рис.2)
Площадь поперечного сечения точки в свету нормально к продольной оси ее в месте входа материала в нижнее укрытие	F	м ²	$\beta_i = \alpha_{i-1} - \alpha_i $ см. рис.2

В е л и ч и н а	Обозначение	Единица измерения	Примечание
Удельный вес воздуха в помещении	γ_0	кгс/м ³	

Таблица 3,2

Основные расчетные величины

В е л и ч и н а	Обозначение	Единица измерения	Примечание
Скорость движения материала в тече при входе его в нижнее укрытие	V_k	м/с	См. п.3.2
Усредненная объемная концентрация материала	S		См. п.3.3
Средний диаметр частиц материала	d_{cp}	мм	См. п.3.4
Коэффициенты местных сопротивлений			
входа в верхнее укрытие	$\varphi_{вх}$	Безразмерный	См. п.3.5
течки	φ_T		
жесткой перегородки, устанавливаемой в нижнем укрытии	$\varphi_{пер}$		
Разрежение на внутренней поверхности наружных стенок нижнего укрытия	h_H	кгс/м ²	См. приложение II таб. 1
То же, верхнего укрытия	h_B	кгс/м ²	См. приложение II таб. 2
Тепловое давление в тече, создаваемое в результате повышения температуры воздуха от нагретого материала	h_T	кгс/м ²	Учитывается только при нагревом кусковым материале см. приложение III.
Разность давлений	Δh	кгс/м ²	-"
Удельный вес воздуха, поступающего в аспирируемое укрытие по тече	γ_{yx}	кгс/м ³	-"

Величина	Обозначение	Единица измерения	Примечание
Площадь неплотностей в верхнем укрытии	F_B	м ²	Принимается по конструктивным размерам, но не более величин, приведенных в приложении II, таб.2
Ширина условной щели в нижнем укрытии	e	м	См. приложение II, табл. I
Площадь неплотностей в нижнем укрытии	F_H	м ²	Принимается по конструктивным размерам, при этом размеры условной щели принимать не более указанных в приложении II, табл. I
Площадь поперечного сечения прохода в месте установки перегородки	F_{np}	м ²	Принимается согласно рекомендациям (п.3.5) с учетом конструктивных размеров укрытий
Площадь поперечного сечения нижнего укрытия	F_y	м ²	То же
Параметр для определения коэффициента эжекции λ	N	Безразмерный	См. приложение III
То же	M	"	См. приложение IV
Коэффициент эжекции	λ	"	См. приложение V

3.2. Скорость движения материала в конце течки при входе его в нижнее укрытие V_K устанавливается путем последовательного определения скоростей для всех прямолинейных участков течки по формулам:

для вертикального начального участка

$$V_L = \sqrt{19,6 H_L} \quad \text{м/с;} \quad (3.1)$$

для вертикальных участков, расположенных после наклонного участка,

$$V_i = \sqrt{(V_{i-1} K_{ni})^2 + 19,6 H_i} \text{ м/с,} \quad (3.2)$$

для наклонных участков

$$V_i = \sqrt{(V_{i-1} K_{ni})^2 + 19,6 H_i (1 - f_{тр} \operatorname{ctg} \alpha_i)} \text{ м/с,} \quad (3.3)$$

где

V_{i-1} - скорость движения материала в конце предыдущего участка течи, м/с;

H_i - высота перепада материала на данном прямолинейном участке течи, м;

$f_{тр}$ - коэффициент трения материала о днище течи в движении (в среднем равен 0,5);

α_i - угол наклона участка течи к горизонтальной плоскости, град;

K_{ni} - коэффициент уменьшения скорости при повороте потока материала (при изменении угла наклона течи) принимается по таблице 3.3.

Примечания:

1. Начальная скорость материала в первом участке течи на уровне подающего конвейера принимается

$$V_{нач} = 0 \text{ (см. рис.2)}$$

2. Величина V_i может определяться по номограмме приложения 1.

Таблица 3.3

Кoeffициент уменьшения скорости потока
материала

$\beta_i = \alpha_{i1} - \alpha_{i2} $ град (см. рис.2)	60	50	45	40	30	20	10	0
K_{ni}	0,47	0,64	0,7	0,75	0,85	0,93	0,97	1,0

3.3. Усредненная объемная концентрация материала в точке определяется по формуле

$$S = \frac{1,18 \cdot 10^3 G_M}{F \gamma_M V_K}, \quad (3.4)$$

где G_M - весовой расход материала, кгс/с;
 F - площадь поперечного сечения точки, м²;
 γ_M - удельный вес материала, кгс/м³;
 V_K - скорость движения материала в точке при входе его в нижнее укрытие, м/с.

3.4. Средний диаметр частиц материала d_{cp} определяется в зависимости от гранулометрического состава материала по формуле

$$d_{cp} = 0,01 \sum_{i=1}^n d_{i_{cp}} m_i \quad \text{мм}, \quad (3.5)$$

где $d_{i_{cp}}$ - средний диаметр частиц в i -ом интервале, мм;

m_i - весовая доля частиц в данном интервале, %.

Если окажется $d_{cp} \leq 0,6\sqrt{S}$, принимать в качестве расчетного среднего диаметра

$$d_{cp} = 0,6\sqrt{S}. \quad (3.6)$$

Пример

Определить средний диаметр частиц d_{cp} при $\gamma_m = 3000 \text{ кгс/л}$ следующего гранулометрического состава:

d_i мм	90-70	70-50	50-20	20-18	18-12	12-8	8-6	6-3	3-1	1
$d_{i,cp}$ мм	30	60	35	-	15	10	7	4,5	2	0,5
m_i %	29,32	14,1	23,34	-	5,93	4,71	3,8	5,8	3,2	9,8

По формуле 3.5 находим

$$d_{cp} = 0,01(80 \times 29,32 + 60 \times 14,1 + 35 \times 23,34 + 15 \times 5,93 + 10 \times 4,71 + 7 \times 3,8 + 4,5 \times 5,8 + 2 \times 3,2 + 0,5 \times 9,8) = 42 \text{ мм}.$$

Согласно п.2.1 данный материал относится к кусковым.

3.5. Сумма коэффициентов местных сопротивлений укрытий и точки $\sum \xi$ определяется по формуле

$$\sum \xi = \xi_{вх} + \xi_r + \xi_{пер}, \quad (3.7)$$

где $\xi_{вх}$ - к.м.с. при входе воздуха в верхнее укрытие;
 ξ_r - к.м.с. точки;
 $\xi_{пер}$ - к.м.с. жесткой перегородки, устанавливаемой в нижнем укрытии.

Величина $\zeta_{вх}$ определяется по формуле

$$\zeta_{вх} = 2,4 \left(\frac{F}{F_в} \right)^2, \quad (3,8)$$

где $F_в$ - площадь неплотностей в верхнем укрытии конвейера, м², принимается по конструктивным размерам, но не более величин, приведенных в приложении П, табл.2.

Примечание. Величина $\zeta_{вх}$ не учитывается при устройстве отсоса от верхнего укрытия.

Величина $\zeta_{т}$ принимается для вертикальных течек

$$\zeta_{т} = 1,5;$$

для наклонных течек и течек с поворотами $\zeta_{т} = 2,5$.

Величина $\zeta_{пер}$ определяется по табл.3.4

в зависимости от отношений $\frac{F_{пр}}{F_y}$ и $\frac{F}{F_y}$.

Рекомендуемая величина $\frac{F_{пр}}{F_y} = 0,25 \div 0,3$, (3.9)

где $F_{пр}$ - площадь поперечного сечения прохода в месте установки перегородки, м² (рис.3);

F_y - площадь поперечного сечения нижнего укрытия, м² (см.рис.3).

Таблица 3.4

Значение величины $\zeta_{пер}$

$F_{пр}/F_y$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	193	44,5	17,8	8,12	4,02
0,8	124	28,5	11,4	5,19	2,57
0,6	69,5	16,0	6,41	2,92	1,45
0,4	30,9	7,12	2,84	1,30	0,64
0,2	7,72	1,78	0,71	0,32	0,16



Рис.3. Схема нижнего укрытия с двойными стенками и месткой укрытия с перегородкой

Таблица 4.1

4. Расчет производительности местных отсосов

Наименование	Собзна- чение	Единица измере- ния	Р а с ч е т н ы е ф о р м у л ы			
			Для ненагретого материала :		Для нагретого материала	
				при $N > -0,66 M$	при $N \leq -0,66 M$ (область противотока)	
Стсос от верхнего укрытия	K_0^B	м ³ /ч	Стсос выполняется только для порошкообразного материала $K_0^B = 400 \cdot B$	$K_0^B = 1,1(K_B - K_T \frac{\gamma_{yx}}{\delta_0})$	$K_0^B = 1,1(K_B + K_T)$	
Стсос от нижнего укрытия	K_0^H	м ³ /ч	$K_0^H = K_H + K_T$	$K_0^H = 1,1(K_H + K_T)$	$K_0^H = 1,1(K_H - K_T \frac{\gamma_{yx}}{\delta_0})$	

Здесь K_B и K_H - объемы воздуха, подсосываемые через неплотности соответственно **верхнего** и нижнего укрытий, м³/ч /см. приложение П/;

K_T - объем воздуха, поступающего в аспирируемое укрытие по течке, определяется по формуле $K_T = 3600L \sqrt{K F'} \text{ м}^3/\text{ч};$ (4.1)

B - ширина ленты подающего конвейера, м;

δ_0 - удельный вес воздуха в помещении, кгс/м³ (обычно принимается равным 1,22 кгс/м³, что соответствует $t = 16^0$ и барометрическому давлению 760 мм вод. ст.

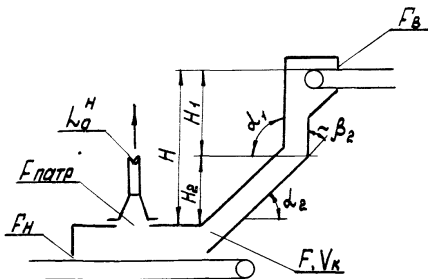
γ_{yx} - удельный вес воздуха, поступающего в аспирируемое укрытие по течке, кгс/м³ (см. приложение ш).

- N - параметр (см. приложение Ш);
 M - параметр (см. приложение IV);
 λ - коэффициент эжекции (см. приложение V).

Примечание Если в результате расчета производительности местного отсоса от верхнего укрытия перегрузки нагретого материала окажется $L_0^B < 0$, отсос не предусматривать. Производительность отсоса от нижнего укрытия в этом случае пересчитывается: определяются новые значения параметров N и M при отсутствии верхнего отсоса (см. приложение Ш и IV).

5. Примеры расчета

Пример I. Определить производительность местного отсоса перегрузочного узла ленточных конвейеров, транспортирующих ненагретый материал. Нижнее укрытие непроходное с одинарными стенками (см. эскиз укрытия).



Эскиз укрытия

Исходные данные:

$G_M = 800 \text{ кгс/с}$; $\gamma_M = 3000 \text{ кгс/м}^3$; $B = 1,6 \text{ м}$;
 $F = 0,4 \text{ м}^2$; $F_B = 1,2 \text{ м}^2$; $H = 6 \text{ м}$; $H_1 = 3 \text{ м}$; $H_2 = 3 \text{ м}$;
 $\alpha_1 = 90^\circ$; $\alpha_2 = 45^\circ$; $\beta_1 = \alpha_1 - \alpha_2 = 90 - 45 = 45^\circ$

Гранулометрический состав материала

d_i	мм	90-70	70-50	50-20	20-18	18-12	12-8	8-6	6-3	3-1	1
$d_{iср}$	мм	80	60	35	-	15	10	7	4,5	2	0,5
m_i	%	29,32	14,1	23,34	-	5,93	4,71	3,8	5,8	3,2	9,8

Решение:

1. Скорость движения материала V_k в конце течи при входе в нижнее укрытие в соответствии с п.3.2 определяется последовательно для первого и второго участков течи:

а/ скорость материала в конце первого вертикального участка при $H_1 = 3,0$ м и $\alpha_1 = 90^\circ$ по формуле (3.1)

$$V_1 = \sqrt{19,6 \cdot 3} = 7,6 \text{ м/с};$$

б/ скорость материала в конце второго наклонного участка течи при $H_2 = 3,0$ м, $\alpha_2 = 45^\circ$ по формуле (3.3)

$$V_2 = V_k = \sqrt{(7,6 \times 0,7)^2 + 19,6 \cdot 3,0 (1 - 0,5 \text{ctg } 45^\circ)} = 7,55 \text{ м/с}.$$

В данном случае коэффициент K_n , согласно таблице (3.3), при $\beta = 45^\circ$ принят равным 0,7.

Такую же величину V_k можно получить, пользуясь номограммой приложения I.

2. Усредненная объемная концентрация материала в тече по формуле (3.4)

$$S = \frac{1,18 \cdot 10^3 \cdot 800}{0,4 \cdot 3000 \cdot 7,55} = 104.$$

3. Средний диаметр частиц материала по формуле (3.5)

$$d_{cp} = 0,01 (80 \times 29,32 + 60 \times 14,1 + 35 \times 23,34 + 15 \times 5,93 + 10 \times 4,71 + 7 \times 3,8 + 4,5 \times 5,8 + 2 \times 3,2 + 0,5 \times 9,8) = 42 \text{ мм}.$$

Согласно пункту 2.1, данный материал относится к кусковым. Находим величину $0,6 \cdot \sqrt{S} = 0,6 \cdot \sqrt{104} = 6,1$, то есть $42 > 6,1$.

Согласно указаниям п.3.4, за расчетную величину принимаем $d_{cp} = 42$ мм.

4. Сумма коэффициентов местных сопротивлений согласно п.3.5

$$\sum \xi = \xi_{br} + \xi_r = 2,4 \left(\frac{0,4}{1,2} \right)^2 + 2,5 = 2,76.$$

5. Параметр \mathcal{N} по формуле (III-1), приложения III

$$\mathcal{N} = 16,4 \frac{1,2}{7,55^2 \cdot 2,76} = 0,125.$$

Аналогичное значение \mathcal{N} можно получить по номограмме приложения III.

6. Параметр M определяем по приложению IV

а) по номограмме при $\frac{S}{d_{ср}^2} = \frac{1,2}{2} = 0,6$;

$\Sigma \xi = 2,76$ и $V_{\kappa} = 7,55$ м/с находим величину $\lambda_o = 0,077$;

б) параметр M по формуле (I.1) приложения IV

$$M = 42 \cdot 0,077 = 3,24.$$

7. Коэффициент эжекции λ определяем по приложению V.

Поскольку $\mathcal{N} > 0,0 - 0,25$ ($0,125 > -0,558$), λ лежит не на границе областей "б" и "в" и значение его следует находить в таблице (см. примечание приложения V): при $\mathcal{N} = 0,125$ и $M = 3,24$ $\lambda = 0,51$.

8. Объем воздуха, поступающего в аспирационное укрытие, по формуле (4.1) равен $k_{\tau} = 3600 \cdot 0,51 \cdot 7,55 \cdot 0,4 = 5500$ м³/ч.

9. Объем воздуха, подсосываемого через неплотности нижнего укрытия при $B = 1,6$ м $h_H = 1,2$ кгс/м², находим по табл. (П.1) приложения П

$$k_{H} = 2900 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

10. Производительность местного отсоса по табл. 4.1

$$k_{от} = k_{H} + k_{\tau} = 2900 + 5500 = 8400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

11. Сечение вытяжного патрубка при скорости воздуха в нем $V = 2,0$ м/с (см. п. 24)

$$F_{патр} = \frac{8400}{3600 \cdot 2} = 1,16 \text{ м}^2.$$

12. Длина вытяжного патрубка ℓ_2 при его ширине, равной ширине укрытия /конвейера/ $B = 1,6$ м,

$$\ell_2 = \frac{F_{патр}}{B} = \frac{1,16}{1,6} = 0,72 \text{ м}.$$

13. Производим уточнение величины k_{H} .

Периметр укрытия по табл. I приложения П

$$(\ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + B) \cdot 2 = (0,8 + 0,72 + 1,9 + 1,6) \cdot 2 = 10 \text{ м}.$$

Площадь неплотностей при ширине щели $0,03$ м

$$F_H = 10,0 \cdot 0,03 = 0,3 \text{ м}^2,$$

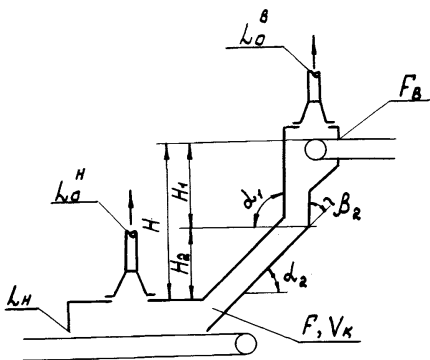
тогда $k_{H} = 9500 \cdot 0,3 \sqrt{1,2} = 3100$ м³/ч, т.е. больше ранее принятого 2900 м³/ч.

14. Уточненный объем воздуха, удаляемого местным отсосом,

$$k_{от} = 3100 + 5500 = 8600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Пример 2. Определить производительность местных отсосов от нижнего и верхнего укрытий перегрузочного узла ленточных конвейеров, транспортирующих нагретый кусковой материал. Нижнее укрытие непроходное с двойными стенками (см. эскиз укрытия).

Исходные данные те же, что и в примере I, за исключением температуры материала, которая в данном случае принимается равной $t_M = 500^\circ\text{C}$.



Эскиз укрытия

Решение: I. В соответствии с примером I: скорость движения материала в конце течки $V_K = 7,55$ м/с; усредненная объемная концентрация материала в течке $S = 104$; средний диаметр частиц материала $d_{cp} = 42$ мм.

2. Сумма коэффициентов местных сопротивлений при наличии отсоса от верхнего укрытия, согласно п.3.5,

$$\Sigma \xi = \xi_T = 2,5.$$

3. Тепловое давление в укрытии при $t_M = 500^\circ\text{C}$ и $H = 6$ м по табл. II-2, приложения II равно $h_T = 0,17 \times 6 = 1,02$ кгс/м².

4. Разность давлений в нижнем укрытии при $h_n = 0,8$ кгс/м² и $h_0 = 0,6$ кгс/м² по формуле (III-4) приложения III составляет $\Delta h = (0,8 - 0,6) - 1,02 = -0,82$ кгс/м².

5. Параметр N по формуле (III-2) приложения III

$$N = 16,4 \cdot \frac{-0,82}{7,55^2 \cdot 2,5} = -0,1.$$

То же значение N можно получить по номограмме приложения III.

6. Параметр М определяем по приложению IY:

а) по номограмме при $\frac{S}{d^2} = \frac{104}{422} = 0,06$; $\sum \xi = 2,5$ и $V_k = 7,55$ м/с находим величину $\lambda_0 = 0,09$;

б) параметр М по формуле (IY-I)

$$M = 42 \cdot 0,09 = 3,78.$$

7. Коэффициент эжекции определяем по приложению Y.

\mathcal{N} значительно больше $-0,66M$ ($-0,1 > -2,05$), т.е. λ лежит не на границе областей "б" и "в" и значение его следует находить по таблице (см. примечание приложения Y): при

$$\mathcal{N} = -0,1 \text{ и } M = 3,78 \quad \lambda = 0,43.$$

8. Объем воздуха, поступающего в аспирационное укрытие по течке, по формуле (4.I)

$$L_T = 3600 \cdot 0,043 \cdot 7,55 \cdot 0,4 = 4700 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

9. Объем воздуха, подсосываемого в укрытия, по прилож. II:

в нижнее укрытие при $h_H = 0,8$ кгс/м²;

$$L_H = 2300 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (см. табл. II-I)};$$

в верхнее укрытие $L_B = 8800 \text{ м}^3/\text{ч}$ (см. табл. II-2)

10. Производительность местных отсосов по табл. 4.I

[при $\mathcal{N} > -0,66M = (-0,1 > -0,66 \cdot 3,78)$ или $-0,1 > -2,5$]:

от верхнего укрытия

$$L_0^B = 1,1 \left(L_B - L_T \frac{\delta_{ух}}{\delta_0} \right) = 1,1 (8800 - 4700 \frac{0,88}{1,22}) = 5900 \text{ м}^3/\text{ч};$$

от нижнего укрытия

$$L_0^H = 1,1 (L_H + L_T) = 1,1 (2300 + 4700) = 7700 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

11. Сечение вытяжных патрубков при скорости воздуха

$V = 2,0$ м/с (см. п. 2.4):

от верхнего укрытия

$$F_{патр}^B = \frac{5900}{3600 \cdot 2,0} = 0,82 \text{ м}^2.$$

от нижнего укрытия

$$F_{патр}^H = \frac{7700}{3600 \cdot 2} = 1,07 \text{ м}^2.$$

12. Длина вытяжного патрубка нижнего укрытия при ширине

$B = 1,6$ м

$$l_2 = \frac{1,07}{1,6} = 0,67 \text{ м}.$$

13. Производим уточнение величины L_H .

Периметр укрытия по табл. I приложения II

$$(0,8 + 0,67 + 1,9 + 1,6) \cdot 2 = 10,0 \text{ м}.$$

Площадь неплотностей при ширине щели 0,03 м

$$F_H = 10,0 \cdot 0,03 = 0,3 \text{ м},$$

тогда $h_H = 9500 \cdot 0,3 \sqrt{0,8} = 2540 \text{ м}^3/\text{ч}$, т.е. больше ранее принятого $2300 \text{ м}^3/\text{ч}$.

14. Уточненный объем воздуха, удаляемого от нижнего укрытия,
 $L_o^H = 1,1(2540 + 4700) = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Пример 3. Условия те же, что и в примере 2, за исключением удельного расхода материала, который в данном случае принимается равным $G_M = 20 \text{ кгс/с}$.

Решение.

1. В соответствии с примером 2

$$V_K = 7,55 \text{ м/с}; \quad d_{ср} = 42 \text{ мм}; \quad \sum \xi = 2,5;$$

$$F = 0,4 \text{ м}^2; \quad \gamma_M = 3000 \text{ кгс/м}^3;$$

$$N = -0,1; \quad L_H = 2540 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad L_B = 8800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Усредненная объемная концентрация материала в точке по формуле (3.4)

$$S = \frac{1,18 \cdot 10^3 \cdot 20}{0,4 \cdot 3000 \cdot 7,55} = 2,6.$$

3. Параметр М определяем по приложению IV:

а) по номограмме при $\frac{S}{d^2} = \frac{2,6}{42^2} = 0,00145$,

$$\sum \xi = 2,5 \quad \text{и} \quad V_K = 7,55 \text{ м/с}$$

находим величину $L_o = 0,0025$;

б) параметр М по формуле (IV.1)

$$M = 42 \cdot 0,0025 = 0,10.$$

4. Коэффициент эжекции определяем по приложению У. Поскольку $N < -0,66M$ ($-0,1 < -0,066$) и N не попадает на границу областей "б" и "в", не охватываемую табличными значениями N и M , величину L следует находить по таблице (см. примечание к приложению У): при $N = -0,1$ и $M = 0,10$ $L = 0,12$.

5. Объем воздуха, поступающего в аспирационное укрытие по точке, по формуле (4.1)

$$L_T = 3600 \cdot 0,12 \cdot 7,55 \cdot 0,4 = 1300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В данном случае L находится в области противотока и мы имеем обратный поток воздуха в точке, т.е. из нижнего укрытия в верхнее.

6. Производительность местных отсосов по табл. 4.1 (при $N < -0,66M$) от верхнего укрытия,

$$L_o^B = 1,1(L_B + L_T) = 1,1(8800 + 1300) = 11100 \text{ м}^3/\text{ч};$$

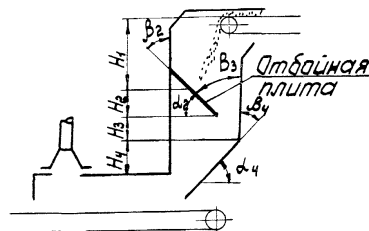
от нижнего укрытия

$$L_o^H = 1,1(L_H - L_T \frac{\gamma_{уд}}{\gamma_o}) = 1,1(2540 - 1300 \frac{0,88}{1,22}) = 1760 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

7. Скорость воздуха в вытяжном патрубке нижнего укрытия при $\ell_2 = 0,67$ м и $B = 1,6$ м будет

$$V = \frac{1760}{3600 \cdot 0,67 \cdot 1,6} = 0,45 \text{ м/с, т.е. меньше допустимой } 2 \text{ м/с.}$$

Пример 4. Определить скорость движения материала в конце точки при наличии отбойной плиты.



Эскиз укрытия

Исходные данные:

$$H_1 = 2,0 \text{ м; } H_2 = 0,5 \text{ м; } H_3 = 2,0 \text{ м; } H_4 = 0,3 \text{ м;}$$

$$\alpha_2 = \alpha_4 = 45^\circ$$

Решение:

1. Скорость материала в конце первого участка в момент встречи потока с наклонной отбойной плитой по формуле (3.1) равна

$$V_1 = \sqrt{19,6 \cdot 2} = 6,2 \text{ м/с.}$$

2. Скорость в конце второго наклонного участка с учетом поправочного коэффициента 0,7 на угол поворота $\beta_2 = 45^\circ$ (см. табл. 3.3) по формуле (3.2) составит:

$$V_2 = \sqrt{(6,2 \cdot 0,7)^2 + 19,6 \cdot 0,5 (1 - 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ)} = 4,8 \text{ м/с.}$$

3. Скорость в конце третьего вертикального участка с учетом поправочного коэффициента 0,7 на угол поворота $\beta_3 = 45^\circ$ будет равна

$$V_3 = \sqrt{(4,8 \cdot 0,7)^2 + 19,6 \cdot 2} = 7,15 \text{ м/с.}$$

4. Скорость в конце четвертого наклонного участка с учетом поправочного коэффициента 0,7 на угол поворота $\beta_4 = 45^\circ$

$$V_4 = V_K = \sqrt{(7,15 \cdot 0,7)^2 + 19,6 \cdot 0,3 (1 - 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ)} = 5,25 \text{ м/с.}$$

НОМОГРАММА
для определения скорости материала в конце расчетного
участка точки

Приложение I

Номограмма составлена:

а/ для наклонных участков течек по формуле 3.3

$$V_i = \sqrt{(V_{i-1} \cdot K_{\text{пл}})^2 + 19,6 H_i (1 - f_{\text{тр}} \operatorname{ctg} \alpha_i)},$$

где V_{i-1} - скорость движения материала в конце предыдущего участка точки, м/с. В начальном участке точки на уровне барабана подающего конвейера принято $V_{\text{нач}} = 0$;

$K_{\text{пл}}$ - коэффициент уменьшения скорости при повороте потока материала при изменении угла наклона точки (см. табл. 3.3);

H_i - высота перепада материала на данном i -м прямолинейном участке точки, м;

$f_{\text{тр}}$ - коэффициент трения материала о днище точки в движении принят равным $\approx 0,5$;

α_i - угол наклона i -го участка точки к горизонтальной плоскости в град.

б/ для вертикальных участков по формуле 3.2

$$V_i = \sqrt{(V_{i-1} \cdot K_{\text{пл}})^2 + 19,6 H_i} \quad \text{м/с.}$$

Пример I

Дано: точка состоит из двух участков: вертикального и наклонного

$$H_1 = 3,0 \text{ м}; \quad \alpha_1 = 90^\circ; \quad V_{\text{нач}} = 0;$$

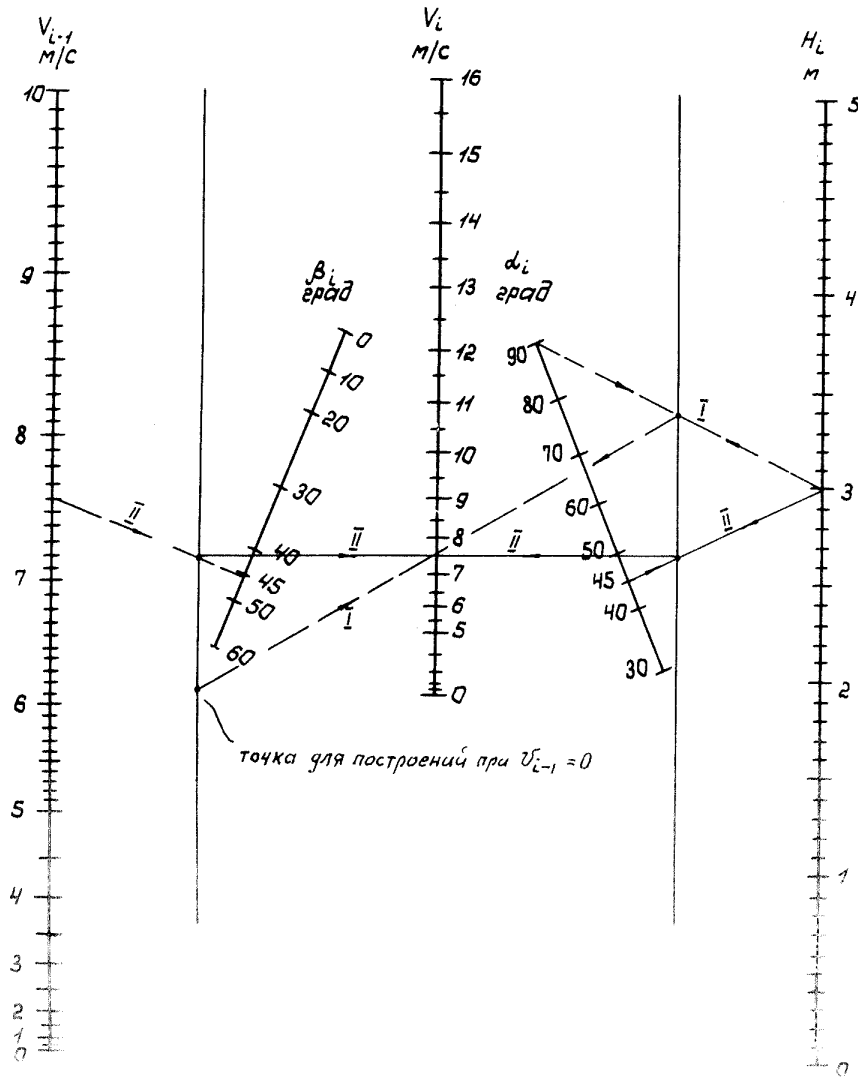
$$H_2 = 3,0 \text{ м}; \quad \alpha_2 = 45^\circ; \quad \beta_1 = |\alpha_1 - \alpha_2| =$$

$$= |90 - 45| = 45^\circ.$$

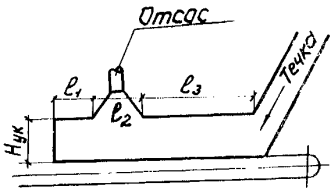
Решение

По номограмме находим:

$$V_1 = 7,6 \text{ м/с (I)} \quad \text{и} \quad V_2 = V_x = 7,5 \text{ м/сек (II)}$$



ОБЪЕМ ВОЗДУХА, ПОДСАСЫВАЕМОГО ЧЕРЕЗ НЕПЛОТНОСТИ В УКРЫТИЯХ, в м³/ч
Объем воздуха \mathcal{L}_H , подсосываемого через неплотности нижнего укрытия в м³/ч

Ширина ленты, мм	Кусковой материал		Зернистый материал		Порошкообразный материал		Сухой нагретый кусковой материал						
	Конструкция укрытия и ширина условной щели - δ												
	Одинарное, $\delta=0,03$ м	Двойное, $\delta=0,03$ м	Одинарное, $\delta=0,015$ м	Двойное, $\delta=0,015$ м	Двойное, $\delta=0,015$ м	При ленточном конвейере	При пластинчатом конвейере	одинарное, $\delta=0,03$ м	двойное, $\delta=0,03$ м	-	Рекомендуемые размеры укрытия, м		
	Максимальное разрежение h_H в укрытии, кгс/м ²									l_1	l_3	$h_{чк}$	
	1,2	0,8	1,0	0,8	0,6	1,2	0,8	0,4					
	Объем воздуха \mathcal{L}_H м ³ /ч												
0,5	1050	850	450	425	360	1050	850			0,25	0,6	0,35	
0,6	1250	1000	550	500	430	1250	1000			0,3	0,75	0,45	
0,8	1600	1250	700	625	550	1600	1250	В зависимости от величины F_H по формуле П.1 и уточняется после определения \mathcal{L}_H		0,4	1,0	0,5	
1,0	1900	1500	850	750	650	1900	1500		0,5	1,2	0,6		
1,2	2250	1800	1000	900	780	2250	1800		0,6	1,5	0,7		
1,4	2550	2100	1150	1050	900	2550	2100		0,7	1,7	0,95		
1,6	2900	2300	1300	1150	1000	2900	2300		0,8	1,9	1,0		
2,0	3600	2950	1600	1475	1250	3600	2950		1,0	2,4	1,2		

Примечания: 1. Объем воздуха, подсосываемого через неплотности нижнего укрытия, определен по формуле

$$\mathcal{L}_H = 9500 \cdot F_H \sqrt{h_H} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (\text{П-1})$$

где $F_H = (l_1 + l_2 + l_3 + B) \cdot 2 \cdot \delta \text{ м}^2$.

2. Размер вытяжного патрубка l_2 определяется по формуле (П-2)

$$l_2 = \frac{\mathcal{L}_H^H}{V_{\text{патр.}} \cdot 3600 \cdot B} \text{ м},$$

где \mathcal{L}_H^H - отсос от нижнего укрытия м³/ч (см. табл. 4.1);

$V_{\text{патр.}}$ - скорость воздуха во всасывающем отверстии патрубка см. п. 2.4;

B - поперечный размер патрубка, который принимается равным ширине укрытия или приблизительно ширине ленты транспортера, м.

3. Для проходных укрытий величина \mathcal{L}_H , приведенная в таблице I, увеличивается на 20%.

Приложение П

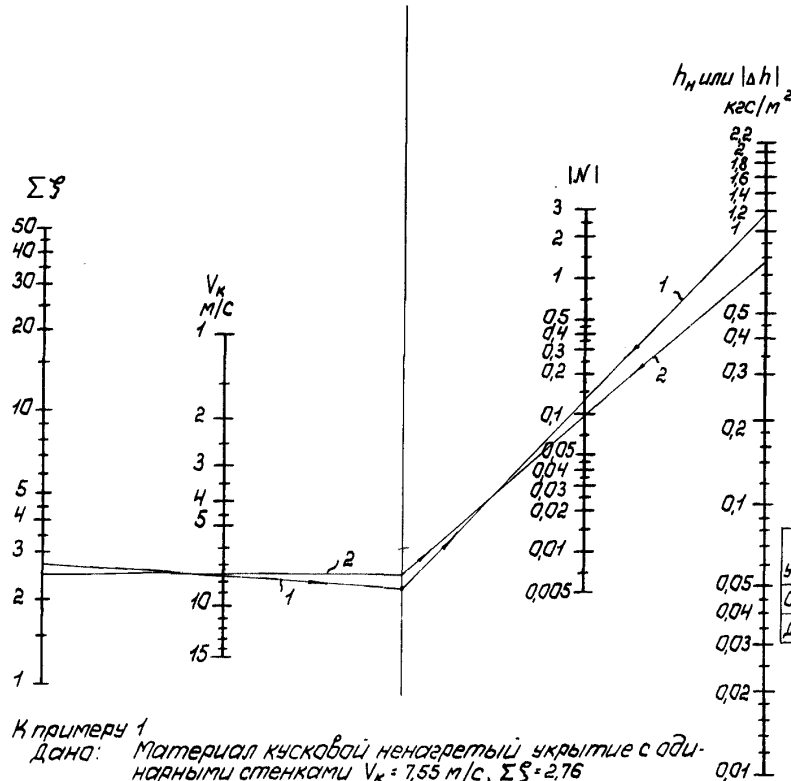
Таблица 2

Объем воздуха λ_B , подсасываемого через неплотности верхнего укрытия, в м³/ч.

Ширина ленты, м	Площадь неплотностей при ленточном конвейере F_B , м ²	При ленточном конвейере	При пластинчатом конвейере
		Максимальное разрежение h_B в укрытии, кгс/м ²	
		0,6	0,4
		Объем воздуха λ_B , м ³ /ч	
0,5	0,2	1460	
0,6	0,25	1820	
0,8	0,3	2200	В зависимости от величины F_B по формуле (П-3)
1,0	0,5	3670	
1,2	0,6	4400	
1,4	0,8	5870	
1,6	1,2	8800	
2,0	1,75	12800	

Примечание. Объем воздуха, подсасываемого через неплотности верхнего укрытия, определен по формуле

$$\lambda_B = 9500 F_B \sqrt{h_B}, \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (\text{П-3})$$



Номаграмма составлена по формулам

1. Для ненагретых материалов

$$N = 16,4 \frac{h_n}{V_k^2 \cdot \Sigma \xi} \quad (III.1)$$

2. Для нагретых материалов

$$N = 16,4 \frac{\Delta h}{V_k^2 \cdot \Sigma \xi} \quad (III.2)$$

где V_k - скорость материала при входе в нижнее укрытие, м/с (см. п. 3.2)

$\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений (подробно см. п. 3.5)

Δh - разность давлений принимается:

- при отсутствии верхнего отсоса $\Delta h = h_n - h_T$; (III.3)

- при наличии верхнего отсоса $\Delta h = (h_n - h_8) - h_T$; (III.4)

h_n и h_8 - рекомендуемое разрежение на внутренней поверхности соответственно нижнего и верхнего укрытий кес/м², (см. табл. III.1)

Таблица III.1

Тип укрытия	h_n , кес/м²			h_8 , кес/м²		
	кусковой материал	зернистый материал	порошкообразный материал	кусковой при пластичном канveyере	при ленточном канveyере	при пластичном канveyере
Обыкновенное	1 - 1,2	0,9 - 1,0	-	0,4	0,6	0,4
Двойное	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,5 - 0,6			

h_T - тепловое давление определяется по табл. III.2

Таблица III.2

t_m , град	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
K_t	1,0	1,0	0,95	0,9	0,75	0,7	0,65	0,6	0,57	0,55	0,52	0,5	0,45
t_{yx} , град	22	32	43	52	62	75	87	95	104	114	122	128	138
γ_{yx} , кес/м³	1,19	1,16	1,11	1,08	1,05	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,86
γ_T , при h_n кес/м²	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18

Примечание: Таблица III.2 составлена по формулам:

$$h_T = \frac{\gamma_0 - \gamma_{yx}}{2} \cdot H \text{ кес/м}^2$$

где γ_0 и γ_{yx} - удельные веса воздуха, соответственно при температуре окружающего $t_0 = 16^\circ$ и воздуха под укрытием t_{yx} , кес/м³

H - высота перепада материала от верха падающего конвейера до места входа в нижнее укрытие, м,

$$t_{yx} = \frac{t_m + t_0}{2} \cdot K_t \text{ град};$$

t_m - температура материала, °C

K_t - поправочный коэффициент (см. табл. III.2).

К примеру 1

Дано: Материал кусковой ненагретый укрытие с односторонними стенками $V_k = 7,55$ м/с, $\Sigma \xi = 2,76$

Решение. 1. По табл. III.1 принимаем значение $h_n = 1,2$
2. По номограмме находим $N = 0,125$ (см. линию 1)

К примеру 2

Дано: Материал кусковой, нагретый до $t_m = 500^\circ$ C, транспортер ленточный, предусматривается отсос от верхнего и нижнего укрытий, нижнее укрытие двойное
 $V_k = 7,55$ м/с, $\Sigma \xi = \xi_T = 2,5$, $H = 6,0$ м.

Решение. 1. По табл. III.1 принимаем $h_n = 0,8$, $h_8 = 0,6$ кес/м².
2. По табл. III.2 находим $h_T = 0,11 \cdot 6,0 = 1,02$ кес/м².
3. Следовательно, $\Delta h = (0,8 - 0,6) - 1,02 = -0,82$ кес/м².
4. По номограмме (см. линию 2) находим абсолютное значение N ; знак "+" или "-" принимается таким же, как и знак при Δh , т.е. в данном случае $N = -0,1$.

Номаграмма для определения параметра M

Приложение IV

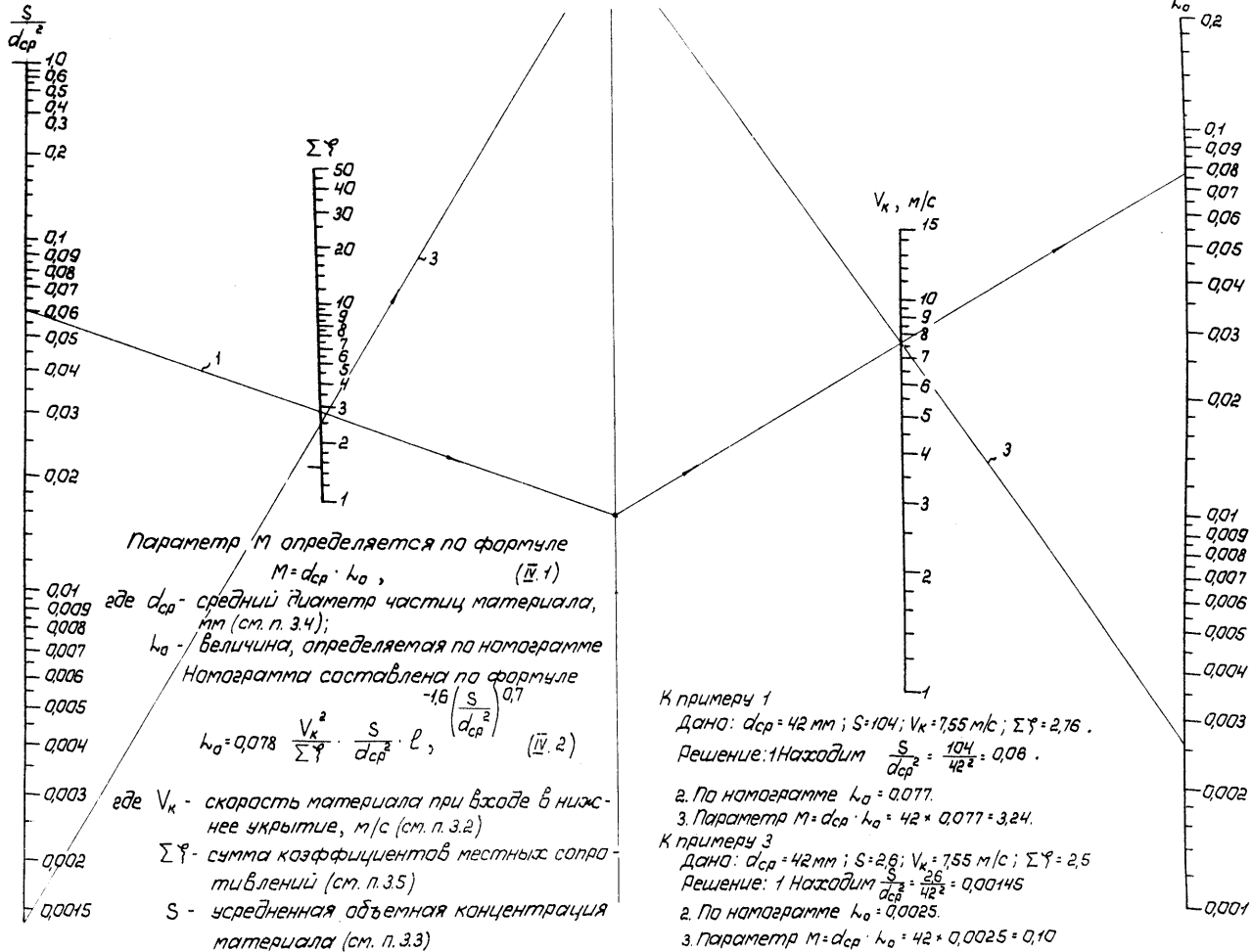


ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЖЕКЦИИ Л

N	M																
	0,005	0,01	0,03	0,05	0,10	0,16	0,25	0,35	0,45	0,6	0,8	1,0	1,6	2,5	3,5	4,5	5,0
0,670	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
0,650	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
0,613	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
0,610	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
0,591	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78
0,571	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
0,550	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
0,530	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74
0,510	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
0,494	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
0,470	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71
0,450	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70
0,430	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69
0,410	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68
0,390	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67
0,370	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65
0,350	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63	0,64	0,64
0,340	0,58	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,64
0,320	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58	0,59	0,60	0,62	0,62	0,63
0,310	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62	0,62
0,300	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62
0,280	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60	0,61

N	M																
	0,005	0,01	0,03	0,05	0,10	0,16	0,25	0,35	0,45	0,6	0,8	1,0	1,6	2,5	3,5	4,5	5,0
0,260	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60
0,240	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,57	0,58	0,60
0,220	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58
0,200	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57
0,190	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57
0,180	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,56
0,170	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,49	0,52	0,54	0,55	0,56
0,160	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,55
0,150	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,48	0,51	0,53	0,54	0,55
0,140	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54	0,54
0,130	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,47	0,49	0,52	0,53	0,54
0,120	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,49	0,51	0,53	0,54
0,110	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,46	0,48	0,51	0,52	0,53
0,100	0,32	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,53
0,090	0,30	0,30	0,31	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,47	0,50	0,52	0,52
0,080	0,29	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,52
0,070	0,27	0,27	0,28	0,29	0,31	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51	0,52
0,060	0,25	0,25	0,26	0,27	0,30	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51
0,050	0,23	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,51
0,040	0,21	0,21	0,23	0,24	0,27	0,29	0,31	0,32	0,33	0,35	0,37	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,50
0,030	0,18	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28	0,31	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,50
0,020	0,15	0,16	0,18	0,20	0,23	0,27	0,30	0,31	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,44	0,47	0,49	0,50
0,015	0,13	0,14	0,17	0,19	0,23	0,26	0,29	0,31	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,44	0,46	0,49	0,49
0,010	0,11	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,29	0,31	0,31	0,32	0,35	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,49

N	M																
	0,005	0,01	0,03	0,05	0,10	0,16	0,25	0,35	0,45	0,6	0,8	1,0	1,6	2,5	3,5	4,5	5,0
0,005	0,09	0,10	0,14	0,16	0,21	0,24	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,49
0,001	0,06	0,08	0,12	0,15	0,20	0,24	0,28	0,30	0,30	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,49
-0,0043	0,03	0,04	0,10	0,14	0,19	0,23	0,27	0,30	0,30	0,31	0,34	0,35	0,39	0,43	0,46	0,48	0,49
-0,010	0,08	0,05	0,08	0,12	0,18	0,22	0,26	0,30	0,30	0,31	0,33	0,35	0,39	0,43	0,45	0,48	0,49
-0,016	0,12	0,09	0,04	0,10	0,16	0,21	0,26	0,29	0,30	0,31	0,33	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,48
-0,020	0,12	0,11	0,007	0,08	0,16	0,20	0,25	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,38	0,42	0,45	0,47	0,48
-0,024	0,14	0,12	0,05	0,06	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,30	0,32	0,34	0,38	0,42	0,45	0,47	0,48
-0,030	0,16	0,15	0,08	0,03	0,13	0,19	0,24	0,28	0,30	0,30	0,32	0,34	0,38	0,42	0,45	0,47	0,48
-0,036	0,18	0,16	0,11	0,03	0,12	0,18	0,23	0,27	0,30	0,30	0,31	0,33	0,38	0,41	0,44	0,47	0,48
-0,056	0,23	0,21	0,17	0,12	0,05	0,14	0,20	0,25	0,28	0,30	0,30	0,32	0,37	0,41	0,44	0,46	0,47
-0,066	0,25	0,24	0,19	0,15	0,00	0,11	0,19	0,24	0,27	0,30	0,30	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,47
-0,076	0,27	0,26	0,21	0,17	0,05	0,09	0,17	0,22	0,26	0,30	0,30	0,31	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
-0,086	0,28	0,27	0,23	0,19	0,08	0,06	0,16	0,21	0,25	0,30	0,30	0,31	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46
-0,096	0,30	0,29	0,25	0,21	0,11	0,03	0,14	0,20	0,24	0,28	0,30	0,30	0,35	0,39	0,42	0,45	0,46
-0,100	0,31	0,30	0,26	0,22	0,12	0,02	0,13	0,19	0,24	0,28	0,30	0,30	0,35	0,39	0,42	0,45	0,46
-0,12	0,34	0,33	0,29	0,25	0,16	0,05	0,10	0,17	0,22	0,26	0,30	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,45
-0,13	0,35	0,34	0,31	0,27	0,18	0,08	0,08	0,16	0,20	0,26	0,30	0,30	0,33	0,38	0,41	0,44	0,45
-0,15	0,38	0,37	0,34	0,30	0,22	0,12	0,08	0,13	0,18	0,24	0,29	0,30	0,32	0,37	0,40	0,43	0,44
-0,20	0,44	0,43	0,40	0,37	0,29	0,20	0,08	0,05	0,13	0,19	0,25	0,29	0,31	0,35	0,39	0,42	0,43
-0,25	0,49	0,48	0,45	0,42	0,35	0,27	0,15	0,03	0,06	0,15	0,22	0,26	0,31	0,34	0,37	0,40	0,41
-0,30	0,54	0,53	0,50	0,47	0,40	0,32	0,21	0,10	0,01	0,10	0,18	0,23	0,31	0,32	0,36	0,39	0,40
-0,35	0,58	0,58	0,55	0,52	0,45	0,37	0,26	0,16	0,07	0,05	0,14	0,20	0,30	0,31	0,35	0,38	0,39
-0,40	0,63	0,62	0,59	0,56	0,49	0,41	0,31	0,21	0,12	0,01	0,10	0,17	0,28	0,30	0,34	0,37	0,38
-0,45	0,66	0,66	0,63	0,60	0,53	0,45	0,35	0,25	0,17	0,06	0,06	0,13	0,26	0,30	0,32	0,35	0,37

N	M																
	0,005	0,01	0,03	0,05	0,10	0,16	0,25	0,35	0,45	0,6	0,8	1,0	1,6	2,5	3,5	4,5	5,0
-0,50	0,70	0,69	0,66	0,63	0,57	0,49	0,39	0,29	0,21	0,10	0,02	0,10	0,24	0,31	0,32	0,34	0,36
-0,55	0,73	0,73	0,70	0,67	0,60	0,53	0,43	0,33	0,25	0,14	0,02	0,07	0,21	0,32	0,32	0,33	0,35
-0,60	0,77	0,76	0,73	0,70	0,63	0,56	0,46	0,37	0,28	0,17	0,06	0,04	0,19	0,30	0,30	0,33	0,34
-0,65	0,80	0,79	0,76	0,73	0,67	0,59	0,49	0,40	0,31	0,21	0,09	0,005	0,17	0,29	0,30	0,32	0,33
-0,70	0,83	0,82	0,79	0,76	0,70	0,62	0,52	0,43	0,35	0,24	0,12	0,03	0,15	0,27	0,30	0,31	0,32
-0,75	0,86	0,85	0,82	0,79	0,73	0,65	0,55	0,46	0,37	0,27	0,15	0,06	0,13	0,26	0,30	0,30	0,31
-0,80	0,89	0,88	0,85	0,82	0,75	0,68	0,58	0,49	0,40	0,30	0,18	0,09	0,11	0,24	0,30	0,30	0,31
-0,85	0,91	0,91	0,88	0,85	0,78	0,71	0,61	0,51	0,43	0,32	0,21	0,11	0,08	0,22	0,30	0,30	0,30
-0,90	0,94	0,93	0,90	0,88	0,81	0,73	0,63	0,54	0,46	0,35	0,23	0,14	0,06	0,21	0,30	0,30	0,30
-0,95	0,97	0,96	0,93	0,90	0,83	0,76	0,66	0,56	0,48	0,37	0,26	0,16	0,04	0,19	0,29	0,30	0,30
-1,000	0,99	0,99	0,95	0,93	0,86	0,78	0,68	0,59	0,50	0,37	0,28	0,18	0,02	0,18	0,27	0,30	0,30

Примечания: I. Таблица составлена по формулам:

а) в области $N \geq 0,09 - 0,2M$ $\lambda^2 = \frac{M}{20\lambda} (3 - 8\lambda + 6\lambda^2 - \lambda^4) + N$; (У.1)

б) в области $0,09 - 0,2M > N > -0,66M$
 $\lambda = \frac{0,765M}{I - 0,9M} \left[\sqrt{I + \frac{(0,66M + N)(I - 0,9M)}{0,585M^2}} - I \right]$; (У.2)

в) в области противотока $N \leq -0,66M$
 $\lambda = \frac{0,765M}{I + 0,9M} \left[\sqrt{I - \frac{(0,66M + N)(I + 0,9M)}{0,585M^2}} - I \right]$. (У.3)

Пример 1. $N = -0,7$; $M = 1,5$, следовательно λ находится в области $0,09 - 0,2M > N > -0,66M$ ($0,09 - 0,2 \cdot 1,5 > -0,7 > -0,66 \cdot 1,5$).

Значение λ определяем по формуле (У.2)

$$\lambda = \frac{0,765 \cdot 1,5}{I - 0,9 \cdot 1,5} \left[\sqrt{I + \frac{(0,66 \cdot 1,5 - 0,7)(I - 0,9 \cdot 1,5)}{0,585 \cdot 1,5^2}} - I \right] = 0,144.$$

Граница между областями "б" и "в" в таблице показана сплошной жирной линией.

На границе областей "б" и "в", не охватываемой табличными значениями N и M (при $N \approx -0,66M$), коэффициент λ рекомендуется находить не по таблице (путем интерполяции), а рассчитывать соответственно по формулам (У.2) или (У.3).

Пример 2. $N = -0,53$; $M = 0,8$, следовательно λ находится в области $N \leq -0,66M$ ($-0,53 < -0,528$).

Значение λ определяем по формуле (У.3)

$$\lambda = \frac{0,765 \cdot 0,8}{I + 0,9 \cdot 0,8} \left[\sqrt{I - \frac{(0,66 \cdot 0,8 - 0,53)(I + 0,9 \cdot 0,8)}{0,585 \cdot 0,8^2}} - I \right] = 0,0177.$$

подп.к печ.24-ш-73 Заказ № 413

Тираж 6500 экз.
цена 60 коп.

Отпечатано в Производственных экспериментальных мастерских
ЦИНИСа Госстроя СССР