



А.В. Артёмов

**РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ  
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПЕРЕРАБОТКЕ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Екатеринбург  
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра технологии переработки пластических масс

А.В. Артёмов

**РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ  
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПЕРЕРАБОТКЕ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания  
для самостоятельных работ

Екатеринбург  
2013

Печатается по рекомендации методической комиссией инженерно-экологического факультета.

Протокол № 2 от 08.10.2012 г.

Рецензенты: Зайцев О.Б., руководитель проектной организации  
ООО «ЭкологияРазвитияБизнеса»

Горбатенко Ю.А., канд. хим. наук, доцент кафедры  
физико-химической технологий защиты биосферы  
ФГБОУ ВПО УГЛТУ

Редактор Р.В. Сайгина

Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

---

Подписано в печать 26.02.2013		Поз. 58
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж экз.
Заказ	Печ. л. 1,86	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## Введение

Производство изделий из пластмасс и полимерных материалов, а также обработка и переработка данных материалов включает в себя следующие технологические процессы, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

– технологические процессы, при которых в атмосферу выделяются загрязняющие вещества, содержащие продукты деструкции материала (прессование, экструзия, литьё под давлением и т.п.);

– подготовительные операции (расстаривание, дробление) и механическая обработка материала на оборудовании, сопровождаемые выделением пыли обрабатываемого материала в атмосферу;

– точечная или линейная сварка пленок и профилей с выделением газообразных веществ в атмосферу;

– технологические операции процесса производства ДСтП с выделением парогазовоздушной смеси из расходуемых смолосодержащих материалов.

Для каждого производства, имеющего источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, устанавливается величина предельно-допустимых выбросов (ПДВ), которая позволяет ограничивать выброс данных веществ [1].

В данных методических указаниях представлены некоторые методы расчетной инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от различных типов производств и переработки полимеров и полимерных материалов:

1) методика расчета выбросов загрязняющих веществ при изготовлении изделий из полимерных материалов методом прессования и литьем под давлением;

2) методика расчета выбросов загрязняющих веществ при производстве полимерных изделий методом экструзионно-выдувного формования;

3) методика расчета выбросов загрязняющих веществ при вспомогательных операциях и механической обработке полимерных материалов и изделий;

4) методика расчета выбросов загрязняющих веществ при точечной или линейной сварке термоусадочной ПЭ-пленки и деталей из ПВХ;

5) методика расчета парогазовоздушных выбросов загрязняющих веществ при производстве ДСтП.

Перечень некоторых загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от предприятий по переработке полимерных материалов и изделий, представлен в приложении.

## § 1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при изготовлении изделий из полимерных материалов методом прессования и литьем под давлением

Расчет выбросов загрязняющих веществ при проведении работ с полимерными материалами (прессование и литье под давлением) выполняется в соответствии с разделом 3.11 «Методики проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий» [9].

Данная методика позволяет определить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от нижеприведенных технологических операций и полимерных материалов.

Прессование:

- аминопласты;
- волокниты;
- стекловолокниты;
- фенопласты новолачные 03-010-02;
- фенопласты резольные 32-330-02.

Литье под давлением:

- полиамиды;
- полипропилен;
- полистирол;
- полиэтилен;
- сополимеры стирола;
- фенопласты новолачные.

Валовый выброс загрязняющих веществ (ЗВ), т/год, определяется по формуле:

$$M_i^n = g_i^n B 10^{-6}, \quad (1.1)$$

где  $g_i^n$  – удельное выделение загрязняющего вещества (на единицу массы перерабатываемого материала), г/кг (табл.1.1);

$B$  – масса переработанного материала за год, кг.

Максимально-разовый выброс ЗВ, г/с, определяется по формуле:

$$G_i^n = \frac{g_i^n b}{3600 t}, \quad (1.2)$$

где  $b$  – максимальная масса переработанного материала в течение рабочего дня, кг;

$t$  – «чистое» время, затрачиваемое на переработку материала в течение рабочего дня, ч.

Для оборудования, время работы которого в течение часа составляет менее 20 мин, при расчете выбросов в атмосферу следует учитывать мощность выброса, отнесенную к 20-минутному интервалу времени согласно ОНД-86 [2]. Мощность выброса определяется по формуле:

$$M = Q/1200, \quad (1.3)$$

где  $Q$  – суммарная масса ЗВ, выброшенная в атмосферу из рассматриваемого источника загрязнения атмосферы в течение времени его действия, г.

Таким образом, при учёте 20-минутного осреднения расчётная формула максимально-разового выброса, г/с, (1.2) примет вид:

$$G_i^n = \frac{g_i^n b}{1200}. \quad (1.4)$$

Удельные выделения загрязняющих веществ при прессовании и литье под давлением полимерных материалов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Удельные выделения загрязняющих веществ при прессовании и литье под давлением полимерных материалов [9]

Операция технологического процесса	Перерабатываемый материал	Выделяемое загрязняющее вещество	
		Наименование	Удельное выделение ( $g_i^n$ ), г/кг
Прессование	Фенопласты новолачные	Фенол	0,262
		Формальдегид	0,124
	Фенопласты резольные	Фенол	0,730
		Формальдегид	0,144
	Аминопласты	Формальдегид	0,160
	Волокниты	Фенол	1,220
Формальдегид		0,060	
Стекловолокниты	Фенол	1,040	
	Формальдегид	0,195	
Литье под давлением	Полиэтилен	Кислоты органические (в пересчете на уксусную кислоту)	0,400
		Углерода оксид	0,800
		Пыль полиэтилена	0,400
	Полипропилен	Кислоты органические (в пересчете на уксусную кислоту)	1,600
		Углерода оксид	1,000
		Пыль полипропилена	0,400
	Полистирол	Стирол	0,300
		Углерода оксид	0,500
		Пыль полистирола	0,600

Операция технологического процесса	Перерабатываемый материал	Выделяемое загрязняющее вещество	
		Наименование	Удельное выделение ( $g_i^n$ ), г/кг
	Сополимеры стирола	Стирол	0,100
		Углерода оксид	0,500
		Акрилонитрил	0,150
		Пыль сополимеров стирола	0,600
	Полиамиды	Спирт метиловый	0,500
		Аммиак	2,000
		Углерода оксид	1,000
		Пыль полиамида	0,500
	Фенопласты новолачные	Фенол	0,260
		Формальдегид	0,120

*Примечание.* Пыль полимерных материалов выделяется при их загрузке в литьевые машины.

## § 2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве полимерных изделий методом экструзии и выдувного формования

Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве полимерных изделий методом экструзии и выдувного формования осуществляется с учетом п.14 расчетной инструкции (методики) «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса» [10].

Данная методика предназначена для расчета максимально-разовых и валовых выбросов вредных веществ при переработке пластмасс в следующих технологических операциях.

Экструзия:

- рукавной пленки;
- трубы;
- листа.

Производство выдувных изделий.

Гранулирование (на базе экструдера).

Максимально-разовый выброс вещества от единицы оборудования, г/сек, рассчитывается по формуле:

$$M_i = \frac{Q_{y\partial} B}{3600}, \quad (2.1)$$

где  $M_i$  – количество  $i$ -го вредного вещества, выделяющегося от единицы оборудования, г/с;

$Q_{yd}$  – удельный показатель выделения вещества от 1 кг перерабатываемого материала, г/кг (табл. 2.1);

$B$  – расход перерабатываемого материала на оборудовании, кг/ч.

Валовый выброс вещества от единицы оборудования, т/год, рассчитывается по формуле:

$$M_{год} = M_i T k_3 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (2.2)$$

где  $M_{год}$  – годовой выброс вещества в атмосферу, т/год;

$M_i$  – количество  $i$ -го вредного вещества, выделяющегося от единицы оборудования, г/с;

$T$  – годовой фонд рабочего времени для данного оборудования, ч/год;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, который определяется по формуле:

$$k_3 = \frac{t}{T}, \quad (2.3)$$

где  $t$  – фактическое число часов работы оборудования за год, ч/год;

$T$  – годовой фонд рабочего времени для данного оборудования, ч/год.

Для оборудования, время работы которого в течение часа составляет менее 20 мин, при расчете выбросов в атмосферу следует учитывать мощность выброса, отнесенную к 20-минутному интервалу времени согласно ОНД-86 [2], которая определяется по формуле, г/с:

$$M_i = \frac{K_{20} Q_{yd} B}{3600}, \quad (2.4)$$

где  $K_{20}$  – коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу.

Коэффициент приведения  $K_{20}$  определяется по формуле (2.5):

$$K_{20} = \frac{T_n}{1200}, \quad (2.5)$$

где  $T_n$  – время непрерывного действия источника в течение часа, с.

Удельные выделения загрязняющих веществ в атмосферу от производств по переработке пластмасс методом экструзии и выдувного формования представлены в табл. 2.1.



Таблица 2.1

Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от производств по переработке пластмасс методом экструзии и выдувного формования [10]

Технологическая операция	Перерабатываемый материал	Выделяющиеся вредные вещества	
		Наименование	Удельные выделения ( $Q_{уд}$ ), г/кг
Экструзия рукавной пленки	Полиэтилен	Этановая кислота	0,35
		Углерод оксид	0,15
Экструзия труб	Полиэтилен	Этановая кислота	0,50
		Углерод оксид	0,25
	Поливинилхлорид блочный	Хлорэтилен (винилхлорид)	0,02
		Углерод оксид	0,50
Экструзия листа	Полистирол	Этенилбензол (стирол)	0,42
		Углерод оксид	0,30
Производство выдувных изделий	Полиэтилен	Этановая кислота	0,40
		Углерод оксид	0,80
Гранулирование на базе экструдеров	Полиэтилен и полипропилен	Этановая кислота	0,30
		Углерод оксид	0,20
	Полистирол и сополимеры стирола	Этенилбензол (стирол)	0,05
	Поливинилхлорид	Хлорэтилен (винилхлорид)	0,02
	Полиамиды, этролы, дифлон	Углерод оксид	0,50

### § 3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при вспомогательных операциях и механической обработке полимерных материалов и изделий

Расчет выбросов загрязняющих веществ при вспомогательных и механических операциях по обработке полимерных материалов и изделий выполняется с учетом:

– п.14 расчетной инструкции (методики) «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса» [10];

– п.1.6.6.9, п.1.6.10.3 «Методического пособия по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» [8].

Данные методики предназначены для расчета максимально-разовых и валовых выбросов вредных веществ при переработке пластмасс от следующих технологических операций:

- растаривания и дробления;
- механической обработки пластмасс (токарные, сверлильные, фрезерные и абразивно-шлифовальные работы);
- резки пилами неметаллических материалов (ПВХ-комплектующих).

### **§ 3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при проведении операций по растариванию и дроблению полимерных материалов**

Максимальный выброс  $i$ -го ЗВ, г/с, при проведении операций по растариванию и дроблению полимерных материалов определяется по формуле:

$$M_i = \frac{Q_{уд.i} B'}{3600}, \quad (3.1)$$

где  $Q_{уд.i}$  – удельный показатель выделения вещества от кг перерабатываемого материала, г/кг (табл. 3.1);

$B'$  – максимальный разовый расход перерабатываемого материала на оборудовании, кг/ч.

Расчет максимального разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу, г/с, при продолжительности производственного цикла менее 60 мин. корректируется по формуле:

$$M'_i = M_i K_n, \quad (3.2)$$

где  $K_n$  – коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу.

Коэффициент приведения принимается равным 1 в случае, если продолжительность производственного цикла ( $\tau$ ) превышает 1 ч. В случае, если  $\tau$  составляет менее 20 мин., то значение  $K_n$  принимается равным 3, если  $\tau$  находится в интервале от 20 до 60 мин., то значение  $K_n$  определяется по следующей формуле:

$$K_n = \frac{3600}{\tau}, \quad (3.3)$$

где  $\tau$  – продолжительность производственного цикла, с.

Валовый выброс  $i$ -го вещества за год определяется по следующей формуле, т/год:

$$M_{год i} = Q_{уд.i} B \cdot 10^{-6}, \quad (3.4)$$

где  $B$  – валовый расход перерабатываемого материала, кг/год.

Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от растаривания и дробления полимерного материала приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Удельные выделения вредных веществ в атмосферу  
от вспомогательных операций [10]

Технологическая операция	Перерабатываемый материал	Выделяющиеся вредные вещества	
		Наименование	Количество ( $Q_{уд.i}$ ) материала, г/кг
Растаривание сырья	Термопласты	Пыль используемого материала	1,00
Дробление отходов на роторных измельчителях	Термопласты	Пыль используемого материала	0,70

### § 3.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при механической обработке полимерных материалов

Механическая обработка пластмасс на оборудовании сопровождается выделением пыли обрабатываемого материала в атмосферу, от следующих операций:

- токарные и фрезерные;
- сверление;
- зачистка;
- крацовка;
- шлифование и полировка;
- обрезка.

Расчет выбросов загрязняющих веществ при механической обработке термореактивных пластмасс (реактопластов) производится аналогично вспомогательным операциям по формулам (3.1) – (3.4).

Удельные выделения пыли при механической обработке реактопластов приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Удельные выделения пыли при механической обработке реактопластов [10]

Вид механической обработки	Перерабатываемый материал	Пылевыведение, г/кг материала	
		Изделия массой до 100 г	Изделия массой от 100 г до 2000 г
Токарные работы	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	7,00	11,00
Сверление		8,00	12,00
Зачистка на наждачном круге		-	13,00
Крацовка		2,00	2,50
Полировка		1,00	1,50
Обрезка кромок		5,70	9,8

Расчет выбросов пыли поливинилхлорида (ПВХ), т/год, выделяющейся при механической обработке ПВХ-изделий за год, определяется по формуле:

$$M_{\text{выд}} = 3,6 K T \cdot 10^{-3}, \quad (3.5)$$

где  $K$  – удельное выделение пыли технологическим оборудованием, г/сек (см. табл. 3.3);

$T$  – фактический годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Удельные выделения загрязняющих веществ при механической обработке ПВХ-профилей приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Удельные выделения загрязняющих веществ при механической обработке ПВХ-комплектующих [8]

Операция технологического процесса	Масса комплектующего, г	Выделяемое загрязняющее вещество	
		Наименование	Удельное выделение на единицу оборудования ( $K$ ), г/с
Механическая обработка деталей на станках токарных, сверлильных, фрезерных	менее 100	Пыль поливинилхлорида	0,0181
	от 100 до 2000		0,0375
Абразивная зачистка и шлифовка комплектующих	менее 100	Пыль поливинилхлорида	0,0535
	от 100 до 2000		0,0642

Резка пилами ПВХ материалов сопровождается выделением пыли обрабатываемого материала в атмосферу.

Максимальный выброс пыли ПВХ при резке материала определяется по формуле, г/с:

$$M_i = 0,108 \cdot 10^{-4} b v H \delta_i, \quad (3.6)$$

где  $b$  – ширина распила, мм;

$v$  – подача, мм/мин.;

$H$  – толщина обрабатываемого материала, мм;

$\delta_i$  – плотность обрабатываемого материала, г/см<sup>3</sup>. Плотность ПВХ – 1,43 г/см<sup>3</sup>.

Валовый выброс пыли поливинилхлорида за год при резке ПВХ изделий определяется по формуле, т/год:

$$M_{\text{год } i} = 0,648 \cdot 10^{-6} b L H \delta_i, \quad (3.7)$$

где  $L$  – годовая длина распила, м/год.

## § 4. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке термоусадочной ПЭ-пленки и деталей из ПВХ

Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке пленок и профилей выполняется в соответствии

– с п.14.5 расчетной инструкции (методики) «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса» [10];

– с п. 1.6.6.9, п. 1.6.10.3 «Методического пособия по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» [8].

### § 4.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке термоусадочной ПЭ-пленки

При упаковке готовой продукции в полиэтиленовую пленку применяются термоупаковочные машины, которые сваривают пленки. При точечной или линейной сварке происходит расплавление пленки и её затвердевание с выделением ЗВ в атмосферу.

При линейной сварке термоусаживаемой пленки должен соблюдаться баланс, кг/ч:

$$m_1 = m_2 + m_3, \quad (4.1)$$

где  $m_1$  – масса расплавленной пленки, кг/ч,

$m_2$  – масса затвердевшей пленки, кг/ч,

$m_3$  – масса вредных веществ, выделяющихся в воздушную среду производственного помещения, кг/ч.

Масса расплавленной пленки  $m_1$  определяется по формуле:

$$m_1 = G_{св} \rho S h n, \quad (4.2)$$

где  $G_{св}$  – производительность сварочного аппарата, пачек в час,

$g$  – плотность пленки, кг/м<sup>3</sup>.  $\rho = 950$  кг/м<sup>3</sup>,

$h$  – толщина свариваемого шва, м,

$n$  – количество швов, шт.,

$S$  – площадь свариваемого шва, м<sup>2</sup>.

Площадь свариваемого шва  $S$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$S = a v, \quad (4.3)$$

где  $a$  – ширина шва, м,

$v$  – длина шва, м.

Массу паров  $m_3$ , выделяющихся в воздушную среду, кг/ч, следует определять в долях от  $m_1$  по формуле:

$$m_3 = K_m K_t m_1, \quad (4.4)$$

где  $K_t$  – коэффициент, учитывающий временной фактор выделения вредностей. Принимается  $K_t = 0,4$ ;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий массовую долю паров, выделившихся в воздушную среду. Данный коэффициент  $K_m$  определяется по формуле:

$$K_m = \frac{S_1}{S}, \quad (4.5)$$

где  $S_1$  – площадь свариваемого шва, с которого выделяются вредные вещества, м<sup>2</sup>.

Площадь свариваемого шва  $S_1$ , с которого выделяются вредные вещества, определяется по формуле:

$$S_1 = (a + 0,25 v) h \quad (4.6)$$

Максимально-разовый выброс  $i$ -го вещества определяется по формуле, г/с:

$$M_i = \frac{Q_i m_3 \cdot 10^3}{3600}, \quad (4.7)$$

где  $Q_i$  – масса вредного вещества, в долях от  $m_3$ , кг/ч (табл. 4.1).

При сварке термоусадочной ПЭ-пленки в воздушную среду производственного помещения выделяются вредные вещества, перечень которых представлен в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Перечень и массы веществ,  
выделяемые при сварке термоусадочной ПЭ-пленки [10]

№ п/п	Наименование вредного вещества	Масса вредного вещества $Q_i$ в долях от $m_3$ , кг/ч
1	Ацетальдегид	0,202
2	Углерод оксид	0,300
3	Формальдегид	0,282
4	Этановая кислота (уксусная кислота)	0,216

Валовый выброс  $i$ -го вещества за год определяется по формуле, т/год:

$$M_{год i} = M_i T k_3 \cdot 10^{-6}, \quad (4.8)$$

где  $T$  – годовой фонд рабочего времени для данного оборудования, ч/год;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, который определяется по формуле:

$$k_3 = \frac{t}{T}, \quad (4.9)$$

где  $t$  – фактическое число часов работы оборудования за год, ч/год.

#### § 4.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке изделий из ПВХ

При сварке изделий и комплектующих из ПВХ профиля (например, при производстве пластиковых окон), как и при линейной сварке упаковки из термоусадочной ПЭ-пленки, выделяются ЗВ.

Количество загрязняющих веществ, кг/ч, выделяемых в воздушный бассейн при сварке ПВХ изделий, определяется по формуле:

$$M_{bi} = K Z \cdot 10^{-3}, \quad (4.10)$$

где  $K$  – выделение  $i$ -го ЗВ на одну сварку стыка, г (табл. 4.2);

$Z$  – количество сварок (стыков) в единицу времени, ч<sup>-1</sup>. Количество стыков определяется по формуле:

$$Z = \frac{Z'}{\tau}, \quad (4.11)$$

где  $Z'$  – количество сварок (стыков) за период интенсивной работы, ед.;

$\tau$  – время интенсивной работы, ч.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ, выделяющихся при сварке ПВХ-изделий, определяется по формуле, г/с:

$$G = \frac{10^3 \cdot M_{bi}}{3600}. \quad (4.12)$$

Валовое количество загрязняющих веществ, т/год, выделяющихся при сварке ПВХ-профилей, определяется по формуле:

$$M = K Z'' \cdot 10^{-6}, \quad (4.13)$$

где  $Z''$  – количество сварок (стыков) за год; год<sup>-1</sup>.

Удельные выделения загрязняющих веществ при сварке комплектующих из ПВХ приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

#### Удельные выделения загрязняющих веществ при сварке комплектующих ПВХ-окон [8]

Операция технологического процесса	Выделяемое загрязняющее вещество	
	Наименование	Удельное выделение на одну сварку стыка (К), г
Сварка деталей пластиковых окон из ПВХ	Хлорэтилен (винилхлорид)	0,0039
	Оксид углерода	0,009

## § 5. Расчет парогазовоздушных выбросов загрязняющих веществ при производстве ДСтП

Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве ДСтП выполняется в соответствии с п. 2.2.3 «Временные методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности [11].

В производстве древесностружечных плит в процессе пропитки стружки смолой, горячего прессования, охлаждения, выдержки плит выделяются вредные парогазовоздушные смеси из расходуемых смолосодержащих материалов.

В процессе производства ДСтП основными технологическими операциями, при которых происходит выделение свободного формальдегида, фенола и ацетона в зависимости от марки используемой смолы, являются:

- осмоление стружки;
- горячее прессование;
- выдержка готовых изделий.

Количество годового выделения загрязняющих веществ в атмосферу (т/год) при работе со смолосодержащими и клеящими материалами следует определять по формуле:

$$M = \frac{B \varphi K_{\phi}}{100}, \quad (5.1)$$

где  $B$  – расход смолы, т/год;

$\varphi$  – содержание вредного вещества в составе смолы, % (табл. 5.1);

$K_{\phi}$  – коэффициент поступления вредных веществ в атмосферу, доли.

В атмосферу поступает 40 % от валового количества вредного вещества. Распределение валового количества загрязняющего вещества по участкам:

- участок размещения главного конвейера и пресса – 36,0 %;
- участок приготовления связующих – 3,7 %;
- склад готовой продукции – 0,3 %.

Расчет максимального разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу при работе со смолосодержащими и клеящими материалами выполняется по формуле, г/с:

$$G = \frac{B' \varphi K_{\phi} K_n \cdot 10}{3600}, \quad (5.2)$$



где  $B'$  – максимальный расход материала, кг/ч;

$K_n$  – коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу.

Коэффициент приведения  $K_n$  согласно ОНД-86 [2] принимается равным единице в случае, если продолжительность производственного цикла ( $\tau$ ) превышает 20 минут. В случае, если  $\tau$  составляет менее 20 минут, то значение  $K_n$  определяется по формуле:

$$K_n = \frac{\tau}{1200}, \quad (5.3)$$

где  $\tau$  – продолжительность производственного цикла, с.

Удельные выделения загрязняющих веществ на единицу массы некоторых смолосодержащих материалов в производстве ДСтП приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Удельные выделения загрязняющих веществ на единицу массы некоторых смолосодержащих материалов в производстве ДСтП [11]

Марка смолы	Массовая доля, %		
	свободного формальдегида	свободного фенола	ацетона
Карбаминоформальдегидные			
КФ-МТ	0,30	—	—
КФ-Б	0,90	—	—
КФ-Ж	1,00	—	—
Мочевиноформальдегидные			
М-70	2,25	—	—
Фенолформальдегидные			
СФЖ-3011	1,00	2,50	—
СФЖ-3015	1,50	1,00	9,50
СФЖ-323	4,50	6,00	7,00
Меламиноформальдегидные смолы			
СМ 60-08	0,80	—	—
Карбамидомеламиноформальдегидные смолы			
КВС	0,30	—	—
Мочевиномеламиноформальдегидные смолы			
ММП	0,55	—	—
Смолы зарубежных марок			
Экстер А (Финляндия)	0,10	0,40	—
Пляйфен 5103 (ФРГ)	3,80	2,90	—

## § 6. Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ при производстве и переработке полимерных материалов

### § 6.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от технологической линии производства ПЭ термоусадочной пленки

Технологическая линия производства ПЭ термоусадочной пленки включает в себя следующие стадии, сопровождающиеся выделением загрязняющих веществ:

- растаривание сырья в загрузочные бункеры;
- экструзия материала с формованием рукавной заготовки;
- намотка пленки в рулоны со сваркой ее концов;
- переработка отходов на грануляторе.

В качестве исходных данных для расчета выбросов используются сведения о выполняемой технологической операции, перерабатываемом материале и его расходе, принятых на основании данных расчета материального баланса и производительности линии:

- перерабатываемый материал – полиэтилен;
- годовой фонд рабочего времени для технологической линии  $T$  – 8520 ч/год.

Источник выделения загрязняющих веществ «Загрузочный бункер» (ИБ-1)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИБ-1:*

1. Операция – растаривание сырья в загрузочный бункер.
2. Количество растариваемого материала  $B'$  – 60 кг/ч.
3. Время непрерывного выполнения операции в течение часа  $\tau$  – 25 мин.
4. Фактическое число часов работы оборудования  $t$  – 3550 ч/год.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИБ-1:*

1. Максимальный выброс  $M_i$  пыли при растаривании полиэтилена определяется по формуле (3.1):

$$M_i = \frac{Q_{\text{уд.}i} B'}{3600} = \frac{1 \cdot 60}{3600} = 0,0166667 \text{ г/с.}$$

2. Так как время непрерывного выполнения операции растаривания в течение часа равно 25 мин (1500 с), то используется 20-минутное осреднение. Определяем коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу. Коэффициент приведения мощности выброса  $K_n$  определяется по формуле (3.3):

$$K_n = \frac{3600}{\tau} = \frac{3600}{1500} = 2,4.$$

3. Производим корректировку максимально-разового выброса  $M'_i$  с учетом коэффициента приведения по формуле (3.2):

$$M'_i = M_i K_n = 0,0166667 \cdot 2,4 = 0,0400000 \text{ г/с.}$$

4. Определяем валовый расход перерабатываемого материала  $B$ :

$$B = B' t = 60 \text{ кг/ч} \cdot 3550 \text{ ч/год} = 213000 \text{ кг/год.}$$

5. Валовый выброс  $M_{год i}$  пыли полиэтилена при растаривании определяется по формуле (3.4):

$$M_{год i} = Q_{yd,i} B \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 213000 \cdot 10^{-6} = 0,213000 \text{ т/год.}$$

6. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-1:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
0406	Полиэтен (Полиэтилен)	0,0400000	0,213000

Источник выделения загрязняющих веществ «Экструдер» (ИВ-2)

Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-2:

1. Операция – экструзия рукавной пленки.
2. Количество экструдруемого материала  $B$  – 60 кг/ч.
3. Время непрерывной выполнения операции в течение часа  $\tau$  – 60 мин.
4. Фактическое число часов работы оборудования  $t$  – 7310 ч/год.

Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-2:

1. Продолжительность экструзии в течение часа составляет более 20 мин, таким образом, максимально-разовый выброс загрязняющих веществ  $M_i$ , выделяемых при экструзии ПЭ рукавной пленки, рассчитывается по формуле (2.1):

Углерод оксид

$$M_i = \frac{Q_{yd} B}{3600} = \frac{0,15 \cdot 60}{3600} = 0,0025000 \text{ г/с.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_i = \frac{0,35 \cdot 60}{3600} = 0,0058333 \text{ г/с.}$$

2. Определяем коэффициент загрузки  $K_3$  экструдера по формуле (2.3):

$$k_3 = \frac{t}{T} = \frac{7310}{8520} = 0,858.$$

3. Валовый выброс загрязняющих веществ  $M_{год}$  определяется по формуле (2.2):

Углерод оксид

$$M_{год} = M_i T k_3 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0025 \cdot 8520 \cdot 0,858 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,065790 \text{ т/год.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_{год} = 0,005833 \cdot 8520 \cdot 0,858 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,153510 \text{ т/год.}$$

4. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-2:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
0337	Углерод оксид	0,0025000	0,065790
1555	Уксусная кислота	0,0058333	0,153510

Источник выделения загрязняющих веществ «Сварочный аппарат» (ИВ-3)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-3:*

1. Операция – сварка термоусадочной пленки.
2. Производительность сварочного аппарата  $G_{св}$  – 600 пачек в час.
3. Количество швов  $n$  – 1.
4. Ширина шва  $a$  – 0,002 м.
5. Длина шва  $b$  – 0,35 м.
6. Толщина свариваемого шва  $h$  – 0,001 м.
7. Плотность пленки  $\rho$  – 950 кг/м<sup>3</sup>.
8. Фактическое число часов работы оборудования  $t$  – 710 ч/год.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-3:*

1. Определяем площадь свариваемого шва  $S$  по формуле (4.3):

$$S = a \cdot b = 0,002 \cdot 0,350 = 0,0007 \text{ м}^2.$$

2. Определяем массу расплавленной пленки  $m_1$  по формуле (4.2):

$$m_1 = G_{св} \cdot \rho \cdot S \cdot h \cdot n = 600 \cdot 950 \cdot 0,0007 \cdot 0,001 \cdot 1 = 0,399 \text{ кг/ч.}$$

3. Определяем площадь свариваемого шва  $S_1$ , с которого выделяются вредные вещества, по формуле (4.6):

$$S_1 = (a + 0,25 \cdot b) \cdot h = (0,002 + 0,25 \cdot 0,350) \cdot 0,001 = 0,0000895 \text{ м}^2.$$

4. Определяем коэффициент  $K_m$ , учитывающий массовую долю паров, выделившихся в воздушную среду, по формуле (4.5):

$$K_m = \frac{S_1}{S} = \frac{0,0000895}{0,0007} = 0,127857.$$

5. Определяем массу паров  $m_3$ , выделяющихся в воздушную среду, по формуле (4.4):

$$m_3 = K_m \cdot K_t \cdot m_1 = 0,127857 \cdot 60,4 \cdot 0,399 = 0,020406 \text{ кг/ч.}$$

6. Определяем коэффициент загрузки оборудования  $k_3$  по формуле (4.9):

$$k_3 = \frac{t}{T} = \frac{710}{8520} = 0,083.$$

7. Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ  $M_i$ , выделяемых при сварке термоусадочной ПЭ пленки, рассчитывается по формуле (4.7):

Углерод оксид

$$M_i = \frac{Q_i m_3 \cdot 10^3}{3600} = \frac{0,3 \cdot 0,020406 \cdot 10^3}{3600} = 0,0017005 \text{ г/с.}$$

Ацетальдегид (уксусный альдегид)

$$M_i = \frac{0,202 \cdot 0,020406 \cdot 10^3}{3600} = 0,0011450 \text{ г/с.}$$

Формальдегид

$$M_i = 0,0015985 \text{ г/с.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_i = 0,0012244 \text{ г/с.}$$

8. Валовый выброс загрязняющих веществ  $M_{год i}$  определяется по формуле (4.8):

Углерод оксид

$$M_{год i} = M_i T k_3 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0017005 \cdot 8520 \cdot 0,083 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,004329 \text{ т/год.}$$

Ацетальдегид (уксусный альдегид)

$$M_{год i} = 0,0011450 \cdot 8520 \cdot 0,083 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,002915 \text{ т/год.}$$

Формальдегид

$$M_{год i} = 0,004069 \text{ т/год.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_{год i} = 0,003117 \text{ т/год.}$$

9. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-3:

Код	Загрязняющее вещество Наименование	Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
0337	Углерод оксид	0,0017005	0,004329
1317	Ацетальдегид	0,0011450	0,002915
1325	Формальдегид	0,0015985	0,002915
1555	Уксусная кислота	0,0012244	0,003117

Источник выделения загрязняющих веществ «Гранулятор» (ИВ-4)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-4:*

1. Операция – гранулирование на базе экструдера
2. Расход перерабатываемого материала  $B$  – 0,3 % от расхода исходного сырья (0,5 кг/ч).
3. Продолжительность грануляции  $T_n$  – 15 мин.
4. Фактическое число часов работы оборудования  $t$  – 2130 ч/год.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-4:*

1. Так как продолжительность грануляции составляет меньше 20 мин, определяем коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу  $K_{20}$  по формуле (2.5):

$$K_{20} = \frac{T_n}{1200} = \frac{15 \cdot 60}{1200} = 0,75.$$

2. Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ  $M_i$ , выделяемых при гранулировании ПЭ, с учетом 20-минутного осреднения рассчитывается по формуле (2.4):

Углерод оксид

$$M_i = \frac{K_{20} Q_{yd} B}{3600} = \frac{0,75 \cdot 0,2 \cdot 0,5}{3600} = 0,0000208 \text{ г/с.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_i = \frac{0,75 \cdot 0,3 \cdot 0,5}{3600} = 0,0000313 \text{ г/с.}$$

3. Определяем коэффициент загрузки оборудования  $k_3$  по формуле (2.3):

$$k_3 = \frac{t}{T} = \frac{2130}{8529} = 0,25.$$

4. Валовой выброс загрязняющих веществ  $M_{год}$  от процесса гранулирования рассчитывается по формуле (2.2):

Углерод оксид

$$M_{год} = M_i T k_3 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0000208 \cdot 8529 \cdot 0,25 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,000160 \text{ т/год.}$$

Этановая кислота (уксусная кислота)

$$M_{год} = 0,0000313 \cdot 8529 \cdot 0,25 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,000240 \text{ т/год.}$$

5. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-4:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
0337	Углерод оксид	0,0000208	0,000160
1555	Уксусная кислота	0,0000313	0,000240

Таким образом, от технологической линии по производству ПЭ термоусадочной пленки в атмосферу выбрасывается 5 наименований загрязняющих веществ, в том числе: 2-го класса опасности – 1; 3-го класса опасности – 2; 4-го класса опасности – 1; веществ, имеющих ОБУВ – 1. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также максимальные и годовые выбросы, по технологической линии приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от технологической линии по производству ПЭ термоусадочной пленки

Код	Наименование	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс	Выброс вещества	
						г/с	т/год
0337	Углерод оксид	5,000	3,000	–	4	0,0042213	0,070279
0406	Полиэтен (Полиэтилен)	–	–	0,100	–	0,0400000	0,213000
1317	Ацетальдегид (уксусный альдегид)	0,010	–	–	3	0,0011450	0,002915
1325	Формальдегид	0,035	0,003	–	2	0,0015985	0,002915
1555	Этановая кислота (уксусная кислота)	0,200	0,060	–	3	0,0070890	0,156867
Всего веществ: 5						<b>0,0540538</b>	<b>0,445976</b>
в том числе твердых: 1						<b>0,0400000</b>	<b>0,213000</b>
жидких/газообразных: 4						<b>0,0140538</b>	<b>0,232976</b>

### § 6.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве пластиковых окон из ПВХ-профилей

При производстве пластиковых окон из ПВХ-профилей осуществляются следующие операции:

- нарезка пластиковых заготовок нужных размеров;
- механическая обработка заготовок (сверление технологических отверстий);
- сварка пластиковых деталей окон;
- абразивная зачистка сварных швов и шлифовка поверхностей готовых изделий;
- переработка отходов дроблением.

В качестве исходных данных для расчета выбросов используются сведения о выполняемой технологической операции, расходе обрабатываемого материала, принятых на основании данных производительности:

- обрабатываемый материал – ПВХ-профили;
- масса ПВХ-комплектующих от 250 до 1800 г.

Источник выделения загрязняющих веществ «Отрезной станок» (ИВ-1)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-1:*

1. Операция – нарезка профилей по размерам изделий.
2. Ширина распила  $b$  – 2 мм.
3. Подача материала  $v$  – 10 мм/мин.

4. Толщина обрабатываемого материала  $H$  – 30 мм.
5. Годовая длина распила  $L$  – 6300 м/год.
6. Время непрерывной выполнения операции в течение часа  $\tau$  – 25 мин.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-1:*

1. Максимальный выброс  $M_i$  пыли ПВХ при нарезке заготовок определяется по формуле (3.6):

$$M_i = 0,108 \cdot 10^{-4} \cdot b \cdot v \cdot H \cdot \delta_i = 0,108 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 30 \cdot 1,43 = 0,0092664 \text{ г/с.}$$

2. Продолжительность процесса резки в течение часа  $\tau$  составляет более 20 мин, таким образом, осреднение расчета максимального выброса к 20-минутному временному интервалу не производим.

3. Валовой выброс  $M_{год}$  пыли поливинилхлорида при нарезке заготовок определяется по формуле (3.7):

$$M_{год} = 0,648 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot L \cdot H \cdot \delta_i = 0,648 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 6300 \cdot 30 \cdot 1,43 = 0,350270 \text{ т/год.}$$

4. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-1:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
2921	Пыль поливинилхлорида	0,0092664	0,350270

#### Источник выделения загрязняющих веществ «Сверлильный станок» (ИВ-2)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-2:*

1. Операция – сверление технологических отверстий в заготовках.
2. Фактический годовой фонд времени работы оборудования  $T$  – 252 ч.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-2:*

1. Максимально-разовый выброс  $M_i$  пыли ПВХ при механической обработке комплектующих массой от 100 до 2000 г на сверлильных станках принимается по табл. 3.3:

$$M_i = 0,0375000 \text{ г/с.}$$

2. Валовой выброс пыли  $M_{выд}$ , выделяющейся при механической обработке ПВХ-изделий, определяется по формуле (3.5):

$$M_{выд} = 3,6 \cdot K \cdot T \cdot 10^{-3} = 3,6 \cdot 0,0375 \cdot 252 \cdot 10^{-3} = 0,034020 \text{ т/год.}$$

3. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-2:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
2921	Пыль поливинилхлорида	0,0375000	0,034020



Источник выделения загрязняющих веществ «Сварочный агрегат» (ИВ-3)

Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-3:

1. Операция – сварка ПВХ-комплектующих.
2. Количество сварок (стыков) за период интенсивной работы  $Z' - 1$ .
3. Время интенсивной работы  $\tau - 40$  с (0,011 ч).
4. Количество сварок (стыков) за год  $Z'' - 45860$ .

Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-3:

1. Определяем количество сварок (стыков) в единицу времени  $Z$  по формуле (4.11):

$$Z = \frac{Z'}{\tau} = \frac{1}{0,011} = 90,91 \text{ ч}^{-1}.$$

2. Определяем количество загрязняющих веществ  $M_{bi}$ , выделяемых в воздушный бассейн при сварке ПВХ-изделий, по формуле (4.10):

Хлорэтилен (винилхлорид)

$$M_{bi} = K Z \cdot 10^{-3} = 0,0039 \cdot 90,91 \cdot 10^{-3} = 0,00035 \text{ кг/ч.}$$

Оксид углерода

$$M_{bi} = 0,009 \cdot 90,91 \cdot 10^{-3} = 0,00082 \text{ кг/ч.}$$

3. Определяем максимально разовый выброс загрязняющих веществ  $G$ , выделяющихся при сварке ПВХ-изделий, по формуле (4.12):

Хлорэтилен (винилхлорид)

$$G = \frac{10^3 \cdot M_{bi}}{3600} = \frac{10^3 \cdot 0,00035}{3600} = 0,0000972 \text{ г/с.}$$

Оксид углерода

$$G = \frac{10^3 \cdot 0,00082}{3600} = 0,0002278 \text{ г/с.}$$

4. Определяем валовое количество загрязняющих веществ  $M$ , выделяющихся при сварке ПВХ комплектующих, по формуле (4.13):

Хлорэтилен (винилхлорид)

$$M = K Z'' \cdot 10^{-6} = 0,0039 \cdot 45860 \cdot 10^{-6} = 0,000179 \text{ т/год.}$$

Оксид углерода

$$M = 0,009 \cdot 45860 \cdot 10^{-6} = 0,000413 \text{ т/год.}$$

5. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-3:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
0337	Углерод оксид	0,0002278	0,000413
0827	Хлорэтен (Хлорэтилен; Винилхлорид)	0,0000972	0,000179

Источник выделения загрязняющих веществ «Станок для очистки сварочных швов» (ИВ-4)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-4:*

1. Операция – абразивная зачистка сварных швов и шлифовка готовых изделий

2. Фактический годовой фонд времени работы оборудования  $T = 378$  ч.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-4:*

1. Максимально-разовый выброс  $M_i$  пыли ПВХ при абразивной и шлифовальной обработке комплектующих массой от 100 до 2000 г принимается по табл. 3.3:

$$M_i = 0,0642000 \text{ г/с.}$$

2. Валовой выброс пыли  $M_{\text{выд}}$ , выделяющейся при абразивной обработке ПВХ-изделий, определяется по формуле (3.5):

$$M_{\text{выд}} = 3,6 \cdot K T \cdot 10^{-3} = 3,6 \cdot 0,0642 \cdot 378 \cdot 10^{-3} = 0,087363 \text{ т/год.}$$

3. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-4:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
2921	Пыль поливинилхлорида	0,0642000	0,087363

Источник выделения загрязняющих веществ «Дробилка» (ИВ-5)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-5:*

1. Операция – дробление отходов.

2. Количество перерабатываемого материала  $B' = 3,5$  кг/ч.

3. Время непрерывного выполнения операции в течение часа  $\tau = 18$  мин.

4. Фактическое число часов работы оборудования  $t = 4536$  ч/год.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-5:*

1. Максимальный выброс  $M_i$  пыли при дроблении ПВХ отходов определяется по формуле (3.1):

$$M_i = \frac{Q_{\text{уд.и}} B'}{3600} = \frac{0,7 \cdot 3,5}{3600} = 0,0006806 \text{ г/с.}$$

2. Так как время непрерывного дробления отходов в течение часа  $\tau$  составляет 18 мин, то используется 20-минутное осреднение. В случае, если время непрерывной выполнения операции в течение часа  $\tau$  составляет менее 20 минут, то значение коэффициента приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу  $K_n$  принимается равным 3.

3. Корректируем величину максимально-разового выброса  $M'_i$  с учетом коэффициента приведения по формуле (3.2):

$$M'_i = M_i K_n = 0,0006806 \cdot 3 = 0,0020418 \text{ г/с.}$$

4. Определяем валовый расход перерабатываемого материала  $B$ :

$$B = B' t = 3,5 \text{ кг/ч} \cdot 4536 \text{ ч/год} = 15876 \text{ кг/год.}$$

5. Валовый выброс  $M_{\text{год } i}$  пыли при дроблении ПВХ отходов определяется по формуле (3.4):

$$M_{\text{год } i} = Q_{\text{уд.}i} B \cdot 10^{-6} = 0,7 \cdot 15876 \cdot 10^{-6} = 0,011113 \text{ т/год.}$$

6. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-5:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
2921	Пыль поливинилхлорида	0,0020418	0,011113

Таким образом, при производстве пластиковых окон из ПВХ-профилей в атмосферу выбрасывается 3 наименования загрязняющих веществ, в том числе: 1-го класса опасности – 1; 4-го класса опасности – 1; веществ, имеющих ОБУВ – 1. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также максимальные и годовые выбросы, по производству приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от производства пластиковых окон из ПВХ-профилей

Код	Наименование	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс	Выброс вещества	
						г/с	т/год
0337	Углерод оксид	5,000	3,000	–	4	0,0002278	0,000413
0827	Хлорэтен (Хлорэтилен; винилхлорид)	–	0,010	–	1	0,0000972	0,000179
2921	Пыль поливинилхлорида	–	–	0,100	–	0,1130082	0,482766
Всего веществ: 3						<b>0,1133332</b>	<b>0,483358</b>
в том числе твердых: 1						<b>0,1130082</b>	<b>0,482766</b>
жидких/газообразных: 2						<b>0,0003250</b>	<b>0,000592</b>

### § 6.3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве изделий из реактопластов методом прессования

При производстве изделий из реактопластов методом горячего плоского прессования осуществляются следующие операции, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ:

- прессование;
- механическая обработка изделий (токарные работы, сверление, зачистка, крацовка, полировка, обрезка и др.).

В качестве исходных данных для расчета выбросов используются сведения о выполняемой технологической операции, перерабатываемом материале и его расходе, принятых на основании данных по производительности оборудования:

- перерабатываемый материал – резольный фенопласт марки 32-330-02;
- масса изделий до 80 г.

Источник выделения загрязняющих веществ «Пресс» (ИБ-1)

1. Операция – прессование реактопластов.
2. Масса перерабатываемого материала в течение рабочего дня  $b$  – 40 кг.
3. Время, затрачиваемое на переработку материала в течение рабочего дня  $t$  – 6 ч.
4. Масса переработанного материала за год  $B$  – 10080 кг.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИБ-1:*

1. Время работы оборудования  $t$  составляет более 20 минут, таким образом, при расчете выбросов в атмосферу не учитывалась мощность выброса, отнесенная к 20-минутному интервалу времени. Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ  $G_i^n$  рассчитываем по формуле (1.2):

Фенол

$$G_i^n = \frac{g_i^n b}{3600 t} = \frac{0,730 \cdot 40}{3600 \cdot 6} = 0,0013519 \text{ г/с.}$$

Формальдегид

$$G_i^n = \frac{0,144 \cdot 40}{3600 \cdot 6} = 0,0002667 \text{ г/с.}$$

2. Валовый выброс загрязняющих веществ  $M_i^n$ , выделяющихся при прессовании реактопластов, определяется по формуле (1.1):

Фенол

$$M_i^n = g_i^n B \cdot 10^{-6} = 0,730 \cdot 10080 \cdot 10^{-6} = 0,007358 \text{ т/год.}$$

Формальдегид

$$M_i^n = 0,144 \cdot 10080 \cdot 10^{-6} = 0,001452 \text{ т/год.}$$

3. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИБ-1:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
1071	Гидроксибензол (Фенол)	0,0013519	0,007358
1325	Формальдегид	0,0002667	0,001452

Источник выделения загрязняющих веществ «Токарный станок» (ИВ-2)

Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-2:

1. Операция – механическая обработка.
2. Количество перерабатываемого материала  $B'$  – 6,5 кг/ч.
3. Время непрерывного выполнения операции в течение часа  $\tau$  – 24 мин.
4. Фактическое число часов работы оборудования  $t$  – 125 ч/год.

Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-2:

1. Максимальный выброс  $M_i$  пыли при токарной обработке фенопластов массой изделий до 100 г определяется по формуле (3.1):

$$M_i = \frac{Q_{уд.i} B'}{3600} = \frac{7,00 \cdot 6,5}{3600} = 0,0126389 \text{ г/с.}$$

2. Так как время непрерывного дробления отходов в течение часа  $\tau$  составляет 24 мин, то используется 20-минутное осреднение. В случае если время непрерывного выполнения операции в течение часа  $\tau$  находится в интервале от 20 до 60 минут, то значение коэффициента приведения  $K_n$  определяется по формуле (3.3):

$$K_n = \frac{3600}{\tau} = \frac{3600}{1440} = 2,5.$$

3. Производим корректировку величины максимально-разового выброса  $M'_i$  с учетом коэффициента приведения по формуле (3.2):

$$M'_i = M_i K_n = 0,0126389 \cdot 2,5 = 0,0315973 \text{ г/с.}$$

4. Определяем валовый расход перерабатываемого материала  $B$ :

$$B = B' t = 6,5 \text{ кг/ч} \cdot 125 \text{ ч/год} = 812,5 \text{ кг/год.}$$

5. Валовый выброс  $M_{год i}$  пыли при токарной обработке фенопластов массой до 100 г определяется по формуле (3.4):

$$M_{год i} = Q_{уд.i} B \cdot 10^{-6} = 7,00 \cdot 812,5 \cdot 10^{-6} = 0,005688 \text{ т/год.}$$

6. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-5:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
2953	Пыль фенопластов резольного типа (Э2-330-02; У2-301-07)	0,0315973	0,005688

Таким образом, при производстве изделий из реактопластов методом прессования в атмосферу выбрасывается 3 наименования загрязняющих веществ, в том числе: 2-го класса опасности – 2; веществ, имеющих ОБУВ – 1. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также максимальные и годовые выбросы по производству приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от производства изделий из реактопластов методом прессования

Код	Наименование	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс	Выброс вещества	
						г/с	т/год
1071	Гидроксибензол (Фенол)	0,010	0,003	–	2	0,0013519	0,007358
1325	Формальдегид	0,035	0,003	–	2	0,0002667	0,001452
2953	Пыль фенопластов резольного типа (Э2-330-02; У2-301-07)	–	–	0,05	–	0,0315973	0,005688
Всего веществ: 3						<b>0,0332159</b>	<b>0,014498</b>
в том числе твердых: 1						<b>0,0315973</b>	<b>0,005688</b>
жидких/газообразных: 2						<b>0,0016186</b>	<b>0,008810</b>

#### § 6.4. Расчет выбросов загрязняющих веществ от цеха по производству ДСтП

Цех по производству ДСтП включает в себя следующие производственные участки, выделяющие загрязняющие вещества:

- участок размещения главного конвейера и прессы;
- склад готовой продукции.

В качестве исходных данных для расчета выбросов используются сведения о производственных участках, используемом смолосодержащем материале и его расходе, принятых на основании данных расчета материального баланса и мощности производства:

– смолосодержащий материал – фенолформальдегидная смола марки СФЖ-3011;

- максимальный расход материала  $B'$  – 40 кг/ч;
- расход материала всего за год  $B$  – 170,4 т/год.

Источник выделения загрязняющих веществ «Горячий пресс» (ИВ-1)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-1:*

1. Участок – участок размещения главного конвейера и прессы.
2. Продолжительность производственного цикла  $\tau$  – 30 мин.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-1:*

1. Так как продолжительность производственного цикла  $\tau$  превышает 20 мин., то коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу  $K_n$  принимается равным 1.

2. Максимально-разовый выброс  $G$  загрязняющих веществ от участка размещения главного конвейера и пресса определяется по формуле (5.2):

Фенол

$$G = \frac{B' \varphi K_{\phi} K_n \cdot 10}{3600} = \frac{40 \cdot 2,5 \cdot 0,36 \cdot 1 \cdot 10}{3600} = 0,1000000 \text{ г/с.}$$

Формальдегид

$$G = \frac{40 \cdot 1,0 \cdot 0,36 \cdot 1 \cdot 10}{3600} = 0,0400000 \text{ г/с.}$$

3. Валовой выброс  $M$  загрязняющих веществ от участка размещения главного конвейера и пресса определяется по формуле (5.1):

Фенол

$$M = \frac{B \varphi K_{\phi}}{100} = \frac{170,4 \cdot 2,5 \cdot 0,36}{100} = 1,533600 \text{ т/год.}$$

Формальдегид

$$M = \frac{170,4 \cdot 1,0 \cdot 0,36}{100} = 0,613440 \text{ т/год.}$$

4. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-1:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
1071	Гидроксibenзол (Фенол)	0,1000000	1,533600
1325	Формальдегид	0,0400000	0,613440

Источник выделения загрязняющих веществ «Склад» (ИВ-2)

*Исходные данные для расчета по источнику выделения ИВ-1:*

1. Участок – склад готовой продукции.

2. Продолжительность производственного цикла  $\tau$  – 24 ч.

*Расчет выделения загрязняющих веществ от ИВ-1:*

1. Так как продолжительность производственного цикла  $\tau$  превышает 20 мин., то коэффициент приведения мощности выброса к 20-минутному временному интервалу  $K_n$  принимается равным 1.

2. Максимально-разовый выброс  $G$  загрязняющих веществ от склада готовой продукции определяется по формуле (5.2):

Фенол

$$G = \frac{B' \varphi K_{\phi} K_n \cdot 10}{3600} = \frac{40 \cdot 2,5 \cdot 0,003 \cdot 1 \cdot 10}{3600} = 0,0008333 \text{ г/с.}$$

Формальдегид

$$G = \frac{40 \cdot 1,0 \cdot 0,003 \cdot 1 \cdot 10}{3600} = 0,0003333 \text{ г/с.}$$

3. Валовый выброс  $M$  загрязняющих веществ от участка размещения главного конвейера и пресса определяется по формуле (5.1):

Фенол

$$M = \frac{B \varphi K_{\phi}}{100} = \frac{170,4 \cdot 2,5 \cdot 0,003}{100} = 0,012780 \text{ т/год.}$$

Формальдегид

$$M = \frac{170,4 \cdot 1,0 \cdot 0,003}{100} = 0,005112 \text{ т/год.}$$

4. Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от ИВ-2:

Загрязняющее вещество		Максимально-разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
Код	Наименование		
1071	Гидроксibenзол (Фенол)	0,0008333	0,012780
1325	Формальдегид	0,0003333	0,005112

Таким образом, от цеха по производству ДСтП в атмосферу выбрасывается 2 вида загрязняющих веществ 2-го класса опасности. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также максимальные и годовые выбросы, по производству приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от цеха по производству ДСтП

Код	Загрязняющее вещество	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс	Выброс вещества	
						г/с	т/год
1071	Гидроксibenзол (фенол)	0,010	0,003	–	2	0,1008333	1,546380
1325	Формальдегид	0,035	0,003	–	2	0,0403333	0,618552
Всего веществ: 2						<b>0,1411666</b>	<b>2,164932</b>
в том числе твердых: 0						<b>0,0000000</b>	<b>0,0000000</b>
жидких/газообразных: 2						<b>0,2823332</b>	<b>4,329864</b>



Приложение

Перечень некоторых загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от предприятий по переработке полимеров и полимерных материалов [3]

Код	Наименование	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс	Агрегатное состояние
0303	Аммиак	0,200	0,040	–	4	ж/г
0337	Углерод оксид	5,000	3,000	–	4	ж/г
0406	Полиэтен (полиэтилен)	–	–	0,100	–	т
0620	Этенилбензол (винилбензол; стирол)	0,04	0,002	–	2	ж/г
0827	Хлорэтен (хлорэтилен; винилхлорид)	–	0,010	–	1	ж/г
1052	Метанол (метилловый спирт)	1,000	0,500	–	3	ж/г
1071	Гидроксибензол (фенол)	0,010	0,003	–	2	ж/г
1317	Ацетальдегид (уксусный альдегид)	0,010	–	–	3	ж/г
1325	Формальдегид	0,035	0,003	–	2	ж/г
1401	Пропан-2-он (ацетон)	0,350	–	–	4	ж/г
1555	Этановая кислота (уксусная кислота)	0,200	0,060	–	3	ж/г
2001	Проп-2-еннитрил (акрилонитрил)	–	0,030	–	2	ж/г
2921	Пыль поливинилхлорида	–	–	0,100	–	т
2922	Пыль полипропилена	–	–	0,100	–	т
2934	Пыль аминопластов	–	–	0,040	–	т
2953	Пыль фенопластов резольного типа (Э2-330-02; У2-301-07)	–	–	0,05	–	т
2982	Полимер метил-2-метилпроп-2-еноата, этенилбензола и проп-2-енонитрила (сополимер стирола, метилметакрилата и нитрилакриловой кислоты)	–	–	0,100	–	т
2989	Пыль полиамида	–	–	0,500	–	т
2990	Пыль полистирола	–	–	0,350	–	т

Примечание. Агрегатное состояние: ж/г – жидкое/газообразное; т – твердое

### Библиографический список

1. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями – Введ.1980-01-01. – М.: ИПК Из-во стандартов, 1978 – 16 с.
2. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 95 с.
3. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб: НИИ Атмосфера, 2010. – 293 с.
4. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест – Введ.2003-06-25.
5. ГН 2.1.6.1339-03. Ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест – Введ.2003-06-25.
6. ГН 2.1.6.1983-05. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (дополнения и изменения №2 к ГН 2.1.6.1338-03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест) – Введ.2006-02-01.
7. ГН 2.1.6.1984-05. Ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (дополнения и изменения №2 к ГН 2.1.6.1339-03. Ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест) – Введ.2006-02-01.
8. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязнений веществ в атмосферный воздух. СПб: НИИ Атмосфера, 2012. – 209 с.
9. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом). М.: 1998. – 68 с.
10. Расчетная инструкция (методика) «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса». СПб.: ОАО «ГПНИИ-5, № 2006. – 162 с.
11. Временные методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности. Издание второе и переработанное НИИ Атмосфера 2005 г. Петрозаводск: «ЭкоПрогноз», 1992. – 57 с.

## Содержание

Введение.....	3
§ 1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при изготовлении изделий из полимерных материалов методом прессования и литьем под давлением.....	4
§ 2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве полимерных изделий методом экструзии и выдувного формования.....	6
§ 3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при вспомогательных операциях и механической обработке полимерных материалов и изделий.....	8
§ 3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при проведении операций по растариванию и дроблению полимерных материалов.....	9
§ 3.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при механической обработке полимерных материалов.....	10
§ 4. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке термоусадочной ПЭ-пленки и деталей из ПВХ.....	12
§ 4.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке термоусадочной ПЭ-пленки.....	12
§ 4.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварке изделий из ПВХ.....	14
§ 5. Расчет парогазовоздушных выбросов загрязняющих веществ при производстве ДСтП.....	15
§ 6. Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ при производстве и переработке полимерных материалов.....	17
§ 6.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от технологической линии производства ПЭ термоусадочной пленки.....	17
§ 6.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве пластиковых окон из ПВХ-профилей.....	22
§ 6.3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве изделий из реактопластов методом прессования.....	26
§ 6.4. Расчет выбросов загрязняющих веществ от цеха по производству ДСтП.....	29
Приложение.....	32
Перечень некоторых загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от предприятий по переработке полимеров и полимерных материалов [3].....	32
Библиографический список.....	33