

3. Расчет выделения загрязняющих веществ при нанесении лакокрасочных материалов

Для нанесения на изделие защитных и декоративных покрытий используют различные шпатлевки, грунтовки, эмали и лаки, содержащие пленкообразующую основу (минеральные и органические пигменты, пленкообразователи и наполнители) и растворители или разбавители (преимущественно смеси легколетучих углеводородов ароматического ряда, эфиров, спиртов и т. п.).

Формирование покрытия на поверхности изделий заключается, как правило, в нанесении лакокрасочного материала (ЛКМ) и его сушке. При этом в воздух выделяются аэрозоль краски и пары компонентов растворителя, количество которых зависит от технологии окраски, производительности применяемого оборудования, состава ЛКМ и растворителей.

После завершения окраски и сушки летучих компонентов в изделии не остается, они практически полностью испаряются. Меньшая часть переходит в газообразное состояние во время окраски, большая – при сушке.

При распылении ЛКМ образуется аэрозоль краски, первоначальный состав которого идентичен составу наносимой смеси ЛКМ с растворителем (разбавителем). Через определенное время растворитель из жидких капель аэрозоля переходит в газовую фазу, и аэрозоль краски представляет смесь воздуха с твердыми частицами сухого остатка ЛКМ. От способа (технологии) распыления зависит доля общего количества краски, переходящая в момент нанесения покрытия в аэрозоль, уносимый в окружающее пространство мимо окрашиваемого изделия и попадающий в вытяжную вентиляционную систему. Нанесение ЛКМ кистью, окутанием, обливом, так же как и ручное выравнивание поверхностей шпатлеванием и подобные им процессы не сопровождаются образованием аэрозоля краски.

Исходный состав ЛКМ может разбавляться растворителями (разбавителями) до определенной вязкости в соответствии с требованиями технологии конкретного способа нанесения ЛКМ, например, при пневматическом распылении в грунтовки, эмали и т. п. добавляется соответствующий растворитель приблизительно в количестве $1/3$ от объема исходного ЛКМ.

Расчет выделения загрязняющих веществ на участках (в цехах) окраски ведется отдельно для окрасочного аэрозоля (сухого остатка) и компонентов растворителей, для грунтовки, ручной подкраски и послойного нанесения многослойных покрытий ЛКМ, а также для окраски и для сушки.

Общее валовое выделение летучих компонентов растворителей и разбавителей в соответствии с материальным балансом должно равняться расходу растворителей, разбавителей и летучей части исходных ЛКМ, использованных на рассматриваемом участке (в цехе) за соответствующий период времени (месяц, квартал, год). Общий валовый выброс летучих компонентов в атмосферу всех вентиляционных систем равен разнице между их общим валовым выделением и суммарным уловом этих компонентов в действующих газоочистных устройствах на рассматриваемом участке (в цехе).

Валовое выделение (в т/год) аэрозоля краски в процессе окраски определяется по формуле

$$M_{aэp} = Z_{кр} \Delta_{сух} \delta_{aэp} \cdot 10^{-4}, \quad (3.1)$$

где $Z_{кр}$ – количество израсходованного исходного ЛКМ, т/год; $\Delta_{сух}$ – доля сухого остатка в исходном ЛКМ, %; $\delta_{aэp}$ – доля ЛКМ, потерянного в виде аэрозоля, %.

Способ распыления:	$\delta_{aэp}$, %
пневматическое	30
безвоздушное	2,5
пневмоэлектростатическое	3,5
электростатическое	0,3

Валовое выделение (в т/год) i -го летучего компонента:
в процессе окраски

$$M_i^{ок} = Z_{кр} (1 - \Delta_{сух} \cdot 10^{-2}) \varphi_i^{кр} \beta^{ок} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \varphi_i^{раст} \beta^{ок} \cdot 10^{-4}, \quad (3.2)$$

в процессе сушки

$$M_i^{суш} = Z_{кр} (1 - \Delta_{сух} \cdot 10^{-2}) \varphi_i^{кр} \beta^{суш} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \varphi_i^{раст} \beta^{суш} \cdot 10^{-4}, \quad (3.3)$$

где $Z_{раст}$ – количество растворителя, израсходованного за год на разбавление исходного ЛКМ до требуемой вязкости, т/год; $\varphi_i^{кр}$ ($\varphi_i^{раст}$) – доля i -го компонента в летучей части исходного ЛКМ (в растворителе-разбавителе), %; $\beta^{ок}$ ($\beta^{суш}$) – доля растворителя, испаряющаяся за время окраски (сушки), %.

Способ распыления:	$\beta^{ок}$, %	$\beta^{суш}$, %
пневматическое	25	75
безвоздушное	23	77
пневмоэлектростатическое	20	80
электростатическое	50	50

Максимально разовое выделение (в г/с) загрязняющего вещества определяется для наиболее напряженного времени работы участка (специализированной камеры, печи), когда расходуется наибольшее количество ЛКМ, по формуле

$$G_i^{\dot{\alpha}\dot{\gamma}\dot{\delta}} = M_{i\max} \cdot 10^6 / (3600 \cdot n \cdot t) \quad (3.4)$$

где $M_{i\max}$ – валовое выделение i -го компонента растворителя (аэрозоля краски) за месяц наиболее напряженной работы ($M_i^{ок}$, $M_i^{суш}$ или $M_i^{aэp}$), т/мес.; n – число дней работы участка (камеры, печи) в этом месяце, дней/мес.; t – среднее чистое время работы (окраски, сушки) участка (камеры, печи) за день в наиболее напряженный месяц, ч/день.

ПРИМЕРЫ 3.

ПРИМЕР 3.1. Для окраски крупногабаритных деталей методом пневматического распыления на специализированно площадке ремонтного цеха за год расходуется 11,7 т эмали НЦ-25. Определить годовые валовые выделения и выброс окрасочного аэрозоля.

Решение. Доля сухого остатка в эмали составляет 34%.

1). По уравнению (3.1) валовое выделение окрасочного аэрозоля:

Ответ: В связи с поступлением окрасочного аэрозоля из зоны выделения непосредственно в атмосферу валовый выброс аэрозоля равен валовому выделению, а именно –

ПРИМЕР 3.2. Определить максимально разовое выделение аэрозоля для условий предыдущего примера, если работа весь год велась равномерно, при среднем количестве рабочих дней в месяц – 21 и среднем чистом времени окраски – 1,5 ч/день.

Решение. Валовое выделение аэрозоля за месяц по результатам решения предыдущей задачи составляет:

1). $M_{max} =$

2). По уравнению (3.4) максимально разовое выделение окрасочного аэрозоля:

ПРИМЕР 3.3. Для окраски методом безвоздушного распыления металлоконструкций использовано за год 49 т эмали МЛ-12 и 17 т растворителя № 649. Окраска и сушка проводились в разных камерах. Определить валовый выброс летучих загрязняющих веществ отдельными вентиляционными системами камер, не имеющими устройств очистки.

Решение. Исходная эмаль МЛ-12 состоит на 35% из сухого остатка, а также из летучей части, содержащей 10% бутилового спирта и 90% уайт-спирита. Растворитель № 649 состоит из 50% ксилола, 30% этилцеллозольва, 20% изобутилового спирта.

Валовый выброс загрязняющих веществ при отсутствии очистки равен их валовому выделению.

1). По уравнению (3.2) при окраске выделяется:

а) бутиловый спирт

б) уайт-спирит

в) ксилол

г) этилцеллозольв

д) изобутиловый спирт

2). При сушке по уравнению (3.3):

а) бутиловый спирт

б) уайт-спирит

в) ксилол

г) этилцеллозольв

д) изобутиловый спирт

3). Проверка по материальному балансу:

$$A). Z_{расст} = M_{кс.}^{ок} + M_{кс.}^{суш} + M_{эт.}^{ок} + M_{эт.}^{суш} + M_{из.сп.}^{ок} + M_{из.сп.}^{суш} ;$$

Баланс по растворителю сошелся? Значит, решение верно.

$$B). Z_{кр} (1 - \Delta_{сух} \cdot 10^{-2}) = M_{б.сп.}^{ок} + M_{б.сп.}^{суш} + M_{у.сп.}^{ок} + M_{у.сп.}^{суш} ;$$

Баланс по летучей части исходного ЛКМ сошелся? Значит, решение верно.

ПРИМЕР 3.4. Определить максимально разовый выброс ксилола из вытяжной системы сушильной камеры для условия предыдущего примера, учитывая, что работа велась равномерно в течение 9 месяцев при среднем количестве рабочих дней в месяц – 22; среднее чистое время сушки при двухсменной работе – 7,5 ч/день.

Три месяца проводилась модернизация оборудования и работа по окраске и сушке не велась.

Решение. Валовый выброс ксилола за месяц работы с учетом в результате решения предыдущей задачи:

1). $M_{max} =$

2). По уравнению (3.4) максимально разовое выделение ксилола: