

УДК 667.613.3.

**Условия испарения ядовитых веществ с поверхностей
декоративно-защитных покрытий**

И.В. Руссу, В.В. Бачинский

Повышение долговечности строительных материалов и конструкций при различных влияниях агрессивных сред является актуальной проблемой строительства. Современное развитие техники и технологий способствуют появлению новых агрессивных факторов и их различных соединений, которые действуют на здания и сооружения. Ежегодно их количество увеличивается на 200-1000 новых веществ [1].

Поэтому разработка новых эффективных строительных материалов, предназначенных для восприятия этих факторов и нагрузок, является одной из основных задач современного материаловедения. Одним из факторов, влияющим на локальную плотность заражения, является испарение сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) с поверхности декоративно-защитных покрытий (ДЗП).

Процесс испарения жидкости со свободной поверхности состоит из процесса парообразования и диффузии пара с поверхности жидкости в окружающую среду через пограничный слой.

Обычно принимают [2], что скорость процесса испарения пропорциональна концентрации (градиенту концентрации)

$$I = -D \Delta C, \quad (1)$$

где I - диффузионный поток (кг/г·с);

D - коэффициент диффузии;

ΔC - концентрация диффузных частиц.

С другой стороны, по данным работ Лыкова А.В. [3] наиболее полное отражение процесса испарения жидкости и наиболее достоверный расчет

скорости испарения возможен при учете состояния окружающей среды и гидродинамических условий у поверхности испарения. В связи с этим, предлагается скорость испарения выразить как функцию критериев (чисел) подобия, а именно

$$\frac{dQ_u}{d\tau} = Nu \cdot D \cdot H \cdot \Delta C, \quad (2)$$

где H - ширина поверхности испарения;

Nu - критерий Нуссельта:

$Nu=f(Re, Pr)$ - при вынужденной конвекции,

$Nu=f(Gr \cdot Pr)$ - при естественной конвекции;

Re, Pr, Gr - критерии Рейнольдса, Прандтля и Грасгофа соответственно.

При решении данного уравнения, оно приняло следующий вид:

$$\frac{dQ_u}{d\tau} = A \cdot \frac{MД}{RT} Pr^{1/3} \cdot H(P_p - P_c), \quad (3)$$

где A - безразмерная скорость испарения;

P_p, P_c - давление пара у поверхности жидкости и в окружающей среде соответственно.

Приведенный в работе [3] график зависимости $A=f(Re)$, построенный по данным разных авторов, и таблицы значений констант для определения A , позволяют производить соответствующие расчеты. Вместе с тем, анализ этих данных показывает, что безразмерная скорость A в интервале значений критерия Рейнольдса от 1 до 10^2 изменяется незначительно (от 6,7 до 8,0), то есть практически остается постоянной. Действительно, полученные результаты показывают, что при испарении СДЯВ с поверхностей строительных сооружений в естественных условиях (плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$) при значении скорости ветра до 5 м/с величина критерия $Re < 10^2$.

Однако приведенные уравнения предполагают неизменность давления пара жидкости в процессе ее испарения, что характерно лишь для поверхностей, которые не впитывают СДЯВ. Вместе с тем, при взаимодействии капель СДЯВ с нестойкими ДЗП возможно растворение поверхностного слоя пленки покрытия. В связи с этим, по мере испарения СДЯВ увеличивается доля полимера в образовавшемся на поверхности растворе полимера. Следовательно, с течением времени будет происходить снижение давления насыщенного пара, а значит снижение интенсивности испарения.

В то же время известно [4], что парциальное давление пара (P_1) и избыток химического потенциала ($\Delta\mu_1$) взаимозависимы через уравнение

$$\Delta\mu_1 = RT \ln \frac{P_1}{P_0}, \quad (4)$$

где P_0 - давление пара чистого растворителя (СДЯВ).

С другой стороны, изменение состава раствора полимера в СДЯВ оказывает влияние на избыток химического потенциала СДЯВ ($\Delta\mu_1$) как растворителя.

Из-за того, что молекулярная масса полимера в реальных системах неизвестна и мольную долю определить затруднительно, поэтому часто вместо мольной доли используют эквивалентное определение Φ - объемную долю

$$\text{растворителя} \quad \Phi_1 = \frac{m_1/\rho_1}{m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2} \quad (5)$$

$$\text{и полимера} \quad \Phi_2 = \frac{m_2/\rho_2}{m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2}, \quad (6)$$

где $m_1, \rho_1; m_2, \rho_2$ - массовая доля и плотность растворителя и полимера соответственно.

С учетом (4-6) для принятых в работе СДЯВ, например ви-экс, и условий заражения, уравнение (3) можно представить в виде

$$\frac{dQ_u}{d\tau} = B \cdot H \cdot \exp \left[\ln(1 - \Phi_2) - \left(1 - \frac{v_1}{v_2} \right) \Phi_2 + X_1 \Phi_2^2 \right], \quad (7)$$

где $B = A \cdot \frac{MД}{RT} Pr^{1/3} \cdot P_0$ - для неизменных условий является постоянной величиной.

Анализ уравнения (7) показывает, что при прочих равных условиях скорость испарения жидкой фазы СДЯВ с окрашенной поверхности зависит от двух параметров – доли растворенного в СДЯВ полимера Φ_2 при их термодинамической совместимости и линейного размера зеркала жидкости H . Первый из этих параметров неоднозначен с точки зрения влияния на подвижность проникшего в пленку ДЗП СДЯВ: с одной стороны увеличение Φ_2 приводит к снижению скорости испарения жидкой фазы СДЯВ и поэтому большая его часть проникает в ДЗП, создавая большую концентрацию, а с другой - увеличение Φ_2 означает большую совместимость СДЯВ с полимером и, следовательно, меньшую подвижность вещества в пленке покрытия. Что касается параметра H , то для капли он выражается через диаметр площади ее контакта с поверхностью и однозначно определяет возрастание скорости испарения СДЯВ и снижение доли проникшего в ДЗП.

Таким образом, при постоянных условиях заражения, изменить скорость испарения не представляется возможным и необходимо искать новые пути снижения локальной плотности заражения ДЗП.

Литература:

1. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них / Под ред. В.А. Владимирова.-М.: Воениздат, 1989.- 176 с.
2. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания.- М.: Химия, 1976.- 231 с.
3. Лыков А.В. Теория сушки.- М.: Энергия, 1968.- 472 с.
4. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Термодинамика растворов и смесей полимеров.- К.: Наукова думка, 1984.- 298 с.