

## Исследование диффузии водных сред в лакокрасочные покрытия

Павлов И.А.

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета  
(ЧИ МГОУ)

Для окраски машин широкое распространение получила эмаль АС-182 на основе раствора сополимера алкидной смолы ГФ-091 с бутил- и метилметакрилатом [1].

Перемещение частиц при диффузии веществ в полимерах связывают с наличием в них свободного объема [2], при этом размеры частиц играют существенную роль, поэтому важным является рассмотрение теории Дебая-Хюккеля [3], в соответствии с которой ионная атмосфера в растворах электролитов имеет конечные размеры. Однако четкой зависимости проницаемости полимеров от размеров диффундирующих частиц не получено.

Учитывая сложность системы "полимер- среда" исследования проводить с помощью имитационной модели и установить степень влияния размера ионной атмосферы (радиуса Дебая) на количество сорбируемой воды в покрытии, нанесенном на стальную подложку.

Образцы - стальные (Ст.3) пластины (размеры 50x50x2 мм) с нанесенной пленкой эмали АС-182 толщиной  $40,0 \pm 3,0$  мкм. Продолжительность опытов - 480 ч, первые замеры - по истечении 48 ч. Использована модель имитационного типа в виде полинома первой степени [4].

Имитация воздействия иона  $\text{NH}_4^+$  проведена бесконечно разбавленным водным раствором  $\text{NH}_4 \text{OH}$  (концентрация 0,05 г/л); влияние ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  имитировано водными растворами солей  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  (8 г/л),  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$  (3,5 г/л) и  $\text{Na Cl}$  (1,75 г/л). В результате реализации полного факторного эксперимента получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 5,11X_0 + 0,83X_1 - 1,05X_2 - 1,06X_3 + 0,54X_4 - 1,28X_1 X_2 - 0,86X_1 X_3 - 0,93X_2 X_3 + 0,35X_1 X_4 + 0,60X_2 X_4 + 0,31X_3 X_4 + 0,51X_1 X_2 X_4 + 0,60X_1 X_3 X_4 - 0,42X_2 X_3 X_4 - 0,62X_1 X_2 X_3 X_4 .$$

Из уравнения следует, что коэффициенты при  $X_1$  и  $X_4$  положительны, т.е. линейное воздействие ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Cl}^-$  способствует увеличению количества сорбированной жидкости, по истечении 48 ч оно превышает 15%; а коэффициенты при  $X_2$  и  $X_3$  - отрицательны, что свидетельствует о торможении анионами  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  процесса диффузии жидкости в покрытие.

Влияние катиона  $\text{NH}_4^+$  легко подавляется при участии анионов  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , которые сохраняют свою блокирующую способность (коэффициенты при  $X_1 X_2$ ,  $X_1 X_3$ ,  $X_2 X_3$  отрицательны). Активность ионов  $\text{Cl}^-$  (здесь активность трактуется как сравнение, а не как термодинамический параметр раствора, введенный Льюисом [3]) сохраняется и в присутствии ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (коэффициенты при  $X_1 X_4$ ,  $X_2 X_4$ ,  $X_3 X_4$  имеют положительные значения).

Коэффициент при  $X_1 X_2 X_3$  отсутствует, как статистически незначимый. Проникающую способность ионы  $\text{Cl}^-$  сохраняют и в случае воздействия с ионами  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ , а также с ионами  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , о чем свидетельствуют положительные значения коэффициентов при  $X_1 X_2 X_4$  и  $X_1 X_3 X_4$ . Активность иона  $\text{Cl}^-$  ослаблена при наличии анионов  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , а также ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (коэффициенты при  $X_2 X_3 X_4$  и  $X_1 X_2 X_3 X_4$  отрицательны), пленка эмали проявляет гидрофобные свойства: процент поглощенной воды при этом ниже по сравнению с контрольным опытом и равен 3,2 и 2,4.

Зависимость массы сорбируемой жидкости в покрытии от размера ( $r_D$ ) ионной атмосферы имеет тенденцию роста: если при  $r_D = 5,7 \text{ \AA}$  водопоглощение ( $C$ ) составляет 3,4%, то при дебаевском радиусе, равном  $6,5 \text{ \AA}$ , величина  $C = 4,8\%$ . Однако при увеличении  $r_D$  до  $9,9 \text{ \AA}$  отмечается некоторое снижение массы диффундирующей жидкости ( $C = 3,9\%$ ), при дальнейшем увеличении  $r_D$  наблюдаются следующие значения количества переносимой в покрытие жидкости: при  $r_D = 11,7 \text{ \AA}$   $C=4,7\%$  и  $r_D = 18,4 \text{ \AA}$   $C=5,6\%$ .

Прослеживается положительная связь между радиусом  $r_D$  и количеством диффундирующей жидкости  $C$  (коэффициент корреляции  $r_{xy} = 0,78$ ).

### Литература

1. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. - М.: Химия, 1987. - 224 с.
2. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов. - М.: Химия, 1974. - 272 с.
3. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. Изд. 3-е, испр. - М.: Химия, 1976. - 488 с.
4. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с.