

## ЕЛЕКТРОФОРЕТИЧНЕ ОСАДЖЕННЯ КОЛОЇДНИХ СИЛІКАТНИХ РОЗЧИНІВ

© Вахула Я.І., Москаль Б.З., 2008

**Досліджено вплив прикладеної напруги та тривалості електрофорезу на кількість осаджених продуктів з колоїдних розчинів.**

**Influence of the enclosed voltage and duration of electrophoresis on the quantity of deposited products from colloidal solutions is being investigated.**

**Постановка проблеми.** Проблемним питанням у сучасному матеріалознавстві є формування рівнотовщинного склопокриття на внутрішній поверхні порожнистих виробів складної конфігурації за енергоощадною технологією. Тому ці дослідження спрямовані на розв’язання цього питання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом, у зв’язку зі стрімким ростом вартості сировинних та енергетичних матеріалів, все актуальнішим стає застосування одношарового емалювання. Покриття, що наноситься, включає в себе одночасно властивості ґрунтового та покрівельного шарів, тобто захисні та декоративні функції. Найпоширенішого застосування в практиці емалювання набули: мокрий (шлікерний) та сухий (нанесення порошку) методи. Разом з тим зазначені методи мають багато недоліків: низька технологічність, нерівномірність шару покриття, наявність смуг, і, як наслідок, погіршення зчеплення.

Авторами [1] досліджувався електрофоретичний спосіб нанесення склоемалевих покриттів, що має певні переваги порівняно з іншими методами, – це низька питома витрата матеріалів, можливість досягнення рівномірної щільності та малої товщини покриття. Слід також зазначити можливість одержання рівномірних, щільних, суцільних шарів в широкому діапазоні товщин (від частки мікрометра до кількох міліметрів). При цьому рівномірна товщина покриття надається усьому виробу: гострим граням, отворам, впадинам, різьбі тощо. Варто зазначити порівняно легку можливість регулювати товщину електрофоретичних покриттів. Здебільшого це досягається за рахунок зміни тривалості осадження або напруги, яка подається на електроди, та концентрації суспензії [2].

Існуючі теоретичні дослідження і практичні розробки передбачають використання суспензії, до складу якої входить попередньо зварене тонкомелене скло заданого складу та інші складові. Одержання покриттів методом електрофорезу із суспензій багатокомпонентних типів скла – процес, який визначається переважно властивостями суспензій. Утворення суспензій з високою агрегативною і седиментаційною стійкістю, електрокінетичні явища і процес формування склопорошкових покриттів на електродах під час накладання електричного поля найістотніше впливають на перебіг усіх решта процесів за електрофоретичного осадження склачастинок [3].

Щодо використання колоїдних розчинів, які є основою золь-гель технології одержання покриттів, то такі відомості відсутні.

**Мета роботи** – встановити вплив величини прикладеної напруги та тривалості процесу електрофорезу на кількість осаджених продуктів з колоїдних розчинів.

У цій роботі використовували раніше розроблений розчин для формування покриття складу  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-V}_2\text{O}_5\text{-Na}_2\text{O}$  [4].

Під час виконання кожного експериментального дослідження щоразу готували колоїдні розчини однакової концентрації, яка дорівнювала 0,3 моль/л. До складу розчину входили: рідке скло  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 3,5\text{SiO}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , гідролізований тетрабутоксититан.

Як було зазначено вище, для одержання заданої товщини покриття електрофоретичним методом необхідно змінювати тривалість процесу осадження, або напругу, яка подається на електроди. Під час виконання цієї роботи тривалість процесу та напруга на електродах попередньо задавались і лімітувались конструкцією та можливостями пристрою для електрофоретичного осадження.

Більш інформаційну картину дають встановлені графічні залежності, які дають змогу певною мірою судити про окремі етапи, що відбуваються в процесі електрофорезу розчинів цього складу. Внаслідок проведення експериментів при здійсненні електрофоретичного осадження на зразках спостерігаються рентгеноаморфні продукти у вигляді порошку прозорого жовтого кольору.

Кількість осаджених продуктів розраховували за формулою

$$\varphi = \frac{M_2 - M_1}{S} \text{ (г/см}^2\text{)},$$

де  $m_1$  – маса вихідного зразка, г;  $m_2$  – маса зразка після проведення електрофоретичного осадження, г;  $S$  – площа поверхні зразка,  $\text{см}^2$ .

### Результати електрофоретичного осадження

Тривалість t,сек Напруга U, В	9	12	16	18	24
1	10,50	1,73	4,00	9,44	7,01
75	22,60	14,56	14,56	9,27	3,62
110	15,96	3,03	11,79	7,72	2,86
150	20,68	8,08	13,58	14,12	8,17

Незважаючи на те, що під час експериментів початковою напругою досліджень було значення 1 В, доцільно аналізувати одержані результати із значенням напруги 75 В (рис. 1). Збільшення прикладеної напруги не дає змоги відчутно збільшити кількість продуктів на пластині і лише за 150 В їх маса зростає майже вдвічі. Усі ділянки ламаних прямих практично паралельні. Максимальна кількість осаджених продуктів спостерігається за напруги 75 В і витримки 9 с.

Як бачимо з рис. 2, збільшення тривалості процесу електрофоретичного осадження не сприяє нарощуванню шару продуктів. У водних розчинах, крім електрофорезу суспензії, відбувається електроліз води. Внаслідок виділення бульбашок газів частина осілих продуктів розчину (суспензії) спадає і не закріплюється на катоді. Тому стає зрозумілим факт зменшення маси продуктів осаду, незважаючи на величину напруги. Така картина є можливою внаслідок того, що з часом, під час утворення перших порцій осаду, на електроді значно посилюються ефекти поляризації, змінюється градієнт потенціалу та зменшується концентрація колоїдного розчину.

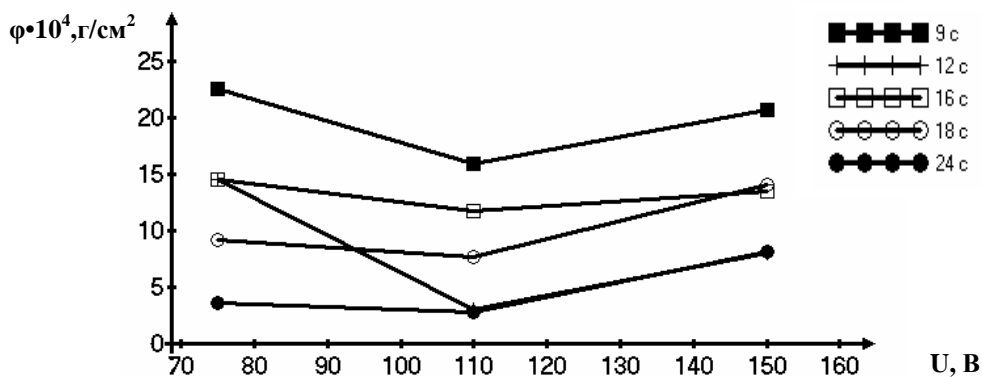


Рис. 1. Залежність кількості продуктів осадження від напруги

Як бачимо з рис. 2, залежність  $\varphi=f(\tau)$  має синусоїдальний характер. Екстремум на кривих спостерігається за  $\tau=15-16$  с.

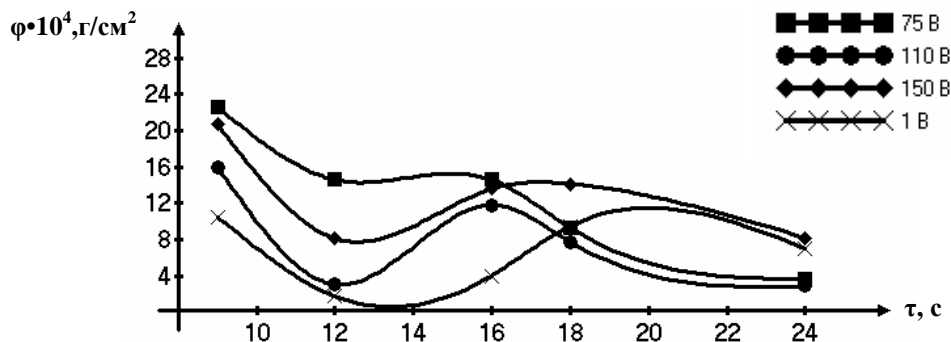


Рис. 2. Залежність кількості продуктів осадження від тривалості електрофоретичного осадження.

**Висновки.** Встановлено, що залежність кількості осаджених продуктів від прикладеної напруги має складний характер. Можна вважати, що існує певний “поріг”, вище якого можна досягнути відчутного зростання маси продуктів. У цьому випадку таке значення  $U$  становить 120 – 150 В.

Залежність  $\varphi=f(\tau)$  має синусоїдальний характер, причиною чого є явища, що відбуваються під час електрохімічних процесів водних розчинів, а також особливості самих колоїдних розчинів.

1. Яценко Е.А., Селиванов В.Н., Щепелева М.С. Эффективность нанесения стеклоэмалей методом электрофореза // *Стекло и керамика*. – 2004. – №10. – С. 36. 2. Разработка составов и методов получения стекловидных покрытий на металлических подложках для изготовления микросборок с удельной мощностью рассеяния до 5 Вт/см<sup>2</sup>: Отчет о НИР / Москов. ин.-т электронной техники.. – М., 1981. – 95 с. 3. Петцольд А., Пешман Г. Эмаль и эмалирование: Справочник. – М.: Металлургия. – 1990. – 571 с. 4. Вахула Я.І., Мацігін М.Я. Склоутворення в системах  $Na_2O-TiO_2-SiO_2$  та  $Na_2O-B_2O_3-TiO_2-SiO_2$  на основі колоїдних розчинів // *Вісник НУ “Львівська політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”*. – 2006. – №553. – С. 245–248.