

На правах рукопису

ШЕВЦОВА ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА



**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ  
ПРИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОМУ ОДЕРЖАННІ  
КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ  
ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ  
СМОЛ І ПОЛІУРЕТАНІВ**

02.00.04 — Фізична хімія

**Автореферат дисертації  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата хімічних наук**

Роботу виконано на кафедрі технології органічних речовин Харківського інженерно-педагогічного інституту ім. І. З. Соколова.

Науковий керівник — доктор хімічних наук, професор Безуглий Василь Данилович.

Офіційні опоненти:

— доктор хімічних наук Греков Анатолій Петрович (Інститут хімії ВМС АН України, м. Київ);

— доктор хімічних наук, професор Іванова Катерина Федорівна (Харківський державний університет).

Провідна установа: Харківський політехнічний інститут.

Захист відбудеться 4.06.1993 року о 14-00 годині в ауд. 7-80 на засіданні спеціалізованої ради Д 0.53.06.06 Харківського державного університету (310077, м. Харків-77, пл. Свободи, 4).

З дисертацією можна ознайомитись у центральній науковій бібліотеці Харківського державного університету.

Автореферат розіслано „ 4 “ 05 1993 року.

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

Учений секретар  
спеціалізованої ради

ЛНБ України ім. В. Стефаніка



00803298 (U)

*Scy*

Л. О. СЛЕТА

## ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Вивчення процесів формування ком-

позиційних полімерних покриттів на основі сумішей різних за складом, структурою і природою функціональних груп високомолекулярних сполук є досить актуальним науковим і практичним завданням, оскільки дозволяє одержати матеріали з новими, корисними властивостями, не вдаючись до традиційного методу синтезу нових високомолекулярних сполук, який не завжди достатньо ефективний.

Особливий інтерес становить взаємна модифікація поліуретанів і поліепоксидів, бо в цьому разі реалізується можливість цілеспрямованого поліпшення властивостей як поліепоксидів (пружно-деформаційні характеристики), так і поліуретанів (поліпшена адгезія і теплостійкість).

Цілком нові перспективи відкриває використання електрохімічного методу одержання полімерних покриттів (ПК) на основі комбінацій найрізноманітніших полімерів, оскільки цей спосіб нанесення захисних покриттів на металеву підоснову завдяки низці переваг є найбільш прогресивним і, крім того, дозволяє використовувати в реакції полімеризації нові речовини, які утворюються на електродах у перебігу електрохімічних реакцій.

Незважаючи на те, що цей метод є найбільш перспективним, у той же час він недостатньо вивчений, особливо з погляду пояснення механізму фізико-хімічних і, у тому числі, електрохімічних процесів, що виникають при цьому.

Дослідження в темі дисертаційної роботи здійснювалися відповідно до плану науково-дослідних робіт науково-дослідної лабораторії електрохімії Інституту електрохімії АН Росії і Харківського інженерно-педагогічного інституту в проблем:

"Розробка наукових основ і технології нових процесів електрохімічного одержання органічних сполук" (шифр 10.2.6.10.5), яка затверджена на підставі Держбюджету Держ. рег. N 196.00.55868 "ЧЛАН-89", а також в проблеми:

"Дослідити нові види екологічно чистих композиційних покриттів для захисту трубопроводів при виробництві електричної і теплової енергії" (шифр 91-2 гр, 653), затвердженої Наказом Міністерства України від 21.03.1991 р. N 78.

Мета роботи. Дослідження фізико-хімічних процесів формування композиційних епоксиретанових покриттів при електрохімічному осадку зни на катоді суміші водних дисперсій поліуретансемікарбазиду і епоксидно-діанового олігомеру.

Наукова новизна. Уперше одержані і проаналізовані кінетичні закономірності процесу спільного електроосадження епоксидно-діанового олігомеру ЕД-20 і поліуретансемікарбазиду з водних середовищ.

Кількісно досліджені адсорбційні процеси на межі метал-епоксидно-уретанова дисперсія і одержане рівняння ізотерми адсорбції для вказаних систем на латунному електроді.

Досліджений механізм формування композиційних епоксиретанових Пк у перебігу електроосадження на металевій підоснові і під час термозатвердіння. Обґрунтовані і запропоновані схеми перетворень для кожної з двох стадій одержання Пк.

На підставі вказаних вище досліджень уперше здійснено затвердіння епоксидно-діанового олігомеру продуктами електрохімічного відновлення поліуретансемікарбазиду без застосування традиційних затужавлявачів в умовах їх спільного електроосадження на катоді з водних середовищ.

Практичне значення роботи. Встановлені закономірності формування епоксиретанових композиційних Пк дозволили добрати оптимальний режим для одержання полімерних покриттів, які відзначаються високими захисними і антиадгезійними властивостями.

На підставі здійснених досліджень запропоновано спосіб формування епоксиретанових Пк за допомогою електричного поля. Заявка N 5034108/05 від 25.02.92 р.

Композиційні електрохімічні епоксиретанові покриття можуть бути використані для нанесення на труби конденсаторів парових турбін, що перевірено в НВО ЦКТИ ім. Ползунова (м. Санкт-Петербург) і випробувано на Заїнській ГРЕС (Татарстан).

Автор вносить на захист основні кінетичні закономірності, які характеризують залежність ступеня конверсії епоксидних груп (ЕГ) від умов проведення осадкування:

обґрунтування вибору оптимального режиму нане-

сення композиційних епоксиретанових Пк ;

результати дослідження адсорбційних процесів на межі метал-епоксиретанова водна система (криві диференційної ємкості, діянка депресії ємкості, потенціали піків адсорбції-десорбції, рівняння адсорбції) ;

механізм взаємодії епоксидно-діанового олігомеру ЕД-20 і поліуретансемікарбазиду ПУС-КВ у процесі спільного електроосадження на катоді їх водних середовищ і під час наступної термообробки.

Апробація роботи . Результати досліджень доповідалися на VII Республіканській конференції з високомолекулярних сполук (Київ, 1991);

Всесоюзній конференції "Прогресивні види захисних покриттів. механізація, автоматизація процесів нанесення покриттів " (Рига, 1991);

Республіканській науково-практичній конференції "Прогресивні технологічні процеси, форми організації виробництва і їхнє впровадження в умовах ринкової економіки" (Харків, 1991);

семінарі "Застосування лакофарбових покриттів для антикорозійного захисту металів" (Москва, 1992).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 7 статей і доповідей.

Обсяг роботи. Дисертація викладена на 1 сторінках машинописного тексту , включає 40 малюнків, 17 таблиць і список літератури, який складається з 237 назв.

### ЗМІСТ РОБОТИ

У першій главі подано огляд наявних у літературі даних з механізму полімеризації епоксидних сполук, а також деякі з передбачуваних механізмів взаємодії епоксидних і уретанмістких олігомерів у різних умовах.

Аналіз літератури з електрохімічних методів одержання епоксиретанових полімерів показав , що в переважній більшості робіт розглядається склад композиції для електроосадження або вивчаються властивості одержуваних полімерів. Відзначено, що дослідження електрохімічних процесів і їхнього механізму практично уваги в літературі не приділялося.

У другій главі описані застосовувана апаратура і методика експерименту.

Основний метод дослідження - ІК-спектроскопія в діапазоні частот 400-4000  $\text{см}^{-1}$ .

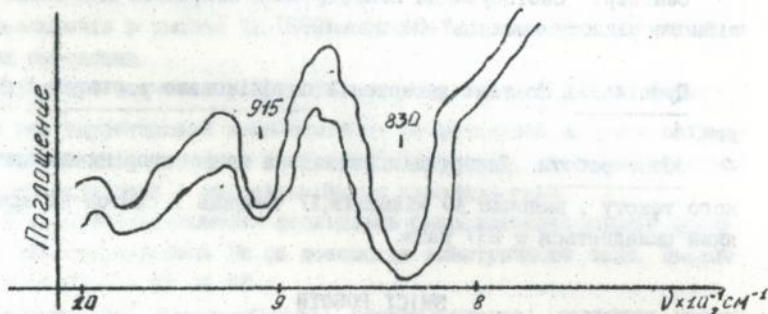
Розроблена методика підготовки полімерних плівок з водних дисперсій.

Адсорбційні процеси на межі метал/епоксиуретанова водна система досліджувались методом зняття кривих диференційної ємкості в діапазоні напруги від -1 до -8 В відн.н.к.е.

Антикорозійні властивості одержаних покриттів вивчені методом акустичної емісії.

У третій главі розглянуті і проаналізовані основні кінетичні закономірності формування на електроді епоксидних полімерів.

Показано, що в процесі спільного електроосадування водних дисперсій ЕД-20 і ПУС-КВ відбувається конверсія епоксидних груп (ЕГ) на 50-60% (див. мал. 1)



Мал.1. Зміна інтенсивності смуги поглинання епоксидних груп у перебігу електролізу водних систем ЕД-20/ПУС-КВ ( $U = 10$  В,  $t = 120$  с)

- 1 - ІК - спектр вихідної суміші (зонування);
- 2 - ІК - спектр осаду на катоді після електролізу.

. У той же час у процесі електролізу значно знижується розчинність осаду, який одержуємо на катоді ( див. табл. 1).

Таблиця 1

Вміст гель-фракції для вихідних речовин і їх суміші

система	: Вміст гель-фракції після екстракції : ацетоном 10 г. %	
	вихідна система (занурення)	: Осад після елек- : тролізу ( $u=10В$ , : $\tau=120 с$ )
ЕД-20	повністю розчин.	повністю розчин.
ПУС-КВ	38,75	51,25
ЕД-20/ПУС-КВ	16,30	66,55

При цьому ІК-спектр гель-фракції осаду на катоді містить смуги поглинання як фрагментів поліуретанового олігомеру (  $\nu$  1570,  $\nu$  1725,  $\nu$  1610  $см^{-1}$  ), так і епоксидно-діанового (  $\nu$  830 і  $\nu$  1130  $см^{-1}$  ).

Таким чином, нами показано, що в процесі електроосадування водних композицій епоксидно-діанового олігомеру і поліуретансемікарбазиду відбувається утворення полімеру трьохмірної структури.

Виявлено, що конверсія ЕГ залежить від низки чинників : потенціалу електроду, часу осадування (електролізу), природи металеві підоснови, а також способу нанесення Пк і режиму термообробки (див. табл. 2, 3, 4 ) і проаналізовані одержані закономірності.

На підставі одержаних даних обґрунтований вибір оптимального режиму осадування (  $u=8-10 В$ ,  $\tau=90-120 с$  ) і термообробки (  $t=150 С$ ,  $\tau=2 год.$  ).

Оскільки конверсія ЕГ починається лише при досягненні певного значення потенціалу електроду, який дорівнює  $-3,25 В$  (табл. 2) , і її величина у випадку електрохімічного способу нанесення Пк значно вище, ніж у Пк, який одержаний зануренням (табл. 3), зроблено висновок про перебіг на катоді електрохімічних реакцій, що приводять до додаткової конверсії ЕГ.

Показано, що в перші секунди електролізу конверсії ЕГ відбувається більшою мірою, ніж у наступні, що ми пов'язуємо з каталітичною дією поверхні латуні на полімеризацію епоксиду і уретану.

Залежність конверсії епоксидних груп від потенціалу електроду

Потенціал електроду	Конверсія ЕГ, %	
	після електролізу	після термообробки $t=150^{\circ}\text{C}, \tau=2$ години
1,0	0	25,0
2,0	0	24,8
3,0	0	25,1
3,25	3,5	29,8
3,75	4,85	30,7
4,25	15,60	38,6
5,0	25,41	44,2
6,0	32,15	53,5
7,0	39,76	65,8
8,0	49,05	76,2
10,0	49,18	75,6
15,0	49,01	72,3
20,0	49,05	70,8
25,0	49,13	71,2
30,0	50,10	71,4

За допомогою ІК-спектральних досліджень виявлено, що процес конверсії ЕГ на різних металах проходить з неоднаковою швидкістю (табл. 4), тобто, залежить від типу металеві підоснови.

Таблиця 3

Залежність конверсії ЕГ від способу нанесення покриттів

Спосіб нанесення	Конверсія ЕГ, %						
	Початкові дані	Час витримки при $150^{\circ}\text{C}$ , хвил.					
ПК		15	30	45	60	90	120
запурвання	0,0	5,6	8,7	15,2	22,5	24,4	25,2
електросадкування	48,0	56,7	62,3	68,2	71,4	75,2	79,1

Таблиця 4

Залежність конверсії ЕГ від природи металеві підоснови

Матеріал підоснови	Конверсія ЕГ	
	після електролізу, %	після термообробки, % $t=75^{\circ}\text{C}, \tau=1$ год. ; $t=150^{\circ}\text{C}, \tau=1$ год.
мідь-ністкий сплав	45-50	59-60 ; 70-72
сталь	30-35	42-45 ; 62-65
алюміній	55-60	62-68 ; 84-86

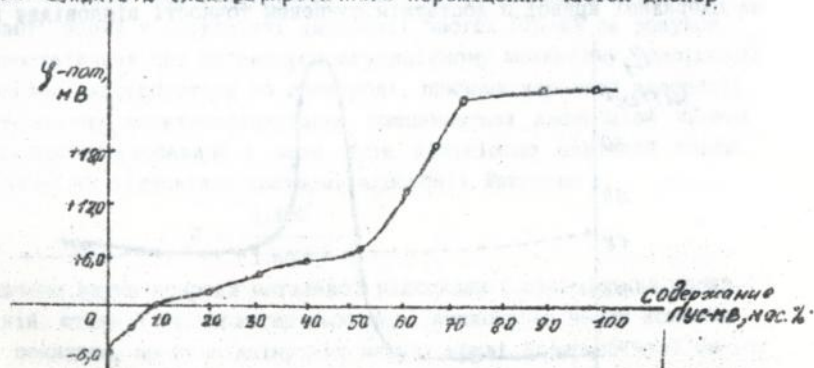
У четвертій главі описані й обговорені наслідки експериментальних досліджень електрокінетичних і адсорбційних процесів на межі метал-епоксиуретанова водна система.

Оскільки критерієм ефективності електрофоретичного осаджування можна вважати величину електрокінетичного  $\zeta$ -потенціалу, яка характеризує формування поверхнового заряду на частках полімерів, диспергованих у водних середовищах, проведені експериментальні дослідження і одержані такі значення  $\zeta$ -потенціалів від епоксидного олігомеру, поліуретансемикаробазиду, а також їхної суміші методом рухомої межі:

ЕД-20	-6,01 мВ
ПУС-КВ	+24,15 мВ
ЕД-20/ПУС-КВ (50:50 мас.%)	+ 4,58 мВ

На мал.2 подано залежність  $\zeta$ -потенціалу від концентрації ПУС-КВ в епоксидуретановій композиції, з якого видно, що при змішуванні полімерних водних дисперсій ЕД-20, ПУС-КВ відбувається перезарядка часток системи ЕД-20-ПУС-КВ, причому величина  $\zeta$ -потенціалу системи визначається долей уведеного ПУС-КВ.

Здійснені дослідження дозволили теоретично обґрунтувати можливість електрохімічного осаджування епоксидуретанових водних композицій на негативно зарядженому електроді (катоді) з достатньо високою швидкістю електрофоретичного переміщення часток дисперсії.



Мал.2. Залежність величини  $\zeta$ -потенціалу дисперсії ЕД-20-ПУС-КВ від концентрації ПУС-КВ у системі

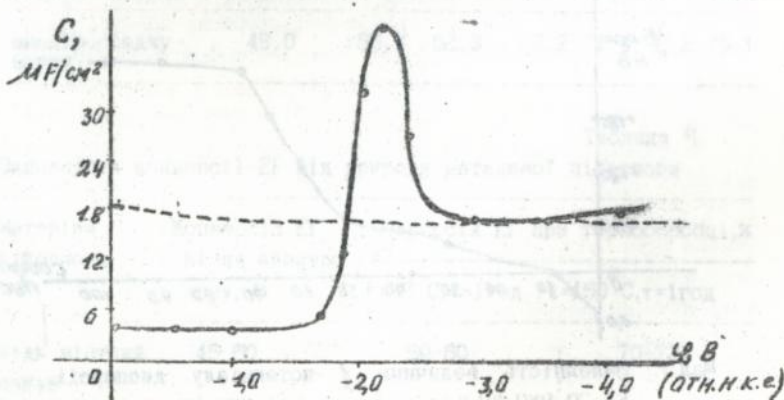
Розглянуті і проаналізовані експериментальні дані з вивчення адсорбції епоксиуретанолних систем методом зняття кривих диференційної ємкості.

Одержані с.р - криві для вихідних компонентів полімерної суміші; а також для композицій ЕД-20/ПУС-КВ різного складу на латунному електроді (МПК 5).

Встановлено, що с.р - крива для ЕД-20 збігається з аналогічною для фону ( $0,1 \text{ N Na}_2\text{SO}_4$ ) і не змінюється із зміною потенціалу і концентрації, що свідчить про те, що водна дисперсія ЕД-20 не адсорбується на латунному електроді у досліджуваному діапазоні падінь напруги (від  $-1$  до  $-8\text{В}$  відн.н.к.е.)

Крива ємкості, одержана для водної дисперсії ПУС-КВ при накладанні поляризувальної напруги постійного струму, вказана на мал. 3. З цього малюнка видно, що в межах потенціалу електроду від  $-1$  до  $-1,7\text{В}$  спостерігається значна депресія ємкості, а, як відомо, адсорбція обмеженої речовини має приводити до зменшення ємкості подвійного шару. Таким чином, ПУС-КВ адсорбується у вказаній області потенціалів. При потенціалі  $-2,5\text{В}$  на кривій диференційної ємкості ПУС-КВ спостерігається пік. Появу вказаного піку ми пов'язуємо з протіканням процесів адсорбції-десорбції, оскільки при достатньо негативних потенціалах ( $-3\text{В}$ ) ємкість подвійного шару збігається з ємкістю у розчині фонового електроліту.

Для кількісної характеристики адсорбції ПУС-КВ на латунному електроді нами одержана експериментальна ізотерма адсорбції. Форма одержаної кривої з достатнім ступенем точності відповідає ізо-



Мал. 3. Крива диференційної ємкості латунного електроду в розчині ПУС-КВ (2 моль/л) у  $0,1 \text{ N Na}_2\text{SO}_4$ .

термі адсорбції Ленгмюра і може бути описана рівнянням :

$$\theta = \frac{1,63C}{1,63C + 1} \quad \text{де } \theta - \text{міра заповнення,} \\ C - \text{концентрація, моль/л}$$

Встановлено, що при додаванні ЕД-20 у систему, яка містить лише ПУС-КВ, збільшується висота піку адсорбції-десорбції і максимум зніжується у бік більш негативних потенціалів, збільшується величина депресії ємкості (див. табл.6).

Таблиця 6

Залежність висоти і положення піку адсорбції-десорбції від складу системи ЕД-20-ПУС-КВ

Склад системи, мас. %		Положення пик, В	Ємкість, що відповідає максимальній висоті піку, мкФ/см <sup>2</sup>
ЕД-20	ПУС-КВ		
0	40	-2,5	36,705
10	40	-2,7	35,588
20	40	-2,9	40,241
30	40	-3,2	46,588

Відповідно до досліджень Джилманса з співробіт, цей ефект пов'язаний з утворенням "комплексів" органічних речовин, які адсорбуються на електроді.

Таким чином, експериментальні дані свідчать, що частки ЕД-20 набувають заряд у результаті адсорбції часток ПУС-КВ за рахунок електростатичних сил по гетерокоагуляційному механізму, утворенні "комплекси" адсорбуються на електроді, причому характер адсорбції при спільному електроосадуванні визначається адсорбцією часток поліуретансемікарбазиду і може бути кількісно описаний таким рівнянням, що відповідає ізотермі адсорбції Ленгмюра :

$$\theta = \frac{1,48C}{1,48C + 1}$$

Вивчено вплив природи металеві підоснови ( мідьмісткий сплав, алюміній, сталь ) на характер адсорбції епоксиретинних композицій і показано, що на відміну від латуні криві диференційної ємкості на сталевому і алюмінієвому електродах не мають піку адсорбції-десорбції і ділянка депресії ємкості суттєво менша, ніж для латунного електроду, що ми пов'язуємо з утворенням комплексних сполук на поверхні міді.

У п'ятій главі узагальнено результати досліджень механізму

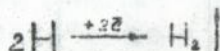
процесів, що відбуваються під час електрохімічного формування епоксиуретанових композиційних покриттів на металевій підоснові і термозатверджуванні.

Встановлено, що епоксидний олигомер ЕД-20 самостійно у відсутності ПУС-КВ не осаджується на катоді.

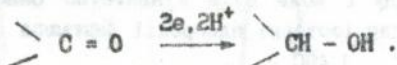
Електрохімічна побудівка водної дисперсії ПУС-КВ свідчить про наявність двох хвиль на полярограмі при  $-1,7$  і  $-2,2$  В відн.н.к.в.

У процесі дослідження модельної системи, яка являла собою фон, підкислений до рН=3, що відповідає рН водної дисперсії ПУС-КВ, виявлена полярографічна хвиля при  $-1,65 - 1,7$  В відн.н.к.в.

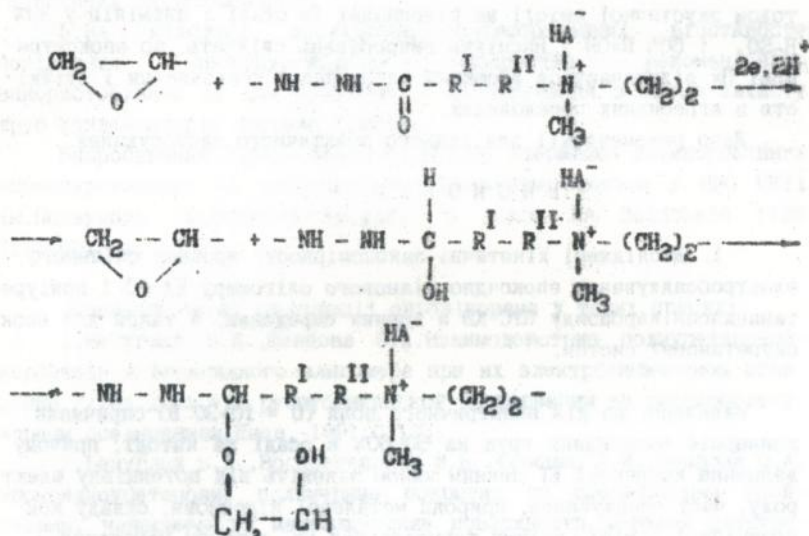
Таким чином, першу хвилю слід віднести до процесу відновлення іонів водню на електроді за такою схемою:



Для ідентифікації груп поліуретансемікарбазиду, що зазнають змін на електроді, досліджено ряд модельних сполук: олиготетраметилентгліколь, N-метилдіетаноламін, 2,4-толуїлендіізочанат, дигідразид севадіинової кислоти, дібутилацїлсемікарбазид і O-етил-N-фенілуретан. За допомогою методу ІК-спектроскопії показано, що в процесі електролізу водних розчинів указаних речовин певні зміни відбуваються лише у молекулі дібутилацїлсемікарбазиду в ділянці частот  $1110, 1670, 3450 \text{ см}^{-1}$ , які можна пов'язати з протіканням такої реакції на електроді:



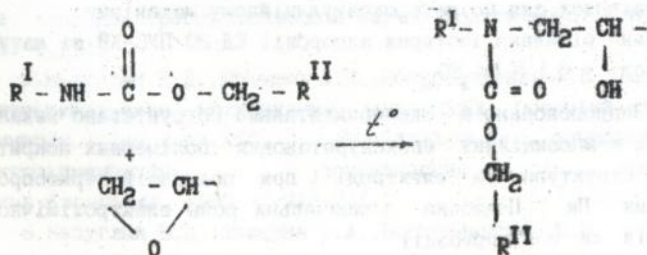
Таким чином, у процесі електролізу спільної системи ЕД-20/ПУС-КВ на катоді відбувається електрохімічне відновлення карбонільних груп семікарбазидного фрагменту в молекулі ПУС-КВ з утворенням уретанмістких гліколей, які взаємодіють з епоксидними групами ЕД-20 з виникненням простих ефірних зв'язків, що, у свою чергу, призводить до формування композиційного епоксиуретанового Ік тримірної структури:



Встановлено, що в процесі термообробки епоксиретанових плівок збільшується вміст у Ік ОН-груп (за інтенсивністю смуги поглинання в ділянці 3350-3450  $\text{cm}^{-1}$ ), що свідчить про амінійний характер затвердіння епоксидної смоли.

Враховуючи, що при цьому змінюється частота валентного коливання  $\nu_{\text{CO}}$  на 40-50  $\text{cm}^{-1}$  у НЧ ділянці, що відповідає зміненню атома водню у сполуках уретанового типу.

Таким чином, механізм процесів, що відбувається на етапі термозатвердіння епоксиретанових Ік можна подати таким чином:



У шостій главі розглядаються деякі властивості епоксиретанових покриттів. Вивчені антикорозійні властивості одержаних Пк методом акустичної емісії на підсовах із сталі і алюмінію у 30%  $H_2SO_4$  і 60% NaOH. Наслідки випробувань свідчать, що епоксиретанові Пк відзначаються високими адгезійними показниками і стійкістю в агресивних середовищах.

Дано рекомендації для їхнього практичного застосування.

## В И С Н О В К И

1. Досліджені кінетичні закономірності процесу спільного електроосаджування епоксидно-діанового олігомеру ЕД-20 і поліуретанацільсенакарбазиду ПУС-КВ з водних середовищ, а також для епоксиретанових систем.

виявлено, що дія електричного поля ( $U = 10-30$  В) спричиняє конверсії епоксидних груп на 50-60% в осаді на катоді, причому величина конверсії ЕГ певним чином залежить від потенціалу електроду, часу осаджування, природи металеві підсонови, складу композиційної суміші, режиму термообробки Пк, способу нанесення.

2. Експериментально вивчені адсорбційні процеси на межі "метал-епоксиретанова дисперсія".

Встановлено, що характер адсорбції під час спільного осаджування визначається адсорбцією ПУС-КВ у досліджуваній ділянці потенціалів (від 0 до -8В відп. н.к.е. на латунному електроді) і характеризується депресією ємкості (з аналізу  $c, \varphi$  - кривих) у ділянці потенціалів від 0 до -1,7В і наявності піку адсорбції-десорбції. Показано, що адсорбція системи ЕД-20/ПУС-КВ відбувається внаслідок утворення "комплексів", що становлять собою частки ЕД-20, на поверхні яких адсорбуються частки ПУС-КВ за рахунок електростатичних сил по гетерокоагуляційному механізму.

Одержано рівняння ізотерми адсорбції ЕД-20/ПУС-КВ на латунному електроді у 0,1 N  $Na_2SO_4$ .

3. Запропоновано і експериментально обґрунтовано механізм формування композиційних епоксиретанових полімерних покриттів тримірної структури на електроді і при подальшій термообробці одержуваних Пк. Показана визначальна роль електрохімічного процесу під час полімеризації.

4. На підставі вказаних досліджень запропонований спосіб затвердіння епоксидно-діанового олігомеру продуктами електрохімічного відновлення поліуретансемікарбазиду в умовах їх спільного осаджування з водних середовищ без застосування традиційних затужалювачів.

5. На підставі досліджень антикорозійних властивостей полімерних епоксиретанових покриттів рекомендовано використовувати їх для практичного застосування з метою захисту труб конденсаторів парових турбін.

Випробування опрацьованого методу одержання антикорозійних епоксиретанових ІК здійснено з позитивним ефектом у НВО ЦКТИ ім.Пєлєзунова (м.Санкт-Петербург), а також на Заїнській ГРЭС (Татарстан).

Основний зміст дисертації опубліковано у таких працях:

1. Безуглий В.Д., Шевцова О.А. Взаимодействие полиуретансемикарбазида и эпоксидного олигомера при их электрохимическом осаждении. // Тез. докл. VII республиканской конференции по высокомолекулярным соединениям. Киев, -1991. С.191.

2. Безуглий В.Д., Воскресенская И.Б., Юрченко Л.И., Шевцова О.А. Эпоксидноуретановые полимерные покрытия со специальными свойствами, наносимые на металлические поверхности методом электрофореза. // Тез. докл. научно-технической конференции "Прогрессивные виды защитных покрытий, механизация, автоматизация процессов нанесения покрытий и методы консервации изделий при длительном хранении". Рига. РИО ВЭФ. -1991. -С.44-45.

3. Воскресенская И.Б., Шевцова О.А., Безуглый В.Д. Эпоксиретановые покрытия для защиты металлических деталей от коррозии. // Тез. докл. республиканской научно-практической конференции. Харьков. -1991. -С.89.

4. Суров Ю.Н., Шевцова О.А. Использование метода ИК-спектроскопии для исследования водных дисперсий эпоксидно-дианового олигомера ЭД-20 и полиуретансемикарбазида. // Тез. докл. республиканской научно-практической конференции. -1991. -С.114.

5. Безуглый В.Д., Юрченко Л.И., Воскресенская И.Б., Шевцова О.А. Электрохимическая модификация эпоксидных покрытий уретановым полимером. // Тез. докл. XII Всесоюзного совещания по электрохимическим органическим соединениям. Москва-Караганда. -1990. -С.210-211.

6. Безуглый В.Д., Шевцова О.А., Воскресенская И.Б. Получение

полимерных покрытий на токопроводящих поверхностях из водных дисперсий эпоксидной смолы и полиуретансемикарбазида. // Электрохимия-1992. - т. 28. - Выпуск II. - С. 1617-1623.

7. Безуглый В. Д., Воскресенская И. Б., Шевцова О. А. Защитные электрохимические эпоксипуретановые покрытия. // Харьк. инж.-пед. ин-т РУС. - Деп. в УкрИНТЭИ 18.12.1992 № 2011-УК 92.

*О. А.*

Підписано до друку 29.04.93 р.

Об'єм I друк. арк.

Обл. - вид. арк. 0,75

Формат паперу 60 x 84

Тираж 100 прим.

Зам. 570

Друкарня ХВВКІУРВ, Сумська, 77/79

ЛІНБ ім. В. Стефаніка  
АН України







AB 27.544

**AB 27.544**