



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

یک مدل ریاضی برای الکترولیتی هم رسوبی ذرات با یک ماتریس فلزی

چکیده

در طول دهه گذشته، دانش عمومی هم رسوبی الکترولیتی از ذرات خنثی با فلزات به طور قابل ملاحظه ارتقا یافته است، و چند مدل پیشنهاد شده است. در این مقاله یک مدل جدید وجود دارد که برای غلبه بر بسیاری از کاستی های مدل هایی که قبلا توسعه یافته با شروع از یک رویکرد آماری از گنجاندن ذرات پیشنهاد شده است. اعتبار مدل جدید برای دو سیستم هم رسوبی تجربی، یعنی، مس A1203 از حمام سولفات اسیدی نشان داده شده است و طلا-AL O3 از حمام های عاری از افزودنی سیانور است.

در روزهای اولیه آبخاری کامپوزیت بیشترین توجه نسبت به مشکلات عملی هدایت شد و چند تلاش برای روشن نمودن مکانیسم هم رسوبی صورت گرفت. سه مکانیسم ممکن است تحت هدایت قرار گیرند که عبارتند از: الکتروفورز Whithers در سال 1962 (1)، به تله افتادن مکانیکی پیشنهاد شده توسط مارتین در سال 1964 (2)، و جذب ذرات در کاتد ذکر شده توسط Brandes (3) در سال 1967. محققان مختلف (4، 5) پتانسیل زتا در محلول رقیق اندازه گیری نمودند. از آنجا که در محلول هم رسوبی الکترولیتی دارای قدرت یونی بالا معمولا استفاده می شوند، برون یابی محلول های رقیق شواهدی قابل اعتماد از اثرات ممکن الکتروفورتیک ارائه می دهد. مبتنی بر تجزیه و تحلیل انتقال جرم در جهت چرخش الکترودهای دیسک، این مورد توسط Van Camp (6) محاسبه شد که توسط نیروهای اینرسیایی ذرات به سطح الکتروود دوار نمی رسند، تنها تا زمانی که

$$0.88\rho_p\omega d^2\nu^{-1} < \frac{3}{4} \quad [1]$$

P = وزن خاص ذرات، D = قطر ذرات، O = سرعت چرخش الکتروود، و ν = ویسکوزیته حرکتی. در مورد اثر جذب امکان پذیر ذرات بر روی کاتد توسط نیروهای جذبی (7 Van det Waals) (Tomaszewski) برای اولین بار به این نکته اثر کاتیون مونوووالانس در روند هم رسوبی اشاره نمود، به عنوان مثال، یونهای تالیم به شدت مقدار ذرات

هم رسوب شده را از آبکاری حمام سولفات مس ارتقا دادند، همانگونه که بعداً توسط محققان مختلف مورد تایید قرار گرفت (8-10). با توجه foster و همکاران. (10) درجه جذب یونهای مس و ذرات روی آلومینا بسیار پایین است، که فرض می شود مرتبط با درجه ضعیف هم رسوبی نباشد. با این حال علاوه بر این تترا پنتامین اتیلن و به خصوص جذب رفتار هم رسوبی و به شدت بهبود یافت.

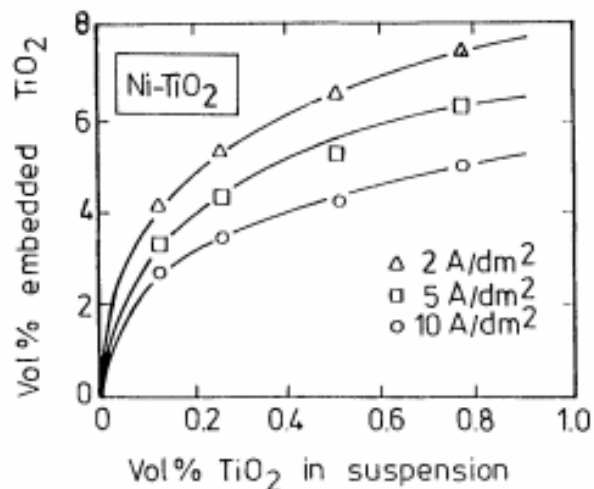
همانطور که اطلاعات بیشتر و عملی تر در مورد اثر پارامترهای الکترولیز در هم رسوبی در ذرات بی اثر با فلزات جمع آوری شدند، چند تلاش به طرح ریزی داده های تجربی در مدل ایجاد شدند. Saifullin و همکاران (11) فرمولی برای محاسبه ترکیب پوشش های کامپوزیتی، با چکیده ای از هر مکانیسم در سال 1968 ارائه نمودند. Bazzard و همکاران. (12) بیان ریاضی هم رسوبی الکترولیتی جامد ذرات هدایت کننده با فلزات را پیشنهاد نمودند. آنها در مورد گنجاندن یک ذره در زمان رسوب، T، معادله زیر را به دست آوردند

$$X_p = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_p}{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_p + 4 \pi r^2 i t e_m} \quad [2]$$

که در آن X_p ذرات مرحله دوم تعبیه شده درصد وزن $em =$ الکتروشیمیایی معادل فلز، = چگالی فلز، $pm =$ چگالی ذرات و $r =$ شعاع ذرات. این فرمول به عنوان یک ابزار برای محاسبه و پیش بینی ترکیب پوشش های مرکب در نظر گرفته می شود زیرا اثرات مهم را در نظر نمی گیرد، از جمله pH، دما و ترکیبات حمام.

یک گام مهم ریاضی، مدل Guglielmi در سال 1972 (13) بود. بر اساس شباهت قابل توجه از منحنی مربوط به درصد حجم ذرات هم رسوب شده (V / O) به درصد حجم ذرات در حمام آبکاری (CV) با حالت تعلیق در ایزوترم جذب شناخته شده (شکل 1)، او مکانیسم مبتنی بر دو مرحله پی در پی جذب را فرض نمود. جذب سست (A)، که در اصل کاراکتر فیزیکی، در درجه نسبتاً بالای پوشش کاتد توسط ذرات است. بنابراین جذب قوی (θ) در این مورد زمینه، مفید تصور می شود و به همین در ماهیت به دلیل الکتروشیمیایی، اجازه به تله افتادن ذرات در لایه ی فلزی رو به رشد را می دهد. بنابراین این فرمول استنباط می شود

$$\frac{C_v}{v/o} = \frac{M i_o^{B/A}}{n F \rho_m v_o} \cdot i^{(1-B/A)} \cdot \left(\frac{1}{k^*} + C_v \right) \quad [3]$$



شکل 1. درصد حجم ذرات هم رسوب شده در مقابل مقدار ذرات در سیستم حمام آبکاری نیکل TiO₂ (13) به حالت تعلیق درآمده.

که در آن F = ثابت فارادی، N = ظرفیت رسوب کرده در الکتروود فلز و k * = ثابت ایزوترم لانگمور، تا حد زیادی به شدت تعامل بین ذرات و کاتد M = وزن اتمی فلز رسوب کرده در الکتروود، i ، = چگالی تبادل جریان؛ pm = چگالی فلز رسوب کرده در الکتروود شده و V ، A ، B = ثابت تعیین می شود. اعتبار این مدل برای سیستم های هم رسوبی مختلف مانند SiC و TiO₂ به با نیکل از حمام (13) sulfamate، و T-A120: ~ با مس از حمام سولفات مس اسیدی با و بدون یونهای تالیوم (14)، Al₂O₃ های با نیکل، الکترولیتی نوع وات (15)، و TiO₂، با مس از حمام های اسیدی مس سولفات تایید شده است (16). این اثبات مدل Guglielmi از طرف محققان مختلف صحت و اهمیت این ریاضی عمل هم رسوبی الکترولیتی را ثابت می کند. با این حال، برخی از اعتراضات در بررسی انتقادی استخراج و از نتایج تجربی غیر قابل توضیح از کلیت این مدل سوال می کند. با توجه به دو پارامتر، i و C صرفاً به عنوان روند کنترل، سایر پارامترهای فرایند مهم به عنوان علم نیرو و جنبش (17)، اثر نوع اندازه و پیش پرداخت ذرات (8، 14)، اثر ترکیبات حمام (18)، و شرایط الکترولیز به عنوان ph 19 و دمای حمام نادیده گرفته می شوند. مدل Guglielmi اجازه نمی دهد پیش بینی در این راه صورت گیرد که پارامترهای هم رسوبی الکترولیتی را تحت تاثیر قرار دهد.

Kariapper (20 و foster)، در سال 1974، یک بیان ریاضی پیشنهاد نمودند که می تواند اثر علم نیرو و جنبش را توصیف نماید. آنها مرتبط با نرخ هم رسوبی به طور دلخواه با بیان زیر هستند

$$\frac{dV_p}{dt} = \frac{N \cdot h C_v}{1 + h C_v} \quad [4]$$

که در آن N * = تعداد برخورد ذرات مناسب برای هم رسوبی در ثانیه و V_p سرعت امواج - کسر حجمی از ذرات در رسوب است. پارامتر h بیشتر مرتبط با چگالی بار (Q) جذب شده بر روی یک ذره، میدان پتانسیل در کاتد (ΔE)، میزان (i) در که در آن فلز رسوب شده است، استحکام باند (L) رابط فلز / ذرات در هر سطح، شکل، اندازه، و چگالی ذرات (ش)، و در نهایت میزان تحریک (b)، با توجه به معادله است. [5]، که در آن H * ثابت است

$$h = h^*(q\Delta E + Li^2 - ab) \quad [5]$$

به علت روابط پیچیده بین برخی از این عوامل، تنها مقدار محدودی از کار کمی برای اثبات اعتبار این عبارت [4] انجام شده است. هر چند محاسبه و یا تخمین پارامترهای مختلف در فرمول [3] و [5] گنجانیده شده است، مزایای مهم مدل Guglielmi و Foster در کمک آنها برای درک بهتر مکانیزم از هم رسوبی قرار می گیرد. مدل ریاضی ارائه شده در این مقاله (21) شامل اندازه گیری پارامتر می شود به طوری که میزان ذرات هم رسوب شده برای یک سیستم معین در حال حاضر امکان پذیر می شود.

TarjomeFa.Com

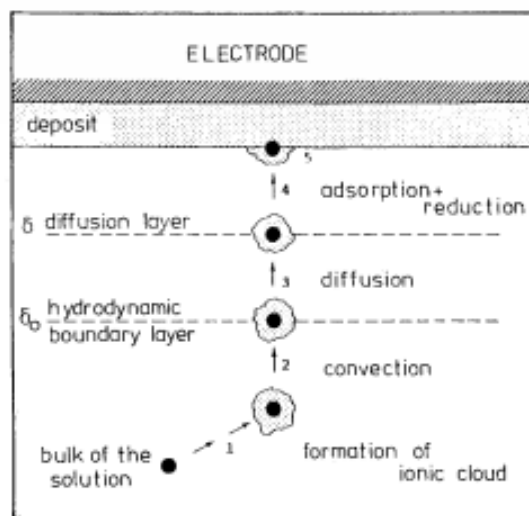
شرح مدل

مکانیسم های پیشنهادی هم رسوبی الکترولیتی ذرات خنثی با فلزات بر اساس دو ادعای بنیادین است:

1. یک لایه جذب شده از گونه های یونی در اطراف ذرات خنثی ایجاد شده است در آن زمان که ذرات به محلول آبکاری و یا قبل از پرداخت این ذرات در محلول های یونی اضافه می شوند.
2. کاهش برخی از این گونه ها جذب یونی برای گنجاندن ذرات در ماتریس فلزی مورد نیاز است.

با روش آنها در حجم محلول برای محل گنجاندن در سطح کاتد فعال، ذرات بی اثر از طریق پنج مرحله ادامه می یابند (شکل 2): (i) جذب گونه های یونی بر سطح ذرات (II) حرکت ذره توسط نیرویی به سمت لایه هیدرودینامیک مرزی (δ_0) در کاتد؛ (III) انتشار ذرات از طریق لایه انتشار دو برابر (8)، (IV) جذب ذرات، هنوز هم با آن ابر یونی جذب شده در سطح کاتد (V) کاهش برخی از گونه های جذب یونی که توسط آن ذره به طور برگشت ناپذیر در ماتریس فلزی گنجانیده می شود. برای ساخت این مدل فرض بر این است که شرایط پایدار وجود دارد، به طوری که نه تنوع غلظت، فشار، دما، و پتانسیل بیش از حد در طول این روند، که سطح کاتد به طور یکسان برای محلول برای آبکاری و برای ذرات بی اثر در دسترس رخ نمی دهد، و در نهایت یک سیستم تعلیق ذرات همگن در محلول آبکاری حفظ می شود. ما می توانیم سپس توجه خود را بر آنچه که در انتشار لایه اتفاق می افتد متمرکز نماییم.

در لایه انتشار یونها توسط انتشار در حال حرکت به سمت کاتد هستند و به طور همزمان را در کنار ذرات بی اثر بر روی تعدادی از یونها جذب می شوند. هنگامی که در سطح الکتروود، یون ها برای برآورده سازی مطالبات روند در پتانسیل بیش از حد کاربردی کاتدیک کاهش می یابند. آنچه اتفاق می افتد



شکل 2. پنج مرحله در هم رسوبی یک ذره

ذرات در سطح کاتد پر می شود اما توسط ابر یونی آنها غربال می شوند؟ اینجا فرضیه اصلی مدل گنجانده می شود: "یک ذره تنها زمانی گنجانیده می شود که مقدار K معینی از گونه های یونی K -جذبی، با توجه به ترکیب ویژگی های آبکاری محلول ها و ویژگی های ذرات، کاهش یابد." به عنوان یک نتیجه از این فرضیه هنوز هم یک فرضیه دیگر را باید اضافه کرد: "هیچ تمایز بین گونه های آزاد و جذب یونی ایجاد نمی شود و هر دو با توجه به انتقال و فرایندهای کاهش در نظر گرفته شده برابر هستند."

در نتیجه توصیف کمی از گنجاندن ذرات خنثی در یک ماتریس فلزی رو به رشد می تواند از یک روش آماری به دست آید که در آن ضریب P نشان دهنده احتمال برای یک ذره برای به گنجانیده شدن و N ، تعداد ذرات عبور لایه انتشار در الکتروود کار در واحد زمان و سطح است. فرضیه اولیه فرموله شده فوق، هم اکنون می تواند یک عبارت برای $\Delta W =$ افزایش وزن در هر واحد زمان و سطح به دلیل گنجاندن ذرات باشد

$$\Delta W_p = W_p \cdot N_p \cdot P \quad [6]$$

که در آن $WP =$ وزن یک ذره، N ، داشتن ابعاد است. با فرض کروی بودن تمام ذرات، وزن یک ذره برابرست با:

$$W_p = \frac{4\pi r^3}{3} \cdot \rho_p \quad [7]$$

با $P =$ چگالی ذرات و $r =$ شعاع ذره. افزایش وزن در هر واحد زمان و ناحیه سطحی با توجه به رسوب فلز خالص (HWM) می تواند از قانون فارادی با فرض راندمان 100٪ جریان به دست آید

$$\Delta W_m = \frac{Mi}{nF} \quad [8]$$

با $M =$ وزن مولکولی این عنصر رسوب کرده، $n =$ تعداد الکترون شرکت کننده در واکنش کاهش $HE + M \rightarrow$

$M \sim F =$ ثابت فارادی، و $i =$ چگالی جریان است. درصد وزن (W / O) تعبیه شده ذرات در یک پوشش کامپوزیت

به طور کلی می تواند به صورت زیر بیان شود

ذرات W / O های جاسازی شده

$$\begin{aligned} \text{w/o particles embedded} &= \frac{\Delta W_p}{\Delta W_m + \Delta W_p} \cdot 100 \\ &= \frac{W_p \cdot N_p \cdot P}{\frac{Mi}{nF} + W_p \cdot N_p \cdot P} \cdot 100 \quad [9] \end{aligned}$$

محاسبه از ضریب P - اجازه دهید موردی را در نظر بگیریم که در آن پوشش در چگالی جریان i رسوب می کند. اگر یکی در نظر گیرد که احتمال برای یک یون کاهش یابد (P0 چگالی جریان در دسترس است، پس احتمال برای الحاق یک ذره بر اساس کاهش یون های K-K - P (wK) ~] در چگالی جریان i می تواند از یک توزیع دوجمله ای محاسبه شود

$$P_{(k,K,i)} = \sum_{z=k}^K C_z^K [1 - p_i]^{K-z} p_i^z \quad [10]$$

محاسبه احتمال برای یک یون کاهش یافته (P0) توسط در نظر گرفتن این مورد که هیچ تمایزی بین یون های آزاد و جذبی وجود ندارد ساده می شود به طوری که هر دو می تواند برابر با توجه به فرایندهای انتقال و کاهش در نظر گرفته شود. تعداد مول که در هر واحد سطح و در هر واحد زمان i/nF کاهش می یابد، ارائه شده است. این احتمال که حضور یون در لایه انتشار کاهش خواهد یافت، نسبت بیان قبلی به تعداد مول در لایه انتشار است

$$p_i = \frac{\frac{i}{nF}}{\frac{C_{ion} + C_a}{2} \delta + \frac{i}{nF}} \quad [11]$$

با C_{ion} برابر غلظت حجم یونهای فلزی، $C =$ غلظت یونهای فلزی در سطح الکتروود کاری، و $\delta =$ ضخامت لایه انتشار. مورد اول مخرج تقریبی از غلظت متوسط در لایه دوم، و عبارت دوم نشان دهنده مول وارد کننده لایه انتشار به دلیل i است. با توجه به نظریه Leviech ضخامت لایه انتشار δ برابر است با

$$\delta = 1.61 D_{ion}^{1/3} \cdot \nu^{1/6} \cdot \omega^{-1/2} \quad [12]$$

با D_{ion} برابر ضریب انتشار یون، $V =$ ویسکوزیته محلول، و $\omega =$ سرعت چرخش دوار الکتروود کاری. از برابری بین شار انتشار و شار کاهش، می توان نتیجه گرفت که

$$\frac{-D_{ion}(C_{ion} - C_a)}{\delta} = \frac{i}{nF} \quad [13]$$

به طوری که معادله [11] می تواند بدین صورت بازنویسی شود

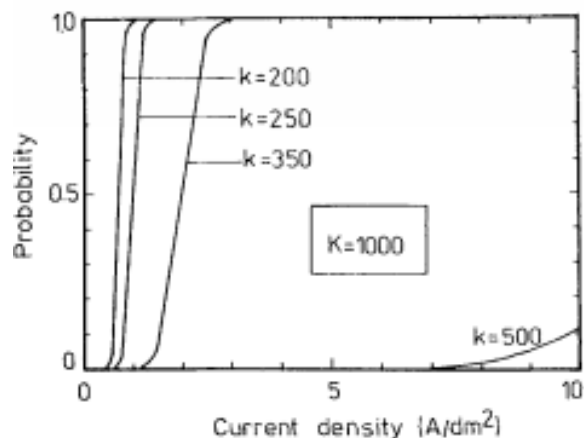
$$p_i = \frac{i}{nFC_{ion} + \frac{i\delta^2}{2D_{ion}} + i} \quad [14]$$

با وارد کردن معادله [14] در معادله [10] محاسبه احتمال الحاق یک ذره P (~)، در مقابل چگالی جریان، برای مقادیر مختلف k و K با توجه به مقدار OFS، D، N، و C امکانپذیر است. شکل 3 نشان می دهد این احتمال K = 315 و شکل 4 برای K = 315. برخی از ویژگی های کلی این تابع عبارتند از: (i) تقاضای K بالاتر، چگالی جریان بالاتر برای یک احتمال معادل، (ii) احتمال گنجاندن کمتر یک ذره در یک چگالی جریان داده شده. به منظور در نظر گرفتن اثرات هیدرودینامیک، احتمال گنجاندن یک ذره می تواند به صورت زیر نوشته شود

$$P = H \cdot P_{(k/K, D)} \quad [15]$$

که در آن H = 1، تحت جریان آرام (که در آن δ توسط معیارهای قانون Levich تعریف می شود). H = 0. تحت جریان آشفته بالا که در آن ذرات اغلب برخورد می کنند و می توانند به سختی وارد لایه انتشار نازک شوند. شواهد تجربی از این فرضیه حمایت می کنند در حال حاضر در آزمایش دیسک چرخشی (22). $H < 1 > 0$ ، در گذار و رژیم های اختلالی اولیه نشان داده شده است.

محاسبه ضرایب N، - پارامتر بعدی فرمول [7] که مشخص است، NP، تعداد ذرات با عبور از لایه انتشار در الکتروود کاری در واحد زمان و سطح می یابد. در قیاس با محاسبات که در آن احتمال به عنوان سمبل یک ذرات (P) به احتمال کاهش یون (P0) (فرمول [10]) مربوط می شود، NP در اینجا مرتبط با تعداد یون های در حال کاهش یافتن است (Nion)



شکل 3. احتمال الحاق یک ذره در مقابل چگالی جریان $K = 1000$.

$$N_p = N_{ion} \cdot \frac{C_p^*}{C_{ion}^*} \quad [16]$$

با $N =$ تعداد ذرات عبورکننده از لایه انتشار در واحد ثانیه و در واحد سطح، N_{ion} تعداد یونهای عبوری از لایه انتشار در هر ثانیه و در هر واحد سطح، $C_p =$ تعداد ذرات موجود در حجم محلول، C^* تعداد یون ها در حجم محلول. محاسبه از $C^* p$ و C^* می تواند توسط تبدیل انجام شود، به ترتیب، غلظت توده ذرات و یون ها به تعداد ذرات و یونها بر اساس به معادله زیر

$$C_p^* = \frac{C_p}{W_p}$$

$$C_{ion}^* = \frac{C_{ion} N_A}{M}$$

$$N_{ion} = \frac{i \cdot N_A}{nF}$$

با $CP =$ غلظت ذرات در حمام آبرکاری و $NA =$ عدد آووگادرو.

معادله [16] تا زمانی معتبر است که ذرات و یونها در یک نرخ یکسان حرکت کنند. این مورد فقط در زمانی وجود دارد که واکنش تحت انتقال کنترل ولتاژ بیش از حد باشد، یعنی، زمانی که کاهش یون، آزاد و یا جذب شده، کنترل مرحله نرخ است در حالی که انتشار برای ارائه یون ها در کاهش به اندازه کافی سریع است. در غلظت منطقه ولتاژ بیش از حد، گام انتقال، که با نفوذ در لایه نفوذ رخ می دهد، بر نرخ واکنش غلبه دارد. از آنجا که ذرات با ابر یونی

خود بسیار کندتر از یون های آزاد منتشر می شوند، و از آنجا که این اثر در چگالی جریان بالاتر ملموس است، انتشار نسبی این ذرات می تواند به صورت زیر نوشته شود

$$N_p = N_{ion} \cdot \frac{C_p^*}{C_{ion}^*} \cdot \left(\frac{i_{tr}}{i} \right)^\alpha \quad [17]$$

که در آن، i_{tr} = چگالی جریان گذرا از انتقال کنترل غلظت ولتاژ بیش از حد و α = اندازه گیری تعامل بین یون های آزاد و جذبی با توجه به اثرات چگالی جریان، α برای روند کاهش تحت انتقال کنترل ولتاژ بار برابر با صفر است. برای فرایند کاهش که تحت کنترل انتقال جرم α است، برابر صفر نیست.

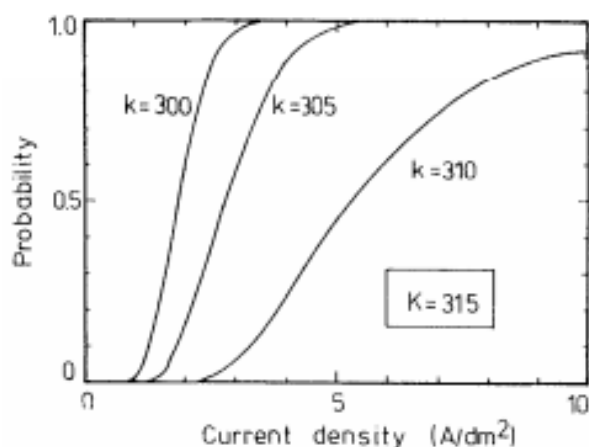
با ترکیبی از فرمول [9]، [7]، [15]، و [17] هم اکنون می توانید بیان نهایی برای درصد وزن ذرات کروی تعبیه شده را به عنوان یک تابع از چگالی جریان بیابیم

قسمت کروی. w/o emb.

$$\frac{4\pi r^3 \rho_p \cdot N_{ion} \cdot \frac{C_p^*}{C_{ion}^*} \cdot \left(\frac{i_{tr}}{i} \right)^\alpha \cdot H \cdot P_{(k/R, i)}}{\frac{3Mi}{nF} + 4\pi r^3 \rho_p N_{ion} \cdot \frac{C_p^*}{C_{ion}^*} \cdot \left(\frac{i_{tr}}{i} \right)^\alpha \cdot H \cdot P_{(k/R, i)}} \cdot 100 \quad [18]$$

یکی از پارامترهای اصلی مدل، I_{tt} ، یعنی، چگالی جریان است که در آن واکنش کاهش از انتقال بار به کنترل انتقال جرم تغییر می کند. این مورد موقعیت حداکثر در منحنی N_p ، در مقابل i و به طور غیر مستقیم مقدار حداکثر سطح هم رسوبی تعیین می کند. از این رو اندازه گیری بسیار دقیق یا محاسبه مقدار I_{TR} برای پیش بینی هر منحنی هم رسوبی لازم است. هر گونه جابجایی در منحنی قطبش به دلیل اضافه نمودن ذرات در محلول باید مشخص شود از اینرو که I_{TR} را تحت تاثیر قرار می دهد. با افزایش بار حمام ذرات، I_{TR} تغییر خواهد کرد و در نتیجه موقعیت حداکثر منحنی N_p ، به ازای i تغییر خواهد کرد.

فرمول مدل حاضر نشان می دهد که این فرایند بستگی به متغیرهای بسیار مهم دارد که عبارتند از: (i) چگالی یا پتانسیل بیش از حد، که تمام شرایط را در فرمول [18] تحت تاثیر قرار می دهد به جز موارد مربوط به ذره: (ii) لایه جذب شده در



شکل 4. احتمال الحاق یک ذره به ازای چگالی جریان برای $K = 315$

ذرات که احتمال برای هم رسوبی را از طریق نسبت K / K ، موقعیت حداکثر محور جریان، و عامل NP در منطقه غلظت اضافه ولتاژ تعیین می کند (III) خود ذره با وزن مناسب آن و مقدار آن در تعلیق، (IV) یونهای فلزی کاهش یافته که در آن هم رسوبی از طریق حداکثر و عامل Np می رود را تعیین می کند (V) شرایط هیدرودینامیکی که گستره بزرگ NP و احتمال هم رسوبی را تحت تاثیر قرار می دهد.

در این مرحله از بحث، باید برخی از ملاحظات در مورد انطباق مدل حاضر ارائه شود. با توجه به هم رسوبی الکترولیتی ذرات، باید بین هم رسوبی ذرات الکتریکی نارسانا و رسانا تمایز قائل شد. هدایت ذرات درصد برای وزن بزرگتر از ذرات نارسانا هم رسوب شده می شود و آنها همچنین تمایل دارند که منجر به نتیجه دندریتیک ماتریس فلزی شوند. با نگاهی به مدل در حال حاضر، می توان انتقاد نمود که رسانایی الکتریکی خاص ذرات به عنوان یک پارامتر وجود ندارد. با این وجود اثر این رسانایی الکتریکی به طور غیر مستقیم توسط مقدار K انتخاب شده برای محاسبه ضریب P ، K / K ، منعکس شده است. در واقع، در مورد هدایت ذرات، تعداد یونهای جذب از K یون جذبی لازم که باید برای به دست آوردن هم رسوبی کاهش یابد، کوچکتر از مورد ذرات نارسانا به دلیل قطبش ذرات هادی خواهد بود. این به این معنی است که برای تمام پارامترهای ثابت دیگر، احتمال بالاتر از هم رسوبی برای هدایت ذرات انتظار می رود. نتیجه ماتریس فلزی صرفاً مربوط به قطبش هدایت این ذرات که اجازه می دهد تا شکل گیری هسته های فلزی روی سطح ظاهری ذرات صورت گیرد زمانی که اینها در تماس مستقیم با کاتد باشند.

در نهایت، می توان تعجب نمود که چرا زمان انتظار بحرانی ذرات در کاتد به صراحت در مدل حاضر در نظر گرفته نمی شود. در واقع برخی از محققان (10) تلاش کرده اند، اما بدون موفقیت، که یک زمان بحرانی را در مدل خود قرار دهند. در مدل حاضر یک زمان بحرانی ممکن در محاسبه ضریب احتمال گنجانیده شده است $P(K/K)$. با توجه به برخوردهای دریافتی ذرات با ذرات تا حدی جاسازی شده، می توان گفت که در مورد ذرات نارسا هم رسوبی در بالای ذرات تا حدی تعبیه شده رخ خواهد داد زیرا کاهش k یون جذبی می تواند رخ دهد. در مورد ذرات هدایت کننده، قطبش ذرات در واقع این امکان را می دهد هم رسوبی های دریافتی ذرات در بالای یک ذره تا حدودی تعبیه شده صورت گیرد. در قیاس با بحث قبلی، این بیشتر احتمال هم رسوبی را از طریق کاهش مقدار K در Pk افزایش می دهد.

کاربرد مدل حاضر در داده های واقعی هم رسوبی

هم رسوبی ذرات Al_2O_3 با مس از حمام آبکاری سولفات اسیدی به طور گسترده در نوشته ها گزارش شده است.

Table I. Experimental conditions and relevant data for Cu- Al_2O_3 codeposition using rotating disk electrodes

Solution	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ pH 0.3	$C_{Cu^{2+}} = 30$ g/liter $M_{Cu} = 63.5$ g/mol $d_{Cu^{2+}} = 2.2A$ $n = 2$ $\nu = 2$ cSt $D = 0.147 \times 10^{-3}$ cm ² /s $T = 20^\circ C$
Particles	$\gamma-Al_2O_3$	$\rho_p = 3.7$ g/cm ³ $d_p = 0.05$ μm $C_{Al_2O_3} = 20$ g/liter Specific surface area 80 m ² /g
Adsorbed ions on particles	Cu^{++}, H^+	0.2 mg Cu^{++} on 1g Al_2O_3
Reduction reaction	$Cu^{++} \rightarrow Cu$	$i_r = 2$ A/dm ² $i_{lim} = 10$ A/dm ²
Flow regime	Laminar	Rotation speed: 400 rpm $\delta = 50$ μm

جدول شرایط تجربی و داده های مربوط به هم رسوبی Cu- Al_2O_3 با استفاده از الکترودهای چرخش دیسک

(7، 8، 14، 23، 24). شرایط تجربی مورد استفاده در مطالعه حاضر شده و اطلاعات لازم برای محاسبه در جدول I

خلاصه شده است. بر اساس این داده ها، پارامترهای مختلف از این مدل می تواند به طور جداگانه محاسبه شود

$$W_p = \frac{4\pi r^3}{3} \rho_p = 2.4 \times 10^{-19} \text{ kg} \quad [19]$$

$$\Delta W_m = \frac{Mi}{nF} = 0.33 \times 10^{-6} \times i \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \quad [20]$$

$$N_p = N_{ion} \cdot \frac{C_p^*}{C_{ion}^*} \cdot \left(\frac{i_{tr}}{i} \right)^\alpha$$

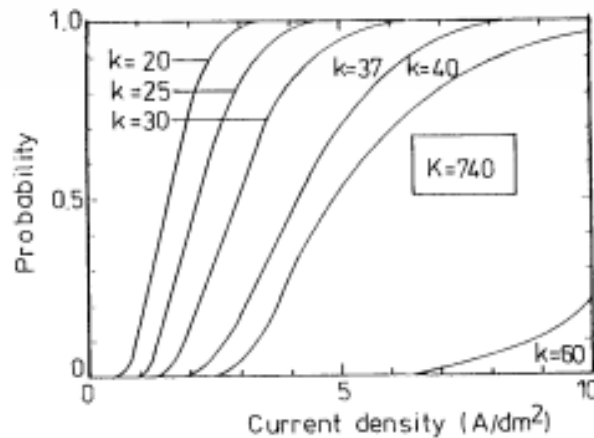
$$= 9.187 \times i \times \left(\frac{2}{i} \right)^\alpha \times 10^{11} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \quad [21]$$

$$p_i = \frac{i}{C_{ion} \delta n F + \frac{i \delta^2}{2D_{ion}} + i} = \frac{i}{45.3 + 6.4 i} \quad [22]$$

$$K = 740 \text{ ions/particle}, \quad H = 1$$

در شکل 5، با نسبت‌های مختلف k/k رسم شده است. برای استفاده از مدل، دو پارامتر هنوز باید مشخص شوند، یعنی k و α . مطابق با این مدل فرض بر این است که در منطقه کنترل انتقال بار $\alpha = 0$ است. از مقایسه بین نتایج تجربی و نظری K ممکن است ارزیابی شود. فرمول نهایی مدل در منطقه ولتاژ انتقال بار برابرست با

$$\text{w/o embedded Al}_2\text{O}_3 = 66.8 \times P_{(5/7,1)} \quad [23]$$



شکل 5. احتمال الحاق یک ذره در ازای چگالی جریان.

هنگامی که K شناخته شده باشد، مقدار α در منطقه تمرکز ولتاژ را می توان از نتایج تجربی هم رسوبی استنباط نمود. بنابراین مدل در منطقه تمرکز اضافه ولتاژ برابر می شود با

$$w/o \text{ embedded Al}_2\text{O}_3 = 66.8 \times (2/i)^6 \times P_{(5\%,1)} \quad [24]$$

نتایج نظری و تجربی در شکل 6 رسم شده است و دارای تناسب خوبی است. بر اساس مقادیر k و α به دست آمده در الکتروود دیسک دوار تحت شرایط انتقال کنترل شده، انبوه اطلاعات زودتر منتشر شده برای هم رسوبی از آلومینیوم با مس در کاتد عمودی با ارتعاش صفحه پایین دارای کف سوراخ با ارائه تحریک لازم (14) می تواند بررسی شود. از آنجا که سیستم یکسان هم رسوبی در نظر گرفته شده است، که در آن فقط میزان تحریک متفاوت است، نیاز نیست پارامترهای مدل اصلاح شوند، به جز H که از مقدار واحد متفاوت خواهند بود در حالی که ITR از اندازه گیری قطبش برابر با $DIN / 2 \ 1.65$ با $H = 0.25$ گرفته شده است. بنابراین این مدل به صورت زیر بیان می شود

$$w/o \text{ embedded Al}_2\text{O}_3 = 0.167 \left(\frac{1.65}{i} \right)^\alpha \times P_{(5\%,1)} \quad [25]$$

با $\alpha = 0$ و $DIN / 1.65 > 0$ و $DM \ 2 / 1.65 \leq 6$

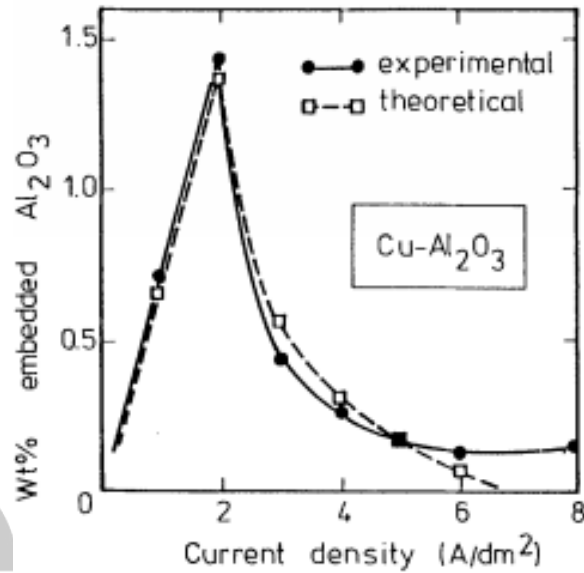
مقایسه بین داده های تجربی و نظری در شکل 7 نشان داده شده است. انحراف بین تئوری و تجربه احتمالا به دلیل تنظیم آزمایشی است که در آن هیچ ضخامت لایه ثابت دو برابر به دست نمی آید، و شار یون و ذرات روی سطح الکتروود یکنواخت نیستند. به هم رسوبی کمتر پیش بینی شده و به طور تجربی تایید شده، زمانی که از نصب الکتروود دوار به به نصب الکتروود عمودی غیردوار می رود، توجه کنید.

سیستم هم رسوبی دوم که با استفاده از الکتروود دوار مورد مطالعه قرار گرفت، هم رسوبی آلومینیوم (آلومینا) ب طلا از محلول سیانور طلا. شرایط تجربی و اطلاعات لازم برای محاسبه در جدول II خلاصه شده است. مقادیر مختلف itr باید استفاده شوند زیرا دو گذار از کنترل ولتاژ زیاد انتقال بار به کنترل تمرکز اورولتاژ از اندازه گیری های قطبش پتانسیل-جنبشی بنظر می رسد (25). داده های به دست آمده عبارتند از

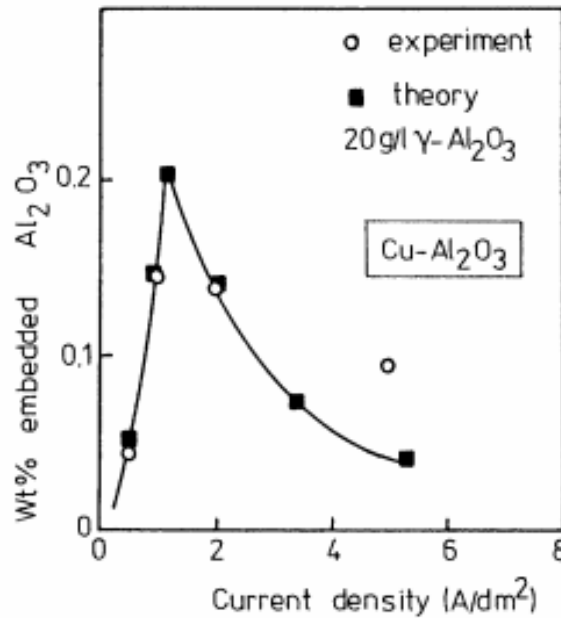
$$W_p = 2.4 \times 10^{-19} \text{ kg} \quad [26]$$

$$\Delta W_m = 2.04 \times 10^{-6} \times i \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \quad [27]$$

$$H = 1 \quad [28]$$



شکل 6. نتایج پیش بینی شده و آزمایشی برای هم رسوبی Cu-Al₂O₃ در الکترود دیسک دوار



شکل 7. نتایج پیش بینی شده و آزمایشی برای هم رسوبی Cu-Al₂O₃ در کاتد عمودی

$$N_p = 1.65 \times 10^{13} \times i \times \left(\frac{i_{tr}}{i} \right)^\alpha \quad \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \quad [29]$$

در فقدان داده ها، مقدار اجزای درگیر در واکنش، متناسب با غلظت طلا در محلول تصور می شود

$$P_1 = \frac{i}{1.88 i + 2.12} \quad [30]$$

در شکل 3 $K = 1000$ و متفاوت مقادیر K / K رسم شده است.

برای پارامترهای مدل، سه پارامتر باید برای کاهش دو گونه مشخص شوند، یعنی K ، K ، و $\alpha=0$ در ناحیه اضافه ولتاژ انتقال بار. بهترین تناسب برای نتایج تجربی با قرار دادن مقادیر زیر در گونه های اول یافت می شود: $K / K = 0.15$ و $K = 200$. برای گونه دوم، بهترین تناسب با $K/k = 0.15$ و $K = 500$ به دست می آید.

این مدل به صورت زیر بیان می شود

برای کاهش اولین گونه ها

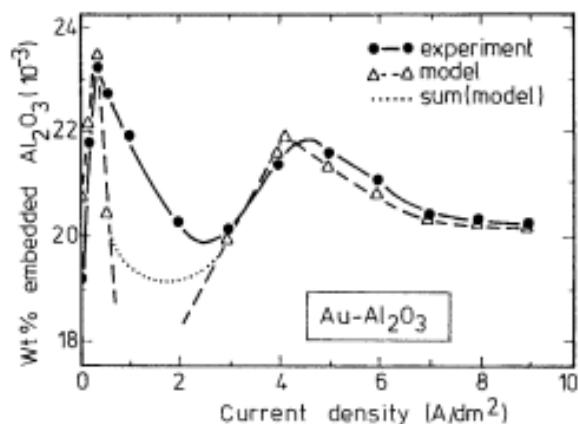
$$\text{w/o embedded Al}_2\text{O}_3 = 1.55 \times P_{(15\%,1)} \times \left(\frac{0.35}{i} \right)^\alpha \quad [31]$$

Table II. Experimental conditions and derived data for Au-Al₂O₃ codeposition using rotating disk electrodes

Solution	KAu(CN) ₂ pH 4	$C_{Au^+} = 10.3$ g/liter $M_{Au} = 197$ g/mol $n = 1$ $d_{Au^+} = 2.5 \text{ \AA}$ $\nu = 0.867$ cSt $D = 0.98 \times 10^{-5}$ cm ² /s $T = 40^\circ\text{C}$
Particles	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\rho_p = 3.7$ g/cm ³ $d_p = 0.05$ μm $C_{Al_2O_3} = 20$ g/liter
Adsorbed ions on particles	Au complexes, H ⁺	Au(CN)_2^- , Au(CN)
Reduction reaction	First species Second species	$i_{L1} = 0.35$ A/dm ² $i_{L2} = 4.25$ A/dm ²
Flow regime	Laminar	Rotation speed: 600 rpm $\delta = 43$ μm

جدول II. شرایط تجربی و اطلاعات به دست آمده برای Au-Al₂O₃ هم رسوبی با استفاده از الکترودهای چرخش

دیسک



شکل 8. منحنی تجربی و نظری هم رسوبی برای سیستم Al_2O_3 هم رسوبی.

$$\text{w/o embedded Al}_2\text{O}_3 = 1.94 \times P_{(15\%,i)} \times \left(\frac{4.25}{i}\right)^\alpha \quad [32]$$

برای کاهش گونه های دوم

منحنی تجربی و نظری هم رسوبی برای $\text{Au-Al}_2\text{O}_3$ در RDE در شکل 8 مقایسه شده است.

نتیجه گیری

مدل های جدید (21)، بر اساس یک رویکرد آماری، برای هم رسوبی الکترولیت ذرات بی اثر شده با فلزات است.

فرضیه اساسی برای توسعه مدل به شرح زیر است: یک ذره تنها وقتی گنجانیده می شود که یک مقدار مشخصی از

جذب یون، وابسته به سیستم هم رسوبی خود، کاهش یابد. این بیان به صورت زیر ترجمه می شود

$$\text{w/o particles embedded} = \frac{W_p \cdot N_p \cdot P}{\Delta W_m + W_p \cdot N_p \cdot P} \cdot 100$$

که در آن W_p ، وزن یک ذره (کیلو گرم)، N_p ، مقدار = ذرات عبورکننده از لایه انتشار در الکتروود کار در هر واحد

زمان و سطح در چگالی جریان i (-1 متر-2)، P = احتمال گنجانیدن یک ذره در چگالی جریان i ، ΔW_m جرم

ماتریس فلز در هر واحد زمان و سطح رسوب چگالی جریان (کیلوگرم بر متر -2 S-).

این مدل معتبر برای هم رسوبی الکترولیتی $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$ در حمام سولفات اسیدی و طلا-3: A120، از حمام

سیانور پیدا شد و در نتیجه ما انتظار داشتیم برای تمام دیگر سیستم های آبکاری کامپوزیتی معتبر باشد. اگر

اطلاعات لازم برای محاسبه ضریب احتمال P در دسترس نباشد، پارامترهای مدل را می توان توسط مقایسه تئوری و تجربه تعیین نمود. ما باور داریم این مدل به یک بینش عمیق تر و کامل تر در مکانیسم های الکترولیتی فرآیندهای هم رسوبی کمک می نماید. این مقاله در 27 ژوئن، 1986، دستنوشته تجدید نظر دسامبر 17، 1986 ارائه شد.

Cion غلظت حجمی یون های فلز

Co غلظت یون های فلزی در سطح الکتروود کاری

Cp غلظت ذرات در حمام ابکاری

C*p تعداد ذرات در حجم محلول

C*ion تعداد یون ها در حجم محلول

Cv درصد حجمی ذرات در حمام ابکاری (درصد)

d ضریب نفوذ یون

Em معادل فلز

E گرادیان پتانیل (V)

F ثابت فارادی

H ضریب آثار هیدرودینامیک (-)

I چگالی جریان

Io چگالی جریان تبادلی

Itr چگالی جریان گذار از انتقال بار به کنترل ولتاژ بیش از حد غلظت

K* ثابت لانگومیر(-)

K میزان یون های جذبی در ذره (-)

M جرم مولی یا اتمی

ترجمه فا

TarjomeFa.Com

N والانس فلز رسوب یافته در الکتروود (-)

N_{ion} تعداد یون های عبور کننده از لایه انتشار در هر واحد زمان و حوزه سطحی

N_p تعداد ذرات عبوری از لایه انتشار در الکتروود کاری در واحد زمان و حوزه سطحی

N^* تعداد برخورد های ذرات مناسب برای هم رسوبی در واحد زمان و حوزه سطحی

Na عدد اوودگادرو

P1 احتمال برای یون که باید کاهش یابد

P احتمال یک ذره در گنجانده شدن (-)

R شعاع ذره (m)

X_p درصد وزنی ذرات جاسازی شده (درصد)

W_p وزن یک ذره (kg)

W_m افزایش وزن فلز رسوب یافته در واحد زمان و حوزه سطحی

α اندازه تعامل بین یون های جذبی به علت آثار چگالی جریان (-)

δ ضخامت لایه انتشار (m)

δ_0 ضخامت لایه مرزی هیدوردینامیک (m)

θ پوشش جذب قوی (-)

ν ویسکوزیته سینماتیک

P_m چگالی فلز رسوب شده در الکتروود

ρ_p چگالی ذرات

σ پوشش جذب سست

ω سرعت چرخش الکتروود

REFERENCES

1. J. C. Whithers, *Prod. Fin.*, **8** (1962).
2. P. W. Martin and R. V. Williams, Proc. Interfinish '64, pp. 182-188, British Iron and Steel Research Ass., London (1964).
3. E. A. Brandes and D. Golthorpe, *Metallurgica*, 195 (1967).
4. J. E. Hoffman and C. L. Mantell, *Trans. Met. Soc. AIME*, **236**, 1015 (1966).
5. D. W. Snaith and P. D. Groves, *Trans. Inst. Met. Finish.*, **51**, 27 (1973).
6. M. Van Camp, Engineering Thesis, KU. Leuven (1979).
7. T. W. Tomaszewski, L. L. Tomaszewski, and H. Brown, *Plating*, **56**, 1234 (1969).
8. E. S. Chen, G. R. Lakshminarayanan, and F. K. Sautter, *Met. Trans.*, **2**, (4), 937 (1971).
9. J. R. Roos, J. P. Celis, and J. A. Helsen, *Trans. Inst. Met. Finish.*, **55**, 113 (1977).
10. J. Foster and A. M. J. Kariapper, *ibid.*, **50**, 207 (1972).
11. R. S. Saifullin and R. G. Khalilova, *J. Appl. Chem. USSR*, **43** (1970).
12. R. Bazzard and P. J. Boden, *Trans. Inst. Met. Finish.*, **50**, 63 (1972).
13. N. Guglielmi, *This Journal*, **119**, 1009 (1972).
14. J. P. Celis and J. R. Roos, *ibid.*, **124**, 1508 (1977).
15. N. Masuko and K. Mushiake, *J. Met. Finish. Soc. Japan*, **28**, 534 (1977).
16. M. K. Totlani and S. N. Athavale, *J. Electrochem. Soc. India*, **31**, 119 (1982).
17. J. Zahavi and J. Hazan, *Plating Surf. Finish.*, **70**, 57 (1983).
18. T. Hayashi, in Proc. Interfinish '76, Amsterdam (1976).
19. F. K. Sautter, *This Journal*, **110**, 557 (1963).
20. A. M. J. Kariapper and J. Foster, *Trans. Inst. Met. Finish.*, **52**, 87 (1974).
21. C. Buelens, Ph.D. Thesis, KU. Leuven (1984).
22. J. P. Celis, J. R. Roos, W. Van Vooren, and J. Vanhumbecq, Paper K, pp. 1-10, Proc. 3rd AESF Pulse Plating Symposium, Washington, DC (1986).
23. C. White and J. Foster, in Proc. Annual Technical Conference IMF, Torquay (1978).
24. J. E. Hoffmann and R. C. Ernst, INCRA-Project No. 31 (1964).
25. C. Buelens, J. P. Celis, and J. R. Roos, *J. Appl. Electrochem.*, **13**, 541 (1983).



برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمائید.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی