



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

رسوب الکتروشیمیایی پوشش های کامپوزیت نیکل / کاربرد سیلیکون در

الکتروود دیسک های دوار

پوشش های کامپوزیت مناسب برای حفاظت در برابر سایش توسط رسوب الکتروشیمیایی از محلول وات نیکل حاوی ذرات کاربرد سیلیکون نگهداری شده در تعلیق تهیه شد. برای به دست آوردن درک بهتر اثرات هیدرودینامیکی در روند هم رسوبی الکتروود دوار دیسک، غوطه ور در یک جریان عمودی رو به افزایش، مورد استفاده قرار گرفت. غلظت محلی SIC جاسازی شده در امتداد شعاع در الکتروود دیسک به عنوان تابعی از غلظت تعلیق، سرعت چرخش و قطر میانگین ذرات مورد مطالعه قرار گرفت. اثر پلیمر واکنشی نیز مورد آزمون قرار گرفت. هر چند که به طور کلی اعتراف شد که میزان اختلاط ذرات توسط فرآیند دو مرحله ای جذب می شود، نتایج تجربی نشان می دهد که به توزیع فضایی جریان سیال دیواره بستگی دارد. جزء طبیعی از سرعت سیال برخورد ذرات را افزایش می دهد، در حالی که مولفه موازی گرایش به بیرون راندن ذرات ثابت شده به طور آزادانه دارد. رقابت بین نیروهایی که تمایل به حفظ ذرات کند متصل به سطح و نیروی برشی دارند که تمایل به حذف آنها دارند، به چند پارامتر، به خصوص شیمی سطح و اندازه ذرات، سرعت جریان و چگالی جریان بستگی دارد.

فهرست نمادها

A,B ضرایب Tafel مطابق با رسوب ذرات و فلز، به ترتیب

α_V نسبت حجمی میزان ذرات هم رسوب شده (1 درصد حجم)

α_W نسبت وزنی میزان ذرات هم رسوب شده (1 درصد حجم)

C غلظت ذرات در تعلیق در حمام

Fstgn, Fadh نیروهای خارج شده در ذرات (چسبندگی، ایستایی، حذف، اصطکاک)

Ffric, Fshear

η پتانسیل بیش از حد (V)

i چگالی جریان

K ضریب لانگمیور

T ضریب ثابت در معادله 2

V_r و V_z جز عمودی و شعاعی برای سرعت سیال

Ω نسبت چرخش الکتروود دیسک (rpm)

Ω_c نسبت چرخش بحرانی (rmp)

1. مقدمه

پوشش کامپوزیت ها را می توان با رسوب الکتروشیمیایی از یک محلول الکتrolیتی حاوی ذرات نامحلول تعلیق [1] تهیه نمود. برنامه های کاربردی جالبی برای مقاصد مقاومت سایش [2, 3], روغن کاری خشک [4, 5], anticorrosion [6, 7] و پراکندگی سخت شدن توسعه یافته اند [8, 9]. بسیاری از سیستمها، از جمله فلزات مانند [10-13, 32], مس، نیکل [2, 3, 8, 9, 14], نقره ای [5], کبالت [15, 16], سرب [17] و طلا [18, 35] مورد مطالعه قرار گرفتند. انواع ذرات بزرگ، از جمله مواد بی اثر مثلاً الماس [19], مواد سرامیک مانند کاربید سیلیکون [2, 5, 20-23], کاربید تیتانیم [17], کاربید کروم [6], آلومینیوم (آلومینا) [8 به 11, 25] تیتانیا [9, 20], اکسید کروم [16], روان کننده ها و مواد نظیر PTFE [26], گرافیت [27] یا سولفید دولیبدنیوم [4, 5] و همچنین مواد فلزی مانند کروم [28, 29] استفاده شدند. از آنجا که پوشش های نیکل / سیلیکون کاربید خواص تروپولوژیکیالی عالی آنها اولین بار برای محافظت از موتور

دوار NSU-Wankel [23] در برابر ساییدگی توسعه یافت، و به جای جایگزین های برای پوشش کروم سخت در موتورهای آلومینیومی چهار زمانه یا دو زمانه استفاده می شوند [3]، [31].

با توجه به نوشته ها، سرعت به تله افتادن ذره به بسیاری از عوامل مرتبط با ذرات (اندازه، چگالی، ترکیب، پتانسیل زتا [11، 25، 30، 39]، هدایت [40]) و یا به محلول الکترولیت (ترکیب، pH، دما، وجود مواد افزودنی [21، 30، 32]) بستگی دارد. به نظر می رسد آشفتگی حمام عاملی مهم باشد، اما اثرات آن تا حدودی مبهم است. در بسیاری از موارد اندازه ذرات بزرگتر از 0.1 میکرو متر است و در نتیجه الکترولیت بهم زدن شدید برای به دست آوردن همگن تعلیق لازم است. شیوه های مختلف بهم زدن به کار گرفته شده اند [1]، [16]. در برخی از فرآیندهای صنعتی، بسیاری از این تکنیک ها به طور همزمان به کار گرفته می شوند [15]، [26]. با این حال، گاهی اوقات مشاهده شده است که افزایش سرعت سیال منتج به کاهش در میزان اختلاط ذرات جامد می شود [30]، [33].

علت اختلاط ذرات خنثی در رسوب به دام افتادن مکانیکی [34] یا نیروهای الکتروفوریتیک وارد بر ذرات باردار الکتریکی نسبت داده شده است [25]. در سال 1972، Guglielmi یک مدل ساده دو مرحله ای را پیشنهاد نمود [20]. فرض می شود ذرات تحت پوشش توسط یون های فلز جذب $Ma2d + S$ هستند. در مرحله اول، ذرات ها آزادانه در رابط کاتدی جذب می شوند. پوشش سطح، σ ، با کمی تغییر توسط ایزوترم جذب لانگمور بیان می شود:

(1)

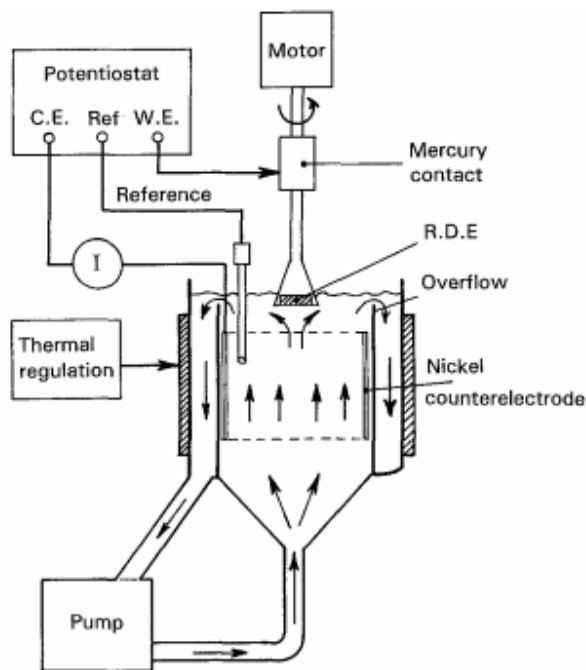
که در آن، K ضریب جذب، C غلظت ذرات در الکترولیت و θ پوشش سطح توسط ذرات است که هنوز به طور قطعی متصل به پوشش هستند. به طور موثر، در بسیاری از تحقیقات تجربی αV تمایل به حد مجانبی برای افزایش مقدار غلظت تعلیق دارد. در طول مرحله دوم، ذرات جذبی آزادانه به طور قطعی متصل به رسوب کاهش الکترولیتیک از یونهای جذب $Ma2d + S$ هستند. با فرض اینکه، که نرخ کاهش از قوانین Tafel اطاعت می کند، معادله زیر به دست می آید:

(2)

که در آن نمادها در آغاز این مقاله توضیح داده شده اند.

با توجه به معادله 2، قطعه $C / \alpha v$ برابر C برای پتانسیل های بیش از حد مختلف ثابت (یا چگالی جریان) خطوط مستقیم همگرا در یک نقطه مشترک $C_0 = 1 - K$ بر محور C هستند. Guglielmi نتایج تجربی به دست آورده که در توافق خوبی با پیش بینی او قرار دارد. به طور خاص او تصریح کرده است که αv تابع افزایشی از i در مورد هم رسوبی نیکل / است SIC، در حالی که این یک تابع کاهش می دهد در مورد هم رسوبی نیکل / [20] [TIO 2]. بود.

این مهم است که توجه داشته باشید که علم نیرو و جنبش هیچ نقشی در این مدل بازی نمی کند. علاوه بر این، رابطه Tafel استفاده شده در معادله 2 تنها در مورد محدودیت سرعت واکنش معتبر است و می تواند هنگامی که چگالی جریان یا جریان ذرات محدود شده توسط انتقال جرم محدود شده است، مورد استفاده قرار گیرد. Celis و همکاران. [11، 18، 30، 35-37] هم رسوبی مس یا طلا با آلومینا را بر روی یک الکتروود دیسک دوار مورد مطالعه قرار دادند و مدل ریاضی را استخراج نمودند که در آن فرض شده است که یون های آزاد و جذبی فلزی با توجه به فرآیندهای انتقال و کاهش برابر هستند و اینکه یک ذره به این فلز در صورتی متصل می شود که مقدار یون جذب شده در طی زمان اقامت آن در مجاورت رابط کاتدی کاهش یابد [36، 37]. αv را V چگالی جریان را تا زمانی که نرخ رسوب تحت کنترل انتقال بار است افزایش می دهد و هنگامی که کاهش می دهد که جریان توسط انتقال جرمی گونه های یونی محدود شده باشد. این نیز به طور تجربی مشاهده شده است که اختلاط الکتروولیت $v\alpha$ را در مقابل ارتباط i حتی برای فلزات که نرخ رسوب آنها توسط انتقال جرمی از گونه های یونی محدود نشده است تغییر می دهد. برای مثال، در سیستم نیکل / SIC، Foster و Kariapper [38] = مشاهده نمودند که افزایش در تحریک حمام کاملا رابطه بین $v\alpha$ و چگالی جریان را معکوس می کند.



شکل 1. طرح راه اندازی آزمایشی مورد استفاده برای رسوب الکتروشیمیایی پوشش کامپوزیت

هدف از مطالعه حاضر، به دست آوردن درک درستی از اثرات جریان سیال در نرخ اختلاط ذرات خنثی با فلز electrodeposited است. پوشش مرکب نیکل / SiC بر روی یک الکتروود دیسک دوار رسوب نمود که از دسترسی یکسان به انتقال جرم استفاده می کند. توزیع شعاعی کسر حجمی محلی ذرات جاسازی شده به عنوان یک تابع از سرعت چرخش، غلظت ذرات، اندازه ذرات و چگالی جریان مورد مطالعه قرار گرفت. شرایط هیدرودینامیک نیز با اضافه کردن پلیمر واکنشی به الکتروولیت اصلاح شد.

2. جزئیات تجربی

2.1. راه اندازی آزمایشی

سلول آبکاری یک ظرف شیشه ای استوانه ای شکل با انتهای مخروطی است (شکل 1). الکتروولیت، که شامل پودر SiC در تعلیق است از پایین سلول صعود نمود و در طول لبه به یک محفظه متحد المركز ریخته شد، این مورد با استفاده از یک پمپ گریز از مرکز دوباره چرخانیده شد. نرخ پمپاژ برای حصول اطمینان از سرعت بسیار

آهسته تعلیق ذرات که فقط برای جلوگیری از رسوب کافی بود تنظیم شد. الکتروود کاری دارای 12 تا 20 میلی متر قطر دیسک در منطقه رکود جریان صعودی غوطه ور شد. آنها از تیتانیوم و یا نیکل جلا داده شده ساخته شده بودند. با استفاده از زوج ردوکس فری / فرو-سیانور ، و اندازه گیری جریان محدود کننده، تایید شد که در مجاورت الکتروود، جریان سیال توسط چرخش دیسک اداره می شود و نه چرخش دوباره الکتروولیت در سرعت چرخش 200 دور در دقیقه.

<i>SiC powder</i>	<i>Mean diameter /μm</i>	<i>BET area /$\text{m}^2 \text{g}^{-1}$</i>	<i>Main bulk impurities /wt %</i>	<i>Surface composition</i>	<i>Crystal structure</i>
<i>Lonza</i>					
UF 05	2.8	4.57	Fe 0.95%	SiO	$\alpha(\text{III})$ and β
UF 10	1.8	10	P 0.7%		
UF 15	0.8	15.6			
UF 32	0.1	≈ 32			
<i>Wolters</i>	4	2.55	N 0.13% Fe 0.5%	SiC + ϵ SiO	$\alpha(\text{III})$ + $\alpha(\text{II})$
<i>Ibidens</i>	10	0.9	Total < 1%	SiO + SiC	β

جدول 1. ویژگی های اصلی از پودر سیلیکون کاربرد های مختلف برای تهیه حمام پوشش های کامپوزیتی آبکاری مورد استفاده قرار

برای رسوب الکتروشیمیایی نیکل محلول آبکاری حمام واتس (3-300gdm³ NiSO₄.7H₂O؛ NiC₁₂؛ 330-gdm³؛ H₃BO₃ 40gdm³) بود. PH تا 4.5 تنظیم شد و دمای در (0.5 • 50.0) درجه سانتی گراد حفظ شد. در تعداد محدودی از آزمایشات، مقدار کمی از صمغ زانتان، که یک زنجیره طولانی واکنشی پلیمری است، به الکتروولیت برای آزمایش اثر آن در اختلاط ذرات اضافه شد. رسوب الکتروشیمیایی به طور بالقوه یا گالوانوستیک انجام شد. پتانسیل الکتروود در برابر الکتروود مرجع جیوه سفید اشباع سده (SCE) اندازه گیری شد. ورق بزرگ نیکل خالص به عنوان آند محلول مورد استفاده قرار گرفت.

2.2. خواص پودر SiC

پودر سیلیکون کاربرد از تولید کنندگان مختلف (Wolters, Lonza و Ibiden) مورد استفاده قرار گرفت. اندازه ذرات با استفاده از دستگاه Sedigraph اندازه گیری شدند و مورفولوژی میکروسکوپی اسکن الکترون مشاهده شد. ترکیب SIC با جذب اتمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پروفیل غلظت سطحی توسط SIMS و مشخص شد. ساختار بلوری SIC به طور کلی ترکیبی از چند فاز مکعب و شش ضلعی است که توسط پراش پودر اشعه X شناسایی شد. داده های اصلی در جدول 1 خلاصه شده است. شایان ذکر است که لایه سطحی، کربید سیلیکون Lonza حاوی مقدار بسیار بیشتری از اکسیژن از دیگر پودرهای SIC است. با توجه به مشاهده SEM، ذرات Lonza و Wolters شکل بسیار نامنظمی و اغلب مانند پلاکت ها با لبه های تیز را به نمایش گذاشتند و در نتیجه مانند برش در امتداد صفحه های شبکه مچگالی در سنگ مواد حجمی به نظر می رسید. در مقابل، ذرات Ibiden-S که توسط روش های مختلف آماده شده، بیشتر یا کمتر دارای شکل دایروی بود. اغلب آزمایش ارائه شده در این مقاله با پودر Lonza SIC انجام شد چون اندازه پنج دانه از کیفیت مواد مشابه در دسترس بود.

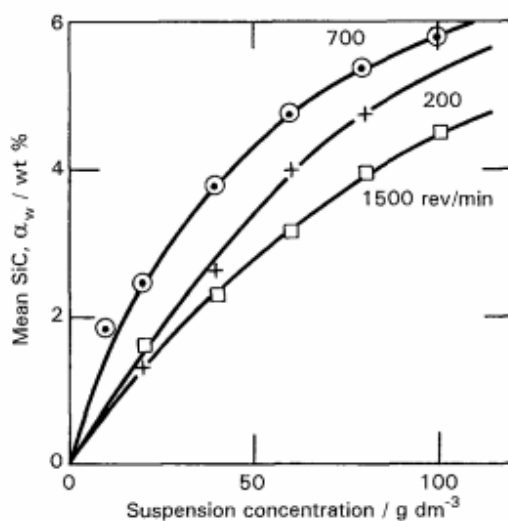
2.3. تجزیه و تحلیل پوشش کامپوزیت

پوشش کامپوزیت از بستر تیتانیوم خود از هم جدا شدند؛ آنها خشک شدند و CO₂ حاصل توسط طیف نمایی جذب مادون قرمز مشخص شد. با استفاده از این روش، میانگین غلظت SIC جاسازی شده مورد بررسی قرار گرفت. اندازه گیری خطا در درصد SIC متوسط در حدود $0.2 \pm$ ٪ بود. غلظت SIC محلی، α_l ، توسط تجزیه و تحلیل EDX با اندازه گیری نسبت بین شدت به پیک خود و پیک نیکل سیلیکون، و با مقایسه استاندارد همگن مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین توزیع شعاعی α_l در برابر R SIC گنجانیده شده در الکتروود دیسک، مجموعه های مختلفی از اندازه گیری هر چند میلی متر در امتداد شعاع دیسک انجام شد. حوزه تجزیه و تحلیل # 100 # MX 100 متر مربع، برای توصیف غلظت محلی به اندازه کافی کوچک بود، اما برای به دست آوردن دقت معقول ($0.5 \pm$ ٪) به اندازه کافی بزرگ بود.

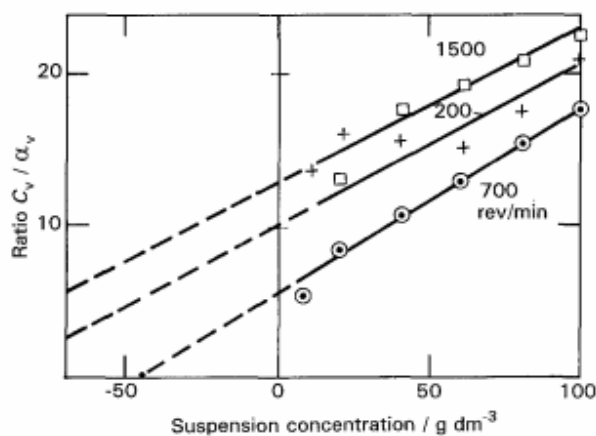
3. نتایج

3.1 میانگین کسری از گنجانیده SIC

شکل 2 کسر وزن متوسط، α_w ، از سیلیکون کاربید گنجانیده شده در 50 میکرو متر ضخامت کامپوزیت لایه رسوب بر روی یک الکتروود 12 میلی متر در برابر

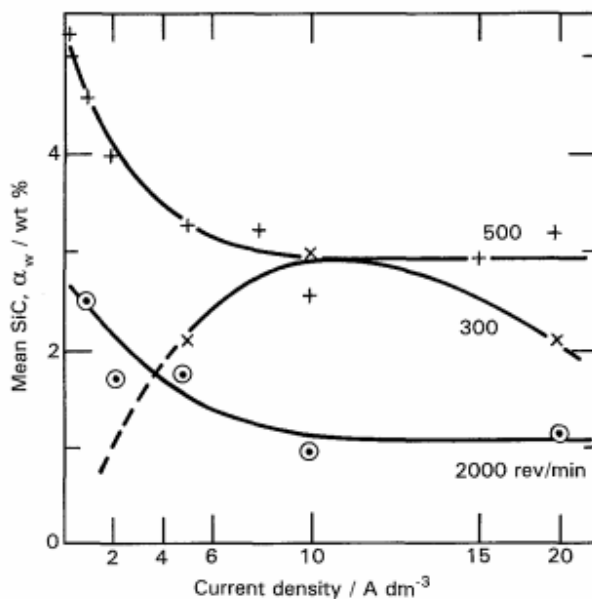


شکل 2. میانگین غلظت وزن α_w گنجانیده SIC درون پوشش نیکل در مقابل غلظت UF05 SiC برای حمام در سرعت چرخش های مختلف).



شکل 3. نتایج تجربی یکسان برای شکل 2 رسم شده در C / α_v در مقابل سیستم مختصات C Guglielmi.

غلظت پودر UF 05 در حمام آبکاری، برای چگالی جریان ثابت (2) و برای چند سرعت چرخش نشان داده شد. نتایج به دست آمده ظاهراً در توافق خوبی با مدل Guglielmi بودند. به طور موثر، α_w در مقابل منحنی های C دارای شکل کلی ایزوترم جذب بودند؛ مقدار تقریبی α_w حدود 10٪ وزن (~ 25٪ حجم) است. نتایج تجربی مشابه نیز به صورت C/ α علیه C به صورت پیشنهاد شده توسط Guglielmi رسم شد (شکل 3). منحنی ها، خطوط مستقیم در توافق معادله 2 بودند. ضرایب جذب، K، به دست آمده از این منحنی ها در جدول 2 داده شده است. این داده ها به وضوح نشان می دهد که اولین گام در فرایند هم رسوبی به شدت وابسته به جریان سیال است. K با سرعت چرخش تغییر می کند و این ارتباط مونوتونیک نیست. بالاترین مقادارها برای سرعت متوسط به دست آمد. به نظر می رسد این در تناقض با این واقعیت باشد که انتظار می رود ضریب جذب به طور معمول مستقل از هیدرودینامیک سیستم باشد.



شکل 4. میانگین غلظت وزن گنجائیده UF 05 SIC در برابر چگالی جریان برای سه سرعت چرخش (غلظت

ذرات C = 20 گرم DM - ~، قطر الکتروود: ram12)

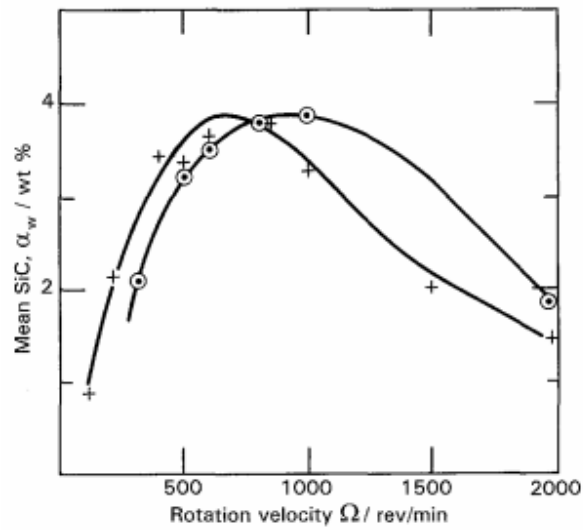
Ω/rpm	200	700	1500
$K/10^{-3} g^{-1} dm^3$	10.6	22.2	7.9

جدول 2. ضرایب جذب K برای سرعت چرخش های مختلف به دست آمده از شکل 3. با توجه به مدل

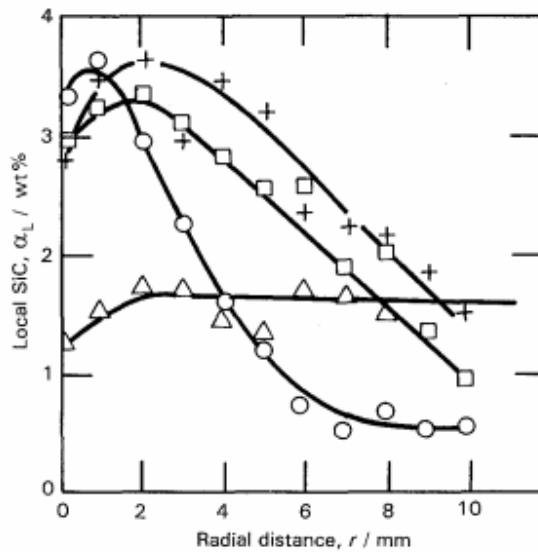
(DM -2 = 5 به Guglirlmi. (UF 05 SiC

برای بررسی تاثیر جریان سیال در مرحله دوم از فرایند هم رسوبی، αw اندازه گیری شد و در برابر چگالی جریان بین 0.5 و 20-2 برای غلظت ثابت تعلیق ($C = 20$ گرم ماده 3؛ UF 05) و چندین سرعت رسم شد. وقتی Ω بیشتر از 400 دور در دقیقه باشد، αw یک تابع جریان یکنواخت و کاهشی است. در سیستم / ورود ورود، منحنی یک خط راست با شیب منفی، مقدار آن بستگی به سرعت چرخش دارد. وقتی Ω کمتر از 400 دور در دقیقه باشد، αw کوچک می شود، با i افزایش می یابد، از حداکثر عبور می کند و در نهایت برای شدت جریان بالاتر کاهش می یابد (شکل 4). به همین ترتیب، نسبت B / A گرفته شده معادله 2 پایین تر یا بزرگتر از 1 می تواند وابسته به نوع سرعت چرخش باشد.

یکی دیگر از اثرهای سرعت چرخش توسط شکل 5 نشان داده شده است. که در آن کسر وزن متوسط در برابر Ω برای چگالی ثابت جریان، برای دو قطر الکتروود و دو غلظت تعلیق رسم شده است. دو رژیم آشکار است: در سرعت های چرخش پایین، افزایش در Ω دارای اثرات مفید آن در اختلاط ذرات است. این را می توان به بزرگتر جریان همرفتی به سمت الکتروود دیسک نسبت داد. در مقابل، در سرعت چرخش بالا، اختلاط منجر به کاهش Ω می شود. در این مورد آخر، جریان شعاعی شدید، ذرات متصل شده را رد می کند. شکل 5 نیز وابستگی αw در شعاع الکتروود را نشان می دهد. در سرعت چرخش بالا، کسر وزن متوسط گنجانیده شده برای یک دیسک ram20 از 1 mm 12 1 پایین تر است، هر چند غلظت تعلیق 3-40 گرم در مورد اول و فقط 20-3 گرم در مورد دوم بود. این از فرضیه تخلیه اثر پشتیبانی می کند، اهمیت آن را افزایش می دهد سرعت مایع دیوار و، بنابراین، با شعاعی فاصله



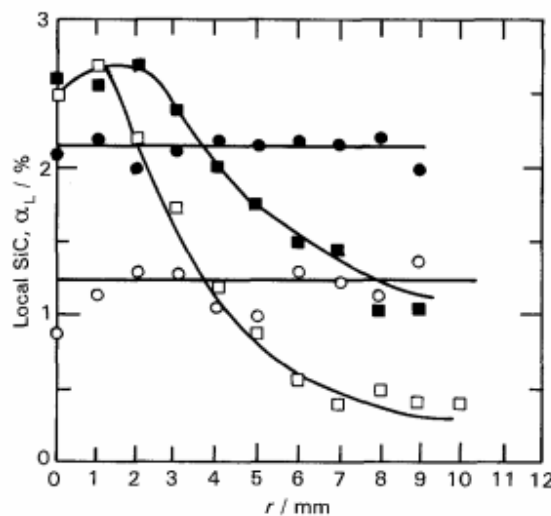
شکل 5. متوسط غلظت وزن گنجانیده UF05 SIC در مقابل سرعت چرخش (من = 5 یک: (3)). (DM-2).
 C = 20 گرم DIN-3؛ الکتروود قطر: 12 میلی متر (+): C = 40 گرم ماده 3 الکتروود قطر: 20 میلی متر است.



شکل 6. توزیع شعاعی غلظت محلی $10 \sim L$ C از SIC UF در سه الکتروود دیسک 20mm برای سرعت
 چرخش های مختلف: (A) 300 دور در دقیقه، (+) 500 دور در دقیقه (700 RQ) دور در دقیقه و (O)
 1500 دور در دقیقه.

3.2. کسر محلی SIC گنجانیده شده

غلظت محلی α_l به همراه یک شعاع دیسک برای پوشش کامپوزیت آماده در بیش از یک طیف بزرگ وسیعی از شرایط تجربی اندازه گیری شد [42, 43]. تاثیر سرعت چرخش، Ω در شکل 6 نشان داده شده است. دو رژیم رخ می دهد: در رژیم سرعت پایین، غلظت محلی ضعیف است و عملاً روی کل الکتروود ثابت است. در رژیم سرعت بالا، بالاتر از سرعت بحرانی،



شکل 7. توزیع شعاعی AL غلظت محلی از SIC UF 10 برای غلظت ذرات دو و دو سرعت چرخش.

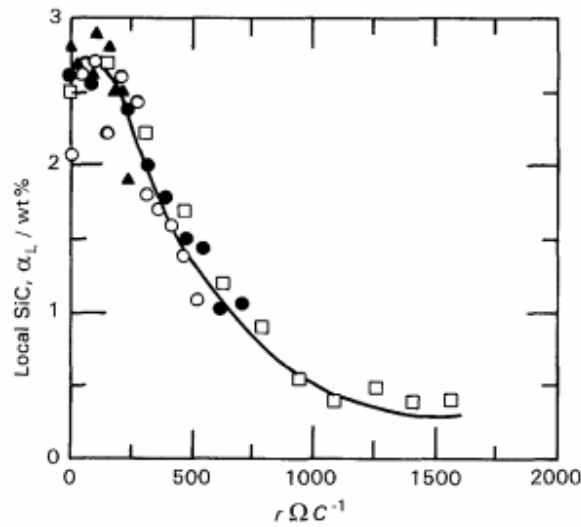
Adm10 % C = 40gdm-3: (O) 300rpm و (I) 1500rpm و gdm 3: (O) 300rpm و (I) 1500rpm

مورد)، غلظت محلی اندازه گیری شده در این مرکز بسیار بزرگتر است و تقریباً مستقل از Ω است. با این حال، خارج از مرکز، α_l کاهش می یابد زمانی که فاصله شعاعی افزایش می یابد. این اثر با نرخ چرخش افزایش می یابد. به عنوان مثال، در 1500 دور در دقیقه، α_l در نزدیکی لبه الکتروود نسبت به مرکز سه برابر کمتر است. این توضیح میدهد که چرا در نتایج قبلی، غلظت متوسط بر روی یک دیسک از دیسک کوچک پایین تر بود (شکل

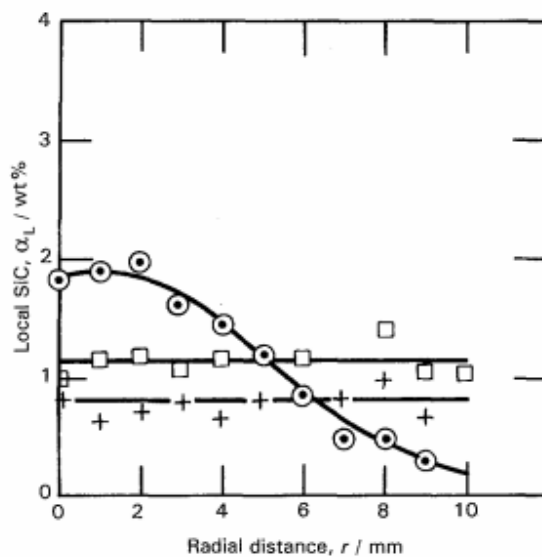
5). در برخی موارد، در نزدیکی مرکز، مینیمم ثانویه کوچک مشاهده شد، این احتمالاً با توجه به خروج از مرکز کمی برای چرخش بود.

توزیع شعاعی از محتوای SiC نتایج تنها از یک کاهش در تعداد ذرات گیرافتاده در فاصله افزایش شعاعی بلکه از کاهش اندازه ذرات بود. در مسافت های طولانی شعاعی، ذرات بسیار کوچک توسط SEM شناسایی شدند. آن در نتیجه می توان نتیجه گرفت که بزرگترین ذرات ترجیحاً توسط مولفه شعاعی جریان سیال خارج می شوند. همچنین مشاهده شد که در اکثر موارد، پلاکت های پدیدار شونده SiC در کنار وجه های صاف بزرگ آنها به نیکل ثابت نمی شوند، اما به صورت عمودی می ایستند. این پدیده احتمالاً به علت خواص ناهمسانگرد کریستال های SiC است.

توزیع شعاعی از SiC گنجانیده همچنین به غلظت ذرات تعلیق بستگی دارد. دو مجموعه از منحنی ها در شکل 7 ارائه شده است. آنها مرتبط با دو مقدار از C و به دو نرخ چرخش هستند. در رژیم کم سرعت، αv عملاً مستقل از r است، اما با C افزایش می یابد. در رژیم سرعت بالا، αl عملاً در نزدیکی دیسک مرکز ثابت است، در حالی که برای غلظت بزرگتر C با r آهسته تر کاهش می یابد. فرض Guglielmi از اشباع، میزان اختلاط برای منطقه مرکزی الکتروود تایید شده است. علاوه بر این، برای $\Omega > \Omega_c$ به نظر می رسد که غلظت تعلیق از یک سو، شعاع الکتروود و سرعت چرخش از سوی دیگر، اثرات مخالف در نرخ هم رسوبی داشته باشند. این نمودار αl در مقابل متغیر کاهش یافته برای رژیم با سرعت بالا نشان داده شده است (شکل 8).



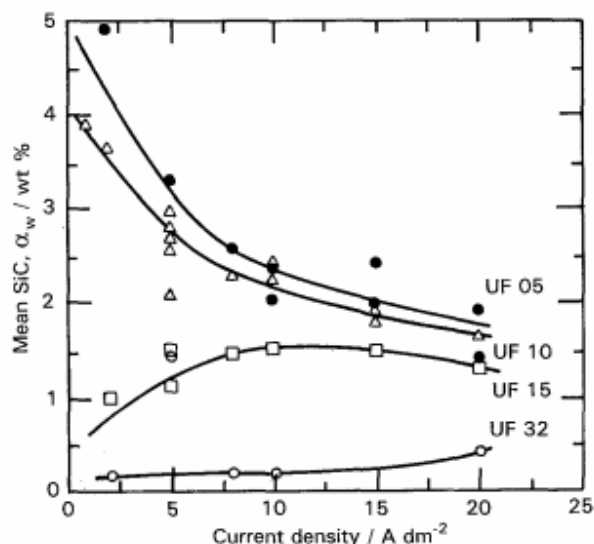
شکل 8. غلظت محلی L0 SIC در برابر متغیر کاهش یافته (1- rfZC) برای دو غلظت ذره و دو سرعت چرخش. C = 20gdm 3: (A) (I) 500rpm .FL) 1500rpm و C = 40gdm -3: (O) 500rpm .rpm1500



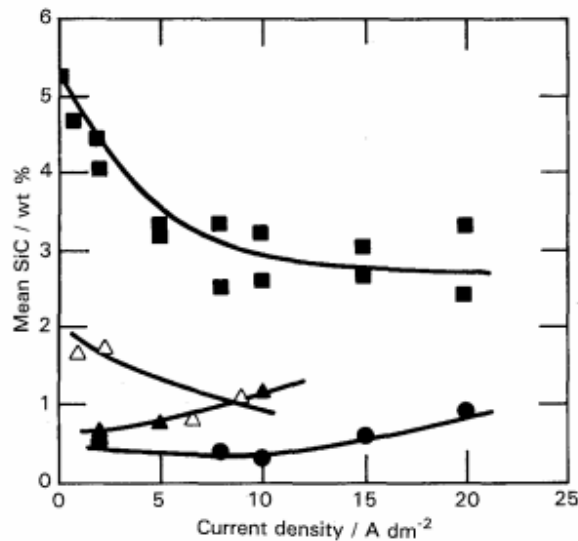
شکل 9. توزیع شعاعی غلظت محلی CQ 15 از SIC UF در ram20 الکتروود دیسک سرعت چرخش های مختلف. C = 20gdm-3 من = 500rpm (+). (D) 700rpm .Adm). (C) 1500 دور در دقیقه.

3.3. اثر مشخصات پودر

درصد از ذرات SiC جاسازی شده در electrodeposit نیکل به شدت به اندازه ذرات بستگی دارد. برای قطر کوچکتر حدود 5 میکرومتر، بود مشاهده شده است که اختلاط به طور کلی تمایل دارد با قطر متوسط افزایش یابد [43]. مثلاً توزیع شعاعی پودر SIC UF 15 برای چند سرعت چرخش در شکل 9 ارائه شده است. این منحنی با شکل 6 قابل مقایسه است. که در آن مربوط به پودر UF 10 با اندازه دانه بزرگتر است. دو نتایج به دست آمده تاکید کرد: (i) کسر UF 15 گنجانیده شده در مورد UF 10 کمتر است (و حتی کمتر از UF05)، و (ب) سرعت بحرانی که مربوط به انتقال بین رژیم سرعت پایین و رژیم با سرعت بالا است بالاتر از 700 دور در دقیقه است، در حالی که در مورد یک پودر UF 10 SIC حدود 400 دور در دقیقه است.



شکل 10. میانگین غلظت وزن چهار نوع پودر SIC Lonza در برابر چگالی جریان. (C = 20 گرم DM-3. قطر الکتروود: سه 20mm، FL = 500rpm) است. (UF05 (T)، UF10 (A)، UF15 (~) و UF32 (©).



شکل 11. میانگین غلظت ذرات گنجانیده شده در برابر چگالی جریان پودر سیلیکون کاربید با منشا مختلف

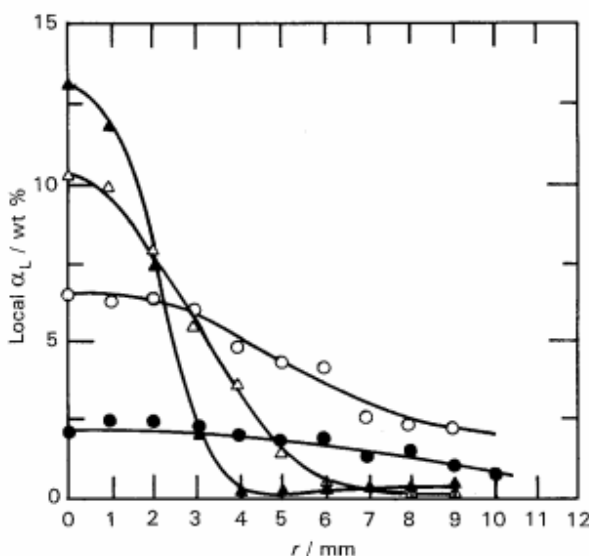
است. (LL) Lonza UF05). (C = 20gdm-3 = 10Adm-2 F = 500rpm). (Wolters ())

(1 Guglielmi از [Ibiden S 201]

در مورد پودر SIC بسیار ریز، از جمله UF 32، غلظت وزن محلی همیشه بسیار کم بود (کمتر از 0.7٪)، (نزدیک به آستانه تشخیص روش تجزیه و تحلیل EDX) و عملاً مستقل از r در محدوده میزان چرخش کل بود. این نشان می دهد که سرعت چرخش بحرانی Ω_c هرگز به دست نمی آید.

بخش متوسط SIC گنجانیده شده در برابر چگالی جریان برای چهار نوع پودر Lonza SIC (شکل 10) در یک چرخش 500 دور در دقیقه سرعت 500 دور در دقیقه اندازه گیری شد. برای بزرگترین ذرات (UF 05) و UF10 αv بسیار مهم بود و با چگالی جریان کاهش یافت. برای ذرات کوچکتر (UF 15) و (UF 32) کوچکتر بود، اما تمایل به افزایش با افزایش چگالی جریان داشت. شایان ذکر است که αw در مقابل منحنی i در 300 دور در دقیقه پودر UF 05 به دست آمد. (شکل 4) بسیار شبیه به این در rpm500 با پودر UF 15 به دست آمد (شکل 10). این نشان می دهد که پارتیشن بین رژیم سرعت کم و رژیم با سرعت بالا یک تابع از اندازه ذرات است. با قطر کوچکتر ذرات، سرعت چرخش بحرانی بالاتر می شود.

تعداد محدودی از تحقیقات مشابه با پودر سیلیکون کاربرد از دیگر منشاهای انجام شد (جدول 1). برخی از نمونه داده های تجربی، به صورت رسم شده در برابر منحنی های α_L در شکل 11 خلاصه شده است. به خاطر مقایسه، ما نیز در همان شکل، نتایج منتشر شده توسط Guglielmi [20] را گزارش نموده ایم. به نظر می رسد که داده Guglielmi و منحنی به دست آمده با Wolters SIC متعلق به رژیم چرخش سرعت پایین است (به عنوان Lonza UF 15 و UF32)



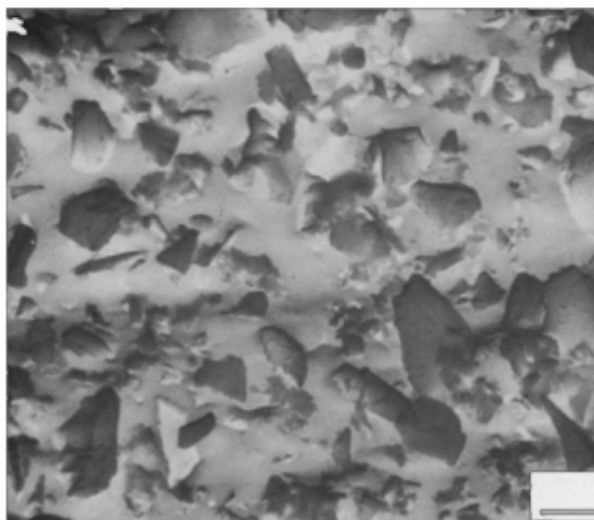
شکل 12. اثر صمغ زانتان در توزیع شعاعی محلی غلظت $C = 20$ UF 10 SIC. گرم ماده 3، من 10 (ADM-2). بدون افزودنی: (o) $rpm700 = 1$ با RhodopolTM 3 1: (©) 300 دور در دقیقه. (A) 700 دور در دقیقه (A) 1500 دور در دقیقه است.

پودرهای شکل 9. نه ویژگی های پودر SiC و نه شرایط بهم زدن استفاده شده توسط Guglielmi شناخته شده نیستند. با این حال، شایان ذکر است که کسر اختلاط پودر Wolters بسیار پایین است، اگر چه قطر متوسط ذرات آنها بسیار بزرگتر (حدود 4 متر) از پودر Lonza است. در مورد پودرهای I-biden-S حتی به رغم اندازه بزرگتر (حدود 10 متر) بخش گنجانده شده کوچک است. در این مورد خاص، ممکن است که حرکت عمودی این ذرات بسیار بزرگ به سمت دیسک الکتروود که توسط گرانش ممانعت شود. این داده های مقایسه

نشان می دهد که خواص فیزیکی و شیمیایی ذرات SiC، به ویژه ترکیب سطح آنها نقش برجسته ای در روند هم رسوبی بازی می کند.

3.4 تاثیر صمغ زانتان،

برای جلوگیری از رسوب ذرات تعلیق در تانک آبکاری، Foissy و [44 Desbois] اختلاط مقادیر کمی از عامل rheologic را در حمام آبکاری پوشش کامپوزیتی نیکل / SIC پیشنهاد نمودند. آنها از Rhodopol TM استفاده نمودند که نام تجاری از آدامس xantham تولید توسط شرکت Rhone-Poulenc می باشد. این ترکیب از زنجیره ای طولانی مولکول polysaccharid ساخته شده است که معمولا برای ایجاد ثبات و امولسیون ضخیم شدن و تعلیق استفاده می شود. این نویسندگان نشان دادند که این افزودنی به میزان قابل توجهی محتوای SiC پوشش مرکب را افزایش می دهد. مجموعه ای از آزمایشات در روشی مشابه انجام شد همانطور که در بالا پس از اضافه کردن 1 گرم ماده Rhodopoff M 3- در حمام آبکاری صورت گرفته است. Rhodopol TM دارای یک اثر دیدنی و جذاب بود: غلظت متوسط گنجانیده SIC با یک ضریب 2 برای یک الکتروود 20 میلی متر و حتی بیشتر برای الکترودهای کوچکتر افزایش یافت. در بسیاری از حوزه های تجربی، تغییرات $\alpha\omega$ به ازای i و یا در برابر Ω دارای ویژگی رژیم با سرعت بالا بود. شکل 12 نشان می دهد که چگونه توزیع شعاعی از SIC



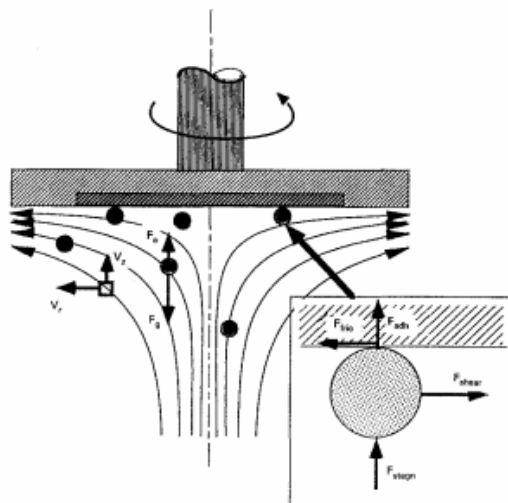
شکل 13. میکروگراف SEM از بخش مرکزی کامپوزیت نیکل / SIC پوشش در حضور Rhodopoff M. (UF 10) و SiC های تهیه شده توسط: $C = 20\text{gdm} \sim 3$, $F = 700\text{rpm}$, $\text{من} = \text{Adm-210}$).

محتوا نیز به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد. در نزدیکی مرکز دیسک، غلظت محلی SIC ممکن است به مقادیر بالا مانند 13 درصد وزن به جای حدود 4 درصد در عدم وجود این ماده افزودنی برسد. در مقابل، به دور از مرکز، غلظت SIC به طور چشمگیری کاهش یافته است و ممکن است بدون افزودنی کمتر از آن باشد، به خصوص برای سرعت بالا. شایان ذکر است که در حضور Rhodopol TM، توزیع شعاعی منحنی به دست آمده با پودر SIC بسیار ریز [43] (UF Lonza 32) به همان صورت به دست آمده با UF 10 (شکل 12) است. در بخش مرکزی پوشش کامپوزیت آماده شده در حضور Rhodopoff M (شکل 13) غلظت ذرات متصل بسیار بالا است و همانطور که در بالا ذکر شد، بیشتر crystallites عمودی ایستاده است. علاوه بر این، یک سطح بسیار صاف نیکل با حضور ترک ها بر روی تصاویر SEM مشاهده شد. این رفتار صمغ زانتان را به عنوان یک عامل روشن برای رسوب الکتروشیمیایی نیکل نشان می دهد اما اختلاط آلی گونه تنش درونی در ماتریس نیکل را القا می کند که ممکن است کیفیت پوشش مکانیکی و حفاظتی را تحت تاثیر قرار دهد.

4. بحث و نتیجه گیری

استفاده از الکتروود دیسک دوار، نشان داده است که هر دو مراحل فرایند هم رسوبی نیکل / ذره تحت تاثیر هیدرودینامیک هستند برخلاف وجود این واقعیت که این عامل در مدل Guglielmi، در نظر گرفته نمی شود [42، 43، 47]. به عنوان مثال، ضریب جذب آشکار بسیار حساس به تحریک حمام است و به روشی پیچیده به آن بستگی دارد (جدول 2).

به تازگی، Fransaer و همکاران. [45، 46] مدل جدید هم رسوبی را بر اساس تجزیه و تحلیل دقیق از ذرات مدار توسط در نظر گرفتن همه نیروهای تعامل الکتروود-ذرات، و همچنین نیروهای هیدرودینامیک به دست آوردند. ذرات در معرض نیروی گرانشی، FG، در تنظیم ما (شکل 14 الف)) توسط نیروی عمودی، FC، ناشی از گردش مایع توسط مدار پمپاژ خارجی و نیروهای اعمال شده توسط جریان همرفتی الکتروود دیسک دوار و در نهایت، نیروهای جذبی از سطح الکتروود متعادل میشوند اگر ذرات به اندازه کافی نزدیک باشند. برای ذرات براونی این مدل نشان می دهد که تمایل ذرات کوچک به دنبال نمودن جریان مایع ساده دارند در حالی که ذرات بزرگ تمایل به ترک دارند هنگامی که نزدیک به دیواره می شوند. ذراتی که به سطح متصل هستند به نیروهای چسبندگی، Fadh، و نیروهای اصطکاکی، Ffric سطح الکتروود و به یک نیروی رکود، Fstagn، و یک نیروی برشی، Fshear، جریان سیال منصوب می شوند (شکل 14 ب)).



شکل 14. دیاگرام شماتیک به نمایندگی از نیروهای عمل کننده: (الف) ذرات نزدیک شونده به الکتروود دیسک چرخشی. (ب) بر روی یک ذره متصل به سطح (نمایش بزرگتر).

در فرضیه فرو رفتن کامل، هر تصادم ذرات به طور دائم گنجانده می شود و بنابراین توزیع همگن شعاعی روی یک الکتروود در دسترس یکنواخت انتظار می رود. این مورد مربوط به نتایج تجربی ما در رژیم سرعت کم با پودر SiC زیر نرخ چرخش بحرانی به دست آمده است (شکل 6 و 9). تحت این شرایط، غلظت SiC گیرافتاده با سرعت چرخش را افزایش می یابد. برای ذرات بزرگتر و نرخ های جریان بزرگتر، به عنوان مثال در رژیم سرعت بالا، فرضیه نزول کامل دیگر برقرار نیست. لازم است که اثر نیروی برشی وارد شده توسط جریان سیال موازی با دیوار بر روی ذرات متصل شده که تمایل به حذف آنها قبل از محبوس شدن آنها در لایه های فلزی وجود دارد در نظر گرفته شود. در مدل Fransaer، معیار ساده تعریف شده بدین صورت است: یک ذره متصل در صورتی خارج می شود که $F_{shear} R$ بزرگتر از مجموع نیروی چسبندگی، f_{adh} ، و نیروی رکود، F_{stagn} ، باشد که هر دو تمایل به حفظ ذرات در تماس با الکتروود دارند. بنابراین، در یک RDE ممکن است انتظار افت ناگهانی سرعت اختلاط به عنوان به محض اینکه فاصله شعاعی بزرگتر از یک مقدار بحرانی می شود، RC وجود داشته باشد که در آن $F_{shear} R$ بزرگتر از $(F_{shear} R - f_{adh})$ است. در واقع، F_{adh} دارای یک توزیع با توجه به عیوب سطح محلی فیزیکی و زمختی سطح است. توزیع اندازه ذرات این اثر را افزایش می دهد: تنها بخش کوچکی از قطر ذرات را می توان در فواصل شعاعی بزرگ به دست آورد. در نهایت، αl در مقابل منحنی R حلقوی به نظر می رسد (شکل 6، 7 و 9). مقدار متوسط گنجانیده شده SIC را می توان با ادغام این منحنی با شعاع کلی الکتروود به دست آورد. به این ترتیب، کاهش در متوسط میزان ذرات تعبیه شده با شعاع الکتروود را می توان درک کرد (شکل 5). شعاع بحرانی، که مربوط به کسر محلی αl برابر به $50\% C_{tmax}$ ، اندازه گیری شده در این مرکز، یک تابع از قطر ذرات، سرعت چرخش، ویسکوزیته مایع و نیروهای چسبندگی است. [47].

نیروهای چسبندگی پیچیده هستند. در محدوده سرعت پایین، حضور حداکثر در $\alpha\omega$ در برابر منحنی i نشان می‌دهد که احتمال گرفتن ذره ضبط با قطبش کاتدی افزایش می‌یابد. برای سیستم A1203/Cu این مورد پیشرفت یافته است که نیروی چسبندگی در نقطه صفر بار (PZC) مس حداکثر است [46]. نفوذ قوی پتانسیل در میزان هم رسوبی ذرات مشاهده شده در مورد پودر A1203 بسیار نازک با نیکل [48] توسط جاذبه میدان کمکی ذرات به سطح توصیف شد. اما برای چگالی جریان بالا، نرخ هم رسوبی ذرات توسط انتقال جرم محدود شد، و حداکثر هم رسوبی در چگالی جریان مربوط به انتقال بین دو رژیم رخ داد. علاوه بر این، کارایی رسوب نیکل به دلیل حضور ذرات متصل شده کاهش یافت. ما آشفتگی مشابهی از فرآیند رسوب الکتروشیمیایی نیکل را مشاهده نمودیم، احتمالاً چون اندازه ذرات SiC مورد استفاده در مرتبه دامنه بزرگتر بود، و به همین ترتیب، برای یک مقدار ماده معین لایه دوبل بسیار کمتر متاثر می‌شود. اخیراً Yeh و Wan [49] ثابت نمودند که سطح SiC توسط لایه سیلیکا خاتمه یافته با گروه های silanol با PZC 2.2 در $\text{pH} < \text{PZC}$ ، SiC ذرات جذب یونهای نیکل در فرم SiO نیکل، 2+ تحت پوشش قرار می‌گیرد که می‌تواند در واسطه برای تشکیل فرم SiONiads در سرعت های مختلف برای نیکل، 2+ یا $\text{Ni} + \text{DS}$ کاهش یابد. تفاوت قابل توجهی در نرخ اختلاط مشاهده شده در کار حاضر با انواع مختلف از پودر SiC (شکل 11) به نظر می‌رسد به طور عمده منجر به محتوای اکسیژن برای سطح ذرات شود (جدول 1). به طور خاص، بالاترین غلظت ذرات با پودر Lonza، که نشاندهنده بزرگترین مقدار اکسیژن سطحی به دست آمده با توجه به تجزیه و تحلیل SIMS بود. ساختار بلوری سیلیکون کاربرد ممکن است عامل دیگری باشد. موقعیت عمودی از پلاکتهای SiC (شکل 13) ممکن است منجر به ناهمسانگردی پیوندهای شیمیایی سطحی با توجه به جهت کریستال برای وجوه مختلف ذرات چند وجهی باشد.

صمغ زانتان، دارای اثرات مفید در حفظ ذرات در تعلیق همگن در حجم الکترولیت است، اما افزایش قوی از غلظت متوسط گنجانیده SiC عمدتاً به علت افزایش غلظت الکترولیت، و تا حدی پایین تر، به افزایش نیروهای چسبندگی است. افزایش 1-3 گرم ماده خشک Rhodopol® در حمام آبکاری نیکل، ویسکوزیته حرکتی آن

را تا دو مرتبه دامنه افزایش می دهد و نیروهای هیدرودینامیکی به کار رفته در ذرات متصل به همان نسبت افزایش می یابند. به عنوان یک نتیجه، غلظت SIC محلی می توا با فاکتور 3 مرکز الکترو ديسک افزایش یابد، اما برعکس αl به سرعت با فاصله شعاعی به دلیل نیروی تخلیه قوی ، fshear، به خصوص در سرعت بالا کاهش می یابد.

در نتیجه، با وجود کارهای اخیر که به شدت نشان می دهد که ذرات برای چسبندگی الکترو ديسک با کمک پتانسیل اینگونه می شوند و همچنین نشان داد که کاهش جذب کاتیونهای در مکانیسم اتصال ذرات SIC دخیل است، مدل Guglielmi قادر به توضیح نتایج تجربی نیست زمانی که شرایط هیدرودینامیکی تغییر یابد. نتایج کنونی در توافق کامل با مدل Fransaer قرار دارد که اثر نیروهای هیدرودینامیک را در این رویکرد و جهش ذرات در نظر می گیرد. از نقطه نظر عملی، به نظر می رسد این مورد برای کنترل شرایط هیدرودینامیکی codeposit همگن و چگال لازم است. به طور خاص، به نظر می رسد برای حفظ شیب سرعت سیال در امتداد کاتد در سطح مربوطه به حد بالایی از رژیم کم سرعت مفید باشد.

تقدیرنامه ها

این کار بخشی از پایان نامه دکترای Lavanant تشکیل می دهد و به لطف مالی پشتیبانی از شرکت PSA (پژو سیتروئن) صورت گرفته است.



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