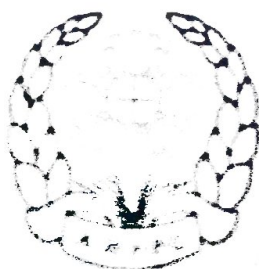


АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

НАУЧНИ СКУПОВИ
Књига XXXI

ОДЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ И ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Књига 24

САВРЕМЕНИ МАТЕРИЈАЛИ



Београд, 1998. 211 с.

ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF
THE REPUBLIC OF SRPSKA

SCIENTIFIC CONFERENCES
Book XXXI

DEPARTMENT OF NATURAL-MATHEMATICAL AND
TECHNICAL SCIENCES
Book 24

CONTEMPORARY MATERIALS

EDITORIAL BOARD

Academician Rajko Kuzmanović, academician Ljubomir Zuković,
academician Vaskrsija Janjić, academician Dragoljub Mirjanić,
academician Branko Škundrić

EDITOR IN CHIEF

Academician Rajko Kuzmanović

EDITOR

Academician Dragoljub Mirjanić



Banja Luka 2015

АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

НАУЧНИ СКУПОВИ
Књига XXXI

ОДЈЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ И
ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Књига 24

САВРЕМЕНИ МАТЕРИЈАЛИ

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР

Академик Рајко Кузмановић, академик Љубомир Зуковић,
академик Васкрсија Јањић, академик Драгољуб Мирјанић,
академик Бранко Шкундрић

ГЛАВНИ УРЕДНИК

Академик Рајко Кузмановић

ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

Академик Драгољуб Мирјанић



Бања Лука 2015

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР
НАУЧНОГ СКУПА

Академик Рајко Кузмановић, председник
Академик Драгољуб Мирјанић, потпредседник
Академик Васкрсија Јањић
Академик Бранко Шкундрић
Проф. др Симо Јокановић
Проф. др Зоран Рајилић
Проф. др Мирко Станетић
Проф. др Небојша Јованић
Мр Винко Богдан
Доц. др Синиша Вученовић

НАУЧНИ ОДБОР
НАУЧНОГ СКУПА

Академик Драгољуб Мирјанић
Академик Бранко Шкундрић
Академик Јован Шетрајчић
Академик Стане Пејовник (Словенија)
Академик Пантелија Дакић
Проф. др Неђо Ђурић, дописни члан АНУРС-а
Академик Томислав Павловић (Србија)
Академик Ростислав Андриевски (Русија)
Академик Филип Говоров (Украјина)
Академик Џералд Полак (САД)
Проф. др Румиана Тсенкова (Јапан)
Проф. др Мај Ван Хо (Велика Британија)
Проф. др Ифа Говен (Ирска)
Проф. др Јукио Косуги (Јапан)
Др Мајрон Д. Еванс (Канада)
Проф. др Мартин Чаплин (Велика Британија)
Проф. др Ђуро Коруга (Србија)
Проф. др Драгица Лазић
Проф. др Перо Дугић
Проф. др Слободан Чупић

- P. Kovač, B. Savković, M. Gostimirović, D. Ješić*
 USVAJANJE SPECIFIČNE TEHNOLOGIJE BORIRANJA
 ČELIČNOG OBRATKA I ISPITIVANJE DOBIJENOG
 BORIDNOG SLOJA NA PAVANJE 73
 Adoption of Specific Boronising Technology of Steel Workpiece and
 Exemination of Borid Layer Wear
- V. Mičić, B. Pejović, M. Tomić, I. Ristić, S. Begić*
 RECIKLAŽA PLASTIČNOG MATERIJALA I PROIZVODI OD
 RECIKLIRANIH PLASTIČNIH MATERIJALA 83
 Recycling of Plastic Material and Products from Recycled Plastics Materials
- N. Angelov*
 INFLUENCE OF SPEED AND FREQUENCY OF PROCESS
 LASER MARKING OF PRODUCTS OF SRUCTURAL STEEL..... 103
 Утицај брзине и фреквенције на процес ласерског означавања
 производа од конструкцијског челика
- B. Алексић, B. Мићућ, З. Петровић, Д. Лукић, Д. Мањечкић*
 СИНТЕЗА НЕЛИНЕАРНИХ КОПОЛИМЕРА ЛАКТИДА И ГЛИЦЕРОЛА ... 109
 Synthesis of Nonlinear Copolyesters Based on Lactide and Glycerol
- Г. Тадић, Б. Пејовић, М. Радић, Д. Петковић, С. Павловић*
 ОПТИМИЗАЦИЈА КАРАКТЕРИСТИЧНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ
 КОД КОНДЕНЗАТОРА С ОБЗИРОМ НА
 ТЕХНОЕКОНОМСКИ АСПЕКТ 117
 Optimization of Characteristic Temperature the Condenser
 Considering Techno-Economic Aspect
- Д. В. Тошковић, Д. З. Рајић, С. М. Павловић, Н. Д. Тошковић*
 ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ КОРОЗИЈЕ АУСТЕНИТНИХ ЧЕЛИКА
 С 4571 И С4580 У РАСТВОРИМА КАЛЦИЈУМ-ХИПОХЛОРИТА 133
 Determination of Corrosion Rate Austenitic Steels S 4571 and S 4580 in a
 Solution of Calcium Hypochlorite
- Б. Пејовић, В. Мићућ, Г. Тадић, М. Перушић, С. Павловић*
 НОВИ МОДЕЛ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПРОМЕНЕ
 ЕНТРОПИЈЕ ПОЛУИДЕАЛНОГ ГАСА ПРИМЕНОМ
 РАЗЛОМЉЕНЕ ТЕМПЕРАТУРНЕ ФУНКЦИЈЕ..... 147
 New Model for Determning of Change Entropy of Semi Ideal Gas
 by Using Fractional Temperature Function
- S. Kirin, S. Trmčić, A. Sedmak, G. Dimić, B. Pejić*
 ЕКОНОМСКИ I ЕНЕРГЕТСКИ ПОКАЗАТЕЛЈИ
 КОРИШЋЕЊА МИСКАНТУСА У РЕАЛНОМ СИСТЕМУ 167
 Economic and Energetic Aspects of Miscantus Use in Real Systems

✓	<i>С. Павловић, Б. Пејовић, В. Мићић, М. Перушић, Г. Тадић</i> ГРАФИЧКО ОДРЕЂИВАЊЕ ЕКСПОНЕНТА ПОЛИТРОПЕ У КАРАКТЕРИСТИЧНИМ ДИЈАГРАМИМА.....	177
	Graphical Determination of Polytropic Index in Characteristic Diagrams	
	<i>М. Јотановић, В. Мићић, Г. Тадић</i> ХЕМИЈСКО ИНЖЕНЈЕРСТВО И НЈЕГОВА УЛОГА У РАЗВОЈУ НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И СТАНДАРДА ЛЈУДИ.....	191
	Chemical Engineering and its Function in the Development of Science, Technology and Standards of the People	
	<i>С. Пануга, П. Гверо, И. Мусић</i> УТИЦАЈ ВРЕМЕНА РЕАКЦИЈЕ НА ПИРОЛИЗУ ОТПАДНЕ ПЛАСТИКЕ У РЕАКТОРУ СА ФИКСНИМ СЛОЈЕМ	209
	Influence of the Reaction Time on the Pyrolysis of Plastic Waste in the Fixed Bed Reactor	
	<i>М. Плавшић, С. Симић, Д. Мухић, Д. Талијан</i> ПРИМЈЕНА МЕХАНИКЕ ЛОМА НА НАПОНСКУ КОРОЗИЈУ	221
	Use of Mechanics of Fracture Materials on Stress Corrosion	
	<i>Д. Петковић, М. Модић</i> APPLICATION OF NOVEL MCDM METHOD FOR MATERIALS SELECTION.....	241
	Примена новог метода вишекритеријумског одлучивања за избор материјала	
	<i>М. Модић, Д. Петковић</i> APPLICATION OF MCDM METHODS FOR MATERIALS SELECTION.....	251
	Примена метода вишекритеријумског одлучивања за избор материјала	
	<i>Б. Шупић, П. Дакић, Р. Иванковић, Д. Јокановић</i> ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ КОД ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ.....	259
	Energy Efficiency of Renewable Energy in the Republic of Srpska	
	<i>П. Дакић, Б. Шупић</i> УТИЦАЈ САВРЕМЕНИХ МАТЕРИЈАЛА НА ЕНЕРГЕТСКУ ЕФИКАСНОСТ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ	269
	Impact of Contemporary Materials to Energy Efficiency in the Republic of Srpska	
	<i>П. Дакић, Б. Грозданић, Б. Дакић</i> ЕФЕКТИВАН, ЕФИКАСАН И ЕКОЛОШКИ СИСТЕМ ГРИЈАЊА ГЕНЕРИСАН КОРИШЋЕЊЕМ САВРЕМЕНИХ МЕТОДА И МАТЕРИЈАЛА ..	277
	Effective, Efficient and Environmentally Friendly Heating System Generated Using Modern Methods and Materials	

ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ КОРОЗИЈЕ АУСТЕНИТНИХ ЧЕЛИКА Ћ 4571 И Ћ 4580 У РАСТВОРИМА КАЛЦИЈУМ-ХИПОХЛОРИТА

Д. В. Тошковић¹, Д. З. Рајић¹, С. М. Павловић¹, Н. Д. Тошковић¹
¹ Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет, Зворник

Апстракт: У овом раду дати су резултати испитивања корозионе отпорности челика Ћ 4571 и Ћ 4580 у растворима калцијум-хипохлорита. Кориштене су електрохемијске методе: нумеричка метода линеарне поларизације и метода поларизационог отпора. Резултати испитивања показују да се порастом концентрације калцијум-хипохлоритног раствора, расте рН вриједност раствора и концентрација активног хлора, што изазива смањење корозионе отпорности испитиваних челика. Ови челици отпорни су на корозију у 1 мас. % растворима, стабилни у 10 мас. % растворима и мање отпорни у 50 мас. % суспензијама. Бољу отпорност показао је челик Ћ 4571 у све три испитиване средине.

Кључне ријечи: челици, линеарна поларизација, метода поларизационог отпора, корозиона отпорност.

1. УВОД

Корозија представља губитак електрона метала при реакцији са водом или кисеоником. Слабљење метала услед оксидације типичан је примјер електрохемијске корозије. Корозиони процеси зависе не само од врсте метала већ и од средине у којој се тај метал налази.

По природи и начину дјеловања на метале, агресивне средине се дијеле у двије групе:

- електролити који при контакту са металом изазивају електрохемијски процес и
- неелектролити који са металом хемијски узајамно реагују.

За електрохемијско испитивање корозионих процеса, у овом раду коришћена је потенциодинамичка метода мјерења.

Потенциодинамичка анодна поларизација је динамичка електрохемијска метода испитивања корозије металног материјала која се изводи континуалном промјеном потенцијала радне електроде, почевши од корозионог потенцијала у анодном правцу, до потенцијала на коме почиње оксидација радног електролита (корозионе средине). У овом раду приступљено је одређива-

њу брзине корозије аустенитних челика \check{C} 4571 и \check{C} 4580 у растворима калцијум-хипохлорита, што ће нам омогућити познавање средине у којој они имају најбољу отпорност на корозију.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДИО

Карактеристике испитиваних челика \check{C} 4571 и \check{C} 4580 представљене су односом потенцијал–струја. Потенцијал узорка иде полако у позитивном смјеру и према томе понаша се као анода и као такав кородира или формира оксидну превлаку. Ова мјерења користе се за одређивање корозионих карактеристика узорка метала у течним срединама. Комплетан струја–потенцијал дијаграм узорка може се измјерити на неколико сати или, у неким случајевима, за неколико минута. Када је узорак метала потопљен у корозиони медиј, на његовој површини дешавају се оба процеса: и оксидација и редукција. На површини метала пропорционално процесу оксидације јавља се анодна струја, односно процесу редукције, катодна струја. Било која врста корозије да наступи, она је резултат анодних струја. За електрохемијско испитивање корозионих процеса у растворима калцијум-хипохлорита коришћени су аустенитни челици чији је састав приказан у табели 1.

Табела 1. Хемијски састав испитиваних челика

Ознака JUS	Састав (%)			
	C	Cr	Ni	Mo
\check{C} .4571	0,1	18,0	9,0	-
\check{C} .4580	0,07	18,0	11,0	-

За извођење потенциодинамичких мејрења кориштен је потенциостат/галваностат модел 263А, фирме Princeton Applied Research, компјутер Hewlett-Packard и X-Y писач, модел, 7046В High Speed X-Y Recorder / Plotter, фирме Huston Instruments, а као мјерна ћелија кориштена је мјерна ћелија стандардног типа за троелектродне системе.

За потенциодинамичка мјерења радне електроде су израђене у облику кивете (од узорка испитиваних челика), која је израђена од тефлона. Контакт са радном електродом кроз тефлон омогућен је путем залемљене бакарне жице. Површине радних електрода износиле су од $0,1 \text{ cm}^2$ до $0,12 \text{ cm}^2$. Радна електрода предходно је припремљена по прописима, механички и хемијски. Механичка предобрада састојала се у полирању електроде брусним папиром (тзв. грубо полирање), а затим је вршено грубо полирање са брусним папиром крупноће 220, 280, 400 и $600 \mu\text{m}$.

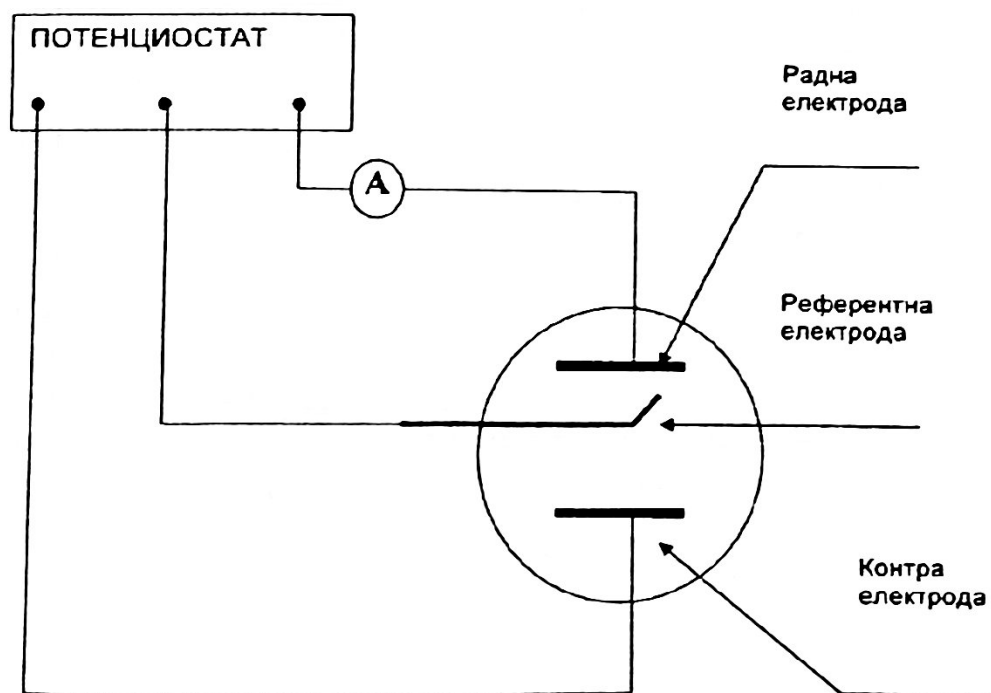
Хемијска предобрада састојала се у одмашћивању у етанолу, након чега су електроде испране дестилованом водом, потом алкохолом и на крају осу-

шене. Тако обрађени узорци (електроде) се, ако се не испитују одмах, остављају у ексикатор како не би попримиле негативне утицаје спољне средине.

Као корозивна средина кориштени су раствори калцијум-хипохлорита. Испитивање је вршено у 50%-тној суспензији, 10%-тном и 1%-тном раствору калцијум-хипохлорита. Због разлагања хипохлорита раствори су припремљени у лабораторији непосредно прије самог експеримента. Садржај активног хлора у раствору одређиван је јодометријски, а рН вриједност је мјерена рН метром.

2.1. Извођење експеримента

Мјерна ћелија напуњена је раствором калцијум-хипохлорита, а затим су у њу урођене три предходно припремљене електроде: радна, помоћна и референтна. Као помоћна електрода кориштена је платинска жица која је претходно третирана смјешом једнаких запремина концентрације HNO_3 и H_2SO_4 , а потом испрана дестилованом водом. Као референтна електрода узета је каломелова електрода која је преко електролитичког (агар-агар) моста спојена са радном електродом. На слици 1 дата је шема склопа за поларизациона мјерења, на којој се јасно види положај електрода и уређаја за мјерења.

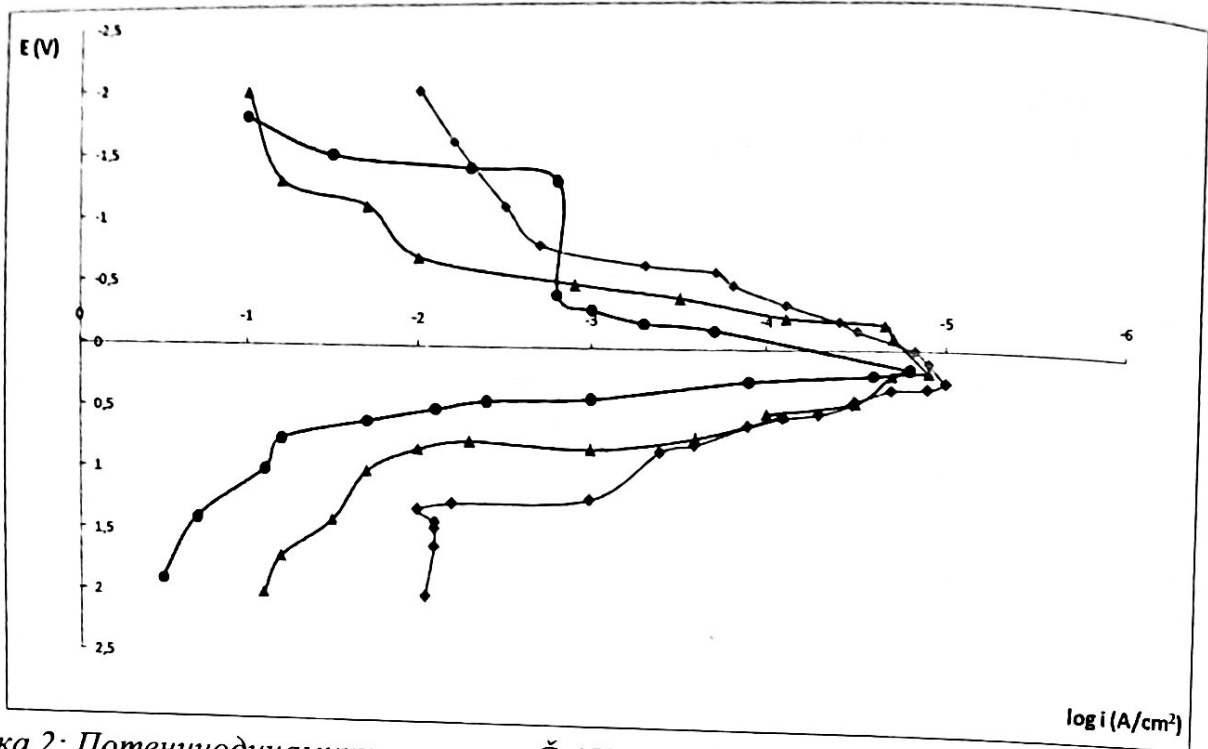


Слика 1. Шема склопа за поларизациона мјерења

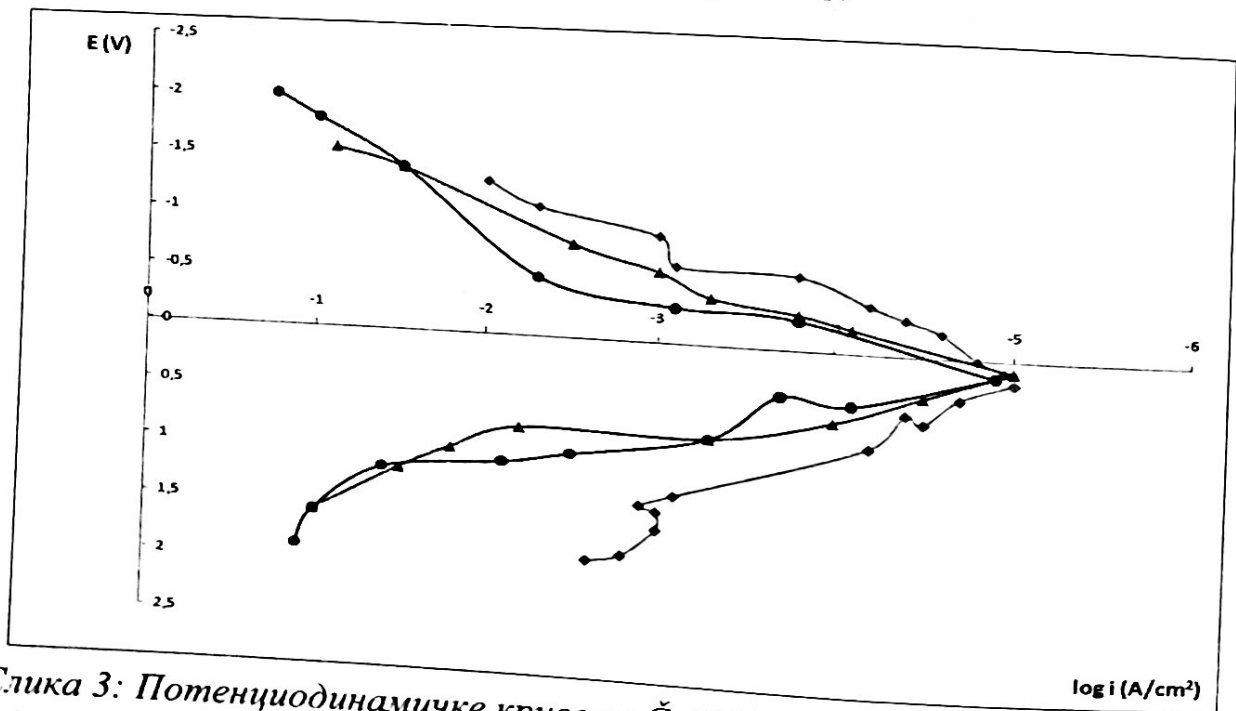
3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Потенциодинамичке анодне и катодне криве за испитивање челика Š 4571 и Š 4580 у интервалу $-2,0 \text{ V}$ до $+2,0 \text{ V}$ у 50%-тној суспензији калцијум-

хипохлорита, у 10%-тном и 1%-тном раствору калцијум-хипохлорита приказане су на сликама 2 и 3. Анодни и катодни коефицијенти, b_a и b_k , одређени су из потенциодинамичких кривих (слике).



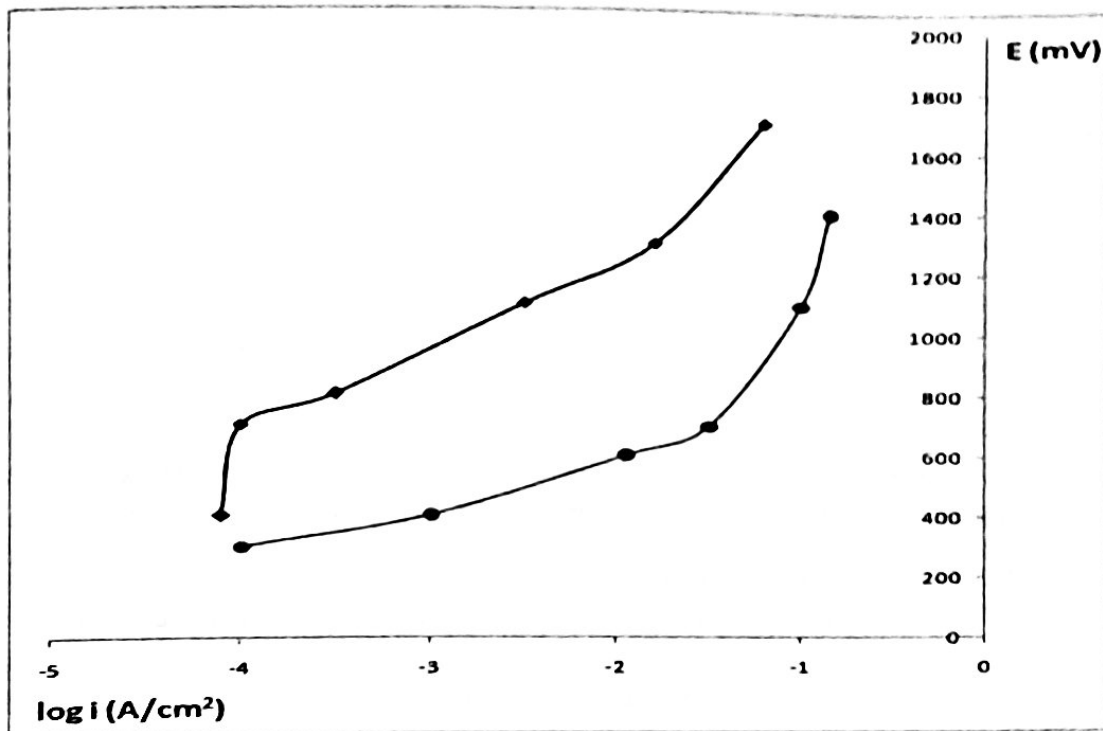
Слика 2: Потенциодинамичке криве за Č 4571 у испитиваним корозионим срединама гдје је (●) $E_r = 60 \text{ mV}$ (50%-тна суспензија), (▲) $E_r = 120 \text{ mV}$ (10%-тни раствор), (◆) $E_r = 186 \text{ mV}$ (1%-тни раствор)



Слика 3: Потенциодинамичке криве за Č 4580 у испитиваним корозионим срединама гдје је (●) $E_r = 45 \text{ mV}$ (50%-тна суспензија), (▲) $E_r = 100 \text{ mV}$ (10%-тни раствор), (◆) $E_r = 220 \text{ mV}$ (1%-тни раствор)

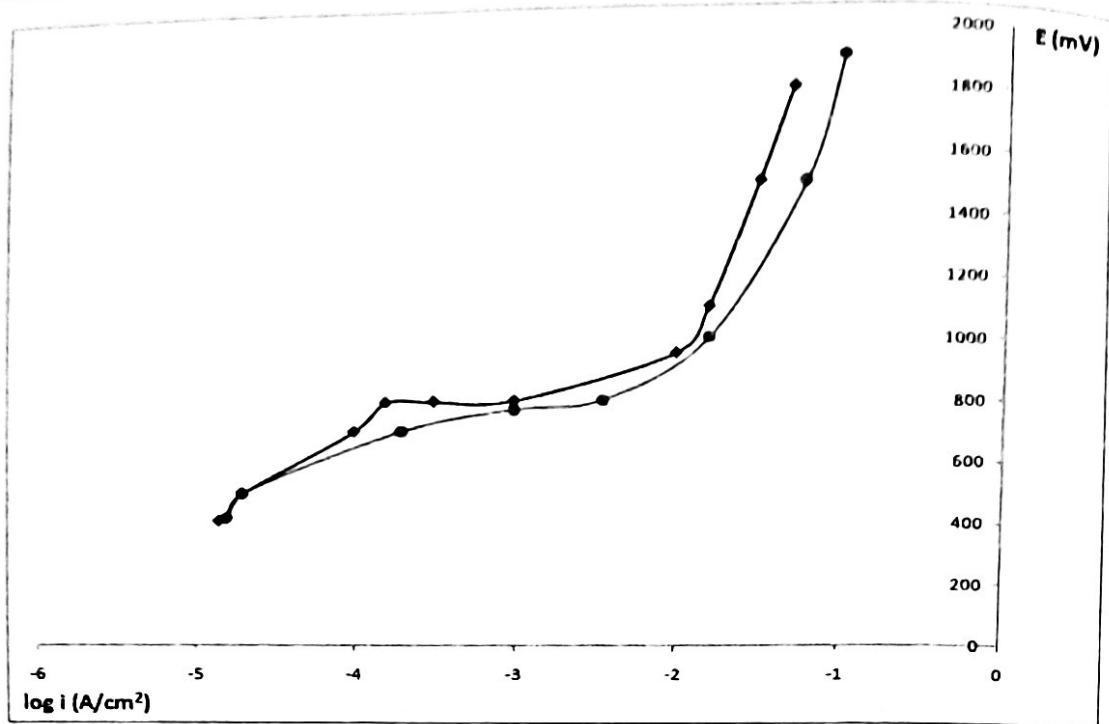
Анодне поларизационе криве за оба аустенитна челика у испитиваним растворима мјерене су у интервалу потенцијала од стационарног до $+2,0 \text{ V}$ (

слике 4, 5 и 6). Стационарни потенцијал мјерен је 30 минута након што је радна електрода била у контакту са корозионом средином ради успостављања равнотежног потенцијала. Кинетичке параметре електрохемијских реакција могуће је на основу поларизационих мјерења одредити графичком и нумеричком методом, како би се провјерила тачност мјерења.



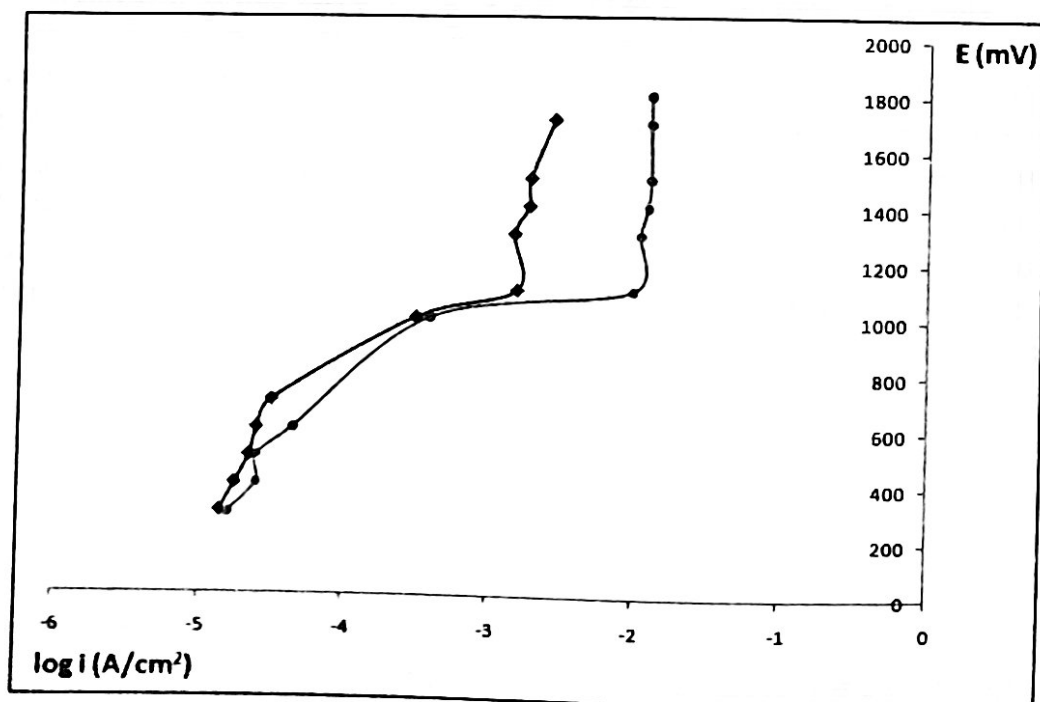
Слика 4: Аодне поларизационе криве у 50%-тном раствору калцијум-хипохлорита гдје је (◆) челик \check{C} 4571 и (●) челик \check{C} 4580

Одређивање склоности неког система према пасивирању може се извести преко кривих аодне поларизације и њихових карактерних тачака. Из аодних поларизационих кривих испитаних челика у 50%-тној суспензији показано је да не долази до пасивације ниједног од испитиваних челика. Вриједност стационарних потенцијала опада од \check{C} 4571 до \check{C} 4580. Струје растварања имају знатно више вриједности у односу на оне код нижих концентрација калцијум-хипохлорита.



Слика 5: Анодне поларизационе криве у 10%-тном раствору калцијум-хипохлорита гдје је (♦) челик Č 4571 и (●) челик Č 4580

Анодне поларизационе криве у 10%-тном раствору калцијум-хипохлорита такође немају изражена сва подручја активно-пасивног стања. Стационарни потенцијали су позитивнији у односу на испитивање челика у 50%-тној суспензији и за Č 4571 и Č 4580 износе 120, односно 100 mV. Интервал потенцијала пасивације износи од +400 mV до +650 mV. Активно стање почиње при потенцијалу од +650 mV.

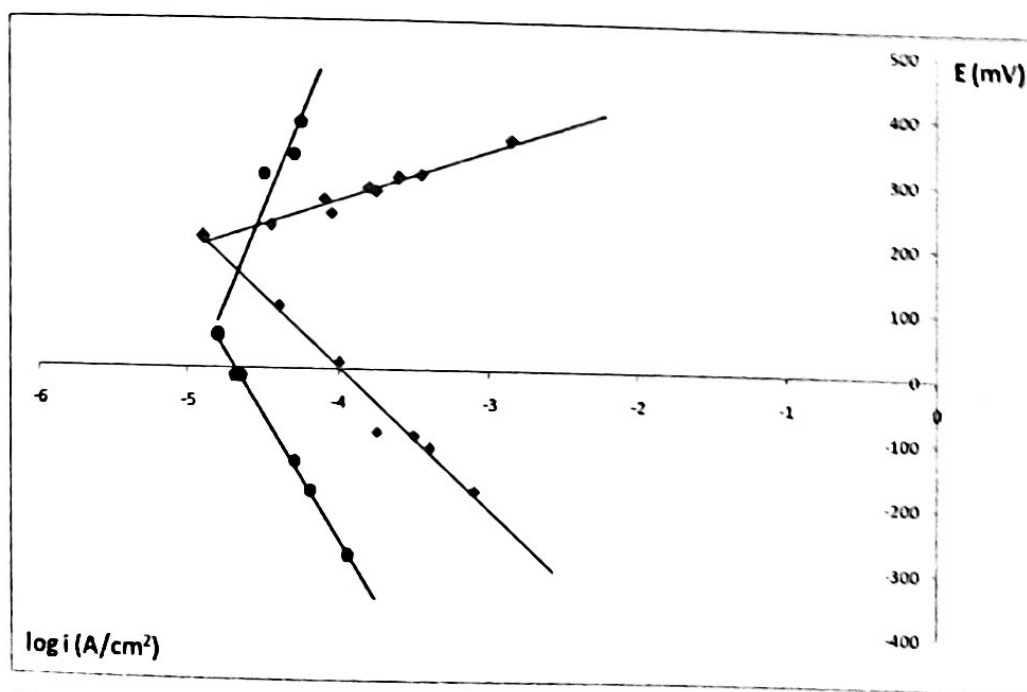


Слика 6: Анодне поларизационе криве у 1%-тном раствору калцијум-хипохлорита гдје је (♦) челик Č 4571 и (●) челик Č 4580

Склоност ка пасивирању повећава се помјерањем потенцијала почетка пасивирања у негативну област. Експериментални подаци показују да ту склоност имају испитивани челици у 1%-тном раствору калцијум-хипохлорита.

Аодне поларизационе криве указују на непостојање активне области. Интервал потенцијала пасивирања је већи и износи од +300 mV до +1000 mV. На основу смањења струје растварања у пасивном стању, може се закључити да се повећава степен пасивирања, односно смањује брзина корозије челика у пасивном стању.

Графичком методом линеарне поларизације корозиона струја и корозиони потенцијал добијани су у пресјеку Тафелових правах $E = \eta(\log i)$, добијених из потенциодинамичких кривих, за испитиване челике. Нумеричка обрада података добијених мјерењем састоји се у компјутерском фитовању експерименталних резултата [24]. Као резултат поларизационих мјерења добија се скуп од n -парова података E_i и i_i , гдје је јачина струје $i = E(1, \dots, n)$. Сваки експериментално добијен податак садржи у себи извјесну грешку мјерења, те долази до одступања од линеарне логаритамске зависности. Да би се избјегли погрешни закључци до којих се могло доћи при одређивању међусобног положаја сусједних тачака неопходно је прије одређивања закривљености функције одредити апроксимацију резултата мјерења.



Слика 7. Експериментално добијене Тафелове праве за испитиване челике у 50%-тној суспензији калцијум-хипохлорита гдје је (\blacklozenge) челик С 4571 и (\bullet) челик С 4580

Табела 2. Корозиони параметри добијени методом линеарне поларизације

Ознака челика	Концентрација Ca(OCl) ₂ , (%)	Графичка метода		Нумеричка метода	
		<i>i</i> _{cor} (μA/cm ²)	<i>E</i> _{cor} (mV)	<i>i</i> _{cor} (μA/cm ²)	<i>E</i> _{cor} (mV)
Ѓ 4571	50	11,85	165	11,9	198
	10	5,74	248	5,67	236
	1	1,19	-29	1,05	-14
Ѓ 4580	50	14,37	23	13,1	87
	10	4,25	12	4,36	7,3
	1	1,42	31	0,98	-27

У табелама 3, 4. и 5. дати су корозиони параметри за испитиване узорке челика, добијени методом поларизационог отпора преко Штерн–Геријево (Stern–Geary) једначине.

$$i_{cor} = \frac{b_a \cdot b_k}{2,3 \cdot (b_a + b_k)} \cdot \frac{1}{R_p} = \frac{B}{R_p} \quad (1)$$

Компаративна метода за одређивање корозионе струје је метода поларизационог отпора. Поларизациони отпор, $\frac{\Delta E}{\Delta I}$, је нагиб поларизационе криве на корозионом потенцијалу.

Табела 3. Корозиони параметри испитиваних челика у 50%-тном Ca(OCl)₂

Ознака челика	<i>b</i> _a	<i>b</i> _k	$\Delta E / \Delta I$	<i>i</i> _{cor} (μA/cm ²)
Ѓ 4571	143	275	2,87	13,7
Ѓ 4580	191	296	3,34	15,1

Табела 4. Корозиони параметри испитиваних челика у 10%-тном Ca(OCl)₂

Ознака челика	<i>b</i> _a	<i>b</i> _k	$\Delta E / \Delta I$	<i>i</i> _{cor} (μA/cm ²)
Ѓ 4571	119,5	258	5,43	6,54
Ѓ 4580	108,71	283	5,97	5,72

Табела 5. Корозиони параметри испитиваних челика у 1%-тном Ca(OCl)₂

Ознака челика	<i>b</i> _a	<i>b</i> _k	$\Delta E / \Delta I$	<i>i</i> _{cor} (μA/cm ²)
Ѓ 4571	203,25	290	45,18	1,15
Ѓ 4580	321,07	287	49,17	1,34

На основу корозионних струја израчунатих кориштењем Штерн-Герије-ве једначине, израчуната је брзина корозије кориштењем следеће једначине, узимајући у обзир механизам анодног растварања:

$$V_{cor} = \frac{m}{\rho \cdot z \cdot \tau} \cdot i_{cor} \cdot 8,76 \cdot 10^4 \left[\frac{mm}{god} \right] \quad (2)$$

гдје су:

V_{cor} – брзина корозије (mm/god),

m – маса метала (g),

ρ – специфична густина метала (за гвожђе она износи 7,85 g/cm³),

i_{cor} – густина струје корозије (A/cm²),

M – моларна маса метала (за гвожђе износи 55,8 g/mol),

F – Фарадејева константа (Ah/mol),

τ – вријеме (h),

z – број електрона размијењених у реакцији.

Подаци за брзину корозије добијени примјеном једначине 2 приказани су у табели 6. са освртом и на мјерне јединице корозионе стабилности:

Табела 6. Корозиона отпорност испитиваних челика

Назив узорка	Концентрација Ca(OCl) ₂ , (%)	i_{cor} (μA/cm ²)	Брзина корозије (mm/god)	Мјерне јединице корозионе стабилности
С 4571	50	11,9	0,1384	5
	10	5,67	0,0612	4
	1	1,05	0,0114	3
С 4580	50	13,1	0,1589	6
	10	4,36	0,0665	4
	1	0,98	0,0194	3

У 50%-тној суспензији оба челика имају брзину корозије од 0,1 до 0,5 mm/god и сврставају се у мање отпорне материјале (по јединици корозионе отпорности). рН вриједност корозионе средине износи 11,3. Код те вриједности у раствору су присутни OCl⁻, HOCl и Cl₂O.

Постоји сличност у корозионој отпорности у 10% Ca(OCl)₂ оба челика показују приближно једнаке корозије, што их сврстава у групу мање отпорних материјала. рН вриједност овог раствора износи 9,4. Код ове вриједности у раствору се повећава концентрација хипохлоритног јона, док су концентрације хипохлорасте киселине нешто ниже него код 1%-тног раствора.

У 1%-тном раствору калцијум-хипохлорита оба челика су показала јако ниске брзине корозије, а самим тим и велику корозиону отпорност, при чему је челик С 4571 нешто стабилнији, из чега се види да је његова примјена у овим растворима лакша.

Повећањем концентрације калцијум-хипохлорита повећава се и концентрација активног хлора, који је јако оксидационо средство, што утиче на по-

већање корозионе активности испитиване средине. Да би се челик могао примјенити у некој средини потребно је да се његов потенцијал у условима експлоатације налази у области пасивног стања. Подаци о брзини корозије израчунати по једначини (2) добијени су узимајући у обзир механизам анодног растварања.

Корозиона отпорност метала упоређена је са GOST 5272-68 стандардом. Оцјена корозионе стабилности даје се на основу брзине корозије која се изражава у mm/god. Све електрохемијске методе које су кориштене индиректне су и код свих је битно одредити корозиону струју. Тачност одређивања тог параметра утиче на тачност одређивања брзине корозије, а самим тим и корозионе отпорности челика у датим срединама. Кориштење рачунара за тачније прорачуне има велики значај у постизању боље тачности и отклањања субјективних грешака. Корозионе струје добијене методом поларизационог отпора углавном су нешто веће у односу на оне добијене методом линеарне поларизације. Обје методе су поуздане и доста кориштене, мада се код материјала који имају малу брзину корозије препоручује метода линеарне поларизације јер се за јако кратко вријеме може одредити корозиона стабилност у датој средини.

Корозиона отпорност нерђајућих челика базирана је на пасивацији. Пасивација—стање високе корозионе отпорности метала и легура (у условима када су са термодинамичке тачке гледишта способни за реакције), изазвана је селективним кочењем анодног процеса. Пасивност аустенитних челика зависи од садржаја хрома као главног легирајућег елемента, затим никла, молибдена, бакра и других елемената зависно од подврсте челика.

Челици \check{C} 4571 и \check{C} 4580 имају исти садржај хрома, али различите садржаје угљеника и никла. Мање корозионе струје код челика \check{C} 4571 последица су његовог хемијског састава, јер легирајући елементи највише доприносе промјени особина и, у овом случају, корозионој отпорности.

4. ЗАКЉУЧЦИ

- Нумеричком методом линеарне поларизације и методом поларизационог отпора испитивана је корозиона отпорност узорака аустенитних челика \check{C} 4571 и \check{C} 4580 у растворима калцијум-хипохлорита различитих концентрација. Као веома тачна и погодна показала се метода линеарне поларизације, у којој се резултати добијени потенциодинамичким мјерењима обрађују примјеном рачунара, тако да се елиминише утицај субјективног фактора, а до резултата о величини корозионе струје долази се на најближи и најтачнији начин.
- Анодне поларизационе криве које смо добили дају илустративан приказ корозионе отпорности. У 1%-тним растворима калцијум-хипохлорита челици показују пасивност у подручјима потенцијала од +300 mV до +1000 mV, у 10 %-тним растворима подручје пасивности је

доста мање од +400 mV до +650 mV, док у 50%-тним суспензијама нема пасивне области.

- Повећањем концентрације калцијум-хипохлорита повећава се и концентрација активног хлора, који је јако оксидационо средство, што утиче на повећање корозионе активности испитиване средине. Да би се челик могао примјенити у некој средини потребно је да се његов потенцијал у условима експлоатације налази у области пасивног стања.
- На основу експеримената који су одрађени и прорачуна који су извршени, закључујемо да су испитивани челици отпорни у 1%-тним растворима калцијум-хипохлорита, постојани у 10%-тним растворима, а најмање отпорни у 50%-тним суспензијама.
- У случају два испитивана челика, челик Š 4571 показао је боље особине и већу корозиону отпорност у свим срединама, а посебно у 1%-тним растворима калцијум-хипохлорита, што нам говори да га је боље користити у датим срединама од челика Š 4580.

5. ЛИТЕРАТУРА

[1] М. Павловић, Д. Станојевић, С. Младеновић, *Корозија и заштита материјала*, Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет, Зворник, 2012.

[2] М. Новосел, *Примјењивост аустенитних челика у техници дубоког хлађења*, Материјали у стројарству – тенденције развоја и примјене, Хрватско друштво за материјале и трибологију, Загреб, 1993, стр. 17–27.

[3] С. Кожух, *Специјални челици*, Свеучилиште у Загребу, Металуршки факултет, Загреб, 2010.

[4] <http://www.worldsteel.org/>, 10.06.2014.

[5] В. Радовић, *Механичка технологија*, I дио, Свјетлост Сарајево, 1970.

[6] А. Луковић, *Хемијска технологија*, Висока технолошка школа струковних студија, Аранђеловац, 2010.

[7] <http://lib.znate.ru/docs/index-122063.html?page=4>, 02.05.2014

[8] И. Јурага, В. Шимуновић, И. Стојановић, *Заваривање Cr-Ni челика, корозијска постојаност и руковање*, Свеучилиште у Загребу, Факултет Стројарства и бродоградње, Пула, 2007.

[9] С. Р. Dillon, *Corrosion resistance of stainless steel*, Marcel Dekker Inc. New York, 1995, p. 65–67.

[10] М. Гојић, *Металургија челика*, Свеучилиште у Загребу, Металуршки факултет, Сисак, 2005.

[11] И. Пантелић, *Технологија термичке обраде челика 1*, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 1974.

- [12] П. Љубичић, Ј. Кодвањ, Б. Љубенков, *Механичка својства нехрђављег челика при ниским температурама*, Свеучилиште у Загребу, Факултет Стројарства и бродоградње, Загреб 2010.
- [13] Т. Филетин, *Материјали за ниске температуре*, Свеучилиште у Загребу, Факултет Стројарства и бродоградње, Загреб 2008.
- [14] L. Karlsson, *Stainless steels – past, present and future*, Svetsaren No 1, 2004, p. 47–52.
- [15] С. С Ханза, *Математичко моделирање и рачунална симулација микроструктурних претворби и механичких својстава при гашењу челика*, докторска дисертација, Свеучилиште у Ријеци, Технички факултет, Ријека 2011.
- [16] И. Сладе, *Обрада материјала II*, Техничка школа, Загреб, 2005.
- [17] D. G. Tufanov, *Корозиона стојкост нержавејућих сталевј*, Металургија, Москва, 1983.
- [18] Б. Пејовић, М. Томић, В. Мићић, М. Павловић, *Специфичност заваривања челика отпорних на корозију*, Заштита материјала 50, број 4 (2009).
- [19] S. Mladenović, *Korozija materijala*, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 1978.
- [20] G. E. Badea, A. Caraban, M. Sebesan, A. Setel, *Polarisation measurements used for corrosion rate determination*, Journal of sustainable energy, Vol. 1, No. 1 (2010).
- [21] Г. Ј. Мрчелић, *Корозија и заштита материјала*, Свеучилиште у Загребу, Металуршки факултет, Загреб 2009.
- [22] М. Новосел, *Посебни челици*, Свеучилиште у Осијеку, Стројарски факултет, Славонски Брод, 1998.
- [23] D. Pletcher, R. Greef, R. Peat, J. Robinson, *Instrumental methods in Electrochemistry*, Ellis Horwood, Chichester, West Sussex, 2001.
- [24] К. Иванс, *Израчунавање корозионих параметара преко поларизационог отпора примјеном рачунара*, Југословенски симпозијум о електрохемији, Књига радова, Ровињ 1989, стр. 93.

DETERMINATION OF CORROSION RATE AUSTENITIC STEELS S 4571 AND S 4580 IN A SOLUTION OF CALCIUM-HYPOCHLORITE

Abstract: This study provides corrosive resistance examination results of chromium-nickel steels – Č 4571, and Č 4580 in calcium-hypochlorite solutions. Examination was conducted by using electrochemical methods. The numerical method of linear polarisation and the method of polarisation resistance. Results of investigation shows that during the calcium-hypochlorite concentration increase pH-value and active chlorine increases, which produces corrosive resistance decrease of examined

steels. These steel are resistant to corrosion in 1 wt. % solution, stable in 10 wt. % and less resistant in the 50 wt.% suspensions of calcium-chlorite. The most resistable steel in all corrosive media is Č 4571 steel.

Key words: steels, linear polarisation, method of polarisation resistance, corrosive resistance.