

(«Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты» АҚ,  
Алматы қ.)

## **МЫС ИОНДАРЫНЫҢ ҚЫШҚЫЛДЫ ХЛОРИДТІ ЕРІТІНДІЛЕРДЕ КАТОДТА ТОТЫҚСЫЗДАНУЫ**

### **Аннотация**

Мыс (II) хлориді ерітіндісінде, мыс (II) иондарының титан және мыс катодында тотықсыздану реакциялары зерттелді. Тотықсыздану механизмнің электрод материалына байланысты әртүрлі бола-тындығы көрсетілді. Эксперимент шарттарына байланысты электродта мыс тұнбасы немесе мыс ұнтақтарының түзілетіндігі анықталды.

**Кілт сөздер:** Мыс (II) хлориді, титан және мыс катоды, тотықсыздану реакциясы, электрод, электролиз.

**Ключевые слова:** хлорид меди (II), титановый и медный катоды, реакция восстановления, электрод, электролиз.

**Key words:** Copper chloride (II), titanium and copper cathodes, reduction reaction, electrode, electrolysis.

Соңғы жылдары гидрометаллургия, оның ішінде мысты бөліп алу және оның өте майда ұнтақтарын алу әдістерінің түсті металлургия саласында алатын орны ерекше болып отыр. Бүгінгі күнге дейін металл ұнтақтарын алу үшін қолданылып келе жатқан физикалық және физика-химиялық әдістер тиімді болмағандықтан, қарапайым және арзан электрохимиялық әдістерді жасау және оларды жан-жақты дамыту өте қажет. Осыған орай бұл жұмыстың мақсаты мыс (II) иондарының электрохимиялық катодта тотықсыздану заңдылықтарын анықтап, олардың нәтижелері негізінде металды бөліп алу және олардың ұнтақтарының түзілу мүмкіншіліктерін табу болып табылады.

Жоғарыда көрсетілген мақсатқа сәйкес, мыс (II) иондарының тотықсыздануының ток бойынша шығымына титан және мыс электродтарындағы ток тығыздығының, мыс (II) иондары және тұз қышқылы концентрациясының және электролиз уақытының әсері зерттелді.

1-суретте, мыс (II) иондарының металға дейін тотықсыздануының ток бойынша шығымына титан электродындағы ток тығыздығының әсері бейнеленген. Катодтағы ток

тығыздығын 100-150 А/м<sup>2</sup>- ге дейін жоғарылатқанда, мыстың тотықсыздануының ток бойынша шығымы жоғарылайтынын байқауға болады. Одан жоғары ток тығыздығында мыс (II) иондары мыс ұнтақтарын түзе тотықсызданып, олардың түзілуінің ток бойынша шығымы төмендейді. Бұл жағдай, жоғары ток тығыздығында қосымша реакция болып табылатын сутегінің бөліну үлесінің жоғарылауымен түсіндіріледі. Әдебиеттегі мәліметтер бойынша бұндай нәтижелер М.И. Номберг [1] және А.В. Помосовтардың [2] зерттеу жұмыстарында күкірт қышқылы ерітінділерінде байқалған. Титан электродында мыс (II) иондарының катодты разрядталу реакциясы жүреді:



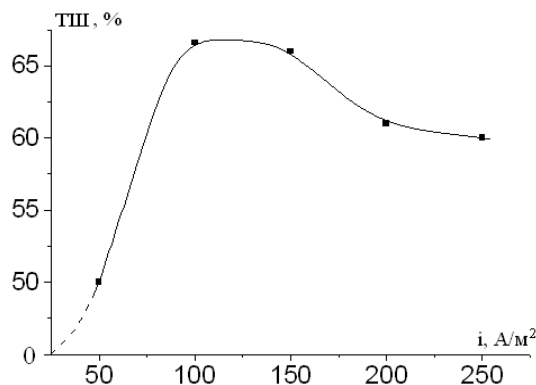
Сонымен қатар, жоғары ток тығыздықтарында катодта сутек иондарының разрядталу реакциясы орын алады:



Осы кезде анод қызметін атқарып жатқан мыс электродында оның бір және екі валентті мыс иондарын түзе тотығу реакциялары жүреді:



Әдебиеттерден белгілі, хлоридті ерітінділерде мыс (II) иондарының тотықсыздануы және мыс электродының тотығуы, бір валентті мыс иондарын түзе отырып сатылы түрде жүреді. [3]



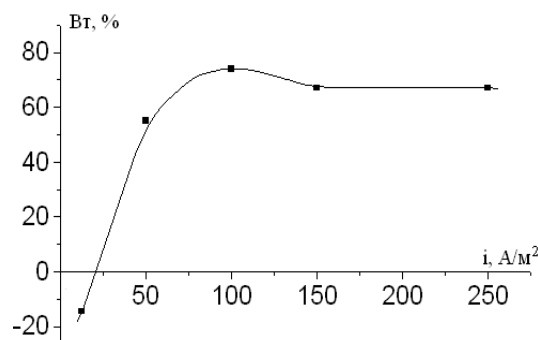
$\text{HCl} = 1,5 \text{ M}; \text{Cu(II)} = 2,5 \text{ г/л}; t = 25 \text{ }^\circ\text{C}; \tau = 0,5 \text{ сaғ}$

1 сурет – Титан электродындағы ток тығыздығының мыс (II) иондарының металға дейін тотықсыздануының ток бойынша шығымына әсері

Титан электродының орнына мыс катодын қолданғанда, төменгі тоқтың тығыздықтарында (12,5 А/м<sup>2</sup> және одан төмен ток тығыздықтарында) электрод салмағының өспей, керісінше кемитіндігін байқауға болады (2-сурет). Катодты

поляризацияланған мыс электродының салмағы өсудің орнына ериді. Бұл құбылысты мақаланың кейінгі жағында түсіндіреміз.

Мыс электродындағы ток тығыздығы  $100 \text{ A/m}^2$ -ге дейін артқанда оның металға дейін тотықсыздануының ток шығымы мардымды артады, ал одан ары  $250 \text{ A/m}^2$ -ге дейін оның мәнінің төмендеу тенденциясы байқалады (2-сурет).



$\text{HCl}=1,5\text{M}$ ;  $\text{Cu(II)} = 2,5 \text{ г/л}$ ;  $t=25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau=0,5 \text{ сағ.}$

2 сурет – Мыс электродындағы ток тығыздығының мыс (II) иондары тотықсыздануының ток бойынша шығымына әсері

Катодта металл қаптамасын алу үшін электролиттегі металл иондарының мөлшері жеткілікті болуы қажет. 3-суретте катодта мыс тұнбасының түзілуіне, ерітіндідегі мыс (II) иондары концентрациясының әсері көрсетілген. Мыстың тотықсыздануының ток бойынша шығымы ерітіндідегі мыс (II) концентрациясын  $5 \text{ г/л}$ -ге дейін көтергенде, максимум мәніне жетіп  $78,5\%$  құрайды, ал одан жоғары концентрациясында күрт төмендейді.

Тұз қышқылы ерітіндісінде екі валентті мыс (II) иондары концентрацияларының  $5 \text{ г/л}$ -ден артуы, металдың түзілуінің ток бойынша шығымын төмендетеді. Бұл аномальды құбылыс, себебі металл иондарының ерітіндідегі концентрациясының өсуі, катодта түзілетін мыстың ток бойынша шығымын жоғарылатуы тиіс. Біздің зерттеулерімізде аномальды құбылыс болып көрінетін бұл ғылыми нәтижелерді былай түсіндіруге болады. Мыс (II) иондарының концентрациясы өскен сайын, электрод бетінде катодты бөлінген металл түріндегі мыс пен ерітіндідегі мыс (II) иондарының химиялық әрекеттесуі байқалады:

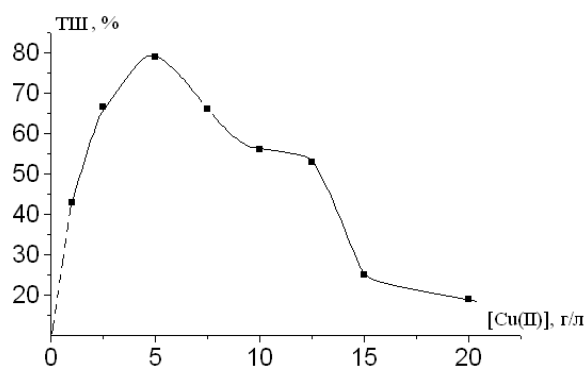


Көрсетілген реакция нәтижесінен мыс (II) иондарының ерітіндідегі концентрациясының өсуі, катодта түзілген мыстың қайта химиялық еруіне мүмкіншілік тудырады және ол өскен сайын мыстың еру жылдамдығы да артады.

Мыс (II) иондарын электрохимиялық жолмен тотықсыздану үдерісіне тұз қышқылы концентрациясы да әсерін тигізеді. 4-суретте көрсетілгендей, тұз қышқылы концентрациясын 1,5-2,0 М-ге дейін жоғарылатқанда мыс түзілуінің ток бойынша шығымы өседі, ал одан жоғары концентрацияда тұрақталады. Әдеби деректерге сүйенетін болсақ, [4] тұз қышқылы ерітіндісінде оның әртүрлі хлоридті комплекстерінің түзілетіндігі белгілі:

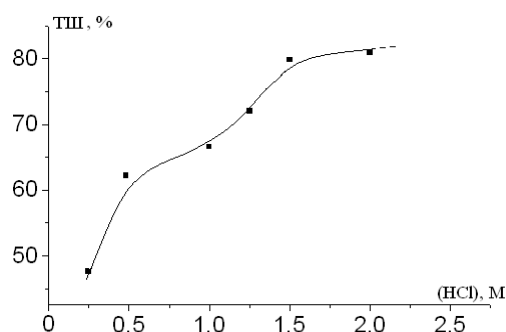


Сондықтан катодта түзілген мыстың, (5) диспропорция реакция негізінде химиялық жолмен қайта еруі азаяды.



$i_k = 100 \text{ A/m}^2$ ;  $\text{HCl} = 1,5\text{M}$ ;  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau = 0,5 \text{ сағ}$

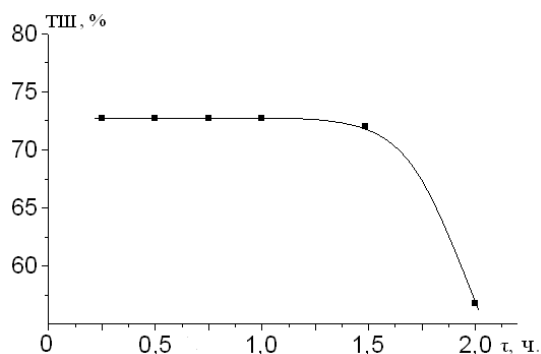
3 сурет – Мыс (II) иондарының бастапқы концентрациясының оның металға дейін тотықсыздануының ток бойынша шығымына әсері



$i_k = 100 \text{ A/m}^2$ ;  $\text{Cu(II)} = 2,5 \text{ г/л}$ ;  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau = 0,5 \text{ сағ}$ .

4 сурет – Тұз қышқылы концентрациясының мыс (II) иондарының металға дейін

## ТОТЫҚСЫЗДАНУЫНЫҢ ТОК БОЙЫНША ШЫҒЫМЫНА ӘСЕРІ



$$i_k = 100 \text{ А/м}^2; \text{Cu(II)} = 7,5 \text{ г/л}; [\text{HCl}] = 1,5 \text{ М}; t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

### 5 сурет – Мыс (II) иондарының тотықсыздануының ток бойынша шығымына электролиз ұзақтығының әсері

Мыстың катодта тотықсыздану үдерісіне 0,25-2,0 сағат аралығындағы уақыттың тәуелділігі зерттелді (5- сурет). Электролиз уақытын 1,5 сағатқа дейін жоғарылатқанда мыстың тотықсыздану үдерісінің ток бойынша шығымы шамамен 77 %-ға тең, ал уақытты одан әрі ұзарту ток бойынша шығымның күрт төмендеуіне алып келеді. Бұл құбылысты электролиз уақыты өскен сайын ерітіндідегі мыс (II) иондары концентрациясының төмендеуімен және сутегінің бөліну үлесінің жоғарылауымен түсіндіруге болады.

Қорыта айтқанда, эксперименттік мәліметтер тұз қышқылы ерітіндісінде, мыс және титан электродтарында катодты токпен поляризациялағанда, мыс (II) иондарының тотықсыздану ерекшеліктері анықталды. Тәжірибе шарттарына байланысты, электродтарда мыс ұнтағы немесе мыс тұнбалары түзілетіндігі көрсетілді.

## ӘДЕБИЕТ

1 Номберг М.И. Производство медного порошка электролитическим способом – М: Металлургия, 1971. С. 134.

2 Помосов А.В., Калугин В.Д. Влияние материала катода на электроосаждение порошкообразной меди // Журн.прикл.химии. 1963. № 367 Т 9. С. 1969-1973.

3 Астахов Р.К., Красиков Б.С. К вопросу об электрохимическом поведении меди в солянокислых электролитах. Ж.прикл. химии, 1971 №2, С.363-370.

4 Угай Я.А. Введение в химию полупроводников. –М.: Высш.школа. С.1965. -334 .

## REFERENCES

- 1 Nomberg M.I. *M: Metallurgy*, **1971**, 134 (in Russ).
- 2 Pomosov A.V., Kalugin V.D. *Journal prikl. Chemiy*, **1963**. 36, 9, 1969-1973 (in Russ).
- 3 Astakhov R.K., Krasikov B.S. *Journal prikl. Chemiy*, **1971**, 2, 363-370 (in Russ).
- 4 Ugay J.A. *M.: High school*, **1965**, 334 (in Russ).

## Резюме

*М.Ж. Журинов, А.Ж. Ерназарова, А. Баешов*

(АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», г. Алматы)

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ НА КАТОДЕ В ХЛОРИДНО-КИСЛЫХ РАСТВОРАХ

Исследовано катодное восстановление ионов меди (II) в растворе соляной кислоты на титановом и медном электродах. Показано, что на механизм восстановления ионов меди (II) существенное влияние оказывает материал электрода. Установлено, что в зависимости от условий электролиза образуется порошок меди или осаждается компактный осадок.

**Ключевые слова:** хлорид меди (II), титановый и медный катоды, реакция восстановления, электрод, электролиз

## Summary

*M.Zh. Zhurinov, A.Zh. Ernazarova, A. Bayeshov*

(Institute of an organic catalysis and electrochemistry of D. V. Sokolsky", Almaty)

## RECOVERY OF COPPER IONS AT THE CATHODE AS SODIUM CHLORIDE ACID SOLUTIONS

Cathodic restoration of ions of copper (II) in solution of chloride of copper (II) on titanic and copper electrodes is investigated. It is shown that the electrode material has essential impact on the restoration mechanism. It is established that depending on conditions of electrolysis powder of copper or its common people is formed.

**Key words:** Copper chloride (II), titanium and copper cathodes, reduction reaction, electrode, electrolysis.

*Поступила 15.01.2013 г.*