

12. Пат. 2227169 Российская Федерация, МПК⁷ С 22 В 15/14, С 22 С 1/01. Способ выплавки меди и медных сплавов [Текст] / А. Н. Задиранов, Д. А. Козин, А. Г. Титова, О. С. Кузьмин, Д. Д. Лашенко, И. И. Ершов; заявитель и патентобладатель Открытое акционерное общество «Ревдинский завод по обработке цветных металлов». — 2002134077/022002134077/02; заявл. 18.12.2002; опубл. 20.04.2004, Бюл. № 14/2006 от 20.05.2006. — 3 с.: ил.
13. Способ выплавки меди и медных сплавов [Текст]: Пат. 2227169 Рос. Федерация: МПК⁷ С 22 В 15/14, С 22 С 1/01 / А. Н. Задиранов, Д. А. Козин, А. Г. Титова, О. С. Кузьмин, Д. Д. Лашенко, И. И. Ершов; заявитель и патентобладатель Открытое акционерное общество «Ревдинский завод по обработке цветных металлов». — 2002134077/022002134077/02; заявл. 18.12.2002; опубл. 20.04.2004, Бюл. № 14/2006 от 20.05.2006. — 3 с.: ил.
14. Цыганкова, О. В. К вопросу о прецизионном огневом рафинировании меди из вторичного сырья [Текст] / О. В. Цыганкова, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров // Металлургия. — 2012. — Вып. 3(28). — С. 79–83. — ISSN 2071-3789.
15. Шульга, В. О. Физико-химический анализ процесса раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров, В. П. Грицай // Металлургия. — 2012. — Вып. 3(28). — С. 38–42.
16. Шульга, В. О. Об эффективности комплексного раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров,

В. П. Грицай, О. И. Казачков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 6/1(60). — С. 33–37.

ПРЕЦИЗИЙНЕ РАФІНУВАННЯ МІДІ З ЛОМУ І ВІДХОДІВ

Застосовуючи методи фізико-хімічного аналізу розглянута модель прецизійного рафінування міді з вторинної сировини. Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень прецизійного вогняного рафінування міді з вторинної сировини із застосуванням фосфіду міді Cu_3P . Встановлено, що протікання реакції переводу залишкових домішок в шлак забезпечується на першому етапі утворенням окислювача P_2O_5 з подальшим, на другому етапі, утворенням фосфатів домішок свинцю, цинку і олова.

Ключові слова: розплав, вогняне рафінування, домішки, фосфід міді.

Цыганкова Ольга Васильевна, аспирант, кафедра металлургии цветных металлов, Запорожская государственная инженерная академия, Украина, e-mail: rot44@yandex.ru.

Цыганкова Ольга Васильевна, аспирант, кафедра металлургии цветных металлов, Запорожская государственная инженерная академия, Украина.

Tsygankova Olga, Zaporizhia State Engineering Academy, Ukraine, e-mail: rot44@yandex.ru

УДК 620.193

Бачурский Д. В.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА УДАЛЕНИЕ TiCl_2 ИЗ СОЛЕВОГО РАСПЛАВА ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ MgCl_2

Установлено, что значительное влияние на очистку электролита для получения магния от примеси титана оказывает влага в составе поваренной соли. Для эффективного удаления соединений титана из солевого расплава предлагается загружать увлажненную соль в главный аппарат поточной линии или в отдельно работающий электролизер во время заливки очередной порции хлорида магния.

Ключевые слова: электролиз магния, поточная линия, низшие хлориды титана, факторный эксперимент, влажность.

1. Введение

Процессы электролиза, широко применяемые в металлургической промышленности, достаточно сложны [1–5] и предполагают обязательный учет воздействия той или иной примеси на процесс. Примесь титана нарушает ход электролиза вследствие пассивации катода, при которой магний выделяется в виде отдельных мелких корольков, и выход по току снижается на 5...10%. О совместном влиянии указанных примесей известно из практики электролиза [6–9]. Для проведения депассивации катодов применяется такая операция, как загрузка влажной поваренной соли [10]. В соответствии с литературными данными можно заключить о положительном влиянии влаги на процесс электролитического получения магния.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Ранее изучалось взаимодействие воздуха с низшими хлоридами титана, растворенными в расплавах NaCl-KCl ,

с различным содержанием MgCl_2 [11, 12]. Расплав выдерживали в чистом аргоне, в смеси аргона с воздухом и на воздухе. Было установлено, что наиболее полное и быстрое удаление соединений титана в шлак происходило при его контакте с атмосферным воздухом и при повышенном содержании MgCl_2 . Повышенное содержание хлорида магния способствовало протеканию процесса гидролиза и, как следствие, улучшало реакции окисления низших хлоридов титана. Для установления влияния влаги атмосферного воздуха целесообразным стало решение следующих задач:

- 1) выполнить термодинамический анализ условий процесса электролиза оборотного хлорида магния;
- 2) определить механизм протекания реакций в электролите при электролизе хлористого магния.

3. Результаты исследований

Исследование осаждения MgO , $\text{TiCl}_{2(3)}$ в расплаве проводили по следующей методике. После достижения необходимой температуры в печи в нее помещали

кварцевую реторту, запускали подачу сухого HCl и аргона. Расплавили навеску солей параллельно, и, при необходимости, увлажняли NaCl. После полного расплавления навески солевой смеси загружали в стакан шихту, содержащую TiCl₂. Общая масса расплава составляла 1300 г. Затем подачу HCl прекращали и отбирали первую пробу расплава. Затем загружали увлажненную или сухую NaCl, при этом интенсивно перемешивали расплав, отбирали по истечении 3...5 минут пробу и останавливали подачу аргона. Далее вели процесс отстаивания и отбор проб. Пробы сливали в сухие и прогретые кварцевые изложницы, и сразу помещали их в герметичный эксикатор. По окончании отбора проб выключали печь и сливали оставшийся в реторте расплав в кварцевую изложницу. Помещенные в эксикатор пробы по отдельности доставляли в сухой бокс, где их подготавливали к анализу в агатовой ступке, и помещали в стеклянные пробирки. Затем с данными пробами проводили анализы, содержание Ti_(общ) по методике, описанной в [13].

Термодинамический анализ производили в соответствии с методиками работ [14–16]. Проанализировав результаты термодинамических расчетов и исследований по влиянию влажности воздуха, был сделан вывод о возможности совместного осаждения соединений титана и оксида магния в расплаве хлорида магния. Результаты экспериментов по влиянию влажности поваренной соли на осаждение титана в процессе электролиза приведены на рис. 1.

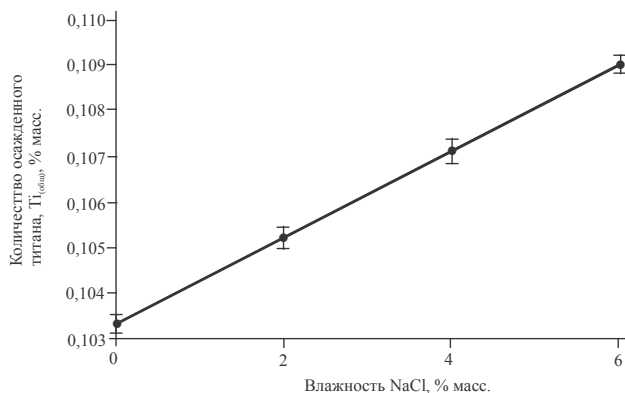


Рис. 1. Зависимость количества осажденного титана от влажности поваренной соли

На основе результатов проведенных экспериментов было составлено уравнение регрессии, которое отражает зависимость количества осажденного из электролита титана M_{Ti} от концентрации хлорида магния C_{MgCl_2} , температуры T и количества влаги $W_{\text{H}_2\text{O}}$, подаваемой в расплав электролита.

$$M_{\text{Ti}} = -1,08 + 0,057C_{\text{MgCl}_2} + 0,002T + 0,17W_{\text{H}_2\text{O}}.$$

4. Выводы

Установлено влияние концентрации хлорида магния в электролите и влаги, подаваемой в электролит, на степень удаления примеси титана в процессе электролиза хлористого магния. Температура расплава не оказывает существенного влияния на удаление титана из электролита. На основе физико-химического анализа показано, что наибольшее влияние на очистку электролита от

примеси титана оказывает влага в составе поваренной соли. Для эффективной очистки электролита при переработке оборотного хлорида магния предлагается загружать увлажненную поваренную соль в сухое время года в головной аппарат поточной линии во время загрузки очередной порции хлорида магния.

Литература

1. Гунько, И. М. Анализ техногенных источников и технологических схем производства пентаоксида ванадия [Текст] / И. М. Гунько, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров // *Металлургия*. — Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2011. — Вып. 25. — С. 59–67.
2. Криворучко, Н. П. Температурный режим поточной линии электролиза магния титанового производства [Текст] / Н. П. Криворучко, Д. В. Бачурский, И. Ф. Червоный, Д. М. Хабров, Е. А. Матвеев, Е. П. Щербань // *Металлургия*. — 2012. — Вып. № 1(26). — С. 58–61.
3. Червоный, И. Ф. Порционно-периодическая подача магния в процессе магнетермического восстановления тетрахлорида титана [Текст] / И. Ф. Червоный, Д. А. Листопад, В. И. Иващенко и др. // *Металлургия*. — Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2009. — Вып. 20. — С. 63–70.
4. Реков, Ю. В. Оптимизация процесса выращивания кремниевых основ для производства поликристаллического кремния [Текст] / Ю. В. Реков, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров, О. А. Кисарин, Р. Н. Воляр // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. — 2011. — № 3/5(51). — С. 15–20.
5. Кисарин, О. А. Трещинообразование в кремниевом стержне большого диаметра [Текст] / О. А. Кисарин, В. Н. Яркин, Ю. В. Реков, И. Ф. Червоный // *Металлургия*. — Запоріжжя: ЗГИА, 2010. — Вып. 21. — С. 125–131.
6. Magnesium processing [Electronic resource]. — Available at: \www/ URL: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/356969/magnesium-processing>
7. Kenkichi Tachiki. On the Electrolytic Reduction of Chlorous Acid by the Dropping Mercury [Electronic resource] / Kenkichi Tachiki // *Nippon Kagaku Kaishi*. — 1944. — Vol. 65, No. 5. — P. 473–477. — ISSN:0369-4208. — Available at: \www/ URL: http://astp.jst.go.jp/modules/search/index.php?page=DocumentDetail&journalId=0369-4208_65_5_On+the+Electrolytic+Reduction+of+Chlorous+Acid+by+the+Dropping+Mercury_N%2FA
8. Kenkichi Tachiki. Adsorption of Chlorine by Magnesium Oxide. 1 [Electronic resource] / Kenkichi Tachiki // *Nippon Kagaku Kaishi*. — 1944. — Vol.65, No.1. — ISSN:0369-4208. — Available at: \www/ URL: http://astp.jst.go.jp/modules/search/index.php?page=DocumentDetail&journalId=0369-4208_65_1_Adsorption+of+Chlorine+by+Magnesium+Oxide.+I_N%2FA
9. Grant Alexander Mathieson. Electrolytic purification of water [Electronic resource] / Grant Alexander Mathieson. — The University of Waikato, 2006. — Available at: \www/ URL: <http://researchcommons.waikato.ac.nz/bitstream/handle/10289/4416/thesis.pdf?sequence=1>
10. Баранник, И. А. Промышленные исследования влияния примесей титана на электролиз хлористого магния [Текст] / И. А. Баранник, З. В. Ястребова, А. П. Егоров и др. // *Цвет. мет.* — 1971. — № 8. — С. 40–42.
11. Олесов, Ю. Г. Влияние состава электролита на поведение низших хлоридов титана в атмосфере воздуха [Текст] / Ю. Г. Олесов, И. А. Баранник, В. В. Нерубашенко и др. // *Вопросы химии и химической технологии*. — 1982. — Вып. 67. — С. 33–36.
12. Баранник, И. А. Исследование катодного процесса при электролизе хлористого магния содержащего низшие хлориды титана [Текст] / И. А. Баранник, В. В. Вольнский, Л. Н. Антипин. — Киев: Украинский химический журнал. — 1968. — С. 789–794.
13. Бойко, А. И. Методы Аналитического контроля в цветной металлургии [Текст] / под ред. А. И. Бойко, Н. В. Галицкого, Т. А. Пампушко // *Том 6. Методы аналитического контроля в производстве титана и магния* — Москва, 1983. — 230 с.
14. Цыганкова, О. В. К вопросу о прецизионном огневом рафинировании меди из вторичного сырья [Текст] / О. В. Цыганкова, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров // *Металлургия*. — 2012. — Вып. 3(28). — С. 79–83. — ISSN 2071-3789.

15. Шульга, В. О. Физико-химический анализ процесса раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров, В. П. Грицай // *Металлургия*. — 2012. — Вып. 3(28). — С. 38–42.
16. Шульга, В. О. Об эффективности комплексного раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоный, С. Г. Егоров, В. П. Грицай, О. И. Казачков // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. — 2012. — № 6/1(60). — С. 33–37.

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА ВИДАЛЕННЯ $TiCl_2$ З СОЛЬОВОГО РОЗПЛАВУ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІЗІ $MgCl_2$

Встановлено, що значний вплив на очищення електроліту для отримання магнію від домішки титану робить волога у складі куховарської солі. Для ефективного видалення з'єднань титану з сольового розплаву пропонується завантажувати

зволочену сіль в головний апарат потокової лінії або в окремо працюючий електролізер під час заливки чергової порції хлориду магнію.

Ключові слова: електроліз магнію, потокова лінія, нижчі хлориди титану, факторний експеримент, вологість.

Бачурский Денис Васильевич, аспирант, кафедра металлургии цветных металлов, Запорожская государственная инженерная академия, Украина, e-mail: rot44@yandex.ru.

Бачурський Денис Васильович, аспірант, кафедра металургії кольорових металів, Запорізька державна інженерна академія, Україна.

Bachursky Denis, Zaporizhia State Engineering Academy, Ukraine, e-mail: rot44@yandex.ru

УДК 669. 18 (073)

Шульга В. О.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО РАСКИСЛЕНИЯ СТАЛИ

Приведены результаты термодинамического анализа процесса обезуглероживания и раскисления стали. Достаточно эффективными являются комплексные раскислители на основе алюминия с кремнием и барием. При этом установлена возможность повышения эффективности комплекса на основе металла с более слабым средством к кислороду с металлов с более сильным средством к кислороду из ряда средств.

Ключевые слова: сталь, углерод, раскисление, физико-химический анализ, кислород, средство к кислороду, равновесие химических реакций.

1. Введение

Управление металлургическими процессами в черной и цветной металлургии очень сложная задача, для решения которой необходимо как исследование физико-химических и энергетических процессов, протекающих в системе, так и формализация их с целью получения математического описания и последующей оптимизации. Некоторые результаты таких исследований приведены в цикле работ [1–5]. Не исключением в контексте этого является и технологический процесс получения стали. Значительная часть коррозионноустойчивых сталей производится в дуговых печах методом переплава отходов с применением кислорода. Данная технология включает плавление шихты, содержащей отходы коррозионноустойчивых сталей, обезуглероживание высокохромистого расплава продувкой кислородом через сводовую фурму, раскисление металла и шлака кремнийсодержащими раскислителями, проплавление феррохрома и заключительное рафинирование металлической ванны.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Несмотря на многочисленные исследования, которые в значительной мере исчерпали возможности совершенствования общепринятой технологии производства низкоуглеродистых коррозионноустойчивых сталей в дуговых печах, расход дорогостоящего низкоуглеродистого и безуглеродистого феррохрома остается высоким [6–7].

В таких технологических схемах повышенный расход материалов, раскислителей, флюсов, электроэнергии и электродов.

Целью проведенных исследований была установка энергетических характеристик начального этапа переработки металлического скрапа. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- 1) выполнить физико-химический анализ условий обезуглероживания стали при проведении плавки в конвертере;
- 2) определить эффективность механизма окисления углерода и раскисления стали.

3. Результаты исследований

Газокислородное рафинирование проводилось в реакторе, оборудованном тремя донными фурмами. В первый период продувки производится обезуглероживание расплава. При этом в процессе донной продувки высокохромистого расплава кислородом происходит совместное окисление углерода и легирующих компонентов, а также окисление углерода за счет вторичных реакций.

