

Работа выполнена при финансовой поддержке
Министерства образования и науки Российской Федерации
по государственному контракту № 16.525.12.5005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делимарский, Ю.К., Панченко И.Д., Марков Б.Ф. // Укр. хим. журн. 1956. Т. 22, № 5. С. 574.
2. Чуйкин А.Ю., Зайков Ю.П., Бекетов А.Р. // Изв. вузов. Цв. металлургия. № 6. 2008. С. 12.
3. Bataev S., Zaikov Yu.P., Lokhmotko Yu.A. et al. // Rus. J. Non-Ferrous Metals 2010. Vol. 51, № 4. P. 296.
4. Garnier P., Morean J., Gavarrì J.R. // Mater. Res. Bull. 1990. Vol. 25. P. 979.
5. Redkin A.A., Efremov A.N., Apisarov A.P. et al. // Summ. 2 of the 19-th Intern. Congr. of chemical and process engineering CHISA (Prague, 28 aug.—1 sept. 2010). Prague: Process Eng. Publ., P. 704.
6. Фиалков Ю.Я. // Применение изотопов в химии и химической промышленности. Киев: Техніка. 1975.
7. Brunauer S., Emmett P. H., Teller E. // J. Amer. Chem. Soc. 1938. Vol. 60, № 2. P. 309.
8. Поротникова Н.М., Ананьев М.В., Курумчин Э.Х. // Тр. Всерос. конф. «Исследования в области переработки и утилизации техногенных образований и отходов». (Екатеринбург, 24—27 нояб. 2009 г.). Екатеринбург: ИМЕТ УрО РАН, С. 456.
9. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. // Физическая химия: Учеб. для хим.-технол. спец. вузов. 2-е изд. М.: Высш. шк., 1988.
10. Браун Т., Лемей Г.Ю. // Химия — в центре наук. М.: Мир, 1983. Ч. 2.
11. Ефремов А.Н., Аписаров А.П., Архипов П.А., Зайков Ю.П. // Расплавы. 2010. № 1. С. 29.

УДК 669.73 : 536.423.1

ИСПАРЕНИЕ КАДМИЯ ИЗ РАСПЛАВОВ С КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ ПРИМЕСЕЙ

© 2013 г. В.Н. Володин, В.Е. Храпунов, Н.М. Бурабаева,
Г.С. Рузахунова, И.А. Марки

АО «Центр наук о земле, металлургии и обогащении» (ЦНЗМО), г. Алматы, Респ. Казахстан

Методом непрерывного взвешивания определены степень (α) и скорость испарения (V) кадмия из бинарных сплавов с никелем, медью и серебром (по 2 мас.%) при температурах 400–500 °С и давлениях 13–2660 Па с переходом линии ликвидуса из области жидких растворов в область кристаллизации примеси в изотермических условиях. Кривые изменения α и V во времени характерны для процессов накопления примесей в остатке и нарастания влияния диффузионного фактора подвода к поверхности испарения более летучего компонента – кадмия. При переходе системой линии ликвидуса на кривых $V(\tau)$ отмечен характерный излом с понижением величины V , обусловленный сменой механизма процесса испарения. Скорость испарения Cd в двухфазной области сосуществования интерметаллидов кадмия и жидких растворов на его основе сопоставима с таковой из гомогенного сплава и приемлема в технологическом процессе.

Ключевые слова: кадмий, никель, сплав, давление пара, скорость испарения, кристаллизация, дистилляция, рафинирование.

The continuous weighing technique has been used for determination of cadmium evaporation degree (α) and rate (V) from binary alloys with nickel, copper and silver (2 wt.% each) at the temperature of 400–500 °C and the pressure of 13–2660 Pa with liquidus line transition from the liquid solution range to the impurity crystallization range under the isothermal conditions.

Володин В.Н. – докт. физ.-мат. наук, докт. техн. наук, гл. науч. сотр. ЦНЗМО (050010, Респ. Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко, 29/133). E-mail: volodin@inp.kz.

Храпунов В.Е. – докт. техн. наук, проф., гл. науч. сотр. ЦНЗМО. E-mail: imarki@mail.ru.

Бурабаева Н.М. – канд. техн. наук, инженер I кат. ЦНЗМО. E-mail: Nuri_eng@mail.ru.

Рузахунова Г.С. – канд. техн. наук, вед. инженер ЦНЗМО. E-mail: galiya_suleymen@mail.ru.

Марки И.А. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр. ЦНЗМО. E-mail: imarki@mail.ru.

The α and V change curves in time are characteristic for the impurity accumulation processes in the residue and the growing effect of the diffusion factor of more volatile component – cadmium supply to the evaporation surface. When the system passes the liquidus line, the $V(\tau)$ curves show a specific kink with V value decrease caused by the evaporation mechanism change. The cadmium evaporation rate in the two-phase field of coexistence cadmium intermetallic compound and liquid solutions on its basis is comparable to that from homogeneous alloy and it is admissible in the process technology.

Key words: cadmium, nickel, alloy, vapor pressure, evaporation rate, crystallization, distillation, melt finishing.

Одним из основных параметров, используемых при конструктивном оформлении технологических процессов и определяющих качество очистки рафинируемого металла от примесей, является скорость испарения, которая, в свою очередь, зависит от многих технологических факторов, в том числе температуры и давления. Количество исследований, специально посвященных кинетике испарения металлов в среднем вакууме, ограничено. В работе [1] определена скорость испарения цинка с изменением условий дистилляции, а в [2] — свинца из сплавов с медью и серебром. Авторы [3] приводят скорость испарения вольфрама с изменением давления, а в [4] исследованы кинетические закономерности испарения ртути при пониженном давлении. В работе [5] при изучении процесса испарения таллия из его сплавов с кадмием, цинком и свинцом определена скорость испарения жидкого элементного таллия в интервале $t = 700 \div 1000$ °С при $p = 13 \div 4000$ Па, представленная в виде модифицированной, применительно к относительно высоким давлениям, формулы Лэнгмюра.

Для кадмия в [6] методом непрерывного взвешивания оценена скорость испарения жидкого ме-

талла (V , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) в интервале $t = 400 \div 550$ °С при $p = 13 \div 13300$ Па (см. таблицу), аппроксимированная термобарической зависимостью

$$V = 843743p^{-0,5} \exp\left(-\frac{12101}{T}\right) - 2860,3 \exp\left(-\frac{12177}{T}\right),$$

где p , Па — давление; T , К — температура, что дало возможность экстраполировать ее на область более высоких температур.

Для теории и практики дистилляционного рафинирования кадмия с высоким содержанием тугоплавких по отношению к нему примесей важным является знание скорости испарения летучего компонента из сплавов с кристаллизацией твердой фазы в процессе обеднения сплава легколетучим кадмием. Такие данные в опубликованной литературе отсутствуют. Поэтому целью настоящей работы было определение скорости испарения кадмия из его сплавов с содержанием по 2 мас.% Ni, Cu и Ag, или 3,76, 3,48 и 2,09 ат.% соответственно.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Тигель с навеской сплава подвешивали на пружинные весы, закрепленные на верхней крышке реторты с помощью кварцевой нити толщиной до 0,5 мм. Далее указанной крышкой с тиглем и весами закрывали реторту. После эвакуации газов до определенного давления реторту устанавливали в электропечь, предварительно разогретую до температуры опыта, таким образом, чтобы тигель с навеской находился в изотермической зоне, а пружина весов при этом была вне зоны нагрева — в охлаждаемой части реторты. Изменение положения тигля (пружинных весов) вследствие испарения кадмия контролировали с помощью катетометра. При проведении экспериментов на кварцевой нити наблюдали некоторое количество конденсата в виде налета, массой которого в расчетах пренебрегали. Время достижения навеской температуры опыта устанавливали предварительно — прямым измерением при размещении термопары в тигле, куда помещался сплав.

Скорость испарения жидкого кадмия, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$			
	13	133	2670	13300
400	$3,45 \cdot 10^{-3}$	$9,00 \cdot 10^{-4}$	—	—
	$3,55 \cdot 10^{-3}$	$9,10 \cdot 10^{-3}$	$2,14 \cdot 10^{-4}$	$7,37 \cdot 10^{-5}$
500	$3,65 \cdot 10^{-2}$	$1,14 \cdot 10^{-2}$	$2,10 \cdot 10^{-3}$	—
	$3,65 \cdot 10^{-2}$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,19 \cdot 10^{-3}$	$7,50 \cdot 10^{-4}$
550	—	$3,00 \cdot 10^{-2}$	—	$1,50 \cdot 10^{-3}$
	$9,40 \cdot 10^{-2}$	$2,90 \cdot 10^{-2}$	$5,65 \cdot 10^{-3}$	$1,93 \cdot 10^{-3}$
600	—	—	—	—
	$2,18 \cdot 10^{-1}$	$6,73 \cdot 10^{-2}$	$1,31 \cdot 10^{-2}$	$8,48 \cdot 10^{-3}$
700	—	—	—	—
	$9,07 \cdot 10^{-1}$	$2,80 \cdot 10^{-1}$	$5,44 \cdot 10^{-2}$	$1,85 \cdot 10^{-2}$

Примечание. Числитель — экспериментальные данные, знаменатель — расчетные.

На основании измерений получали зависимость количества испарившегося кадмия (m) или степени его испарения (α) во времени (τ). Далее, описывая зависимость отдельных участков кривой $m(\alpha) = f(\tau)$ в виде полинома и дифференцируя зависимость количества испарившегося Cd по времени ($dm(d\alpha)/d\tau$), определяли скорость испарения в виде $V = f(\tau)$ для соответствующего периода времени.

Сплавы готовили плавлением навесок кадмия и каждого из металлов в вакуированных кварцевых ампулах при $t = 600$ °C и выдержке при этой температуре 3 ч с последующим закаливанием в воду. Кварцевые ампулы с расплавом во время выдержки периодически (3–4 раза) перемешивали встряхиванием, что дополнительно обеспечивало равномерность распределения металлов в кадмии.

В качестве объектов исследования использованы кадмий, медь и серебро с содержанием 99,99 мас.% основного элемента, а также никель — 99,96 мас.%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Испарение сплава Cd–Ni. Определение степени (α) и скорости (V) испарения кадмия из сплава с никелем проведено при температурах $t = 400, 450$ и 500 °C и давлениях $p = 13$ и 133 Па (рис. 1).

Дистилляцию кадмия при $t = 400$ °C осуществляли в условиях присутствия в жидкой фазе кристаллов Ni_5Cd_{21} . Кривые изменения α и V во времени характерны для процессов накопления примесей в кубовом остатке и нарастания влияния диффузионного фактора подвода к поверхности испарения более летучего компонента — кадмия. Это обусловлено тем, что состав сплава остается постоянным, соответствующим составу линии ликвидуса при этой температуре, а также увеличением количества твердой фазы кристаллизующегося Ni_5Cd_{21} по мере испарения Cd.

Выявлена корреляция зависимости максимальной скорости испарения Cd из сплава с никелем от температуры и давления со скоростью испарения чистого кадмия $1,43 \cdot 10^{-3}$ и $3,45 \cdot 10^{-3}$ кг·м⁻²·с⁻¹ при $t = 400$ °C и $p = 13$ Па [8]. Величина V от максимального значения монотонно понижается во времени (см. рис. 1, а). Аналогично протекает процесс испарения Cd из сплава при $t = 450$ °C, однако при больших значениях V_{max} (см. рис. 1, б) — $6,20 \cdot 10^{-3}$ и $4,81 \cdot 10^{-3}$ кг·м⁻²·с⁻¹ при $p = 13$ и 133 Па соответственно.

При испарении кадмия при $t = 500$ °C из исходного сплава наблюдался переход системы (рис. 2) из

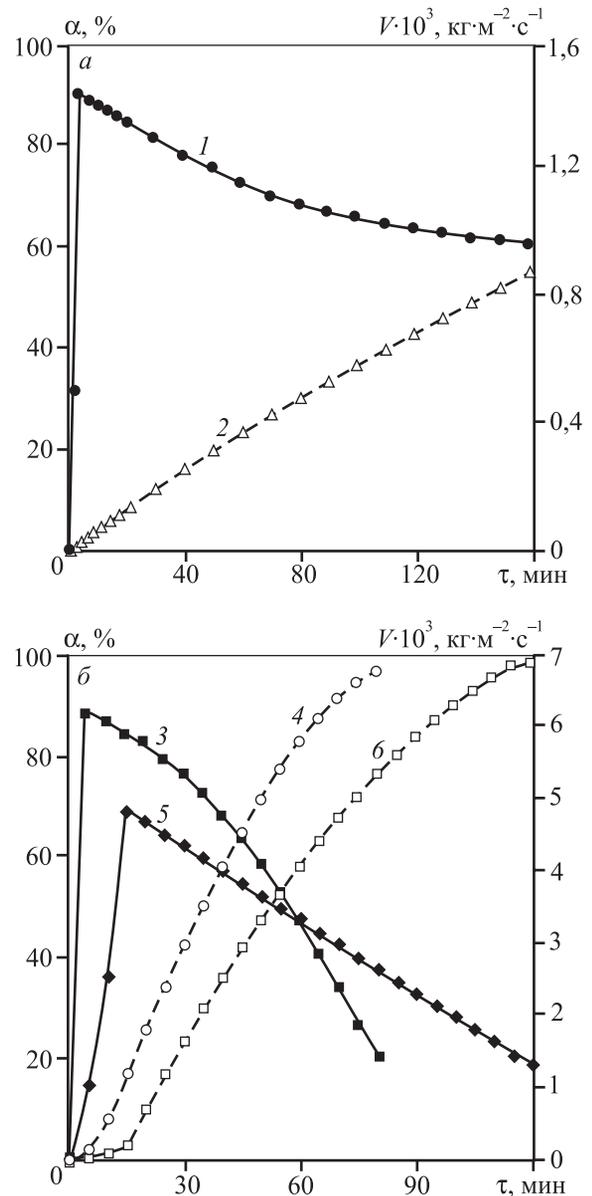


Рис. 1. Скорость (сплошные кр. 1, 3, 5) и степень (штриховые кр. 2, 4, 6) испарения кадмия из сплава с никелем при $t = 400$ °C (а) и 450 °C (б) $p = 13$ Па (1–4) и 133 Па (5, 6)

гомогенной жидкой области существования сплава Cd + 3,76 ат.% Ni в двухфазную Ni_5Cd_{21} + Ж. Это проявилось в изменении кривизны зависимостей $\alpha(\tau)$ (рис. 3) при переходе линии ликвидуса, что подтверждается следующим. В системе Cd–2мас.% Ni в процессе испарения при $t = 500$ °C и $p = 13$ Па (см. кр. 2 на рис. 3, а) отмечен излом кривой $\alpha(\tau)$, соответствующий 61,79 мас.%. Исходя из того, что в 100 г сплава содержится 98 г (98 мас.%) кадмия, при допущении только его испарения имеем $98 \cdot 0,6179 = 60,55$ г Cd. Получили остаток от дистилляции, где

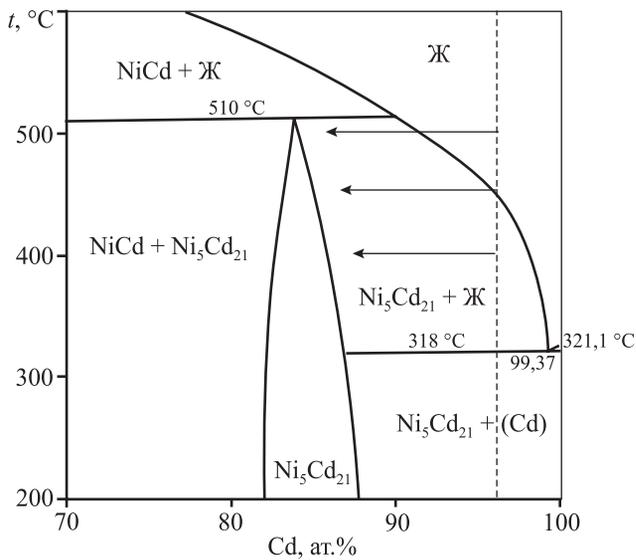


Рис. 2. Фрагмент диаграммы состояния кадмий–никель [6, 7] Штриховая линия соответствует составу исходного сплава, стрелки – его изменению при испарении кадмия из него в изотермических условиях

$2 \cdot 100 / [2 + (98 - 60,55)] = 5,07$ мас.%, или 9,28 ат.% Ni. Далее, проводя линию, соответствующую концентрации никеля в остатке на диаграмме состояния, до пересечения с изотермой, получаем точку, принадлежащую линии ликвидуса.

Максимальная скорость испарения кадмия из сплава Cd–Ni при $t = 500$ °С, составляющая $2,08 \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹ при $p = 13$ Па, значительно ниже, чем при испарении чистого кадмия ($3,65 \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹) при тех же условиях. На кривых $I(\tau)$ и $\alpha(\tau)$ проявился характерный излом при переходе линии ликвидуса. Скорость испарения в начале процесса уменьшалась монотонно в соответствии с затруднениями, обусловленными накоплением нелетучего компонента, а затем – скачкообразно, по нашему мнению, из-за появления на поверхности испарения кристаллов твердой фазы Ni₅Cd₂₁ и уменьшения физической поверхности испарения сплава. А далее она снижалась вследствие накопления количества твердой фазы. Следует отметить, что скорость испарения при пересечении линии ликвидуса при малом давлении (13 Па) монотонно падает (см. рис. 3, а), в то время как при большем (133 Па) – она некоторое время практически постоянна с последующим уменьшением (см. рис. 3, б). Последнее, по-видимому, связано с динамическим равновесием диффузии образующихся кристаллов в глубь расплава и испарением Cd из жидкой фазы постоянного состава (внутри двухфазной области).

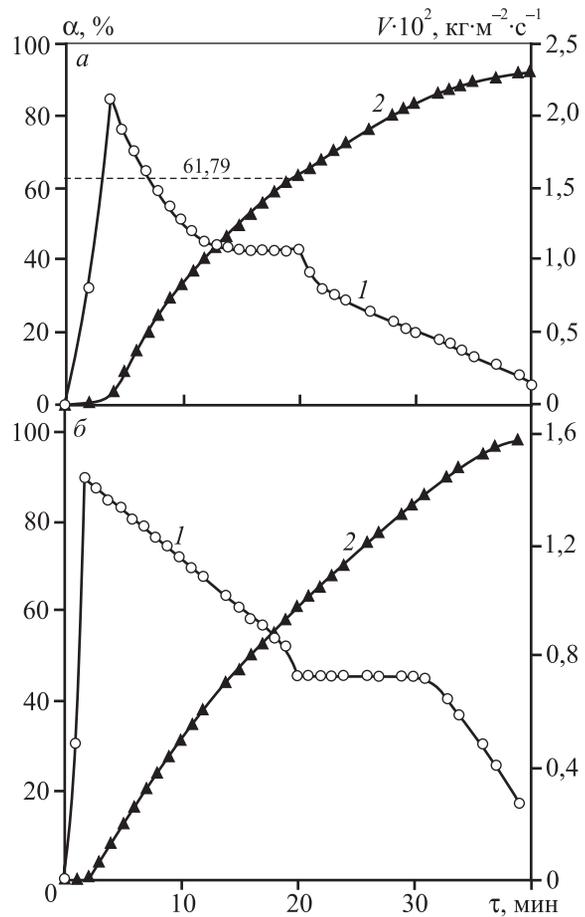


Рис. 3. Скорость (1) и степень (2) испарения кадмия из сплава с никелем при $t = 500$ °С $p = 13$ Па (а) и 133 Па (б)

Несмотря на наличие Ni₅Cd₂₁, степень испарения кадмия из сплава достигает к концу дистилляции 95–97 мас.%, что свидетельствует о процессе разложения интерметаллического соединения с выделением испаряющегося кадмия и требует дополнительного исследования.

Вместе с тем скорость испарения кадмия из сплава с никелем ($(0,5 \pm 1,5) \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹) остается приемлемой для технологии как в гомогенной, так и гетерофазной областях.

Испарение сплава Cd–Cu. Определение скорости и степени испарения кадмия из сплава с медью проведено при температурах 400, 500 и 610 °С, давлениях 13, 2670 и 13300 Па.

Из данных, приведенных на рис. 4, следует, что максимальная скорость испарения кадмия из сплава с медью при $t = 500$ °С и $p = 13$ Па, достигая $3,22 \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹, что также ниже, чем при испарении чистого кадмия, закономерно понижается до $3,75 \cdot 10^{-3}$ кг·м⁻²·с⁻¹ с увеличением давления до 2670 Па.

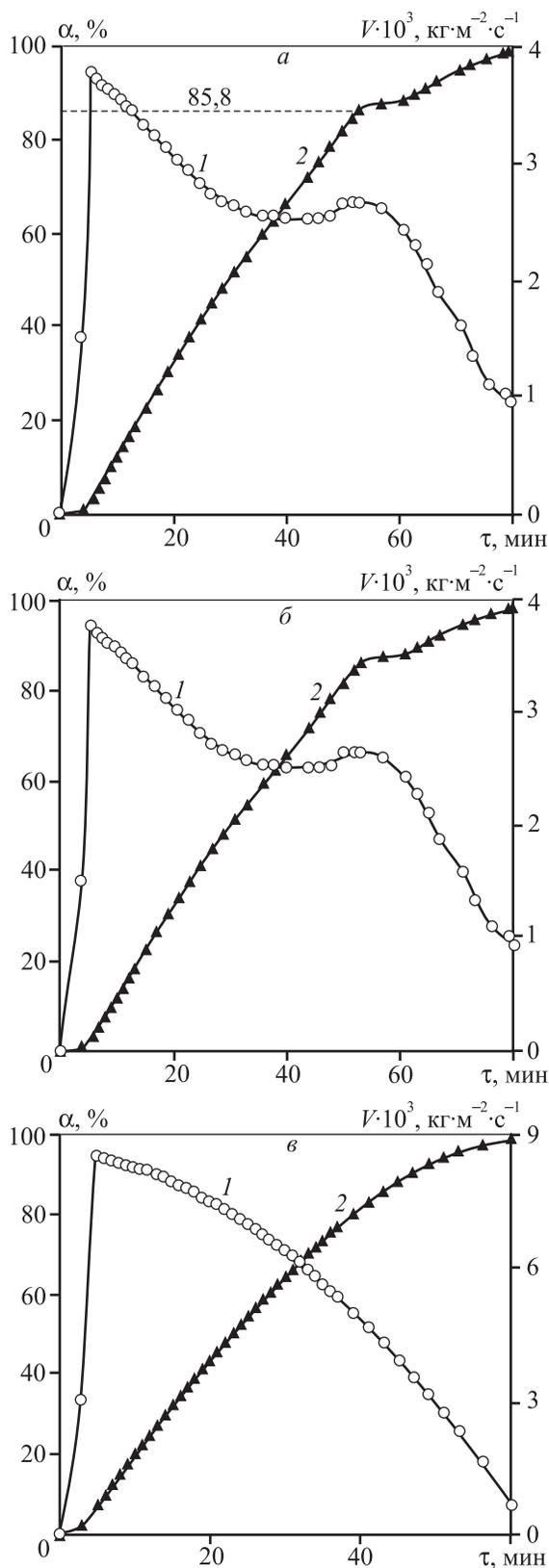


Рис. 4. Скорость (1) и степень (2) испарения кадмия из сплава с медью при $t = 500^\circ\text{C}$ (*a*, *б*) и 610°C (*в*) $p = 13$ (*a*), 2670 (*б*) и 13300 (*в*) Па

При испарении Cd при $t = 500^\circ\text{C}$ наблюдался переход системы из гомогенной жидкой области существования сплава Cd + 3,48 ат.% Cu в двухфазную $\text{Cu}_2\text{Cd}_3 + \text{Ж}$ (рис. 5). Это проявилось в изменении кривизны зависимостей степени испарения во времени при переходе линии ликвидуса. Подтверждением тому материальный расчет. При $t = 500^\circ\text{C}$ и $p = 13 \text{ Па}$ излом кривой $\alpha(\tau)$ на рис. 4, *a* соответствует степени отгонки кадмия 85,8 мас.%. То есть, исходя из рассуждений применительно к рассмотренной выше композиции Cd–Ni, получен сплав, в котором содержится 12,57 мас.%, или 20,29 ат.% Cu. При проведении линии, соответствующей концентрации меди в остатке, до пересечения с изотермой, получена точка на ликвидусе диаграммы состояния (см. рис. 5).

При достижении границы существования жидкой фазы, по мере обогащения металлического раствора медью, наблюдается излом на кривых $V(\tau)$ и $\alpha(\tau)$, что свидетельствует о фазовом превращении в сплаве. Конечная величина α аналогична таковой для системы Cd–Ni и свидетельствует об испарении кадмия из Cu_2Cd_3 .

Скорость испарения кадмия, как и в предыдущем случае, понижается с накоплением меди в остатке от дистилляции и скачкообразно уменьшается при переходе линии ликвидуса. При испарении Cd из сплава Cd–Cu при $t = 610^\circ\text{C}$ и $p = 13,3 \text{ кПа}$ (см. рис. 4, *в*) система, минуя область сосуществова-

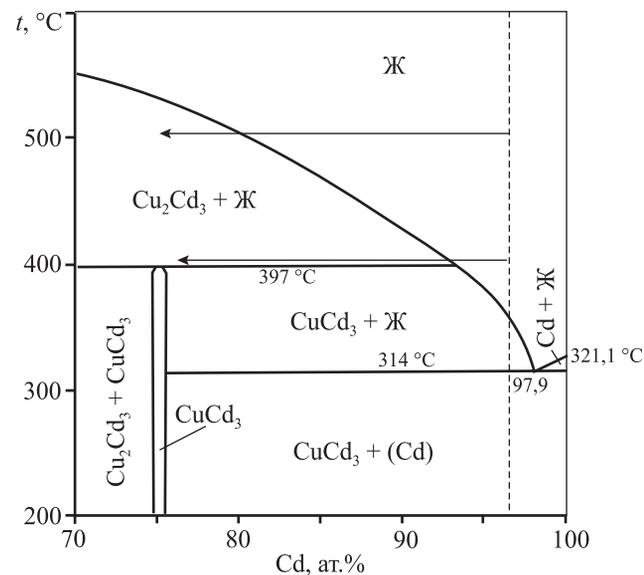


Рис. 5. Фрагмент диаграммы состояния кадмий–медь Штриховая линия соответствует составу исходного сплава, стрелки – его изменению при испарении кадмия из него в изотермических условиях

ния $\text{Cu}_2\text{Cd}_3 + \text{Ж}$, которая остается ниже изотермы, должна попасть в двухфазную область $\text{Ж} + \text{Cu}_2\text{Cd}$. Однако видно, что при большой степени дистилляции кадмия из сплава (малом его остаточном содержании в остатке от дистилляции) переход границы ликвидуса (характерный изгиб) в этом случае отсутствует.

Вместе с тем в результате проведенных экспериментов можно констатировать, что скорость испарения кадмия из сплавов с медью остается приемлемой для технологического процесса при указанных температурах и высоком давлении.

Испарение сплава Cd—Ag. Определение скорости испарения кадмия из сплава с серебром проведено при $t = 400$ и 500 °С, $p = 13$ и 133 Па. Кривые изменения степени и скорости испарения сплава при $t = 400$ °С во времени характерны для процессов накопления примесей в кубовом остатке с изменением кривизны линий при переходе через линию ликвидуса и попадании системы в двухфазную область $\text{AgCd}_3 + \text{Ж}$. Скорость испарения Cd при $t = 500$ °С (рис. 6) аналогична таковой для сплавов кадмия с никелем и медью. При расчете состава сплава, соответствующего излому на кривой $V(\tau)$, в отличие от сплавов кадмия с никелем и медью, отмечено расхождение $+1,5$ ат.% Cd с линией ликвидуса диаграммы состояния при $t = 400$ °С и $+3$ ат.% Cd при 500 °С (рис. 7). Мы склонны считать это ошибкой, внесенной при увеличении рисунка диаграммы состояния малого масштаба.

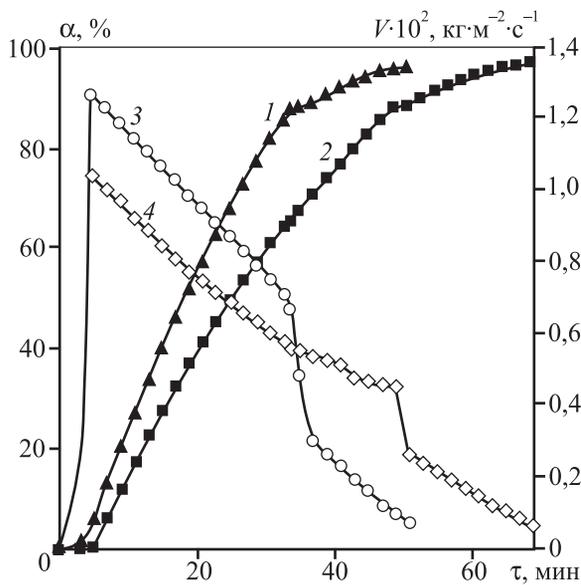


Рис. 6. Степень (1, 2) и скорость (3, 4) испарения кадмия из сплавов с серебром при $t = 500$ °С $p = 13$ Па (1, 3) и 133 Па (2, 4)

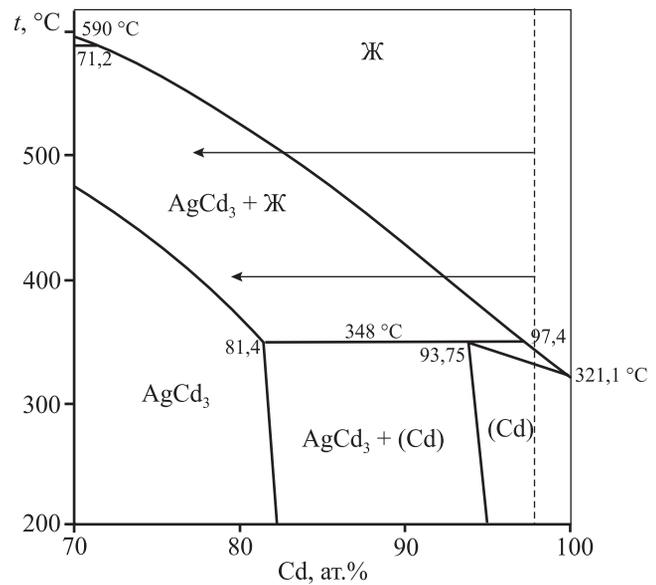


Рис. 7. Фрагмент диаграммы состояния кадмий—серебро Штриховая линия соответствует составу исходного сплава, стрелки — его изменению при испарении кадмия из него в изотермических условиях

Скорость испарения кадмия от максимальной ($1,27 \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹ при $p = 13$ Па и $1,05 \cdot 10^{-2}$ кг·м⁻²·с⁻¹ при 133 Па) понижается с накоплением серебра в остатке от дистилляции и скачкообразно уменьшается при переходе линии ликвидуса на диаграмме состояния (см. рис. 7).

Механизм процесса испарения и причины наблюдаемых изменений очевидно одинаковы с таковыми для сплавов Cd—Ni и Cd—Cu.

Здесь также можно отметить, что скорость испарения кадмия из сплавов с серебром остается приемлемой для технологического процесса при указанных температурах, высоком давлении и кристаллизации интерметаллического соединения серебра из раствора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определенные в результате исследования кривые изменения степени и скорости испарения сплава с кадмием во времени характерны для процессов накопления примесей в кубовом остатке и нарастания влияния диффузионного фактора подвода к поверхности испарения более летучего компонента — кадмия. При переходе системы линии ликвидуса, вследствие испарения Cd из гомогенного состояния в область сосуществования жидкой фазы и кристаллов интерметаллического соединения, установлено

наличие излома на кривых $V(\tau)$ и $\alpha(\tau)$ при переходе фазовой границы, обусловленного сменой механизма испарения Cd. Это может быть использовано для определения линии ликвидуса [9] в подобных системах в изотермических условиях.

Скорость испарения Cd в двухфазной области сосуществования интерметаллидов кадмия и жидких растворов на его основе сопоставима с таковой из гомогенного сплава и приемлема в технологическом процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любман Л.Я. Непрерывное рафинирование черновое цинка: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Алма-Ата: ИМиО АН КазССР, 1977.
2. Назарбеков К.Т., Исакова Р.А., Хобдабергенов Р.Ж., Нестеров П.В. // Компл. использ. минер. сырья. 1983. № 2. С. 38–42.
3. Пазухин В.А., Фишер А.Я. Вакуум в металлургии. М.: Металлургия, 1956.
4. Храпунов В.Е., Исакова Р.А., Жунусова Г.Ж. и др. // Изв. вузов. Цв. металлургия. 2003. № 5. С. 4–10.
5. Володин В.Н., Храпунов В.Е. // Компл. использ. минер. сырья. 2007. № 5. С. 44–51.
6. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Под ред. Н.П. Лекишева. М.: Машиностроение, 1996. Т. 1.
7. Вол А.Е., Каган И.К. Структура и свойства двойных металлических систем. М.: Наука, 1979.
8. Рузахунова Г.С., Володин В.Н., Храпунов В.Е. и др. // Компл. использ. минер. сырья. 2010. № 1. С. 56–63.
9. Володин В.Н., Храпунов В.Е., Рузахунова Г.С. Марки И.А. // Журн. физ. химии. 2011. Т. 85, № 11. С. 2191–2193.

УДК 544.72

СОРБЦИЯ ГАЛЛИЯ ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ НА АНИОНИТАХ

© 2013 г. Д.Э. Чиркст, Е.А. Черемисина, О.В. Черемисина, М.А. Пономарева
Санкт-Петербургский государственный горный университет (СПГГУ)

Изучена сорбция галлия из щелочных растворов на различных слабо- и сильноосновных анионитах в динамических условиях, рассчитаны значения динамической обменной емкости до проскока и полной обменной динамической емкости. Подобран селективный анионит D-403. Изотерма сорбции галлат-ионов на слабоосновном анионите D-403 описана уравнением Ленгмюра, модифицированным для ионообменного равновесия, определены термодинамические параметры сорбции. Предложен метод оценки формы нахождения галлия в щелочном натриевом растворе. Представлен ряд сорбируемости анионов на поверхности твердой фазы анионита D-403.

Ключевые слова: сорбция, галлий, щелочные растворы, анионит D-403, модифицированное уравнение Ленгмюра, термодинамика сорбции.

Gallium sorption from alkaline solutions over various weak- and strong-basic anion-exchange resins under the dynamic conditions has been studied. The values of dynamic exchange capacity before breakthrough and full dynamic exchange capacity have been calculated. D-403 selective anion exchange resin has been selected. The gallate-ion sorption isotherm over D-403 weak-basic anion-exchange resin is described by Langmuir equation modified for ion-exchange equilibrium and the thermodynamic sorption parameters are determined. A method for determining gallium forms in alkaline solution is proposed. A series of anion sorption ability on the solid phase surface of D-403 anion exchange resin is presented.

Key words: sorption, gallium, alkaline solutions, D-403 anion exchange resin, modified Langmuir equation, sorption thermodynamics.

Чиркст Д.Э. – докт. хим. наук, проф., зав. кафедрой общей и физической химии СПГГУ (199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21-я линия, 2). Тел.: (812) 328-84-92.

Черемисина О.В. – докт. техн. наук, доцент той же кафедры. Тел./факс: (812) 328-84-09. E-mail: ovcheremisina@yandex.ru.

Черемисина Е.А. – студентка СПГГУ. Тел./факс: (812) 328-84-09.

Пonomарева М.А. – аспирант СПГГУ.