Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский государственный индустриальный университет

Посвящается 400-летию города Новокузнецка

МЕТАЛЛУРГИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО

«Металлургия – 2017»

15 – 16 ноября 2017 г.

Труды
XX Международной научно-практической конференции

Часть 2

Новокузнецк
2017

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор М.В. Темлянцев, д.т.н., профессор А.В. Феоктистов,
д.т.н., профессор Г.В. Галевский, д.ф.-м.н., профессор В.Е. Громов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., профессор Н.А. Козырев,
к.т.н., профессор С.Г. Коротков, к.т.н., доцент С.В. Фейлер

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XX Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 2 / под ред. Е.В. Протопопова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 474 с., ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и технологии производства, обработки и сварки металлов, энергоресурсосбережения, рециклинга и экологии в металургии.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-08-20433.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Кемеровской области

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

АО «Русал Новокузнецк»

АО «Кузнецкие ферросплавы»

ОАО «Черметинформация»

Издательство Сибирского отделения РАН

Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»

Журнал «Вестник СибГИУ»

Журнал «IOP conference series: materials science and engineering»

ОАО «Кузбасский технопарк»

Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук

Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2017

Уважаемые коллеги!

Организационный комитет приветствует участников XX Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество». Впервые конференция была проведена в 1997г. и за 20 лет приобрела популярность и известность не только в Кузбассе и России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Отмечается постоянный интерес к результатам ее работы со стороны зарубежных ученых, менеджеров, профильных исследовательских центров и фирм. Традиционно, осенью, на несколько дней Сибирский государственный индустриальный университет превращается в площадку оживленных дискуссий, профессионального обсуждения и ознакомления научной и производственной общественности с новейшими результатами исследований и технологических решений в области производства, обработки, сварки металлов и композиционных материалов, ресурсосбережения, рециклинга и экологии, на которой определяются доминирующие современные тенденции и обосновываются прогнозы на перспективу.

В работе конференции приняли участие ученые – металлурги и ведущие специалисты промышленных предпрятий России, Китая, Японии, Великобритании, Канады, Израиля, Польши, Казахстана, Таджикистана, Украины, Беларуси, Латвии, представляющие 87 образовательных и научных организаций, промышленных предприятий из 43 городов России и зарубежья, направивших в адрес организационного комитета более 200 докладов.

Организационный комитет выражает благодарность всем участникам конференции за высокую активность, творческое, эффективное взаимодействие и партнерство. Мы надеемся, что обмен опытом, высокопрофессиональное обсуждение актуальных научных проблем станет мощным толчком к их эффективному решению, а труды конференции внесут весомый вклад в пропаганду передовых достижений мировой и отчественной металлургии.

7. Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Липатова У.И. Использование барий-стронциевого карбонатита при сварке под флюсом.// Сварочное производство. 2017, №6, с.11-16.

8. Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Козырева О.Е., Липатова У.И. Новые сварочные флюсы на основе шлака силикомарганца для наплавки и сварки перекрытий и оснований шахтной клети.// Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2017, №3, с.140-147.

9. Пат. 2576717 РФ, МПК8 B23 K35/362 Флюс для сварки / Крюков Н.Е., Крюков Е.Н., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Козырева О.А.; ОАО «Новокузнецкий завод резервуарных металлоконструкций» им. Н.Е. Крюкова. № 2014122996/02(037469). Заявл. 05.06.2014, опубл. 10.03.2016. Бюл. № 7.

10. Пат. 2579412 РФ, МПК8 B23 K35/362 Флюс для сварки / Крюков Н.Е., Крюков Е.Н., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Козырева О.А.; ОАО «Новокузнецкий завод резервуарных металлоконструкций» им. Н.Е. Крюкова. № 2014123002/02(037475). Заявл. 05.06.2014, опубл. 10.04.2016. Бюл. № 10.

УДК 621.791:624

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO_3 УГЛЕРОДОМ И КРЕМНИЕМ

Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Шурупов В.М.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк, Россия, rek_nzrmk@mail.ru

Аннотация: *Проведена сравнительная термодинамическая оценка протекания процессов восстановления WO_3 углеродом и кремнием при дуговом разряде при наплавке порошковой проволокой. Термодинамические расчеты показывают, что в рассматриваемой системе в интервале температур 1500 – 2500 К протекает целый ряд конкурирующих реакций, в результате которых в металлическом расплаве образуются как вольфрам, так и его силициды и карбиды.*

Ключевые слова: *термодинамические расчеты, энергия Гиббса, порошковая проволока, наплавка, вольфрам, восстановление, силициды, карбиды.*

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF PROCESSES OF RECOVERY OF WO_3 WITH CARBON AND SILICON

Kryukov R.E., Kozyrev N.A., Bendre Y.V., Goryushkin V.F., Shurupov V.M.

Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, rek_nzrmk@mail.ru

Abstract. *A comparative thermodynamic evaluation of the course of the reduction of WO_3 by carbon and silicon in an arc discharge during surfacing with a flux-cored wire is carried out. Thermodynamic calculations show that in the system under consideration, a number of competing reactions occur in the temperature range 1500-2500 K, as a result of which tungsten and its silicides and carbides form in the metallic melt.*

Keywords: *thermodynamic calculations, Gibbs energy, flux-cored wire, surfacing, tungsten, reduction, silicides, carbides.*

Развитие технологии восстановления деталей машин горно-металлургического комплекса с применением порошковой проволоки ведет к разработке и исследованию новых материалов для наплавки как в Российской Федерации, так и за рубежом [1,2].

Широкое распространение для наплавки сталей, обладающих наивысшей износостойкостью, получили порошковые проволоки с вольфрамом, в которых в качестве наполнителей служат восстановленный вольфрам в виде ферросплавов, лигатур и металлического порошка различной степени чистоты [3]. Кроме того, для придания определенных служебных свойств могут использоваться силициды и карбиды вольфрама.

Необходимость применения ресурсосберегающих технологий, а именно рациональное использование вольфрама в связи с его высокой стоимостью и дефицитностью является одним из актуальных направлений в настоящее время. Для практического применения представляет интерес технология наплавки порошковой проволокой, в которой в качестве наполнителя используются, с одной стороны, оксид вольфрама, а с другой – восстановители. В таких процессах химические соединения вольфрама с

неметаллами-восстановителями могут образоваться при дуговом разряде в процессе наплавки.

Настоящая работа посвящена сравнительной термодинамической оценке протекания процессов восстановления оксида вольфрама WO_3 углеродом и кремнием при дуговом разряде при наплавке порошковой проволокой.

Проведена термодинамическая оценка вероятности протекания следующих реакций:

$$2/3WO_3 + 2C = 2/3W + 2CO; \quad (1)$$

$$2/3WO_3 + C = 2/3W + CO_2; \quad (2)$$

$$1/3WO_3 + CO = 1/3W + CO_2; \quad (3)$$

$$W + C = WC; \quad (4)$$

$$W + 1/2C = 1/2W_2C; \quad (5)$$

$$2/3WO_3 + 5/3C = 2/3WC + CO_2; \quad (6)$$

$$2/3WO_3 + 4/3C = 1/3W_2C + CO_2; \quad (7)$$

$$1/4WO_3 + 5/4CO = 1/4WC + CO_2; \quad (8)$$

$$2/7WO_3 + 8/7CO = 1/7W_2C + CO_2; \quad (9)$$

$$2/3WO_3 + 8/3C = 2/3WC + 2CO; \quad (10)$$

$$2/3WO_3 + 7/3C = 1/3W_2C + 2CO; \quad (11)$$

$$2/3WO_3 + Si = SiO_2 + 2/3W; \quad (12)$$

$$2/3WO_3 + 7/3Si = SiO_2 + 2/3WSi_2; \quad (13)$$

$$2/3WO_3 + 21/15Si = SiO_2 + 2/15W_5Si_3; \quad (14)$$

$$W + 2Si = WSi_2; \quad (15)$$

$$W + 3/5Si = 1/5W_5Si_3; \quad (16)$$

$$2/3WO_{3(тв,ж)} + 2Si = 2SiO + 2/3W; \quad (17)$$

$$2/3WO_3 + 10/3Si = 2SiO + 2/3WSi_2; \quad (18)$$

$$2/3WO_3 + 36/15Si = 2SiO + 2/15W_5Si_3; \quad (19)$$

$$WO_{3(пар)} + 3C = W + 3CO; \quad (1a)$$

$$2/3WO_{3(г)} + 2Si = 2SiO + 2/3W. \quad (17a)$$

Все реакции по характеру химического взаимодействия между компонентами можно условно разделить на три типа: (3), (8), (9) – реакции косвенного восстановления оксида вольфрама WO_3 углеродом; (4), (5) и (15), (16) – реакции соединения вольфрама с углеродом и с кремнием; все остальные – реакции прямого восстановления углеродом и кремнием. Реакции восстановления оксида записывали на 1 моль кислорода O_2, а реакции соединения с вольфрама с углеродом и кремнием – на один моль вольфрама W. Вероятность протекания реакций (1) – (19) оценивали по стандартной энергии Гиббса реакций.

Необходимые для оценки восстановительных свойств углерода и кремния по отношению к оксиду вольфрама WO_3 термодинамические характеристики реакций (1) – (19) в стандартных условиях [$\Delta_r H°(T)$, $\Delta_r S°(T)$, а затем $\Delta_r G°(T)$] рассчитывали известными методами [4] в интервале температур 1500 – 3500 К по термодинамическим свойствам [[$H°(T)$ – H°(298,15 K)], $S°(T)$, $\Delta_f H°$(298,15 K)] реагентов WO_3, W, C, CO, CO_2, Si, SiO, SiO_2 [5] и WSi_2, W_5Si_3 [6].

Термодинамические свойства карбидов вольфрама WC и W_2C в зависимости от температуры в форме таблиц, принятых в работах [5, 6], рассчитывали дополнительно с использованием необходимых для этого исходных данных из справочников [7, 85]. В качестве стандартных для веществ-реагентов в интервале 1500 – 3500 К были выбраны состояния: $W_{(тв)}$, $WO_{3(тв,ж)}$ с фазовым переходом при 1745 К, $WC_{(тв)}$, $W_2C_{(тв)}$, $C_{(тв)}$, $CO_{(г)}$, $CO_{2(г)}$, $WSi_{2(тв,ж)}$ с фазовым переходом при 2433 К, $W_5Si_{3(тв,ж)}$ с фазовым переходом при 2623 К, $Si_{(тв,ж)}$ с фазовым переходом при 1690 К, $SiO_{(г)}$, $SiO_{2(тв,ж)}$ с фазовым переходом при 1996 К.

Для оценки степени влияния на термодинамические свойства реакций возможного испарения оксида вольфрама WO_3 в дуге рассчитывали термодинамические характеристики двух реакций, в которых в качестве стандартного для оксида вольфрама выбрано состояние $WO_{3(г)}$:

$$2/3WO_{3(г)} + 2C = 2/3W + 2CO; \quad (1a)$$

$$2/3WO_{3(г)} + 2Si = 2/3W + 2SiO. \quad (17a)$$

Химический состав и температуры конгруэнтного плавления соединений вольфрама с кремнием определяли из диаграммы плавкости системы W – Si согласно данным справочника [9].

Стандартные энергии Гиббса рассматриваемых реакций (1) – (19) приведены в таблице 1 и на рисунке 1. Начиная с температуры 2500 К и выше, графики группируются по трем секторам. Первый сектор – наиболее вероятных реакций (11), (10), (1а), (1), (18), (17а), (19), (17) (в порядке уменьшения вероятности их протекания). Это реакции прямого восстановления WO_3 углеродом до металла и карбидов с образованием газа CO, реакции прямого восстановления WO_3 кремнием до металла и силицидов с образованием газа SiO. Сразу же отметим, что испарение WO_3 увеличивает термодинамическую вероятность протекания реакций восстановления (графики термодинамических свойств реакций (1а), (17а) находятся в этом секторе).

Второй сектор составляют графики $\Delta_r G° = f(T)$ реакций со средней вероятностью протекания (13), (6), (7), (2), (14), (15), (12). Это реакции прямого восстановления WO_3 углеродом и кремнием с образованием вольфрама, карбидов и силицидов вольфрама и высших оксидов восстановителей (CO_2, SiO_2) и реакция образования силицида WSi_2 соединением вольфрама и кремния.

Третий сектор – маловероятные реакции (5), (4), (16), (3), (9), (8). Это реакции соединения вольфрама с кремнием и углеродом с образованием известных карбидов вольфрама и силицида W_5Si_3, а также реакции косвенного восстановления WO_3 оксидом углерода (II). Можно отметить, что в случае оценки термодинамической вероятности протекания реакций (3), (9), (8), косвенного восстановления оксида вольфрама углеродом – по энергии Гиббса реакций $\Delta_r \underline{G}$, вычисляемой по уравнению изотермы Вант-Гоффа с учетом равновесных парциальных давлений CO и CO_2 согласно реакции газификации углерода $C + CO_2 = 2CO$ [10], графики $\Delta_r G = f(T)$ этих реакций перемещаются во второй сектор.

С понижением температуры происходит совмещение температурных зависимостей $\Delta_r G° = f(T)$ в одну область, в которой наблюдается существенное изменение их относительного расположения. Например, при $T < 1500$ К наиболее вероятными становятся реакции (13), (14), (12) восстановления WO_3 кремнием с образованием высшего оксида восстановителя SiO_2.

Таблица 1 - Стандартные энергии Гиббса реакций (1) – (19) в зависимости от температуры

Реакция	$\Delta_r G°(T)$, кДж, при T, К				
	1500	2000	2500	3000	3500
1	–172,230	–326,830	–469,260	–607,390	–742,270
1а	–347,580	–449,500	–545,970	–644,870	–746,810
2	–81,040	–151,090	–210,610	–267,200	–321,740
3	5,080	12,320	24,020	36,490	49,400
4	–47,760	–54,970	–63,570	–73,340	–83,870
5	–35,110	–47,770	–61,800	–76,870	–92,470
6	–112,880	–187,740	–252,990	–316,100	–377,650
7	–104,450	–182,940	–251,810	–318,450	–383,380
8	14,660	39,430	66,790	94,080	121,210
9	7,350	22,020	39,880	57,920	76,000
10	–204,070	–363,480	–511,640	–656,290	–798,180
11	–195,640	–358,680	–510,460	–658,640	–803,920
12	–328,433	–305,668	–270,556	–234,836	–198,978
13	–435,490	–414,301	–377,616	–362,831	–348,710
14	–361,281	–337,117	–298,786	–267,132	–237,748
15	–160,585	–162,949	–160,590	–191,991	–224,598
16	–49,272	–47,174	–42,345	–48,444	–58,156
17	–139,948	–268,310	–373,169	–473,615	–570,770
17а	–315,291	–392,631	–457,241	–520,749	–583,703
18	–247,005	–376,943	–480,229	–601,610	–720,502
19	–172,796	–299,759	-401,399	–505,911	–609,540

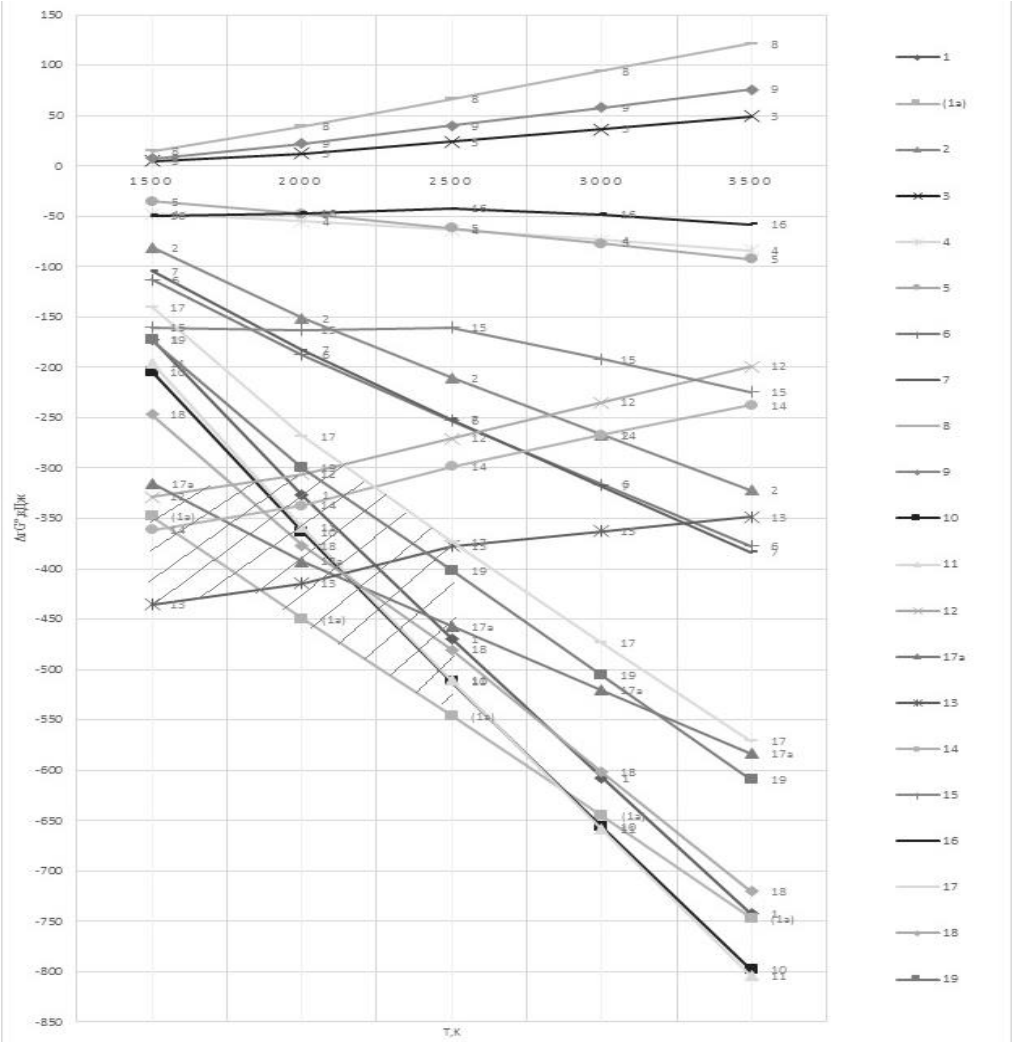

Рисунок 1 - Стандартные энергии Гиббса реакций (1) – (19) в зависимости от температуры

Таким образом, можно сделать вывод, что температура расплава и дуги при наплавке наряду с составом порошковой проволоки являются факторами, способными повлиять на состав, а, следовательно, и на служебные свойства наплавленного слоя. В рассматриваемой системе при высоких (> 2500 K) температурах расплава вероятно образование вольфрама [реакции (1), (1а), (17), (17а)], силицидов вольфрама [реакции (18), (19)], карбидов вольфрама [реакции (10), (11)]. Протекание реакций существенно изменяет состав газовой фазы, но не шлаковую фазу. При температурах менее 1500 K наиболее вероятно образование силицидов вольфрама [реакции (13), (14)] и вольфрама [реакция (12)] за счет восстановления WO_3 кремнием. При этом шлаковая фаза становится более кислой за счет образующегося SiO_2. Отметим однако, что эта область температуры находится ниже температуры плавления WO_3 (1745 K). В интервале температуры 1500 – 2500 K (заштрихованная зона на рисунке) протекает целый ряд конкурирующих реакций, приводящих к образованию в металлическом расплаве как вольфрама, так и его силицидов и карбидов.

Выводы. Проведенный термодинамический анализ 21 реакции в стандартных состояниях показывает, что присутствие в порошковой проволоке, используемой для наплавки, наряду с оксидом вольфрама WO_3 восстановителей углерода и кремния обязательно приведет к образованию силицидов и карбидов вольфрама, а возможно, и самого вольфрама. Карбиды могут не образоваться только при низких (менее 1500 K) температурах. При проведении процесса наплавки при низких температурах вероятно увеличение кислотности шлаковой фазы.

Библиографический список

1. Gusev A.I., Kibko N.V., Kozyrev N.A., Popova M.V., Osetkovsky I.V. A study on the properties of the deposited metal by flux cored wires 40GMFR and 40H3G2MF // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2016. No. 150. P. 012033 1-9.

2. Kozyrev N A, Galevsky G V, Kryukov R E, Titov D A, Shurupov V M New materials for welding and surfacing // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 150. P. 012031 1-8.

3. Пацекин В.П., Рахимов К.З. Производство порошковой проволоки. – М.: Металлургия, 1979. – 80 с.
4. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочник. Т. 1. Кн. 1 / Под ред. В.П. Глушко, Л.В. Гурвича и др. – М.: Наука, 1978. С. 22.
5. NIST-JANAF Thermochemical Tables 1985. Version 1.0. Data compiled and evaluated by M.W. Chase, Jr., C.A. Davies, J.R. Dawney, Jr., D.J. Frurip, R.A. Mc Donald, and A.N. Syvernd. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kinetics.nist.gov/janaf.
6. Barin I., Knacke O., Kubaschewski O. Thermochemical Properties of Inorganic Substances. – Berlin: Springer-Verlag, 1977.
7. Термические константы веществ. Справочник. Вып. 7 / Под ред. В.П. Глушко, В.А. Медведева и др. – М.: Наука, 1978. – 343 с.
8. Рузинов Л.П., Гуляницкий Б. С. Равновесные превращения металлургических реакций. – М.: Металлургия, 1975. – 416 с.
9. Hansen M., Anderko K. Constitution of binary alloys. 2nd ed. – McGraw Hill, New York. 1958. – 1287 p.
10. Козырев Н.А., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Шурупов В.М., Козырева О.Е. Термодинамика реакций восстановления WO_3 углеродом // Вестник СибГИУ. 2016. № 2 (16). С. 15 – 18.

УДК 621.89:669.018.715

АНТИФРИКЦИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА БАЗЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Колмаков А.Г., Катин И.В.

ИМЕТ им.А.А. Байкова РАН,
г. Москва, Россия, kalash2605@mail.ru

Аннотация: *Приведены результаты исследования износостойкости композиционных материалов на базе алюминиевого сплава АК12М2МгН, упрочненного дискретными частицами SiC и TiC при сухом трении скольжения.*

Ключевые слова: *Алюминиевые сплавы, дисперсно-наполненные композиционные материалы, интенсивность изнашивания, коэффициент трения, продукты износа*

ANTIFRICTION COMPOSITE MATERIALS BASED ON ALUMINUM ALLOYS WITH CERAMIC FILLERS

Kalashnikov I.E., Bolotova L.K., Kobeleva L.I., Kolmakov A.G., Katin I.V.

Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science RAS
Moscow, Russia, kalash2605@mail.ru

Abstract: *The results of research of wear resistance of composite materials based on aluminum alloy Ak12M2MgN reinforced with discrete particles of TiC and SiC in dry sliding friction are presented.*

Keywords: *Aluminum alloys, particle-reinforced composite materials, wear rate, friction coefficient, products of wear.*

Дисперсно армированные композиционные материалы (КМ) на базе алюминиевых сплавов представляют интерес в качестве материалов триботехнического назначения. Это обусловлено их высокими удельными характеристиками и возможностью регулировать поведение в трибоконтакте за счет выбора систем легирования и состава наполнителей. Армирующие наполнители с резко отличной от матрицы твердостью, не только повышают износостойкость алюмоматричных КМ, но и существенно расширяют диапазон параметров трибонагружения [1-3].

Хорошие литейные свойства, возможность пластической и механической обработки, малый вес и низкая стоимость армирующих наполнителей обеспечивают перспективность и экономическую целесообразность применения таких материалов в машиностроении, особенно в подвижных сопряжениях механизмов и машин.

В работе исследовали трибологические свойства и продукты изнашивания КМ систем Al-SiC

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 4

КОНВЕРТЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ: СОСТОЯНИЕ, ДОМИНИРУЮЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ 4
Протопопов Е.В., Кузнецов С.Н., Фейлер С.В., Ганзер Л.А., Калиногорский А.Н.
ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ 9
Протопопов Е.В., Числавлев В.В., Фейлер С.В.
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ МАРГАНЦА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО 14
Рожихина И.Д., Нохрина О.И.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ ЧУГУНА И МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛОМА В ШИХТЕ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ 18
Уманский А.А. , Думова Л.В.
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ СЫРЬЯ (АПС) 23
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Кузаков А.А. Пьянкин А.П., Тимкина Е.В., Пинаев А.А.
О ГРАФИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ 29
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАНАДИЯ В СИСТЕМЕ V_2O_5 – C - SI 35
Голодова М.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Рыбенко И.А.
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ 39
Уманский А.А., Думова Л.В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ НА АГРЕГАТЕ «КОВШ-ПЕЧЬ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ 44
Уманский А.А. , Козырев Н.А., Бойков Д.В., Думова Л.В.
ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ 48
Дмитриенко В.И., Протопопов Е.В., Дмитриенко А.В., Носов Ю.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗБРЫЗГИВАНИЯ ШЛАКА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ 51
Синельников В.О., Калиш Д., Шуцки М.
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НА УКП ОСНОВНЫХ БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ КОВШЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ 56
Бабенко А.А., Жучков В.И., Смирнов Л.А., Сычев А.В., Сельменских Н.И., Уполовникова А.Г.
НЕРАВНОВЕСНЫЕ ДИССИПАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ И УПРАВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОМ АГРЕГАТЕ 61
Цымбал В.П., Сеченов П.А., Рыбенко И.А., Оленников А.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫСОТЫ ВАННЫ РУДОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ 67
Кравцов К.И.
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЛЮМИНИЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «АЛЮМИНЩИК» 71
Мартусевич Е.А., Буинцев В.Н.
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ИНЖИНИРИНГ МЕТАЛЛУРГИЯ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ШИРОКОГО КРУГА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ 75
Рыбенко И.А.
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ В КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ 82
Гусев А.А., Царуш К. А., Лицин К.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР И СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ 85
Сеченов П.А., Цымбал В.П.

ГАЗОФАЗНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ
ХРОМОРУДНОГО СЫРЬЯ 90
Заякин О.В., Жучков В.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА 92
Гилева Л.Ю., Мясоедов С.В., Загайнов С.А., Титов В.Н.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НОВОГО
НЕПРЕРЫВНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЭР 97
Рыбенко И.А., Цымбал В.П.
ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА АРГОНОМ 101
Лубяной Д.А., Толстикова Ю.А., Черепанов А.Г.
МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ
СУЩЕСТВУЮЩИХ И СОЗДАНИИ НОВЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 107
Рыбенко И.А.
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ
В ХОДЕ КАМЕРНОГО ВАКУУМИРОВАНИЯ СТАЛИ 113
Сафонов В.М., Еланский Д.Г., Кислица В.В., Мурысев В.А., Моров Д.В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЕРРОСИЛИЦИЕВЫХ ПЕЧЕЙ И ХАРАКТЕРИСТИК
ПЕЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 116
Кашлев И.М.

СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА 124

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ УСКОРЕННОГО
ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 124
Громов В.Е., Белов Е.Г., Коновалов С.В., Комиссарова И.А., Иванов Ю.Ф.
КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ БОРА И АЗОТА НА
ОБРАТИМУЮ ОТПУСКНУЮ ХРУПКОСТЬ 128
МазничевскийА.Н., Сприкут Р.В., ЗаславскийА.Я., Гойхенберг Ю.Н.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА
СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КАЛИБРОВАННЫХ ПРУТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 6082 134
Сидельников С.Б., Берсенев А.С., Загиров Н.Н., Беспалов В.Н.
РЕЖИМ СТАРЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ
ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА ТИПА АК21 140
Прудников А.Н., Прудников В.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ В ЗОНЕ КОНТАКТА
НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ 144
Анфилофьев В. В., Шелепова С. Ю., Туякбаев Б. Т., Джес А.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОКАТАНЫХ,
ОТОЖЖЕНЫХ И СВАРНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ОПЫТНЫХ СПЛАВОВ
СИСТЕМЫ AL-MG, ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СКАНДИЕМ 149
Баранов В.Н., Сидельников С.Б., Фролов В.Ф., Зенкин Е.Ю., Орелкина Т.А.,
Константинов И.Л., Ворошилов Д.С., Якивьюк О.В., Белоконова И.Н.
КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СТАЛИ 110Г13Л ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ 154
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И.
РАЗРАБОТКА НОВОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНТЕЙНЕРА В УСТАНОВКЕ КОНФОРМ 159
Горохов Ю.В., Губанов И.Ю., Иванов А.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ
ИЗДЕЛИЙ В ШТАМПЕ С ПОДВИЖНОЙ МАТРИЦЕЙ 165
Евстифеев В.В., Александров А.А., Евстифеев А.В., Ковальчук А.И.
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВ КАТАНКИ
ИЗ СПЛАВА АВЕ С ПОМОЩЬЮ СОВМЕЩЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ 169
Сидельников С.Б., Лопатина Е.С., Клейменова Ю.Ю., Самчук А.П., Терентьев А.А.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ
СПЛАВОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ
РАСПЛАВА И ТЕРМООБРАБОТКИ 174
Попова М.В., Малюх М.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
СТРУКТУРЫ СТАЛИ СТ3 ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ 181
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И.
АКТИВНОСТЬ МАГНИЯ В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ FE-MG-SI 187
Власов В.Н., Агеев Ю.А.
ОСОБЕННОСТИ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В СТАЛИ 20ГЛ 191
Каравайцева А.А., Квеглис Л.И., Павлов А.В.
РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ, ВЫДЕЛЯЮЩЕЙСЯ
ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ РАСПЛАВА 196
Рафальский И.В., Лущик П.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ
ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК ГВС
МЕТОДОМ ВОЛОЧЕНИЯ ИЗ СПЛАВА БРБ2 200
Сидельников С.Б., Бер В.И., Вагнер А.В., Дударев В.М., Семиряков М.А.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ БОРОАЛИТИРОВАНИЯ НА ТОЛЩИНУ
ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ НА СТАЛИ 20 206
Мишигдоржийн У.Л., Улаханов Н.С., Сизов И.Г., Шурыгин Ю.Л., Хараев Ю.П.
РАЗРАБОТКА СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ ТРАМВАЙНЫХ
РЕЛЬСОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ РЕВЕРСИВНОЙ ГРУППЕ КЛЕТЕЙ 211
Сметанин С.В., Перетятько В.Н.
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ДРЕССИРОВАННОЙ ЛЕНТЫ 216
Медведева Е.М., Голубчик Э.М., Гулин А.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОКИЛЬНОГО
ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ 221
Васюхно А.Ю., Черномас В.В.
ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ
МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОЙ СРЕДЕ …..……..……..230
**Балановский А.Е., Гречнева М.В., Ву Ван Хуи, Штайгер М.Г.,
Кондратьев В.В., Карлина А.И.**

СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

ОКИСЛЕНИЕ НАНОДИБОРИДА ТИТАНА НА ВОЗДУХЕ 235
Галевский Г.В., Руднева В.В., Ефимова К.А
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ФЛЮС-ДОБАВОК ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ СТАЛИ 241
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Кислов А.И., Свистунов А.Д.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO_3 УГЛЕРОДОМ И КРЕМНИЕМ 245
Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Шурупов В.М.
АНТИФРИКЦИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА БАЗЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ 249
Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Колмаков А.Г., Катин И.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО
ПОРОШКА КАРБИДА КРЕМНИЯ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ 254
Квашина Т.С., Крутский Ю.Л., Чушенков В.И.
ВЛИЯНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ ДОБАВОК ТУГОПЛАВКИХ КАРБИДОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА
ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ 257
**Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Тюрин А.Г., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И.,
Чушенков В.И., Воробьев Р.С., Квашина Т.С.**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ФАЗЫ NI3AL ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКОВ NI И AL 262
Джес А.В., НосковФ.М., КвеглисЛ.И., Казначеева А.М.

КЛАСТЕРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАРТЕНСИТНОГО
ПРЕВРАЩЕНИЯ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА 267
Джес А.В., Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Казначеева А.М.
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДУГОВОЙ СВАРКИ
ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ 273
Вотинова Е.Б., Шалимов М.П., Табатчиков А.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ
СТРУКТУРЫ СИЛУМИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНЕСЕНИЕМ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ
ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ AL-Y_2O_3 МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ 277
Осинцев К.А., Бахриева Л.Р., Бутакова К.А., Мусорина Е.В.,
Коновалов С.В., Загуляев Д.В., Громов В.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ
СТРУКТУРЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ1-0,
СФОРМИРОВАННЫХ ПОСЛОЙНЫМ СПЕКАНИЕМ ПОРОШКОВ
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ НАПЛАВЛЕНИЕМ 283
Батранин А.В., Федоров В.В., КлименовВ.А., Клопотов А.А.,
Абзаев Ю.А., Волокитин Г.Г., Курган К.А.
ЦИРКУЛЯЦИЯ ЙОДИДОВ ЖЕЛЕЗА И ХРОМА
ПРИ ДИФФУЗИОННОМ ХРОМИРОВАНИИ 288
Христюк Н.А. Богданов С.П.
ПОЛУЧЕНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ЭПФ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ 293
Насакина Е.О., Баикин А.С., Конушкин С.В., Сергиенко К.В., Каплан М.А.,
Федюк И.М., Севостьянов М.А., Колмаков А.Г., Клименко С.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ
КАРБИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КАЧЕСТВО
ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ WC-CO 295
Чушенков В.И., Крутский Ю.Л., Квашина Т.С.
РАШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРУЮЩИХ
ФЛЮСОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КРЕМНИЯ 300
Иванчик Н.Н., Балановский А.Е., Кондратьев В.В., Сысоев И.А., Карлина А.И.
ВЛИЯНИЯ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА АНОДНОЕ
ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА AL + 2,18 % FE В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ 305
Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Амонов И.Т., Эсанов Н.Р.
ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФАЗОВОГО ИЗМЕНЕНИЯ
СПЛАВА И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА СЛОЯ ПОКРЫТИЯ 311
Шувень Сюй, Сичжан Чен
ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СИЛУМИНА
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ИТТРИЯ 318
Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Загуляев Д.В., Толкачев О.С., Петрикова Е.А., Коновалов С.В.
ФОРМИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОРИСТОСТИ ВО ВРЕМЯ ЛАЗЕРНОЙ
СВАРКИ ДВУХФАЗНЫХ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЕЙ DP780 321
Хуанг Л., Чэнь С., Коновалов С., Ма Х.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА СПЛАВА И ЕГО РАЗМЕРА
ЧАСТИЦ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА
ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ 327
Зиу С., Чэнь С.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
В КАРБИДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМАХ TI – C – H – N, TI – O – C – H - N 334
Гарбузова А.К., Галевский Г.В., Руднева В.В.
О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИНАРНОГО СПЛАВА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ТУГОПЛАВКИМИ
НАНОЧАСТИЦАМИ 338
Черепанов А.Н., Черепанова В.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВАРКИ ДЛИННОМЕРНЫХ
РЕБРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ УСП-5000 344
Григорьев В.В., Бахматов П.В.
ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СОЗДАНИИ
ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПОРООБРАЗОВАНИЕ 350
Ващук И.А., Бахматов П.В.
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ГАЗОДИНАМИКА И
ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЛЕНИЕМ 358
Чинахов Д.А., Солодский С.А., Майорова Е.И., Григорьева Е.Г.

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ 363

ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫБРОСЫ ДИОКСИДА СЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ 363
Галевский Г.В., Минцис М.Я.
СОКРАЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ С ПЕРЕВОДОМ ОТОПЛЕНИЯ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО 366
Коротков С.Г., Сазонова Я.Е.
К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ 369
Прошунин Ю.Е., Школлер М.Б.
ЭМИССИЯ ПАУ ИЗ САМООБЖИГАЮЩИХСЯ АНОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ 375
Минцис М.Я., Галевский Г.В.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ГАЗООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ОК РУСАЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ С САМООБЖИГАЮЩИМСЯ АНОДОМ 377
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Шемет А.Д., Высотский Д.В., Кузаков А.А., Тенигин А.Ю.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ГОРЕЛКЕ СО ВСТРОЕННЫМ РАДИАЦИОННЫМ РЕКУПЕРАТОРОМ 383
Стерлигов В.В., Старикова Д.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛИКОМАРГАНЦЕВОГО ШЛАКА 388
ПавловичЛ.Б., Исмагилов З.Р., Дятлова К.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИИ 394
Полях О.А., Пономарев Н.С., Журавлев А.Д.
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЛОГЕНОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 398
Гимпелевич И., Мегидов Е., Мишне И., Рам Ш., Шимон Ю.
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКРЕМНЕЗЕМА 401
Кондратьев В.В., Колосов А.Д., Горовой В.О., Небогин С.А., Ёлкин К. С., Немаров А.А., Иванов А.А.
ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ 406
Горшкова О. С., Матюхин В. И.
СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА СИЛИКАТНОЙ СТРУИ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ 409
Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В.
УСКОРЕННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ОБОГАЩЕНИЯ 412
Водолеев А.С., Бердова О.В., Юмашева Н.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ 417
Коляда Л.Г., Тарасюк Е.В.
ТЕПЛОВАЯ РАБОТА ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭДП 421
Корнеев С.В., Трусова И.А.
О ТЕХНОЛОГИЯХ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 427
Ёлкин К.С., Ёлкин Д.К., Карлина А.И.
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХОЙ СЕПАРАЦИИ МИКРОКРЕМНЕЗЁМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ 432
Кондратьев В.В., Небогин С.А., Колосов А. Д., Горовой В.О., Немаров А.А., Иванов А.А., Запольских А.С. 432
НАПРАВЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ФТОРИСТЫХ СОЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ 436
Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В., Карлина А.И.
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК ПРИМЕНЕНИЕМ УПРУГИХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОЧЛЕНЕНИЯХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР 439
Никитин А.Г., Абрамов А.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ 443
Зимина Т.И., Иванов Н.Н., Захаров С.В., Трошина А.О., Паньков А.М.
РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА 446
Ершов В.А., Зимина Т.И., Говорков А.С., Иванов Н.А.,
Захаров С.В., Трошина А.О.
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ РЕЗАНИЯ
НА НОЖНИЦАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОГНУТОЙ ПОЛОСЫ 449
Никитин А.Г., Демина Е.И.
СОСТАВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЧАСТИ ОТРАБОТАНОЙ
ФУТЕРОВКИ – ОТХОДА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА
АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ 452
Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В.
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ КАТАЛИЗАТОРОВ
В ПЛАЗМЕННЫХ ПЕЧАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ 457
Девятых Е.А., Девятых Т.О., Швыдкий В.С.
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СИСТЕМ
ГАЗООЧИСТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ 461
Ершов В.А., Зимина Т.И., Колмогорцев И В., Горовой В.О., Трошина А.О.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ КАМЕРНОЙ ПЕЧИ БАРАБАННОГО ТИПА 464
Черемискина Н.А., Щукина Н.В., Лошкарев Н.Б., Лавров В.В.

Научное издание

МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2017»

Труды XX Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией профессора Е.В. Протопопова

Технический редактор В.Е. Хомичева

Компьютерная верстка Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 23.10.2017 г.
Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,6 Уч.-изд. л. 30,0 Тираж 300 экз. Заказ № 521

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ