

ПОВЕРХНОСТНОЕ ОКИСЛЕНИЕ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В ПРОЦЕССЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ПРИ ИПСК

Д. А. Калашник, В. А. Шаповалов, Ю. А. Никитенко, В. Г. Кожемякин

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины.

03680, г. Киев-150, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Благодаря своим уникальным свойствам (механическим, электрическим, магнитным и др.) быстрозакаленные материалы находят применение во многих областях промышленности. Одним из перспективных методов получения таких материалов — это диспергирование из расплава при индукционной плавке в секционном кристаллизаторе. Одной из особенностей данного метода является образование на поверхности расплавленного металла оксидной пленки, которая может препятствовать нормальному ведению процесса. Исследована проблема возникновения оксидных пленок на поверхности металлической ванны при индукционной плавке в секционном кристаллизаторе. Особенно часто тугоплавкие пленки образуются при диспергировании сплавов, содержащих высокоактивные металлы. В работе проанализированы методы устранения оксидных пленок: водородное восстановление, восстановление при помощи более активных металлов, растворение пленки в легкоплавком шлаке и др. Выбор метода осуществлен на примере магнитотвердого сплава ЮНД 8, в состав которого входят активные компоненты. Для нивелирования негативного влияния оксидных пленок на поверхности сплава ЮНД 8 предложено использовать шлак. В качестве дальнейшего применения рекомендованы солевые шлаки, которые не имеют в своем составе кислорода. Проанализирован процесс растворения оксидных пленок при использовании литий–калий–фтористого шлака. Библиогр. 11, табл. 4, ил. 2.

Ключевые слова: диспергирование из расплава; магнитные сплавы; шлак; чешуйки; индукционная плавка в секционном кристаллизаторе; быстрозакаленные металлы

Введение. Интерес к быстрозакаленным материалам обуславливается специфическим строением их кристаллической решетки, которая придает этим сплавам уникальные свойства (механические, электрические, магнитные и др.). В таких отраслях, как авиация, космонавтика, моторостроение, особое внимание уделяется быстрозакаленным магнитотвердым материалам. Магнитные сплавы, полученные традиционными технологиями, не способны обеспечить необходимые характеристики с точки зрения предъявляемых технических параметров, в то время как быстрозакаленные сплавы после термообработки увеличивают коэрцитивную силу примерно в 2,5 раза [1–3].

Для получения быстрозакаленных металлических сплавов широкое применение получили методы спиннингования и диспергирования (экстракция из расплава) благодаря высокой скорости закалки ($10^5 \dots 10^6$ К/с) и относительно высокой производительности. Одним из перспективных способов получения быстрозакаленных материалов является диспергирование с применением индукционной плавки в секционном кристаллизаторе (ИПСК). Преимуществом этого способа является возможность получения сверхчистых сплавов. Это реализуется, во-первых, за счет отсутствия контакта расплавленного металла со стенками тигля, что

не приводит к загрязнению расплава. Во-вторых, за счет использования индукционного источника нагрева расплавленный металл интенсивно перемешивается. Более того, ИПСК дает возможность вести переплав как в условиях вакуума, так и в инертной атмосфере, что позволяет защищать переплавляемые металлы от окисления.

В Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины создана лабораторная установка для получения быстрозакаленных материалов способом диспергирования с использованием технологии плавки в секционном кристаллизаторе (рис. 1).

Технические характеристики установки

Диаметр секционного кристаллизатора, мм	60
Максимальная длина переплавляемой заготовки, мм	300
Высота формирующей гильзы секционного кристаллизатора, мм	115; 130
Количество секций в кристаллизаторе, шт.	10; 16
Скорость подачи заготовки, мм/мин	0...50
Мощность преобразователя частоты, кВт	100
Ламповый преобразователь частоты	ЛЗ-107
Напряжение на выходе преобразователя, В	800
Частота тока на индукторе, кГц	66
Скорость вращения закалочного диска, об/мин	0...5000

Под действием электромагнитного поля расплавленный металл отжимается от стенок тигля, а ванна приобретает форму купола. Подбором электрической мощности, подводимой к индуктору, выпуклый мениск расплава приподнимают



Рис. 1. Установка для диспергирования расплава при ИПСК над верхним срезом кристаллизатора и стабильно удерживают в этом положении. Вращающийся диск-кристаллизатор опускают до касания поверхности мениска расплава и осуществляют диспергирование жидкого расплава. Плавку и диспергирование металла производят в атмосфере инертного газа, что обеспечивает более высокую скорость кристаллизации металла, чем в вакууме. Кроме того, в вакууме затрудняется отделение наможенного металла от рабочей дорожки диска и создаются условия, способствующие неконтролируемому намерзанию расплава на закалочном диске [4].

Однако, несмотря на предварительное вакуумирование рабочей камеры печи с последующим заполнением инертным газом, полное удаление кислорода из камеры затруднительно. Это обусловлено как частичной адсорбцией кислорода на стенках камеры, так и наличием кислородных примесей в составе аргона, который применяется в качестве инертной атмосферы. Активные металлы такие, как титан, алюминий, неодим, могут вступать в химическое взаимодействие с остаточным кислородом, в результате чего образуется тугоплавкая оксидная пленка на поверхности ванны. Как правило, оксидные пленки имеют более высокую температуру плавления и вязкость, чем основной металл.

Магнитотвердый сплав ЮНД 8 содержит, мас. %: никель (28...30), алюминий (10...12), медь (8...10) и железо (остальное). В процессе плавки сплава в секционном кристаллизаторе на поверхности ванны металла образовывается оксидная

пленка. Она имеет высокое поверхностное натяжение, что не позволяет диску-кристаллизатору вести процесс диспергирования.

Для решения проблемы можно применить различные технологические приемы: использование глубокого вакуума (10^{-4} ... 10^{-6} мм. рт. ст.), хлорирование, фторирование, восстановление при помощи водорода, раскисление углеродом, использование флюса.

Применение глубокого вакуума способствует очистке камеры от кислорода, однако низкое давление негативно сказывается на процессе диспергирования. Во время экстракции из расплава в условиях вакуума затрудняется отделение наможенного металла от рабочей дорожки диска, что приводит к неконтролируемому налипанию металла на диск.

Хлорирование широко используют в технологии получения редких металлов для перевода рудных концентратов и некоторых промежуточных продуктов в хлориды, удобные для последующего разделения и очистки. Несмотря на высокую реакционную способность хлора, оксиды металлов реагируют с ним и обеспечивают практически приемлемый выход только в присутствии восстановителя, как правило, углерода. С термодинамической точки зрения роль углерода ясна, так как реакция углерода с кислородом характеризуется большим отрицательным изменением энергии Гиббса. Раскисление металла углеродом при атмосферном давлении мало эффективно и составляет 1...2 % от количества продуктов раскислительной реакции. С понижением давления раскислительная способность углерода возрастает [5], однако как указывалось выше, вакуум негативно влияет на процесс диспергирования. Более того, введение углерода в сплав ЮНД 8 может существенно отразиться на кристаллической структуре получаемых чешуек ввиду большого сродства углерода к железу.

Традиционно фторирование элементарным фтором и безводным фтористым водородом применяется для переработки некоторых видов рудных концентратов и представляется достаточно перспективным. Благодаря высокой реакционной способности фтора, процесс фторирования осуществляется практически полностью в сторону образования продуктов реакции и степень перевода исходных материалов во фториды колеблется между 98...100 % [6]. При нормальных условиях фтор находится в газообразном состоянии, поэтому в металлургии широко используются фториды кальция и натрия.

Таблица 1. Состав экспериментальных шлаков и температура их плавления

Шлак	Состав, мас. %	Температура полного расплавления, °С
№ 1	60NaCl–15Na ₃ AlF ₆ –25KCl	973 [9, 11]
№ 2	80LiF–20CaF ₂	769 [10]
№ 3	100Na ₂ B ₄ O ₇	743 [8]

Использование водорода как раскислителя применяется при плазменно-водородном раскислении металлов [7]. Энергии молекулы водорода, попавшей на поверхность металла и встретившей адсорбированный кислород, достаточно для того, чтобы преодолеть активационный барьер и образовать молекулу воды, которая в тот же момент переходит в газовую фазу.

Проблему оксидных пленок активно исследовали в процессе пайки металлов [8]. Одним из простых и доступных способов защиты металла от коррозии является пайка под флюсом. Флюс наносят на паяемую деталь, расплавленный флюс растекается по поверхности, смачивает ее и вступает во взаимодействие, в результате которого удаляется оксидная пленка.

Основная задача данной работы — определение эффективного способа очистки поверхности расплавленного металла от тугоплавких оксидных соединений.

Методика проведения эксперимента. Предварительным критерием выбора шлака для плавки и диспергирования сплава ЮНД 8 является температура плавления (ниже 1400 °С), при которой шлак находится в расплавленном состоянии. Данный критерий не позволяет использовать шлаки с температурой плавления выше, чем у сплава ЮНД 8. Состав и температуры плавления выбранных для эксперимента шлаков приведены в табл. 1 [9–11].

Дозирование шлака осуществляли через трубку как в процессе расплавления исходной заготовки, так и во время диспергирования. Шлак поступал в расплав порциями средним весом 4...5 г. Процесс наведения ванны на торце заготовки проходил при выделяемой мощности индуктора 30 кВт, а время расплавления заготовки составило 5 мин.

Обсуждение результатов. Способность металла к окислению можно оценить по ряду активности металлов. Основным критерий, на базе которого происходит ранжирование элементов в ряду активности, — это стандартный электрохимический

Таблица 2. Ряд активности металлов

Металл	Al	Fe	Ni	Cu
Стандартный электрохимический потенциал, В	-1,7	-0,441	-0,234	0,522

потенциал. Металлы, характеризующиеся высоким отрицательным значением потенциала, являются более активными по сравнению с элементами, имеющими положительный потенциал. На основании данных, приведенных в табл. 2, можно сделать вывод, что в первую очередь в расплавленном сплаве ЮНД 8 окисляется алюминий. Однако при высоких температурах возможна окислительная реакция, которой при нормальных условиях не происходит, например окисление меди. Ввиду выше сказанного можно сделать предположение, что при плавке ЮНД 8 в секционном кристаллизаторе на поверхности куполообразной поверхности образуются оксиды всех металлов, входящих в состав сплава.

Физико-химические свойства оксидов, которые образуются при плавлении ЮНД 8, приведены в табл. 3. Оксиды меди и никеля не являются стойкими и при высоких температурах (1100...1200 °С) распадаются. Существенное влияние на процесс диспергирования оказывает Al₂O₃ из-за высокой температуры плавления которого невозможно расплавить оксидную пленку на поверхности ванны при перегреве расплава в условиях ИПСК. Поэтому оксид алюминия покрывает поверхность расплава и не позволяет вести процесс диспергирования.

Одним из способов решения трудностей, связанных с оксидом алюминия, является водородное восстановление. Однако энергия Гиббса такой системы составляет 659,626 кДж. На основании этого можно сделать вывод, что химического сродства между исходными веществами нет и процесс не протекает при данных условиях. К подобным выводам можно прийти при расчете термодинамической активности при взаимодействии оксида алюминия с углеродом. Энергия Гиббса системы равна 1024,315 кДж, следовательно химического

Таблица 3. Физико-химические свойства оксидов и переплавляемого сплава

Оксид/сплав	T _{пл} , °С	ρ, г/см ³
Al ₂ O ₃	2044	3,99
Fe ₂ O ₃	1565	5,24
CuO	1447	6,31
NiO	1682	6,67
ЮНД 8	1450	7,86

Таблица 4. Результаты химического анализа, мас. %

Объект исследования	Ni	Al	Na	K	Cu	Fe	Li	Ca
Чешуйки, полученные с использованием шлака								
№ 1	–	–	0,04	0,0017	–	–	–	–
№ 2	–	–	–	–	–	–	0,31	–
Испарение на стенках камеры	0,0015	0,007	–	–	0,15	0,59	21,00	–
Гарнисаж на слитке	–	0,04	–	–	0,15	1,09	17,61	–
Шлак № 2	–	0,008	–	–	–	0,082	21,27	7,51

сродства между элементами нет. Эффективным способом восстановления алюминия может быть восстановление более активными металлами, например кальцием. Химическое сродство между элементами есть, энергия Гиббса составляет $-225,147$ кДж. Однако восстановление оксида алюминия кальцием не подходит для процесса диспергирования, так как оксид кальция, получаемый в результате реакции, тугоплавкий ($T_{пл} = 2570$ °С) и находится в виде пленки на поверхности металла. В связи с этим предложено использовать шлаковый состав на основании более активных металлов.

Тетраборнокислый натрий ($Na_2B_4O_7$) благодаря способности удалять оксидную пленку и защищать основной металл от коррозии применяется при пайке. Образующийся при разложении $Na_2B_4O_7$ борный ангидрид является активным компонентом флюса. При флюсовании он воздействует на оксидную пленку металла, главным образом связывая химические оксиды в комплексы по реакции $MeO + B_2O_3 = MeO \cdot B_2O_3$. Однако в процессе проведения эксперимента плавки сплава ЮНД 8 с добавлением в качестве шлака $Na_2B_4O_7$ связывание и удаление оксидной пленки на поверхности куполообразной ванны не происходит.

Шлаковый состав № 1 ($NaCl-Na_3AlF_6-KCl$) применяется при сварке алюминия и его сплавов. Такие шлаки легкоплавкие, имеют низкую плотность, обладают способностью растворять или абсорбировать пленку оксида алюминия и характеризуются малой активностью к алюминию

и сплавам на его основе. Благодаря своим физико-химическим свойствам шлак на основе $NaCl-Na_3AlF_6-KCl$ помогает в растворении оксидной пленки. Также установлено, что данный шлак существенно не загрязняет получаемые чешуйки. Это утверждение получено на основании химического анализа чешуек методом атомной абсорбции (табл. 4).

Наименее химически активны по отношению к расплавленному металлу и наиболее просты по строению — солевые шлаки. В отличие от солеоксидных и оксидных шлаков они не содержат оксидов, окисляющих металл и загрязняющих его неметаллическими включениями. Шлаки № 2 и № 3 относятся к солевым, однако шлак составом $LiF-CaF_2$ в результате эксперимента оказался более эффективным. Небольшая порция шлака (4...5 г) приводит к образованию соединений с высокой текучестью, благодаря чему данные соединения стекают с поверхности куполообразной ванны к основанию слитка и затвердевают в качестве гарнисажа. Однако было замечено, что применение шлака № 2 привело к испарениям элементов в процессе плавки. На рис. 2 представлена внутренняя поверхность камеры до плавки (а) и после (б), на которой наблюдается тонкий слой осажденных испарений.

Для более детального исследования влияния шлакового состава № 2 на оксидную пленку сплава ЮНД 8 проведен химический анализ гарнисажа на слитке после плавки, испарений, осажденных на внутренней поверхности плавильной камеры,

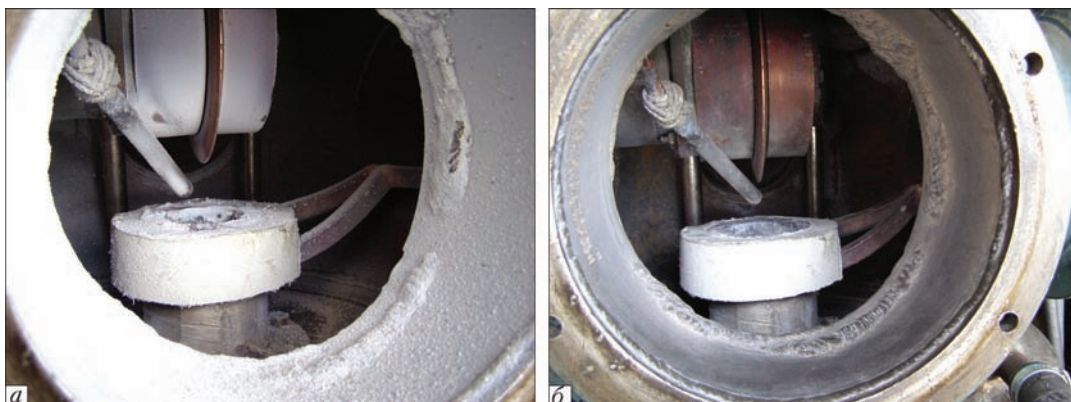


Рис. 2. Внутренняя поверхность камеры до плавки (а) и после (б)

а также исходного состава шлакового компонента (табл. 4). Таким образом установлено наличие элементов сплава ЮНД 8 как в гарнисаже, так и в осажденных испарениях, на основании чего можно сделать вывод, что шлак, реагируя с оксидной пленкой, образует соединения, которые частично улетучиваются, частично стекают к основанию переплавляемой заготовки. При взаимном действии этих двух процессов, металлическая ванна освобождается от оксидной пленки и появляется возможность вести диспергирование. Однако было обнаружено, что данный шлак приводит к загрязнению чешуек литием (0,31 мас. %). В ходе дальнейших исследований планируется определить влияние частичного загрязнения чешуек сплава ЮНД 8 компонентами шлака на их магнитные характеристики.

Вывод

Показано, что при диспергировании для освобождения поверхности расплава от тугоплавких оксидных включений целесообразно применение солевых шлаков. Установлено, что шлак LiF–CaF₂ эффективно освобождает расплавленный металл от оксидной пленки. При этом расплавленный шлак частично испаряется, а частично стекает к основанию расходуемой заготовки.

Список литературы

1. *Анализ технологических особенностей получения быстрозакаленных сплавов (Обзор) / Д. А. Калашник и др. // Современная электрометаллургия. — 2015. — № 3. — С. 27–34.*
2. *Форма и геометрические размеры быстрозакаленных материалов, полученных диспергированием из расплава при ИПСК / Д. А. Калашник и др. // Там же. — 2016. — №3. — С. 31–34.*
3. *Шаповалов В. А., Шейко И. В., Никитенко Ю. А. Получение быстрозакаленных сплавов способом диспергирования при ИПСК // Там же. — 2009. — № 3. — С. 32–35.*
4. *Григоренко Г. М., Шейко И. В. Индукционная плавка металлов в холодных тиглях и охлаждаемых секционных кристаллизаторах. — К.: Сталь, 2006. — 320 с.*
5. *Электронно-лучевая плавка / Б. Е. Патон и др. — К.: Наук. думка, 1997. — 267 с.*
6. *Ягодина Г. А., Синегрибова О. А., Чекумарев А. М. Технология редких металлов в атомной технике: учеб. пос. для*

- узлов; под ред. Б. В. Громова. — М.: Атомиздат, 1974. — 344 с.
7. *Лакомский В. И. Взаимодействие диатомных газов с жидкими металлами при высоких температурах. — К.: Наук. думка, 1992. — 232 с.*
8. *Петрунин И. Е., Лоцманов С. Н., Николаев Г. А. Пайка металлов. — К.: Metallurgy, 1973. — 280 с.*
9. *Подгаецкий В. В., Кузменко В. Г. Сварочные шлаки. Справочное пособие. — К.: Наук. думка, 1988. — 251 с.*
10. *Roake W. E. The systems CaF₂-LiF and CaF₂-LiF-MgF₂ / J. of the electrochemical society. — 1957. — № 11. — P. 661–662.*
11. *Диаграммы плавкости солевых систем. Тройные системы; под ред. В. И. Посыпайко, Е. А. Алексеевой. — М.: Химия, 1977. — 328 с.*

References

1. *Analiz tekhnologicheskikh osobennostey polucheniya bystrozakalennykh splavov (Obzor) / D. A. Kalashnik i dr. // Sovremennaya elektrometallurgiya. — 2015. — № 3. — S. 27–34.*
2. *Forma i geometricheskiye razmery bystrozakalennykh materialov, poluchennykh dispergirovaniyem iz rasplava pri IPSK / D. A. Kalashnik i dr. // Sovremennaya elektrometallurgiya. — 2016. — №3. — S. 31–34.*
3. *Shapovalov V. A., Sheyko I. V., Nikitenko Yu. A. Polucheniye bystrozakalennykh splavov sposobom dispergirovaniya pri IPSK // Sovremennaya elektrometallurgiya. — 2009. — № 3. — S. 32–35.*
4. *Grigorenko G. M., Sheyko I. V. Induktsionnaya plavka metall-ov v kholodnykh tiglyakh i okhlazhdayemykh sektiionnykh kristallizatorakh. — K.: Stal, 2006. — 320 s.*
5. *Elektronno-luchevaya plavka / B. E. Paton i dr. — K.: Nauk. dumka, 1997. — 267 s.*
6. *Yagodin G. A., Sinegribova O. A., Chekmarev A. M. Tekhnologiya redkikh metallov v atomnoy tekhnike: ucheb. pos. dlya vuzov; pod red. B. V. Gromova. — M.: Atomizdat, 1974. — 344 s.*
7. *Lakomsky V. I. Vzaimodeystviye diatomnykh gazov s zhidkimi metallami pri visokikh temperaturakh. — K.: Nauk. dumka, 1992. — 232 s.*
8. *Petrinin I. Ye., Lotsmanov S. N., Nikolayev G. A. Payka metallov. — K.: Metallurgiya, 1973. — 280 s.*
9. *Podgayetsky V. V., Kuzmenko V. G. Svarochnyye shlaki. Spravochnoye posobiye. — K.: Nauk. dumka, 1988. — 251 s.*
10. *Roake W. E. The systems CaF₂-LiF and CaF₂-LiF-MgF₂ / J. of the electrochemical society. — 1957. — № 11. — P. 661–662.*
11. *Diagrammy plavkosti solevykh sistem. Troynye sistemy; pod red. V. I. Posypayko, Ye. A. Alekseyevoy. — M.: Khimiya, 1977. — 328 s.*

ПОВЕРХНЕВЕ ОКИСЛЕННЯ РОЗПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ ДИСПЕРГУВАННЯ ПРИ ІПСК

Д. О. Калашник, В. О. Шаповалов, Ю. О. Никитенко, В. Г. Кожемякін

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України.

03680, м. Київ-150, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Завдяки своїм унікальним властивостям (механічним, електричним, магнітним та ін.) швидкозагартовані матеріали знаходять застосування в багатьох областях промисловості. Одним з перспективних методів отримання таких матеріалів — це диспергування з розплавом при індукційній плавці в секційному кристалізаторі. Однією з особливостей цього методу є виникнення на поверхні розплавленого металу оксидної плівки, яка може перешкоджати нормальному веденню процесу. Досліджена проблема виникнення оксидних плівок на поверхні

металевої ванни при індукційній плавці в секційному кристалізаторі. Достатньо часто тугоплавкі півки виникають при диспергуванні сплавів, які містять високоактивні метали. В роботі проаналізовано методи усунення оксидних плівок: водневе відновлення, відновлення за допомогою більш активних металів, розчинення плівки в легкоплавкому шлаку та ін. Вибір методу був впроваджений на прикладі магнітотвердого сплаву ЮНД 8, в склад якого входять активні компоненти. Для нівелювання негативного впливу оксидних плівок на поверхні сплаву ЮНД 8 запропоновано використовувати шлак. В якості подальшого застосування рекомендовані сольові шлаки, які не мають в своєму складі кисню. Проаналізовані процеси розчинення оксидної плівки при використанні літій–калій–фтористого шлаку. Бібліогр. 11, табл. 4, іл. 2.

Ключові слова: диспергування із розплаву; магнітні сплави; шлак; луска; індукційна плавка в секційному кристалізаторі; швидкозагартовані метали

SURFACE OXIDATION OF MOLTEN METAL IN THE PROCESS OF DISPERSING IN IMSM

D.A. Kalashnik, V.A. Shapovalov, Yu.A. Nikitenko, V.G. Kozhemyakin

E.O. Paton Electric Welding Institute, NASU.

11 Kazimir Malevich Str., 03680, Kiev, Ukraine. E-mail: office@paton.kiev.ua

Owing to their unique properties (mechanical, electric, magnetic, etc.) the rapidly-hardened materials find application in many branches of industry. One of the promising methods of producing these materials is the dispersion from melt during induction melting in a sectional mould. One of the peculiarities of this method is the formation of an oxide film on the surface of molten metal, which can prevent the normal running of the process. The problem of occurrence of oxide films on the metal pool surface during induction melting in a sectional mould was investigated. The refractory films are especially often used in dispersion of alloys, containing highly-active metals. In the work the methods of elimination of oxide films are analyzed: hydrogen recovery, recovery using more active metals, dissolution of film in the fusible slag, etc. The method was selected on the example of magnetic hard alloy UND 8, which includes the active components. It was suggested to apply the slag for leveling the negative effect of oxide films on the surface of alloy UND 8. For the further application the salt slags were recommended, having no oxygen in their composition. The process of dissolution of oxide films in applying lithium–potassium–fluoric slag was analyzed. Ref. 11, Tables 4, Figures 2.

Key words: dispersion from melt; magnetic alloys; slag; flakes; induction melting in a sectional mould; rapidly-hardened metals

Поступила 19.01.2017

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ



В январе этого года производство стали мира достигло 136,5 млн т, увеличившись по сравнению с январем прошлого года на 7 %. Китай, Россия, Турция, Украина и Европейский союз повысили выход стали.

По данным Worldsteel в ЕС произвели 13,824 млн т стали, что на 2,4 % выше в годовом исчислении. **Германия** — 3649 млн т, достигнув роста на 1,2 %. **Италия** увеличила производство на 5 тыс. т или на 0,3 % до 1825 млн т. **Россия** произвела 6,183 млн т, увеличив выход стали на 11,6 %. **Украина** увеличила производство на 8,5 % до 2,103 млн т. 200 тыс. т произведено в **Беларуси**, что представляет собой увеличение до 31,6 %. **Турция** с производством 2,93 млн т зафиксировала рост на 12,8 %. В **США** производство увеличилось на 6,5 %, поднявшись до 6,874 млн т. **Бразилия** с производством 2,9 млн т зафиксировала рост на 14,4 %. В **Азии** было отмечено увеличение производства на 7,1 %. Производство в общей сложности в регионе составило 93,413 млн т, из которых 67,2 млн т произвел **Китай** (рост на 7,4 %). 9 млн т произведено в **Японии**, увеличение на 2,7 %. **Индия** выплавил 8,4 млн т, в свою очередь обеспечив 12 % роста. В **Южной Корее** произведено 5,86 млн т, выход увеличился на 3,2 %.

Коэффициент использования производственных мощностей увеличился в годовом исчислении на 3,4 % пункта до 68,5 %. По сравнению с декабрем 2016 г. рост составил 0,9 %.

<http://www.azovpromstal.com/news>