

СПОСОБ ПЕРЕПЛАВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ПЕЧАХ

А.Х.Абдуллаев, Н.Д.Тураходжаев

Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос переплава алюминиевых сплавов позволяющего снизить содержание вредных примесей в получаемом расплаве. Приводятся данные влияющие на количественные показатели вредных примесей в расплаве, которые диффундируют во время переплава в плавильной печи. Приводятся данные применения флюсов при плавке алюминиевых сплавов, которые могут предотвратить насыщение расплава неметаллическими и газовыми включениями. В конце статьи приводятся результаты проведённых экспериментальных исследований и составы флюсов для переплава алюминиевых сплавов.

Ключевые слова: алюминий, флюс, плавка, насыщение, водород, оксид.

Одним из важных факторов влияющих на качество получаемого расплава является процесс переплава металлов и их сплавов, которое протекает в условиях сложного физико-химического взаимодействия с атмосферой плавильного агрегата. В результате этих взаимодействий часть металла угорает, образуя окислы, остальная часть насыщается газовыми и окисными включениями. В зависимости от содержания в расплаве этих включений, получаемые изделия имеют те или иные свойства. К качественным показателям получаемых изделий наряду с механическими свойствами, относятся однородность структуры и содержание в них газовых включений. В свою очередь газовые включения образуют газовые поры, которые отрицательно влияют на механические свойства изделий [1]. Алюминий и медь, а также их сплавы имеют склонность к образованию газовых включений, так как при его переплаве свободный водород легко диффундирует в расплав. Так как атмосфера печи имеет избыточное содержание кислорода, а продукты сгорания твёрдого и газообразного топлива содержат водород, окисление алюминия и диффундирование водорода в расплав происходит неизбежно. Поэтому, материалы на основе алюминия и меди также имеют склонность к образованию окисных и газовых включений, вследствие чего эти материалы требуют к себе особенного внимания [2].

В лабораторных условиях Ташкентского государственного технического университета и участке сварки центрального ремонтно-механического завода АО «АГМК» были проведены экспериментальные плавки алюминиевых и медных сплавов [3]. Плавка велась в рабочем пространстве электродуговой печи производительностью 25 кг/ч в трёх режимах: 1- плавка в атмосфере печи без защитного слоя; 2 – плавка под слоем защитного флюса; 3 – плавка в атмосфере печи без защитного слоя с наводкой флюса после оплавления твёрдой шихты. Эксперименты проводили с применением технологии ведения плавки в две стадии: 1- в первой стадии температура рабочего пространства

печи доводилась до 900-1000 °С; 2 – во второй стадии производилась загрузка в печь шихты и защитного флюса, с доводкой температуры рабочего пространства до температуры 1500-1600 °С.

В качестве образователя дуги применялся графитовый электрод, который в свою очередь является модификатором для удаления свободного кислорода из расплава. Для обеспечения температурного режима и создания электрической дуги между электродами применялся угольный кокс диаметром 40-50 мм, а источником питания служил сварочный трансформатор переменного тока.

Плавка шихты осуществлялась следующим образом:

1. После образования дуги производился нагрев рабочего пространства установки до температуры 900-1000 °С;
2. Для равномерного расплавления флюса, его загрузка в количестве 1/3 от объема загружаемого шихтового материала производилась порциями по 200-250 гр.;
3. Загрузка шихтового материала производилась после полного расплавления флюса и достижения рабочего пространства печи температуры 1500-1600 °С;
4. Для протекания химических реакций и образования стабильной структуры, после расплавления шихты производилась выдержка в течение 10-15 минут.
5. Выпуск расплава из печи проводился через выпускную лётку с заливкой образцов в металлический кокиль.

В качестве защитного слоя при плавке кусковой шихты применялся флюс химического состава без хлорсодержащих компонентов, приведённый в таблице №1.

Таблица 1

Химический состав флюса без хлорсодержащих компонентов применённого в качестве защитного слоя при плавке алюминиевых и медных сплавов.

№	Состав флюса, в %				Химический состав, в %					
	Известь обожженная	Плавленый шпат	Электрокорунд технический	Железная руда	Сао	Al ₂ O ₃	CaF ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	Прочие
1	41,5	41,5	-	7,0	43,47	1,03	36,57	5,04	4,41	10,49
2	42,5	42,5	-	5,0	45,50	0,6	37,07	4,94	5,5	6,39
3	64,0	8,0	28,0	-	56,0	35,0	2,5	2,5	-	4,0
4	55,0	9,0	36,0	-	43,0	37,0	-	10,0	-	0,0

5	68,0	4,0	28,0	-	60,0	27,0	-	2,5	-	10,5
6	66,0	7,0	27,0	-	60,0	36,0	-	3,0	-	2,0
7	50,0	50,0	-	-	51,63	0,9	27,3	3,08	2,88	14,21

В качестве защитного слоя во втором случае применялся флюс химического состава в котором введены хлоросодержащие компоненты. Состав флюса приведён в таблице №2.

Таблица 2

Химический состав флюса с хлоросодержащими компонентами применённый в качестве защитного слоя при плавке алюминиевых и медных сплавов.

№ п/п	Состав флюса, в %						
	NaCl	SiO ₂	C	CaCl ₂	KCl	NaO	CaO
1	45	3	-	2	45	2	3
2	40	3	10	2	40	2	3
3	35	3	20	2	35	2	3
4	20	30	-	10	10	20	10
5	20	20	10	10	10	20	10
6	20	15	20	10	10	15	10
7	-	68	-	-	-	18	14
8	-	58	10	-	-	18	14
9	-	55	20	-	-	15	10
10	10	50	-	30	10	-	-
11	10	40	10	30	10	-	-
12	10	40	20	20	10	-	-

При первом режиме плавки, то есть при плавке в атмосфере печи без защитного слоя, содержание окисных включений в составе полученного расплава составило 7-8 %. Количество водорода в этом режиме 0,60-0,62 см³/100 гр. Во втором режиме плавки, которая протекает под слоем защитного флюса, содержание окисных включений в составе полученного расплава составило 2-3 %, а количество водорода 0,34-0,38 см³/100 гр. Как видно из анализа результатов, при плавке под защитным слоем содержание окисных включений снижается в 3-3,5 раза, что свидетельствует об эффективности ведения плавки под защитным покровом флюса композиционных материалов с содержанием легкоокисляющейся шихты как алюминий. Проведённая плавка в атмосфере печи без защитного слоя с наводкой флюса после оплавления твёрдой шихты показала о малом эффекте введения флюса в этом режиме. Содержание окисных включений в составе полученного расплава составило 6-7 %, а количество водорода 0,54-0,56 см³/100 гр. В таблице №2 приведены результаты химического анализа полученного расплава после плавки в печи с

применением трёх режимах плавки.

При режиме плавки, в котором применялись хлоросодержащие компоненты, содержание окисных включений в составе полученного расплава составило 10-12 %. Количество водорода в этом режиме 0,66-0,67 см³/100 гр. В режиме плавки, которая протекает под слоем защитного флюса, с содержанием углерода содержание окисных включений в составе полученного расплава составило 2-3 %, а количество водорода 0,30-0,32 см³/100 гр. Как видно из анализа результатов, при плавке под защитным слоем содержание окисных включений снижается в 3-3,5 раза, что свидетельствует об эффективности ведения плавки под защитным покровом флюса алюминиевых сплавов с содержанием углерода. Проведённая плавка в атмосфере печи без защитного слоя с наводкой флюса с содержанием углерода и хлоросодержащих компонентов, после оплавления твёрдой шихты показала о малом эффекте введения флюса в этом режиме. Это видимо связано с выгоранием хлора в атмосфере печи и неполное смачивание кусков шихты компонентами флюса. Содержание окисных включений в составе полученного расплава, как и в первом случае составило 6-7 %, а количество водорода 0,54-0,56 см³/100 гр. В таблице №3 приведены результаты химического анализа полученного расплава после плавки в печи с применением трёх режимах плавки.

Таблица 3

Результаты химического анализа после плавки с применением трёх режимов плавки.

№	Режим ведения плавки	Количество окиси в расплаве, %	Количество водорода в расплаве, см³/100 гр.
1	2	3	4
1	Плавка в атмосфере печи без защитного слоя	7-8	0,60-0,62
2	Плавка под слоем защитного флюса	2-3	0,34-0,38
3	Плавка в атмосфере печи без защитного слоя с наводкой флюса после оплавления твёрдой шихты	6-7	0,54-0,56
4	Плавка под слоем защитного флюса с хлоросодержащими компонентами и углеродом	2-3	0,30-0,32

Низкое содержание окисных и газовых включений при плавке шихты под защитным слоем флюса с содержанием углерода видимо связано с ограничением доступа кислорода к расплаву, а имеющийся в расплаве кислород связывается углеродом при температуре свыше 1200 °С. По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы и

рекомендации:

1. Плавка алюминиевых сплавов, в том числе алюминия, целесообразно проводить под защитным слоем флюса с содержанием углерода при температуре 1200 °С;
2. Наводка флюса в качестве защитного слоя после оплавления твёрдой шихты малоэффективна, так как флюс не способствует их удалению из расплава в достаточном количестве;
3. Загрузку флюса в плавильный агрегат производить при температуре рабочего пространства 900-1000 °С, а загрузку шихты произвести при температуре рабочего пространства равной 1500-1600 °С.

Библиографический список

1. Мансуров Ю.М. Алюминиевые сплавы. Фазовый состав. Ташкент. 2010. С.-117.
2. L'Aluminium, éd. P. Barrant, R. Gadeau, t. 1—2, P., 2011.
3. Тураходжаев Н.Д., Якубов Л.Э., Турсунов Т.Х., Абдурахманов Х.З. Математическое моделирование процесса оплавления алюминиевой шихты. //Сборник научных статей Международной научно–практической конференции «Современные наукоёмкие технологии: приоритеты развития и подготовка кадров». – Набережные Челны, 2014. - С. 89-92.