

УДК 669.15.198.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЯ СПЛАВОВ
ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЯ ДЛЯ РАСКИСЛЕНИЯ СТАЛИ
FEASIBILITY STUDY AND APPLICATION FOR ALLOY FERROSILICOALUMINUM
STEEL DEOXIDATION

БОЛОТТУ КЫЧКЫЛДАНСЫЗДЫРУУ ҮЧҮН ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ
КУЙМАЛАРЫН КОЛДОНУУ ЖАНА ТЕХНИКА-ЭКОНОМИКАЛЫК ЖАКТАН
НЕГИЗДӨӨ

Барпыбаев Т.Р. - к.х.н., и.о.доцент, ЖАГУ ТИПИ
Султанкулов М.Д. - к.х.н., и.о.доцент, ЖАГУ МСК

Аннотация: Рассмотрены основные принципы производства раскисления стали с использованием сплавов ферросиликоалюминия. Выполнено технико-экономическое обоснование производства и применения ферросиликоалюминия.

Макалада ферросиликоалюминий куймаларын болотту өндүрүүдө пайда болгон кычкылтектен арылтууда колдонуунун негизги принциптери каралган. Ферросиликоалюминийди колдонуунун жана өндүрүштүн техника-экономикалык негиздерине баа берилген.

The basic principles of manufacturing steel deoxidation using alloys ferrosilicoaluminum. Feasibility study of production and use ferrosilicoaluminum.

Ферросплавы – это сплавы железа с кремнием, марганцем, хромом, вольфрамом и другими элементами, применяемые в производстве стали для улучшения ее свойств и легирования. Вводить в сталь нужный элемент не в виде чистого металла, а в виде его сплава с железом удобнее вследствие более низкой температуры его плавления и выгоднее, так как стоимость ведущего элемента в сплаве с железом ниже по сравнению со стоимостью технически чистого металла. Ферросплавы получают восстановлением окислов соответствующих металлов. Для получения любого сплава необходимо выбрать подходящий восстановитель и создать условия, обеспечивающие высокое извлечение ценного (ведущего) элемента из перерабатываемого сырья [1].

Восстановителем может служить элемент, обладающий более высоким химическим сродством к кислороду, чем элемент, который необходимо восстановить из оксида. Иначе говоря, восстановителем может быть элемент, образующий более химически прочный оксид, чем восстанавливаемый элемент. Восстановительные процессы облегчаются, если они проходят в присутствии железа или его оксидов. Растворяя восстановленный элемент или образуя с ним химическое соединение, железо уменьшает его активность, выводит его из зоны реакции, препятствует обратной реакции – окислению.

Правильный выбор восстановителя и соответствующая его подготовка в значительной степени определяют технико-экономические показатели производства. Однако экономически выгодно применять углерод, кремний и алюминий. Наиболее широко используют углерод, а если необходимо предотвратить науглероживание выплаваемого сплава, то применяют более дорогие кремний и алюминий. В качестве углесодержащего восстановителя могут быть использованы различные материалы: древесный, бурый и каменный уголь, нефтяной, песковый или каменноугольный кокс, различные полукокс, древесные отходы и др. Углеродистые восстановители, применяемые при выплавке ферросплавов, должны обладать хорошей реакционной способностью, высоким удельным электрическим сопротивлением, соответствующим для

каждого сплава химическим составом золь, достаточной прочностью, оптимальным размером куска, хорошей газопроницаемостью и термоустойчивостью, невысокой стоимостью [2,3].

Раскисление металлов – процесс удаления из расплавленных металлов (главным образом стали и других сплавов на основе железа) растворенного в них кислорода, который является вредной примесью, ухудшающий механические свойства металла. Для раскисления применяют элементы (или их сплавы, например ферросплавы), характеризующиеся большим сродством к кислороду, чем основной металл. Так, сталь раскисляют алюминием, который образует весьма прочный окисел Al_2O_3 , выделяющийся в жидком металле в виде отдельной твердой фазы. Также используют углерод, ферросилиций и ферромарганец для раскисления стали. Выражение “раскисление металла” термин технический, использующий в узком кругу сталеваров, его синонимом служит выражение “восстановление металла”, т.к. процесс отъема у оксида железа атомов кислорода и есть восстановление железа (из оксидов). Раскисление стали – это технологический процесс, при котором кислород, который растворен в металле, выводится из него или переводится в нерастворимое соединение, превращаясь в шлак. После проведения процедуры раскисления стали, такую сталь называют – **раскисленной**. Она не выделяет газы при застывании в изложницах, получается более ровная внутренняя структура слитка, эту сталь еще называют “**спокойной**”. Если не проводить раскисление стали, то при ее охлаждении и кристаллизации в изложницах происходит процесс соединения кислорода и углерода, сопровождающийся бурным выделением пузырьков диоксида углерода, поэтому такую сталь называют “**кипящий**” [4].

Ферросиликоалюминий (Aluminum Ferrsilikon) (ФСА) – комплекс, ферросплав, содержащий сильные раскислители Si и Al, применяемый в основном в производстве стали как раскислитель, но может использоваться в ферросплавном производстве как комплексный восстановитель трудновосстановимых металлов. Комплексный сплав ферросиликоалюминия позволяет вводить алюминий в сталь в узких концентрационных пределах, что трудно сделать, используя традиционные ферросплавы. Это сплав значительно эффективнее используется как раскислитель, степень усвоения алюминия сплава в 2-3 раза выше по сравнению с дорогостоящим чушковым алюминием, что обусловлено большей плотностью комплексного ферросплава и формой существования алюминия в виде двойных и тройных металлидов. Сплав обеспечивает более глубокую очистку стали от неметаллических включений, так как при взаимодействии ферросиликоалюминия с кислородом в объеме стали образуются легко всплывающие жидкие алюмосиликаты (при обработке стали смесью ферросилиция и алюминия появляются тугоплавкие и трудноудаляемые из стали оксидные включения – кремнезем и корунд). Химический состав сплава целесообразно получать исходя из соотношения Al:Si, необходимого для раскисления спокойной стали массового сортамента. Сплав должен обладать оптимальной плотностью, при которой он не плавает на поверхности стального расплава и не опускается на дно, и быть устойчивым от распаяния при хранении. Для получения такого сплава необходимы соответствующие шихтовые материалы и эффективная технология выплавки, определяемые составом шихты [5].

- однородность по химическому, минералогическому и гранулометрическому составу;
- оптимальная крупность компонентов шихты;
- оптимальная влажность [6,7].

Большой спрос, в частности на ферросиликоалюминий объясняется тем, что он полностью превосходит по эффективности традиционные сплавы – ферросилиций и алюмокремниевые сплавы – при производстве рядовых марок стали на металлургических комбинатах [8]. При выплавке комплексного сплава ФСА опробованы различные виды шихтовых материалов. Последние годы чаще используются угольные породы, так как они содержат все компоненты, необходимые для выплавки ФСА (оксиды кремния, алюминия, железа и углерод), что позволяет решить стоимостные и экологические проблемы. Основные требования к углеотходам, применяемые для выплавки ФСА рассмотрены в работах [1,9]. Главное преимущество ФСА заключается в том, что при электротермическом получении этого сплава единица массы алюминия обходится дешевле, чем при производстве электролитического алюминия. Кроме того, раскислительная способность кремния и алюминия значительно повышается при их совместном действии.

Наиболее подходящими для выплавки ФСА являются углеотходы Таш-Кумырского угольного месторождения Жалал-абадской области, которые характеризуются наличием в зольном остатке 25% Al_2O_3 и 50% SiO_2 . Содержание оксида железа не превышает 6%. В ходе восстановительного процесса в электропечи железо восстанавливается практически полностью и увеличение его доли в шихте более 6% сопровождается значительным снижением содержания кремния и алюминия в сплаве.

Успешно опробована выплавка ФСА из отходов Экибастузского угольного месторождения (Казакстан), содержащих 49,3-72,7% золы, 12,8-17,2% летучих, 3-6% влаги и 14,5-33,5% С. Примерный состав золы: SiO_2 -63%, Al_2O_3 -31%, CaO-0,7%, MgO-0,5%, FeO-2,5%. При плавке в печи 1,2 МВА был получен сплав содержащий Si-62,5%, Al-13,5%, на 1т сплава расходовалось 1510 кг кварцита, расход электроэнергии 37548 МДж/т (10430 кВт

7. Емлин Б. И., Манько В. А., Друнский М. И. и др. // Сталь, 1973, № 10, с. 903-904.
8. Электрметаллургия стали и ферросплавов: Учеб. пособие для метал, спец. вузов / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, М. А. Рысс и др. М.: Metallurgy, 1974, 550 с.
9. Кац Я. Л., Гейхман М.В.-Черная металлургия. Бюл. НТИ, 1981, № 8, с. 3-13.

Рецензент:

Энназарова Б. - к.х.н.