

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Дзудза Максим Вадимович

6 курс, очная форма

*Российская Федерация, г.Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра
«Оборудование и технологии прокатки»*

Научный руководитель: Лушников В.М.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

В последние полтора-два десятилетия произошли существенные изменения в мировом сталеплавильном производстве, вызванные созданием разных методов внепечной обработки жидкого металла, называемых также ковшовой или вторичной металлургией. Широкому внедрению процессов внепечной обработки стали способствовала непрерывная разливка, предъявляющая к качеству металла по содержанию серы, газов, неметаллических включений, однородности температуры и химического состава жесткие требования.

Металл, подвергнутый внепечному рафинированию, содержит меньше газов, неметаллических включений и вредных примесей, более жидкотекуч - его можно разливать в изложницы на слитки и на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) с минимальной температурой (на 20—50 °С ниже обычной) без ухудшения характеристик разливки. Это положительно влияет на условия кристаллизации слитков и литых заготовок, уменьшает развитие в них нежелательных пороков - ликвации, неоднородности, пористости, повышает качество макроструктуры и улучшает качество поверхности.

С помощью внепечной обработки стали успешно решают такие задачи сталеплавильного производства, как удаление водорода до уровня нефлокочувствительности, управляемое раскисление углеродом, формирование заданного типа неметаллических включений, точное легирование на заданное содержание элементов с узкими пределами колебаний, выравнивание температуры и состава металла во всем объеме ковша, глубокое обезуглероживание обычных и легированных расплавов, десульфурацию, модифицирование и др.

Применение внепечных способов рафинирования стали позволяет получить экономический эффект в результате повышения производительности сталеплавильных агрегатов, сокращения задолженности оборудования и объема термообработки, повышения качества готовой продукции и срока службы изделий. [1]



Средством, повышающим точность и стабильность результатов ввода в сталь легирующих, раскислителей и модификаторов, является порошковая проволока (рис.1). В начале 1980-х годов за рубежом получил распространение способ введения в

жидкую сталь легирующих и модификаторов, упакованных в стальную оболочку, в виде так называемой «оболочковой» или «порошковой» проволоки.[2] А 30 июня 1988 г. в Великобритании (г. Глазго) состоялся первый международный симпозиум по обработке жидкого металла кальцием, на котором в качестве спонсора выступила фирма «АффивальСА» (Франция), наладившая производство порошковой проволоки и устройств для ее ввода в расплав. Эта фирма с 1982 г. занимает ведущее место на рынках Франции, США, Великобритании, Италии, Испании и др. по поставке порошковой проволоки с наполнителями разных составов. [1]

В начале 1990-х годов и в России начали производить порошковую проволоку для внепечной обработки. В настоящее время ее производят уже на девяти предприятиях, а годовая мощность по ее выпуску составляет около 32 тыс. тонн (табл. 1). Фактически в России производят около 16 тыс. тонн порошковой проволоки в год. Причина невысокой загрузки мощностей по ее выпуску (около 50%) в ограничении спроса и, в некоторых случаях, в ее качестве. Кроме того, значительное количество порошковой проволоки (примерно 5 тыс. т) ввозится из Украины.[2]



Сортамент порошковой проволоки по видам наполнителя может изменяться в зависимости от заказов потребляющих предприятий (рис. 2). Для изготовления порошковой проволоки используют ленту стальную холоднокатаную, ГОСТ 503-81, из низкоуглеродистой стали марок 08кп,

08пс или 08Ю для глубокой или весьма глубокой вытяжки, 2-й группы отделки поверхности, нормальной или повышенной точности по толщине.

В качестве наполнителей порошковой проволоки используют следующие материалы:

а) металлические — кальций гранулированный с размером частиц до 2 мм (ТУ 83.5.290-92, ОАО ЧМЗ) с содержанием не менее 95% Са; силикокальций

СК 25, СК 30, ГОСТ 4762-71, фракций 0...2,0 мм, в том числе массовая доля фракций до 0,4 мм не более 15%, влажность не более 0,5%; ферротитан ФТи 70, ГОСТ 4761-91, фракций 0...2,0 мм, в том числе массовая доля фракций до 0,4 мм не более 15%, влажность не более 0,5% ; алюминиевый порошок (первичный — ГОСТ 11069—74 и вторичный — ГОСТ 295-79) с размером частиц: до 0,1 мм — 20...25%; 0,1...1 мм — 70...65%; 1...2 мм — не более 15%; ферросилиций ФС 65, ГОСТ 1415-78 с размером частиц 0.,2,0 мм, воздушносухой; магний гранулированный, ТУ 48-10-54-78; лигатуру РЗМ на железокремниевойоснове РЗМ30, РЗМ15, РЗМ5; железный порошок; ферробор; алюмокальциевую лигатуру (30% Са, 70%А1)и др.;

б) неметаллические - порошок металлургического кокса (коквик) с размером зерна 0...2,0 мм, с влажностью не более 0,5%, ГОСТ 18686-73; графит литейный, ГОСТ 5420-74, с массовой долей серы не более 0,5%, влагой не более 0,5% и частицами в пределах 0...2.0 мм; негашеная известь, ОСТ 14-16-165-85, частицами 0...2.0 мм, серой до 0,1% и ППП менее 5; плавиковый шпат марок ФК 75, ФК 85, ГОСТ 29220-91 с частицами 0...2.0 мм и влажностью менее 0,5%; техническая сера ($S > 99,5\%$), ГОСТ 127.1-93 с частицами 0...3 мм, воздушносухая; технический пентаоксид ниобия (90% Nb_2O_5), НБОФ1, ТУ 4-458-84, с влажностью менее 0,5%; технический пентаоксид ванадия ($V_2O_5 > 90\%$), ТУ 14-5-92-77.[1]

Для ввода порошковой проволоки применяют трайб-аппараты. В большинстве случаев они имеют два ручья: для ввода алюминиевой катанки и проволоки, наполненной силикокальцием. Однако имеет место спрос на трех- и четырехручьевые устройства. В России производство трайб-аппаратов освоено на Чепецком механическом заводе и в настоящее время большинство вновь сооружаемых АКП в России оснащается этими устройствами. Потребность черной металлургии России в порошковой проволоке можно оценить исходя из следующих показателей. Основное количество порошковой проволоки применяется для микролегирования стали кальцием перед непрерывной разливкой. Чаще всего содержание кальция в наполнителе составляет 30%. Средний удельный расход кальция составляет 0,1 кг/т жидкой стали. В 2004 г. в России было выплавлено 65,4 млн т стали, а доля непрерывной разливки составила 60,4%. Расчет показывает, что потребность в кальцийсодержащей порошковой проволоке составляет 26,4 тыс. т/год. Кроме того, на некоторых российских заводах в значительных количествах используют порошковую проволоку с углерод содержащими наполнителями. Потребность в ней может составлять до 10 тыс. т. Также в небольших количествах используют проволоку, наполненную серой, ферротитаном, смесью железа с алюминием. Таким образом, суммарная расчетная потребность в порошковой проволоке в России составляет в настоящее время примерно 35 тыс. т/год, а фактическое ее потребление значительно ниже и составляет около 20 тыс. т/год.

Причиной этого являются, среди прочих, неоднозначные результаты ввода кальция в сталь. Изменение состава и формы неметаллических включений приводит, с одной стороны, к улучшению разливаемости стали, а

с другой - к снижению в ряде случаев эксплуатационных характеристик стальных изделий.

Таким образом, использование порошковой проволоки при внепечной обработке стали в России в ближайшей перспективе должно возрасти с расширением номенклатуры используемой проволоки.

Таблица 1. Производители порошковой проволоки в России

Наименование и местонахождение	Число станов	Производственная мощность, т/год	
		стана	всего
ООО «Северная палитра», г. Глазов	4	2000	8000
Череповецкий сталепрокатный завод (аффилирован с ОАО «Северсталь»)	2	2000	4000
Новолипецкий МК	2	2000	4000
ЗАО «Тенакс», г. Ногинск	1	2000	2000
Западно-Сибирский МК	1	2000	2000
ЗАО «Юпитер», г. Кострома	1	1000	1000
Магнитогорский метизно-металлургический завод (аффилирован с ММК)	1	3000	3000
Ключевской завод ферросплавов	2	2000	4000
Челябинский электрометаллургический комбинат	1	4000	4000
Итого:			32000

Неоспоримые преимущества внепечной обработки порошковой проволокой: небольшие капитальные вложения и производственные затраты, простота и надежность конструкций машин, совместимость с существующими в цехе технологическими процессами; высокое и стабильное усвоение вводимых добавок, небольшой расход материалов и точное регулирование заданного химического состава готового металла; небольшая продолжительность операции, отсутствие чрезмерного барботажа, охлаждения и захвата газов металлом; хорошая стойкость футеровки ковша; минимальные трудозатраты обслуживающей рабочей бригады. Весьма привлекательно более легкое соблюдение жестких требований техники безопасности, промышленной санитарии и взрывобезопасности, а также отсутствие пыле- и дымовыделений, простота управления, механизация и автоматизация технологической операции, удобство транспортирования и

хранения проволоки, простота подготовки к вводу в металл присаживаемых материалов, повышение производительности плавильных агрегатов, упрощение и сокращение последующего технологического процесса производства литых и деформированных заготовок, повышение и стабилизация на высоком уровне качественных характеристик и свойств металла, сокращение брака, достижение определенного экономического эффекта.[2]

Контроль за производством порошковой проволоки осуществляют на всех этапах технологического процесса.

При поступлении партии материалов или ферросплавов проводят входной контроль отделом технического контроля. При этом проверяют соответствие химического состава, вида поставки, упаковки и маркировки требованиям стандартов или технических условий на данный материал.

Фракционный состав порошков, как покупных, так и полученных в отделении помола и отсева материалов, определяют ситовым анализом двух-трех проб массой 0,5 кг, отобранных при загрузке контейнеров.

На участке приготовления смесей порошковых материалов контролируют степень смешения компонентов (состав смеси), определяют гранулометрический состав и влажность порошкообразных материалов.

Контролируют и регистрируют содержание кислорода в атмосфере помольного и смесительного оборудования и всей системы прохождения материала в диапазоне 0,5...5%, а также 18...22%, когда оборудование и камера разгерметизированы.

Контролируют и регистрируют: расход азота (аргона), подаваемого в системы помола и смешения в диапазоне 0...500 м³/ч; температуру в атмосфере мельницы в диапазоне 0...120 °С.

Система КИП и А обеспечивает: автоматическое поддержание избыточного давления в оборудовании систем помола и смешения порошков; автоматическое поддержание содержания кислорода в газовой среде систем помола и смешения порошков; автоматическое отключение оборудования в случае падения давления в системах помола и смешения ниже 30 Па или достижения содержания кислорода в газовой среде систем помола или камер более 3% и повышения температуры внутри помольного оборудования выше 90 °С.

Металлическую ленту принимают в соответствии с требованиями ГОСТ 503-81.

Подвергают пооперационному контролю: дозирование порошковых смесей, формовку оболочки, ее заполнение порошками, редуцирование, намотку готовой продукции.[1]

Метрологическое обеспечение отделения производства порошковой проволоки приведено в табл. 2.

Таблица 2. Метрологическое обеспечение технологических параметров

Измеряемые параметры технологического процесса			Технологически допустимые		Периодичность измерений	Рекомендуемые способы измерения, оборудование
наименование	единицы	диапазон	погрешность измерений	Запаздывание информации		
Содержание компонента в наполнителе	(мас.)	0...100	±1	-	При поступлении каждой партии ферросплавов на участок подготовки наполнителей	В соответствии с требованиями ГОСТов и ТУ
Влажность порошков	%	0,1...0,5	0,05	-	При поступлении партии порошков в отделение изготовления порошковой проволоки	Взвешивание навески до и после сушки до постоянной массы при 105...110 °С. Весы ВЛР-200, ТУ 25-06.1398-78.
Гранулометрический состав порошков	%	0...100	±2	-	При поступлении партии порошка	Ситовый анализ на РОТАПе. Весы ВЛР-200.
Механические свойства стальной ленты: σ_B δ	Н/мм ²	300...395 26	± 1 ±0,5	-	При поступлении партии ленты	Машина Р-0.5 ГОСТ 7855-74 Линейка модели 188 ГОСТ 427-75
Содержание кислорода в газе	%	1...5	+ 1	5с	Постоянно	Газоанализатор
Коэффициент заполнения проволоки	%	40... 50	±5	-	При каждой настройке дозатора	Весы ВЛР-200
Диаметр проволоки	мм	8...18	±0,4-0,6	-	В каждой партии изготовленной проволоки	Микрометр МК-25
Замер и регистрация давления в камере	Па	10...30	±5	5с	Постоянно	Тягомер
Масса проволоки в одном бунте	кг	0...2000	±1%	-	В каждой кассете	Весы

Вопрос качества порошковой проволоки стоит остро не только в процессе поступления сырья на предприятие-изготовитель и в процессе производства, но и непосредственно готовой продукции. И если в первых двух случаях контроль качества производится, то при выходе готовой продукции, ее транспортировке и при вводе в ковш контроль либо ведется на очень слабом и примитивном уровне или не ведется вовсе, что отражается на качестве и крайне дискредитирует порошковую проволоку как перспективное направление во внепечной обработке.

В ходе транспортировки происходит местное изменение плотности наполнителя, что является причиной сбоя трайб-аппарата (пробуксовки), потери устойчивости проволоки при прохождении шлакового покрытия в ковше и обрыва при статической размотки бунта. Следовательно, контроль качества должен осуществляться и на производстве и при подаче трайб-аппаратом в ковш.

Кроме того порошковая проволока в зависимости от реагентов имеет ограниченный срок хранения (около месяца).

Качество порошковой проволоки как готового продукта для внепечной обработки в России никак не регламентируется. Есть только двухстороннее соглашение по техническим условиям между производителем и потребителем. Но при современном развитии этого мало, так как активное внедрение российских производителей стали на мировой рынок требует соответствующей сертификации металлопродукции, отвечающей по качественным характеристикам международным стандартам.

В начале мая 2008г. Президент РФ подписал закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании». Принятые изменения определяют объекты, на которые разрабатываются регламенты, порядок разработки и принятия технических регламентов, уточняются цели стандартизации и некоторые вопросы сертификации. В Федеральном законе определен перечень первоочередных 17 технических регламентов, которые должны быть приняты до 1 января 2010 года.

Практически все указанные регламенты касаются конечной продукции, поступающей потребителю. Это позволяет, наконец, прекратить споры о смысле и содержании технических регламентов. Открывается перспектива разработки нужных нашему народному хозяйству документов, при создании которых можно будет использовать многолетний опыт зарубежных технически развитых стран, что особенно важно в связи с предстоящим вступлением России в ВТО. Для металлургической отрасли, по-видимому, наибольший интерес представляют регламенты, для которых качество используемой металлопродукции играет определяющую роль:

**Первоочередные регламенты, для которых качество используемой
металлопродукции играет определяющую роль.**

- 1. О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением**
- 2. О безопасности строительных материалов и изделий**
- 3. О безопасности машин и оборудования**
- 4. О безопасности колесных транспортных средств**
- 5. О безопасности лифтов**

Западными аналогами таких регламентов можно считать Европейские Директивы на безопасные машины, оборудование и изделия. В странах Европейского союза действуют 24 Директивы, определяющие требования к их безопасности.

Что касается требований к металлопродукции, которая допускается к использованию для производства безопасных конечных изделий, то требования к ней устанавливаются в соответствующих разделах Европейских Директив, чаще всего в виде ссылок на соответствующие Европейские

стандарты на производство металлопродукции, иногда с установлением дополнительных требований.

Другим немаловажным фактором использования металлопродукции является необходимость ее сертификации признанным независимым сертификационным органом. Одним из наиболее известных в Европе (да и во всем мире) сертификационных обществ является Общество технического надзора «ТЮФ Рейнланд групп» (ФРГ).

В 1997 году ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» и «ТЮФ Рейнланд групп» создали совместное предприятие ООО «ТЮФ-ЦССМ», одним из направлений деятельности которого являются работы по оказанию содействия российским предприятиям черной металлургии в получении права поставки на западный рынок металлопродукции, отвечающей требованиям Европейских Директив 97/23/ЕО и 89/106/ЕЕС. Четыре эксперта, прошедшие соответствующую подготовку, имеют право проводить аудиты по указанным Директивам.

Работа наших предприятий по Директиве 97/23/ЕО, принятой Евросоюзом в 1997 году, практически началась с 2001 года. Российские предприятия, получавшие признание как надежные поставщики металлопродукции по Директиве, определяющей требования к безопасному оборудованию, работающему под избыточным давлением, приведены ниже:

Предприятия, сертифицированные по Европейской директиве PED 97/23/ЕС

- 1. ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат»**
- 2. ОАО «Северсталь»**
- 3. ОАО «Уральская сталь»**
- 4. ОАО «Челябинский трубопрокатный завод»**
- 5. ОАО «Первоуральский новотрубный завод»**
- 6. ОАО «Синарский трубный завод»**
- 7. РУП «Белорусский металлургический завод»**

Становится очевидно, что перед металлургами стоит задача в обеспечении потребляющих отраслей металлом требуемого уровня качества, включая создание нормативных документов с техническими требованиями, соответствующими безопасности машин, оборудования и изделий по принятому обязательному перечню регламентов.

Следует подчеркнуть, что в черной металлургии есть хорошая основа для разработки обязательных стандартов для создания такой нормативной базы. Это сохраненные в отрасли и ныне действующие технические условия на металлопродукцию конкретного применения: металл для котлостроения, сосудов высокого давления, нефте- и газопроводов, атомной промышленности, авто- и авиа-строения и т.д.

Принятая в Европе практика одобрения предприятий, поставляющих металлопродукцию в соответствии с требованиями Европейских Директив, сводится к следующему:

1. Для получения права поставки металлопродукции с требованиями Директив 89 106/ЕЕС металлургическое предприятие должно получить признание, то есть пройти установленную процедуру проверки и получить Сертификат от сертификационного общества, признанного государством нотифицированного Брюсселем.
2. В процедуру обязательной сертификации предприятий по Директивам входит всесторонний анализ качества металлопродукции на основе соответствующих планов контрольных испытаний, как правило, превышающих объемы испытаний, предусмотренных нормативной документацией на поставку этой продукции.
3. Обязательным является широкий статистический анализ выполнения нормируемых соответствующими Европейскими стандартами показателей качества. Статистически подтверждается надежность обеспечения всех требований по качеству поставляемой продукции. При этом статистический анализ проводится как при первичной сертификации продукции, так и при всех последующих надзорных проверках.
4. При сертификации производителей поднадзорной металлопродукции по Европейским Директивам большое внимание уделяется выполнению основных требований международного стандарта ИСО 9001:2000. Эти требования изложены в прилагаемых формулярах и они должны выполняться. Практически проверяется надежность системы организации производства, контроля соблюдения технологии, контроля и испытаний готовой продукции, управления технологической и технической документацией, системы подготовки кадров и т.д. То есть, проверяется надежность функционирования систем менеджмента качества при производстве и поставке металлопродукции, включенной в область действия сертификата.
5. В обязательном порядке проводятся сравнительные испытания основных свойств сертифицируемой металлопродукции в условиях предприятия под надзором аттестованных сертификационным органом экспертов и параллельно с этим в лабораториях сертификационного органа.
6. Сертификат по Европейской Директиве 97/23/ЕО выдается сроком на три года по Директиве 89/106/ЕЕС - пока без ограничения срока действия. Однако непременным условием действия сертификатов является проведение ежегодных надзорных аудитов, причем с положительными результатами.[3]

Повышение качества и свойств металлопродукции средствами внепечной обработки позволяет металлургическим предприятиям сертифицировать металлопродукцию, получать от потребляющих фирм и предприятий соответствующие доплаты, что существенно улучшает экономические показатели производства.

Сертификация является необходимым инструментом для гарантии качества металлопродукции независимо от того, где она изготовлена. Единообразие принципов сертификации продукции основывается на передовой технологии производства, использовании таких процессов, которые, в основном, определяют стабильность потребительских свойств

металла. В этой связи порошковая проволока является неотъемлемой частью современной технологии выплавки стали

Следует отметить, что пока не будет решен вопрос со стандартизацией порошковой проволоки, ее дальнейшее развитие в нашей стране и тем более выход на зарубежный рынок будет крайне сложным. И вопрос о проблемах качества в этой отрасли остается открытым.

Выводы:

1. Порошковая проволока является перспективным направлением во внепечной обработке чугуна и стали;
2. Контроль качества должен осуществляться и за изготовлением порошковой проволоки и перед ее использованием (непосредственно перед подачей трайб-аппаратом в ковш);
3. Вопрос регламентации качества порошковой проволоки в нашей стране до сих пор не решен, что тормозит развитие этого направления на российском рынке и выход на зарубежный;
4. Для ее стандартизации необходимо создание центра (лаборатории) по сертификации.

Список литературы:

1. А.Ф.Каблуковский, С.Д.Зинченко «Внепечная обработка стали порошковой проволокой»-М.:Металлургиздат, 2006.-287с.
2. Я.Л.Кац, «Состояние и перспективы развития внепечной обработки стали в России»//Металлург,2006,№2, с.49-55
3. Е.Х.Шахпазов, В.Т.Абабков «Технические регламенты, стандартизация и сертификация металлопродукции»// Неделя металлов в Москве//Сборник трудов конференций-М.,2008,с.120-125
4. Д.А.Дюдкин, В.В.Кисиленко «Современные процессы внепечной металлургии чугуна» -Донецк/Изд.«Вебер»,2007.-324с.
5. В.М.Лушников, А.Г.Колесников, «Комплексная линия для производства металлургической порошковой проволоки»// Труды 2 международного конгресса сталеплавильщиков-М.,1995
6. Обработка стали кальцием. Материалы международного симпозиума по обработке стали кальцием. Перевод с англ. В.М. Литвинчука под редакцией Медовара Б.И.-Киев: ИЭС им. Е.О.Патона АН УССР, 1989.с.216