

669.1:621.791.92

ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ СЛИТКОВ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ПЕРЕПЛАВА

Шкилёва Д.А. студент, 1 курс

Научный руководитель: Рябова Л.И., канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им.

Р.Е. Алексеева» г. Нижний Новгород

г. Нижний Новгород

Аннотация. Представлен комплексный анализ дефектов, возникающих в процессе вакуумно-дугового переплава (ВДП). В данной работе рассмотрены различные типы дефектов, которые распространены при ВДП, исследованы их причины возникновения и проведена оценка их влияния на качество продукции, которая изготавливается из слитков ВДП. В данной работе были разработаны рекомендации по оптимизации ключевых технологических параметров ВДП, которые направлены на снижение вероятности образования дефектов и повышение качества слитков. Статья представляет собой теоретическую основу технологии ВДП и рекомендации для совершенствования технологического процесса вакуумно-дугового переплава с целью повышения качества получаемых слитков ВДП.

Ключевые слова: дефекты слитков, вакуумно-дуговой переплав, влияние дефектов на качество продукции, оптимизация технологических параметров, эксплуатационные характеристики изделий, повышение качества слитков ВДП

Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) представляет собой вторичный технологический процесс плавки металлических слитков (расходуемых электродов), который характеризуется высокой степенью химической и механической однородности получаемых слитков. Данный технологический процесс используется в отраслях с повышенными требованиями к качеству продукции.

На сегодняшний день технологический процесс ВДП выступает дополнительным этапом обработки металлических слитков, которые являются полуфабрикатами, который направлен на улучшение качественных характеристик получаемых слитков ВДП.

Но в процессе ВДП могут возникать различные дефекты, негативно влияющие на качество конечной продукции [1].

Одним из ключевых дефектов, который формируется в процессе кристаллизации слитка в процессе ВДП, является внеосевая неоднородность. Данный дефект связан с наследственными характеристиками шихтовых материалов, которые используются при производстве расходуемых электродов

методом электрошлакового переплава (ЭШП) и вакуумно-индукционной плавки (ВИП), и проявляется в процессе кристаллизации слитков ВДП. Внеосевая неоднородность характеризуется неравномерным распределением химических элементов в структуре металлического слитка ВДП, что приводит к ухудшению механических свойств конечных изделий, изготовленных из дефектных слитков ВДП, таких как ударная вязкость и пластичность [2].

Другим не менее распространённым дефектом является послойная кристаллизация слитка, которая возникает вследствие изменения температурного градиента на фронте кристаллизации слитка ВДП или механического смешения ванны жидкого металла относительно твёрдой фазы. Данный дефект приводит к снижению твёрдости конечных изделий, а также приводит к локальной химической неоднородности и изменению концентрации ликвидирующих элементов .

Следующий важный дефект, который формируется в процессе кристаллизации слитка в процессе ВДП, является пятнистая ликвация. Пятнистая ликвация возникает из-за высокого содержания газов в металлическом расходуемом электроде. Данный дефект приводит к образованию пузырей в структуре слитка ВДП, что снижает однородность металла и повышает риск коррозии конечных изделий.

Не менее серьезным дефектом являются так же газовые пузыри. Газовые пузыри формируются в результате выделения газов при кристаллизации металлического слитка ВДП во время процессе ВДП. Газовые пузыри негативно влияют на качество слитка ВДП, вызывая поры, раковины, что, в свою очередь, снижает прочность и герметичность конечного изделия [2].

Для выявления причин и минимизации возникновения вышеперечисленных дефектов применяются методы визуального осмотра слитка ВДП, рентгенографии и ультразвуковой дефектоскопии образцов, которые отбираются от полученного слитка ВДП [3].

Ключевым фактором, который напрямую влияет на образование дефектов, является неправильно подобранный термический режим процесса переплава, который включает в себя неоптимальные подобранные технологические параметры плавления расходуемого электрода и охлаждения слитка ВДП, что, в свою очередь, приводит к внутренним напряжениям и деформациям слитка ВДП.

Для минимизации возникновения дефектов необходимо строго соблюдать термические режимы переплава, соответствующие конкретной марке сплава или стали, и наблюдать и регулировать технологические параметры процесса, такие сила тока электрической дуги, напряжения электрической дуги, скорости плавления, давления гелия и количество капельных замыканий.

Не менее важным аспектом для получения высококачественных слитков ВДП является использование качественной шихты с минимальным содержанием отходов для производства расходуемых электродов [3].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что дефекты слитков, которые получают методом ВДП, снижают качество конечной про-

дукции, а это критично для таких ответственных отраслей, как авиационная, космическая и атомная промышленность.

В данных отраслях промышленности предъявляются строгие требования к изделиям.

Для снижения вероятности образования дефектов и улучшения качества продукции необходимо внедрять современные методы диагностики и контроля получаемых слитков ВДП, включая неразрушающий контроль образцов и компьютерное моделирование процессов кристаллизации слитков ВДП.

Автоматизированные системы мониторинга и анализа процесса ВДП играют ключевую роль в обеспечении качества изделий на всех этапах производства, позволяя оперативно выявлять отклонения и вносить корректировки в процесс.

Для обнаружения и предотвращения возникновения дефектов на каждом этапе производства рекомендуется использовать современные методы контроля качества, такие как рентгенография, ультразвуковая дефектоскопия и металлографический анализ [5].

Дальнейшие исследования в данной области могут способствовать совершенствованию технологии ВДП и минимизации дефектов в производстве слитков [6].

Таким образом, исследование дефектов слитков ВДП подчёркивает важность контроля технологических параметров процесса переплава, использования качественных шихтовых материалов и применение современных методов [7] обнаружения и устранения дефектов для обеспечения высокого качества конечной продукции.

Список использованных источников

1. Альперович, М.Е. «Вакуумный дуговой переплав и его экономическая эффективность» / М.Е. Альперович. – М.: Металлургия, 1978. – 168 с.
2. Павлов, В.А. Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов: учебное пособие / В.А. Павлов, Е.Ю. Лозовая, А.А. Бабенко. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 168 с.
3. Сергеев А.Б. Вакуумный дуговой переплав конструкционной стали / А.Б. Сергеев, Ф.И. Швед, Н.А. Тулин. – Москва: Металлургия, 1974. – 192 с.
4. Теоретическая оценка трещиностойкости оболочковых форм точного литья, изготовленных с применением технологии низкотемпературного прокаливания / И. А. Савин, И. О. Леушин, В. А. Ульянов, Л. И. Леушина // Справочник. Инженерный журнал. – 2015. – № 9(222). – С. 3-5. – DOI 10.14489/hb.2015.09.pp.003-005. – EDN UCQVVT.
5. Симонян, Л. М. Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектрометаллургии : Курс лекций / Симонян Л. М., Семин А. Е., Кочетов А. И. - Москва : МИСиС, 2007. - 180 с.

6. Балабанов, И. П. Обзор триботехнических самосмазывающихся материалов на основе полимеров / И. П. Балабанов // Молодой ученый. – 2015. – № 12-1(92). – С. 9-12. – EDN TWBDPJ.

7. Shaparev, A. V. Application of the Polymeric Material RIMAMID for Production of Machine Parts / A. V. Shaparev, I. A. Savin, S. N. Ptichkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Chelyabinsk, 22–24 сентября 2020 года. – Chelyabinsk, 2020. – Р. 012021. – DOI 10.1088/1757-899X/969/1/012021. – EDN XAYSPZ.

Контактная информация

г. Нижний Новгород, ул. Сергея Акимова, д. 45

Телефон: +79040572192

E-mail: darja.shkileva2001@mail.ru

Контактное лицо: Рябова Любовь Игоревна, тел. +79103932847