

УДК 612.311

**ТРАНСФОРМАТОРЫ В МЕТАЛУРГИИ И ЛИТЕЙНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ
TRANSFORMERS IN METALLURGY AND FOUNDRY**

В.А. Трафимчик, А.А. Аксенчик

Научный руководитель – В.В. Зеленко, старший преподаватель
Беларуский национальный технический университет, г. Минск

V. Trafimchik, A. Aksenchik

Supervisor – V. Zelenko, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В этой работе рассказывается о строение, принципе работы, достоинствах и недостатках трансформаторов в литейном производстве.

Abstract: This paper discusses the structure, operating principle, advantages and disadvantages of transformers in foundries.

Ключевые слова: трансформаторы, литейное производство, схемы электрических цепей трансформатора.

Keywords: transformers, foundry, transformer electrical circuit diagrams.

Введение

Металлургия и литейное производство являются одними из наиболее энергоемких видов промышленной деятельности. Эффективность использования электроэнергии непосредственно влияет на конкурентоспособность сплавов, уровень себестоимости выпускаемой продукции и ее потребительские свойства. Во всем перечне оборудования технологического цикла промышленной электроэнергетики преобразующие устройства и аппаратура трансформаторного типа занимают заслуженный приоритет. Трансформатор – это статический электромагнитный аппарат, который предназначен для преобразования энергии посредством магнитного электрической энергией переменного тока одного напряжения в другое, при измененных параметрах напряжения и интенсивности тока, но с номинальной частотой. В ситуациях, связанных с металлургией, такие устройства выполняют не только функции преобразователя, но и являются ключевым звеном огромных энергетических цепочек.

Основная часть

Электрометаллургия – это методы производства металлов и сплавов с использованием электрической энергии.

Основные потребителями являются:

Дуговая плавка: Выплавка стали при помощи дуговых сталеплавильных печах (ДСП) – это массовый вид получения стали отличного качества. В расплав передается энергия через электрическую дугу, которая горит между электродами и шихтой. Для таких печей требуется мощнейшие трансформаторы.

Электрошлаковый переплав: процесс рафинирования стали для получения металла высокой чистоты. Также требуются специализированные источники питания. В литейных цехах для плавки металла партиями используется

электричество. В отличие от крупных металлургических предприятий, в литейных цехах часто используются менее мощные печи-дозаторы, но при этом предъявляются более высокие требования к гибкости и управлению процессом. Основными типами являются:

Индукционные печи: широко используются для плавки чугуна, стали и особенно цветных металлов.

Дуговые печи: менее мощные, чем ЭДП, используются в сталелитейных цехах. Термическая обработка и индукционный нагрев нарушают закалку, отпуск, поверхностное упрочнение деталей, а также нагрев заготовок перед прокаткой или ковкой. Эти процессы основаны на эффекте возникновения токов Фуко (вихревых токов) в металле, для чего требуются трансформаторы средней и высокой частоты.

Типы трансформаторов для металлургии и литейного производства:

- Сухие трансформаторы: требуются для питания системы управления, освещения, вентиляции в цехах с повышенной пожароопасностью.
- Силовые трансформаторы: они предназначены для общего электроснабжения промышленных объектов.
- Трансформаторы типа ТМ и ТМГ: трехфазные масляные трансформаторы. ТМГ отличается герметичным исполнением, что предотвращает увлажнение и окисление масла.
- Промышленные трансформаторы: они используются для, чтобы понизить напряжения во время работы с более широким спектром оборудования, включая насосы, мельницы, дробилки, прокатные станы и печи.
- Трансформаторы собственных нужд (ТСН): устанавливаются на ГПП и крупных подстанциях для того, чтобы подпитывать систему охлаждения, управления, аварийного освещения.
- Трансформаторы для установок непрерывного литья заготовок (МНЛЗ): Питание электродвигателей приводов роликов.
- Трансформаторы для установок электрошлакового переплава (ЭШП): Создание стабильного тока для переплава электрода через шлаковую ванну.

Печные трансформаторы для дуговых сталеплавильных печей (ДСП). Это самые мощные и тяжелонагруженные трансформаторы в металлургии.

Особенности:

- Мощность: Может достигать 100-200 МВА и более для печей большой емкости.
- Вторичное напряжение: Относительно низкое (100-1200 В), но вторичный ток достигает колоссальных значений – десятки и даже сотни тысяч ампер (до 150-200 кА).
- Режим работы: Циклический с частыми короткими замыканиями, бросками тока и перегрузками.
- Регулирование напряжения: Оснащены сложными системами РПН (регулирование под нагрузкой), позволяющими плавно изменять

напряжение на электродах для оптимизации режима плавки и стабилизации дуги.

Трансформаторы для индукционных печей. Индукционные печи бывают двух типов: канальные и тигельные. Трансформаторы для них работают по принципу трансформатора тока. Используются для создания переменного магнитного поля, которое наводит вихревые токи в металлической шихте, находящейся в тигле, и нагревает ее до плавления.

Особенности:

- Низкочастотные трансформаторы: Используются для питания канальных печей (например, для плавки чугуна). Фактически, сама печь является вторичной обмоткой трансформатора.
- Трансформаторы для тигельных печей (ИСТ): Работают в паре с преобразователями частоты. Для эффективного нагрева требуется повышенная частота (50 Гц – для крупных печей, 50-10000 Гц – для средних и малых). Поэтому система питания включает силовой трансформатор (повышающий напряжение для уменьшения токов в цепи) и тиристорный или транзисторный преобразователь частоты.
- Вторичная «обмотка» – это сам расплав. Ток во вторичном контуре огромен.

Трансформаторы для печей сопротивления. К этому классу относятся, например, рудно-термические печи для производства ферросплавов, карбида кальция и др. Используются для нагрева шихты за счет ее собственного электрического сопротивления.

Особенности: Аналогичны печным трансформаторам для ДСП, но имеют специфические режимы работы, связанные с высоким сопротивлением перерабатываемого материала.

Принцип работы трансформатора

Рассмотрим принцип действия силового трансформатора, принципе действия которого строится на явлении взаимной индукции. Двухобмоточный трансформатор состоит из остова, магнитопровода и шихтованного электротехнического железа. Работа происходит следующим образом:

- Слоевые обмотки первичного и вторичного напряжения размещаются на стальном остове из электротехнической стали (магнитопровод). При разомкнутой вторичной обмотке, на первичную подается напряжение, что вызывает протекание по «первичке» тока холостого хода.
- Ток создает намагничивающую силу, в результате которой появляется магнитное поле.
- Магнитным полем создается магнитный поток Φ , замыкаемый по сердечнику. Происходит это из-за того, что магнитная проницаемость стали магнитопровода намного выше, чем у воздуха.
- В результате магнитный поток сцепляется с витками обмоток, где по закону электромагнитной индукции наводится электродвижущая сила ЭДС.

Общие конструктивные сведения:

- Трансформаторный бак – выполняет функцию корпуса прямоугольной формы, в него помещена активная часть. На верхней крышке и на стенках бака расположены другие элементы конструкции.
- Выводы обмоток с изоляторами выполняют функцию высоковольтного и низковольтного вводов.
- Активная часть, состоящая из остова, обмоток ВН и НН с ответвлениями, изолированных вводов, выводов и регулятора ПБВ.
- Контрольно-измерительные устройства и приборы: термометр, маслоуказатель, иногда мановакууметр и газовое реле, по отдельному требованию заказчика – контроль рабочего состояния трансформатора.
- Дополнительная аппаратура: рукоять переключателя обмоток (ПБВ), клапан сброса давления – защита и регулировка.

Заключение

В заключение, стоит отметить, что трансформаторы являются одним из самых ключевых элементов технологической цепи в металлургии и литейном производстве в целом. От них напрямую зависит объем продукции, ее качество и цена. Современные трансформаторы для металлургии – это современные сложные инженерные системы, которые работают в экстремальных условиях. Эволюция трансформаторов тесно связана с прогрессом металлургической технологии,двигающейся к повышению энергоэффективности, автоматизации и цифровизации. В будущем, если дальше двигаться в этом направлении, можно будет создать более экологический и конкурентоспособный сектор.

Литература

1. Вологин В.Г. Электротехническое оборудование металлургических заводов. – М.: Металлургия, 2010.
2. Трахтенберг Г.Х. Печные трансформаторы и их эксплуатация. – М.: Энергия, 2008.
3. Справочник по электротермическому оборудованию / Под ред. В.Г. Вологина. – М.: Энергоатомиздат, 2012.
4. Жуков В.В., Иванов С.С. Основы литейного производства. – СПб.: Политехника, 2015.
5. Отраслевые стандарты и техническая документация ведущих производителей (ABB, Siemens, TMT).