

Садоха М.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Чечуха В.И.²;

Андрусевич А.А.³, кандидат технических наук, доцент

¹*Белорусский национальный технический университет,*

г. Минск, Республика Беларусь

²*Холдинг БелОМО, г. Минск, Республика Беларусь*

³*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ СРЕДНЕЧАСТОТНЫХ ТИГЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества применения индукционных среднечастотных тигельных печей по сравнению с печами промышленной частоты. Описан метод многостовой плавки. Показана экономическая эффективность перехода с индукционных печей промышленной частоты на печи средней частоты.

Abstract. In the paper the advantages of using medium-frequency induction crucible furnaces in comparison with furnaces operating at industrial frequency are shown. The method of multi-post melting is described. The economic efficiency of switching from induction furnaces of industrial frequency to medium frequency furnaces is presented.

Ключевые слова. Индукционная печь, промышленная частота, средняя частота, алюминиевый сплав, плавка, тигель, производительность.

Key words: Induction furnace, industrial frequency, medium frequency, aluminum alloy, melting, crucible, productivity.

Важным направлением развития сельскохозяйственного машиностроительного комплекса на современном этапе является повышение эффективности, в первую очередь, за счет снижения энергопотребления высокоэнергоемких технологических процессов, к которым относятся процессы плавки. В связи с этим особое значение приобретают совершенствование применяемого плавильного оборудования, направленное на автоматизацию, улучшение энергетических показателей, надежности работы, повышение эффективности и качества подготовки сплава. Техничко-экономические показатели плавильного оборудования во многом зависят от типа и условий эксплуатации применяемых источников питания, а также технологических схем энергопитания, водоподготовки, охлаждения электрических контуров и др. [1].

В последнее десятилетие, технология индукционной плавки на заводах перешла с присутствием «болота» на более эффективную – плавку с

полным сливом расплава. Метод плавки с полным сливом расплава подразумевает использование повышенных плотностей мощности (кВт/тонн), и сокращение времени плавления. Это требует пересмотра требований к индукционным источникам питания. Поколение систем индукционной плавки с присутствием «болота» работало на промышленной частоте, что ограничивало плотность мощности, так как при высокой мощности и малой частоте перемешивание металла в индукционной печи слишком интенсивное и в действительности может привести к выплескиванию расплава из печи. Дальнейшее повышение интенсивности плавки и производительности индукционных тигельных печей стало возможным при увеличении частоты тока в индукторе от 50 до 500 Гц для крупных печей, а по мере уменьшения размеров печи рациональная частота увеличивается и достигает 1,0 – 10,0 кГц для печей вместимостью 10-400 кг [2.3]. Для малых печей вместимостью несколько десятков граммов оптимальная частота возрастает до 440 кГц.

По сравнению с индукционными печами промышленной частоты (далее - ИППЧ) плавканы средней частоте (далее – ИПСЧ) имеют преимущества, состоящие в следующем:

- расход электроэнергии вдвое меньше, чем в ИППЧ, работающих в непрерывном цикле плавки с частичным сливом металла и периодической дозагрузки шихты;

- садочный режим плавки без использования переходящего от плавки к плавке остатка жидкого металла («болота») позволяет исключить предварительную сушку шихты и связанные с ней затраты, сократить расходы на футеровку, т.к. долговечность футеровки возрастает, и исключить непроизводительные затраты труда, электроэнергии и материалов, связанные с невозможностью отключения ИППЧ на время перерывов в работе производства;

- допустимая удельная мощность, подводимая к металлу, в 3 раза выше, чем в ИППЧ (ИПСЧ - 1000 кВт·ч/т, ИППЧ - 300 кВт·ч/т), что обеспечивает короткие циклы плавки (40-45 минут), повышает теплотехнический КПД;

- возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создает условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулированного футеровкой. Печи этого типа весьма удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность для быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

- позволяет повысить качество сплава за счет проведения плавки при интенсивном перемешивании сплава без разрыва оксидной пленки за более короткое время, что впоследствии снижает процент брака по газовым дефектам и неметаллическим включениям;

- в ИПСЧ ниже процент угара металла и легирующих элементов при плавке.

Кроме указанных выше преимуществ и энергоэффективности перехода на оборудование средней частоты с промышленной, повышение эффективности систем среднечастотной плавки металлов достигается при организации групповой плавки металла одновременно в нескольких печах или, так называемого, многопостового метода плавки. Сущность этого метода состоит в том, что процесс плавки в разных печах сдвинут по фазе технологического цикла плавки – одна печь работает в режиме нагрева и расплавления металла с большим потреблением активной энергии, вторая печь находится в режиме выдержки и теплосхранения металла с малым потреблением энергии (10–20% от энергопотребления в режиме плавки), а третья печь – в режиме разливки металла и загрузки шихтой без потребления энергии. Метод многопостовой плавки требует нового подхода к организации труда на плавильном участке. В последние годы получили развитие системы электропитания двух или нескольких одновременно работающих печей от одного источника, в которых имеется возможность гибкого перераспределения подводимой энергии от одной печи к другим.

Технико-экономическая эффективность среднечастотных индукционных плавильных систем еще более возросла с тех пор, когда компания АВР создала двухпостовой плавильный комплекс с двумя одновременно работающими ИПСЧ от одного двухэнергоканального источника питания, осуществляющего перераспределение потока энергии между печами в цикле плавки (плавильная система "Twin-Power").

Компания Inductotherm (США) также разработала систему двухпостовой среднечастотной плавки DUAL-TRAK.

Компания "JUNKER" (Германия) предлагает на мировом рынке систему "DUOMELT SYSTEM". Создание таких систем позволило повысить эффективность использования установленной мощности оборудования системы электропитания печей, снизить ее стоимость на 30-40% и повысить производительность плавильных установок.

Аналогичные системы среднечастотной плавки разработаны Российской электротехнологической компанией "РЭЛТЕК". Двухпостовые установки индукционной плавки типа УИПТ реализуют тандемный способ плавки, когда плавка ведется последовательно в одной печи до ее завершения, а затем продолжается во второй печи. При этом источник питания переключается с одной печи на другую. Такой метод позволяет примерно на 20% повысить производительность плавильной установки по сравнению с однопостовой плавильной системой за счет сокращения технологических перерывов и более интенсивного использования оборудования системы электропитания.

Кроме повышения производительности и энергоэффективности самих печей, требуется также сокращать время простоя плавильного оборудования на регламентные ремонтные работы.

Контроль состояния тигля в процессе эксплуатации печи осуществляется датчиками прогара, которые позволяют определить место нахождения дефектов, пор и трещин футеровки, а также оценить общее состояние и степень износа футеровки по электрическим параметрам.

Для ускорения проведения ремонтных работ по набивке футеровки в конструкции предусматривают гидравлический систему извлечения тигля.

Так же для сокращения времени на просушку и прокалку при набивке тигля, взамен тигля из футеровочных огнеупорных масс, используют графитовые тигли. Применение графитовых тиглей значительно сказывается на качестве выплавляемого сплава, снижает процент брака отливок, связанный с неметаллическими включениями.

На рисунке 1 представлена индукционная тигельная плавильная печь средней частоты GWL-0,3T-300/1S.

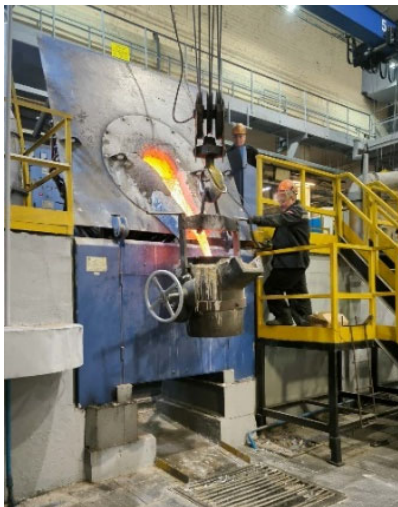


Рисунок 1 – Индукционная печь средней частоты ИПСЧ модели GWL-0,3T-300/1S

В результате проведения опытных плавов установлено, что при использовании ИПСЧ расход электроэнергии в расчете на 1 тонну алюминиевого расплава значительно ниже, чем в случае применения ИППЧ (рис. 2). Дополнительно следует отметить, что и угар металла при плавке в ИПСЧ существенно ниже, чем при плавке в ИППЧ – соответственно, 0,8% и 1,2%.

В целом переход на плавку в среднечастотных печах обеспечивает экономию до 43,6% средств, которые ранее тратились при использовании печей промышленной частоты.

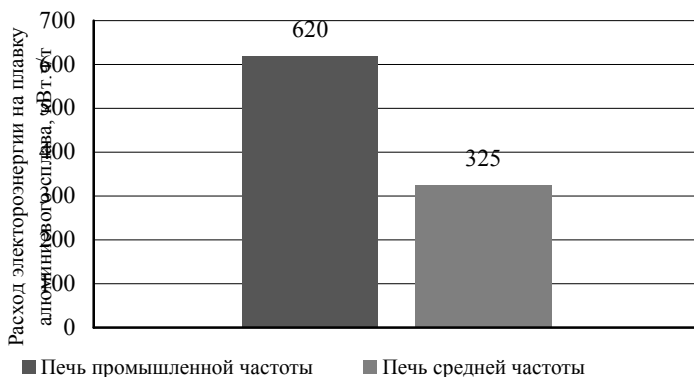


Рисунок 2 – Расход электроэнергии на плавку 1 тонны алюминиевых сплавов при применении различных плавильных агрегатов

Применение ИПСЧ вместо ИППЧ на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения позволит повысить производительность процесса плавки, качество выплавляемого сплава, сократить расходы на электроэнергию, уменьшить продолжительность ремонтных работ и повысить надежность систем индукционной плавки, что положительно отразится на себестоимости и качестве отливок из алюминиевых сплавов.

Список использованной литературы

1. Индукционные тигельные печи: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Л. И. Иванова, Л. С. Грובה, Б. А. Сокунов, С. Ф. Сарапулов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.
2. Кукуй, Д. М. Разработка технологических решений получения черных и цветных сплавов с использованием среднечастотных индукционных печей / Д.М. Кукуй, Ф. И. Рудницкий, Ю. Н. Фасевич, Н. Н. Сергиеня, А. С. Синдель // Литье и металлургия. – 2014. – № 2: – С. 9–14.
3. Лузгин, В. И. Индукционные печи средней частоты нового поколения / В. И. Лузгин, А. Ю. Петров, Л. И. Фаерман // Черные металлы. – 2006. – № 7–8. – С. 14–24.

Summary. The advantages of using medium-frequency induction crucible furnaces in comparison with furnaces operating at industrial frequency are shown. The economic efficiency of switching from induction furnaces of industrial frequency to medium frequency furnaces is presented. The method of multi-post melting is described.