

## Преимущества среднечастотных индукционных печей при выплавке стали (чугуна) над другими плавильными агрегатами.

Студентка гр. 104134 Шибут Н.В.  
Научный руководитель – Ратников П.Э.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является сравнительный анализ эффективности процессов выплавки стали и чугуна в среднечастотных индукционных печах.

Для плавки чугуна и стали наибольшее распространение получили плавильные агрегаты, использующие огневые методы – мартеновские печи, вагранки и электронагрев – индукционные и дуговые печи. Индукционные печи средней частоты (ИПСЧ) обладают несомненными техническими и экономическими преимуществами, обусловленными эффектом внутреннего нагрева шихты вихревыми токами.

Индукционный метод обеспечивает выделение теплоты непосредственно в металле без теплопередачи излучением или конвекцией, сопровождаемой значительными потерями. Поэтому индукционные печи имеют значительно более высокий технологический КПД, чем агрегаты, работающие на топливе.

По сравнению с индукционными печами промышленной частоты (ИППЧ) плавка чугуна на средней частоте также имеет преимущества, состоящие в следующем:

- расход электроэнергии вдвое меньше, чем в ИППЧ, работающих в непрерывном цикле плавки с частичным сливом металла и периодической дозагрузкой шихты;
- садочный режим плавки, т.е. без использования переходящего от плавки к плавке остатка жидкого металла («болота»), позволяет:
- исключить предварительную сушку шихты и связанные с ней затраты, кроме этого, сократить расходы на футеровку, т.к. долговечность футеровки при садочном режиме плавки возрастает;
- исключить непроизводительные затраты труда, электроэнергии и материалов, связанные с невозможностью отключения ИППЧ на время перерывов в работе литейного производства;
- допустимая удельная мощность, подводимая к металлу, в 3 раза выше, чем в ИППЧ, что обеспечивает короткие циклы плавки (40-45 минут), повышает теплотехнический КПД и позволяет оптимизировать процесс образования центров кристаллизации благодаря однократному нагреву металла и меньшей средней температуре в течение плавки, чем у ИППЧ, работающей с «болотом»;
- возможность работы в режиме стабилизации активной мощности на всем цикле плавки, начиная с «холодного» состояния шихты и заканчивая расплавом металла.

По сравнению с дуговыми печами переменного тока (ДСП) и дуговыми печами постоянного тока (ДППТ) индукционная плавка на средней частоте имеет более высокие показатели технико-экономической эффективности. Потребление электроэнергии на тонну выплавляемого чугуна в ДСП несколько выше, чем в ИПСЧ и составляет 600-800 кВт·ч/т. В ДППТ этот показатель лучше – 475-550 кВт·ч/т. Однако широко известные недостатки электродуговой плавки значительно снижают эффективность этого метода. К ним относятся:

- интенсивные пыле- и газовыбросы, устранение которых требует дополнительных затрат на устройство газоочистки, особенно в густонаселенных регионах;
- значительный расход графитовых электродов;

- угар металла и легирующих элементов;

Себестоимость и расход энергии на 1 т жидкого чугуна для различных плавильных агрегатов относительно показателей плавки в газовой вагранке приведена в таблице 1

Индукционные печи средней частоты получили широкое распространение не только в технологических процессах плавки, но и выдержки, а также разливки металла. Стремительно расширяется применение среднечастотных индукционных печей в производстве жаропрочных и высоколегированных сталей, прецизионных сплавов, в производстве цветных и драгоценных металлов. Это объясняется технологическими особенностями, которые делают применение ИПСЧ особенно эффективным.

Таблица 1 – Относительная себестоимость и расход энергии на 1 т жидкого чугуна для различных плавильных агрегатов

Тип плавильного агрегата	Относительная стоимость 1 т чугуна	Расход электроэнергии, кВт·ч/т
Газовая вагранка	1,0	50-70
ДСП	2,0	600-800
ДППТ	1,8	475-550
ИППЧ	2,0	1200-1300
ИПСЧ	1,4	500-600

Еще в большей степени технико-экономическая эффективность индукционной плавки на средней частоте проявляется при использовании ИПСЧ в «дуплекс-процессах». Особенность дуплексной плавки состоит в том в том, что ИПСЧ служит в качестве печи ожидания, в которой производится выдержка металла и доведение его до нужных параметров, а плавка металла может осуществляться в печах другого типа.

На рисунке 1 показана теплоэнергетическая эффективность печей разного типа на стадии плавки и выдержки чугуна в печах разного типа.

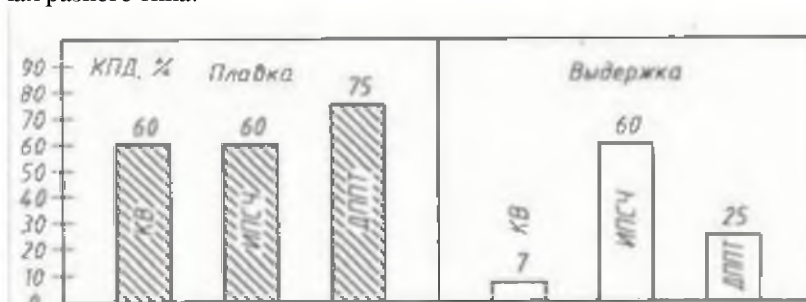


Рисунок 1 – Теплоэнергетическая эффективность печей

Как видно из приведенной гистограммы, на этапе плавки эффективность коксовой вагранки и индукционной печи (ИПСЧ) примерно одинакова и несколько ниже, чем в электродуговой печи постоянного тока (ДППТ). На этапе выдержки металла эффективность ИПСЧ намного выше, чем в вагранках и дуговых печах, поэтому в дуплексных процессах наиболее экономичным является использование в качестве второго плавильного агрегата индукционных печей.

Дуплекс-процесс плавки чугуна может быть организован комбинацией плавильных агрегатов различного типа.

На рисунке 2 приведена гистограмма энергетических расходов различных видов плавильных агрегатов относительно энергозатрат коксовой вагранки (KB).

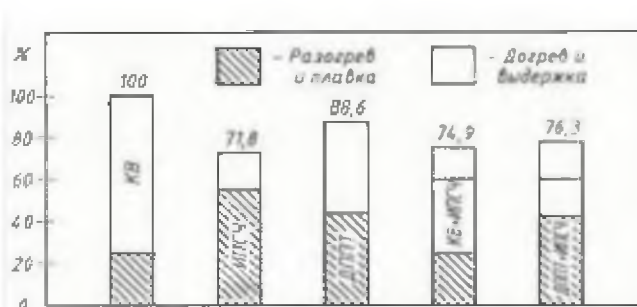


Рисунок 2 – Гистограмма энергетических расходов различных видов плавильных агрегатов относительно энергозатрат коксовой вагранки

Из всего вышеизложенного следует, что при организации дуплексной плавки с различной комбинацией плавильных агрегатов самым экономичным является использование в качестве второго плавильного агрегата для догрева и теплосхранения металла индукционной печи средней частоты.