

УДК 621.74

**ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ТЕРМОУЛУЧШЕНИЯ
СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ОАО «МИНСКИЙ
ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»
THERMAL TECHNOLOGY EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE
THERMAL IMPROVEMENT DEPARTMENT OF STEEL CASTING
FOUNDRY "MINSK TRACTOR WORKS"**

Д.Э. Ильюченко

Научный руководитель – Л.И. Качар

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

pte@bntu.by

D. Ilyuchenko

Supervisor – L. Kachar

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: выбор технологического оборудования и расчет энергоснабжения отделения термоулучшения стального литья литейного цеха тракторного завода.

Abstract: selection of technological equipment and calculation of power supply of the thermal improvement department of steel casting foundry of tractor plant.

Ключевые слова: выбор технологического оборудования и расчет энергоснабжения отделения.

Keywords: selection of technological equipment and calculation of the department's power supply.

Введение

Энергоснабжение занимает ведущее место в промышленности, поскольку технология является базой большинства производств. Современный этап развития народного хозяйства характеризуется ускорением научно-технического прогресса на основе интенсификации всех технологических процессов с применением энергосберегающих технологий. Поэтому энергосберегающая политика приобретает очень важное значение для производств, базирующихся на высокотемпературных технологиях, что соответствует основным направлениям энергетической программы РБ.

Знание происходящих в огнетехнических установках технологических процессов, а также сопутствующих им явлений теплообмена позволяет обеспечить наиболее правильное использование топливно-энергетических ресурсов.

Металлургическое производство и машиностроение – одни из главных отраслей народного хозяйства любой высокоразвитой индустриальной страны. Машины и механизмы – это главные продукты данных отраслей, без них невозможно представить жизнь в современном мире. Чтобы обеспечить их качественное изготовление, соответствующее современному уровню мировых стандартов, необходимо получать оптимальное сочетание прочности и

вязкости обрабатываемых деталей, а также требуемое состояние поверхностей изделий, что позволит, в дальнейшем, ликвидировать очистные операции. Это достигается путем использования высокотемпературных огнетехнических технологий: химико-термические процессы, процессы нагрева металла под ковку, прокатку, штамповку.

Объектом разработки является отделение термоулучшения стального литья литейного цеха автотракторного предприятия с производительностью 15 тыс. тонн/год годного стального литья.

Целью проекта является выбор технологического оборудования и расчет энергоснабжения отделения термоулучшения стального литья литейного цеха автотракторного предприятия.

В процессе проектирования должен быть выполнен тепловой и гидродинамический расчет закаочно-отпускного агрегата и расчет рекуператоров для подогрева воздуха-окислителя, расчет мероприятий по охране окружающей среды и мероприятий по технике безопасности и охране труда, разработана и рассчитана схема электроснабжения отделения термоулучшения литейного цеха, а также подсчитан экономический эффект от использования ВЭР.

В ходе дипломного проектирования должен быть выполнен выбор варианта теплотехнологии термической обработки на базе научного анализа существующих схем теплотехнологий.

Основная часть

Термическая обработка поковок производится с целью улучшения структуры (исключения неоднородности, измельчения зерна), подготовки к последующей их переработке в готовые детали. При термообработке формируются заданные механические свойства. Основными видами термической обработки поковок являются нормализация, термоулучшение (закалка и отпуск), отжиг.

Закалку и отпуск применяют для поковок из среднеуглеродистых сталей (0,4-0,6% углерода) с целью получения заданной микроструктуры и твердости, связанной с механическими свойствами. При закалке поковки также нагревают до температуры выше точки ТАСЗ на 30-50 К, а при отпуске – обычно до 823-953К. Поковки из легированных сталей закаливают в масле, из углеродистых – обычно в воде. Охлаждение после отпуска производится в атмосфере печи, на воздухе либо в воде (в ванне или под душем).

Указанные операции термического упрочнения производят в различного типа проходных или садочных печах. Из проходных применяются толкательные и конвейерные, а из садочных – камерные, с выкатным подом, с шаровым подом, печи с перемещающимся корпусом и другие.

При нагревании массивных заготовок в результате неравномерного прогрева сечения (при нагреве массивных заготовок температура центра сильно отличается от температуры поверхности металла) в них возникают температурные напряжения. Возникающие напряжения максимальны в начальный период нагрева, когда наблюдается наибольшая неравномерность прогрева середины и поверхности металла. Эти напряжения могут иметь

остаточный характер и быть крайне нежелательными при дальнейшей обработке заготовок в механосборочном производстве. Поэтому наряду со всесторонне обоснованным выбором температуры нагрева металла выбору технологии тепловой обработки стали должны предшествовать анализ напряжений, возникающих в контрольном сечении на начальном этапе нагрева, а также оценка допустимого перепада температур на поверхности и центре сечения заготовки. В ряде случаев при интенсивном нагреве в сечении металла возникают напряжения, превосходящие предел упругости. Чтобы температурные напряжения носили временный характер, нагрев заготовок на начальном этапе нужно производить определенным образом.

Малоуглеродистые и низколегированные стали, обладая пластичностью в широком диапазоне температур, позволяют осуществлять нагрев с любыми скоростями. Для таких сталей не опасно появление температурных напряжений, поэтому учитывать эти напряжения при разработке технологии нагрева, разработке температурных графиков нет необходимости.

При нагревании массивных заготовок из высокоуглеродистых и легированных сталей на начальном этапе имеют место большие температурные напряжения. Дальнейший нагрев сопровождается снижением напряжений. Однако с дальнейшим нагревом может наступить такой момент, когда механические свойства стали ухудшаются и наступает перегрев стали. Обработка перегретого металла сопровождается образованием трещин. А пережженный металл не может быть восстановлен и считается браком.

В настоящее время нагрев металла под ковку, штамповку, закалку выполняется в высокомеханизированных методических и полуметодических печах. Это печи непрерывного действия. Широкое внедрение таких печей объясняется необходимостью комплексной механизации и автоматизации всех процессов производства проката и деталей.

Методические печи в зависимости от температурного графика бывают двух- и трехзонные. В каждой зоне продукты сгорания имеют определенную температуру. Когда нагреваются массивные заготовки, печь имеет три зоны. Третья зона называется томильной или зоной выдержки. Она позволяет довести температуру центра заготовки до температуры её поверхности.

Температурный график позволяет получать исходные сведения, которые ложатся в основу расчета и выбора эксплуатационных условий. Такой график базируется на технологических данных и зависит от вида тепловой обработки, а также от условий, определяющих внутренний и внешний теплообмен.

Как упоминалось ранее, в основе выбора числа зон печи лежит вид тепловой обработки. Так, например, нагрев садки из высокоуглеродистых и легированных сталей под закалку осуществляется в двухзонной печи. Температурный график для данной операции представлен на рисунке 1.

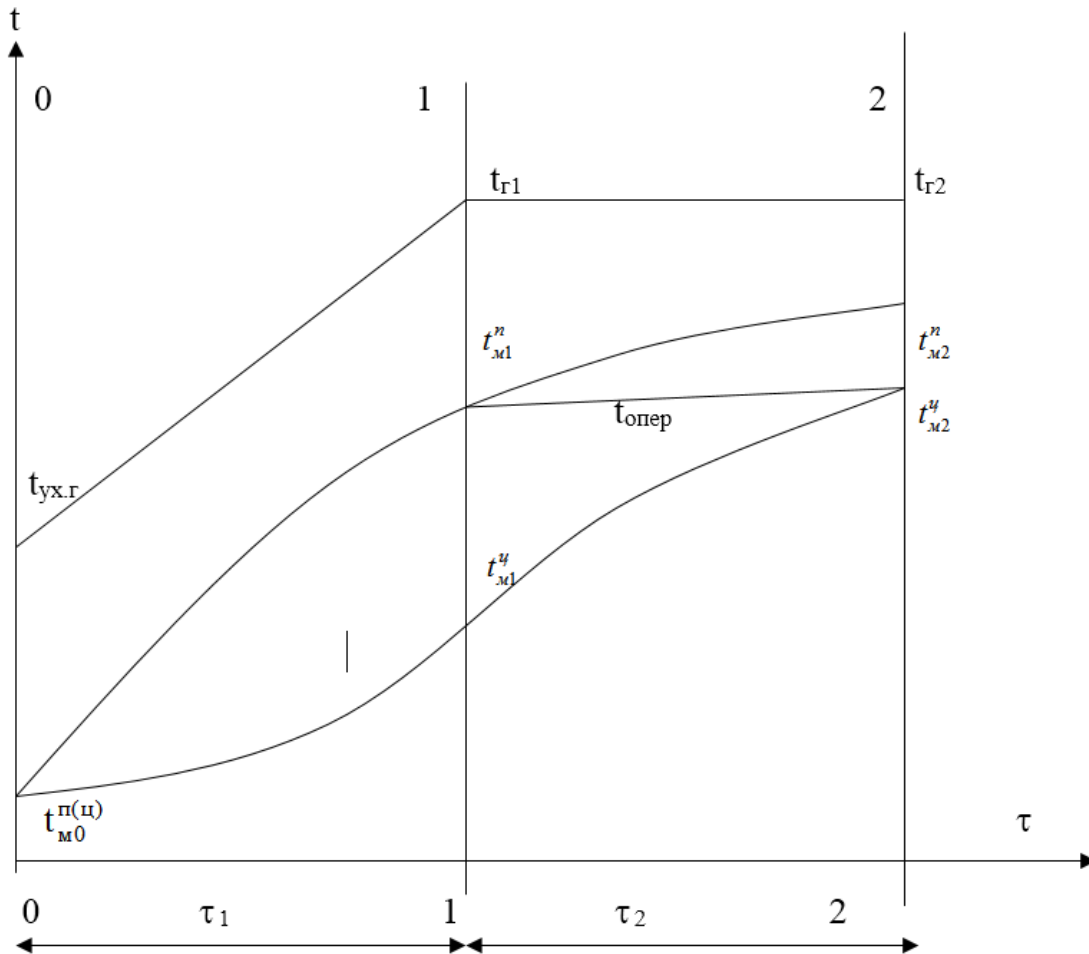


Рисунок 1 - Температурный график двухзонной нагревательной печи

Между сечениями 0-0 и 1-1 находится зона основного нагрева, где температура на поверхности материала достигает температуры операции.

Поскольку центр контрольного сечения металла в конце первой зоны имеет температуру более низкую, чем того требуют технологические соображения, то применяется вторая зона – зона выдержки (сечения 1-1 и 2-2). Здесь температура центра металла доводится до температуры операции. При этом между температурами поверхности и центра наблюдается разность температур, поскольку поверхность садки несколько перегревается.

Этому температурному перепаду $\Delta t_{\text{кон}}$ следует уделять большое внимание, так как неравномерность прогрева контрольного сечения садки влияет на время выдержки, угар и обезуглероживание садки, а также на работу кузнечно-прессового оборудования.

Значение $\Delta t_{\text{кон}}$ находится по формуле:

$$\Delta t_{\text{кон}} = \delta t x, \quad (1.1)$$

где δt - удельная неравномерность прогрева садки в сечении 2-2: $\delta t = 2 \dots 3$ °C/см;

x - характерный размер садки в контрольном сечении и направлении потока теплоты.

Температура продуктов сгорания на выходе из печи $t_{г.ух}$ принимается на уровне 800...950°C. Значения температур $t_{г1}$ принимаются из соображения их превышения над температурой металла на 400...150 °С, а температуры $t_{г2}$ – на 100...150 °С.

Заключение

В соответствии с заданием на дипломное проектирование требуется произвести расчёт технико-экономических показателей отделения термоулучшения (закалка и отпуск) стального литья.

При сравнении полученной цифры по энергетической составляющей себестоимости с отраслевыми нормами результаты расчёта согласуются с данными энергетической составляющей себестоимости, приведенной в отраслевых нормах.

Литература

1. Теплотехнологическое оборудование [Электронный ресурс]/ теплотехнологическое оборудование. -Режим доступа: <https://helpiks.org/6-3977.html/>. – Дата доступа: 01.03.2022.
2. Термическая обработка стали [Электронный ресурс]/ термическая обработка стали. - Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/termicheskaya-obrabotka-stali.html/>. – Дата доступа: 01.03.2022.