

УДК 621.7

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА

Олейников А. И. студент 2 курса инженерного факультета.
Научный руководитель - Яковлев С. А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ.

***Ключевые слова:** чугуна, термическая обработка, отливка, охлаждение, отпуск, нагрев, напряжение, обрабатываемость резанием.*

В работе представлены результаты анализа технологий термической обработки чугуна. Определена эффективность термообработки чугуна различными методами. Выявлены особенности специальной термической обработки чугуна.

Чугун ($>2,14\% \text{ C}$) - это общий термин, используемый для обозначения семейства железоуглеродистых сплавов с широким спектром свойств [1]. Все чугуны содержат значительное количество кремния (обычно 1-3%). Высокое содержание углерода и кремния способствует тому, что они легко плавятся, обладают хорошей текучестью в жидком состоянии и превосходными литейными свойствами.

Основными видами термической обработки чугуна, так же как и для сталей, являются отжиг для снятия напряжений, нормализация, закалка и отпуск [2]. В каждом из этих процессов важно понимать реакцию материалов на параметры процесса термической обработки (время, температура и атмосфера).

Необходимость снятия напряжений обусловлена внутренним (остаточным) напряжением в отливках, которое часто является результатом охлаждения сложной формы или с радикальными изменениями площади поперечного сечения [3]. При снятии напряжения существенную роль играет зависимость времени от температуры, а более высокие температуры влияют на механические свойства и часто требуют использования защитной атмосферы, чтобы избежать окисления. Время выдерживания при температуре составляет порядка 1,5 часов на 25 мм площади поперечного сечения для сечений более 50 мм и 1 час ниже

этой толщины. Также важна скорость охлаждения, при которой охлаждение печи до 260°C соответствует большинству отливок.

Процесс отжига применяется к отливкам главным образом для улучшения обрабатываемости резанием за счет уменьшения прочности материала. В случае ковкого чугуна часто повышается пластичность и ударопрочность. Можно использовать различные циклы нагрева и охлаждения, каждый из которых имеет различное назначение.

Чугунные отливки обычно нормализуют для получения микроструктуры мелкого перлита. В результате получается микроструктура с повышенной прочностью на растяжение и износостойкостью. Нормализованные структуры хорошо поддаются индукционному упрочнению. В целом, скорость нагрева не важна, но следует избегать чрезмерных искажений и растрескивания.

Диапазоны нормализующих температур варьируются от 815-870°C для высокопрочных серых чугунов до 845-900°C для высокопрочных серых чугунов и 870-925°C для ковких чугунов. Содержание кремния определяет конечную температуру, поскольку оно увеличивает критическую температуру материала. Скорость охлаждения варьируется от неподвижного воздуха до охлаждения с помощью вентилятора для больших отливок. Отпуск используется, если конечная твердость слишком высока.

На практике закаляемые отливки подвергают аустенизации при температуре 10-38°C выше верхней критической температуры в течение одного часа на 25 мм. Нагрев должен быть постепенным, чтобы не вызывать тепловых напряжений. После этого детали закаляются. Также можно использовать масляную или полимерную закалку. Затем следует отпуск, который может выполняться в широком диапазоне, от 120-595°C, для достижения надлежащих механических свойств. Время отпуска обычно короче, чем для сталей.

Для изменения структуры и свойств поверхностных слоев и отдельных локальных объемов чугунных изделий эффективно применение электрохимической обработки [4, 5]. Эта технология позволяет менять структуру и свойства чугунов [6] и отличается малыми энергозатратами [7] и экологической безопасностью [8].

Таким образом, термическая обработка является одной из основных, наиболее важных операций общего технологического цикла

обработки, от правильного выполнения которой зависит качество (механические и физико-химические свойства) изготавливаемых деталей машин и механизмов, инструмента и другой продукции. Перспективным направлением совершенствования технологии термической обработки является установка агрегатов для термической обработки в механических цехах, создание автоматических линий с включением в них процессов термической обработки, а также и разработка методов электро-механической обработки, обеспечивающих повышение прочностных свойств деталей, их надежности и долговечности.

Библиографический список:

1. Морозов, А.В. *Материаловедение: лабораторный практикум* / А.В. Морозов, С.А. Яковлев. - Ульяновск: УлГАУ, 2019. -152 с.
2. Морозов, А.В. *Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов* / А.В. Морозов, С.А. Яковлев, Н.И. Шамуков, – Ульяновск: УлГАУ, 2021.- 186 с.
3. Яковлев, С.А. *Результаты исследований износостойкости деталей после антифрикционной электро-механической обработки* / С.А. Яковлев // *Вестник УГСХА.* – Ульяновск : УГСХА, 2011. – № 3. – С. 116–120.
4. Яковлев, С.А. *Влияние электрофизических параметров электро-механической обработки на ее технологические особенности* / С.А. Яковлев, Н.П. Каняев // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.* - 2012. – № 3. – С. 130–134.
5. Яковлев, С.А. *Влияние режимов электро-механической обработки на структуру и свойства поверхности стальных деталей* / С.А. Яковлев, Н.П. Каняев // *Ремонт, восстановление, модернизация.*– 2013. – № 8. – С. 44–49.
6. Яковлев, С.А. *Обоснование параметров электро-механической обработки деталей машин на металлорежущих станках* / С.А. Яковлев // *СТИН.* – 2014. – № 2. – С. 37–42.
7. Yakovlev, S.A. *Electromechanical hardening of VT22 titanium alloy in screw-cutting lathes* / S.A. Yakovlev, M.M. Zamal'dinov, Y.V. Nuretdinova, A.L. Mishanin, V.N. Igonin, M.V. Sotnikov, V.V. Khabarova // *Russian Engineering Research.* 2018. Т. 38. № 6. Page. 488-490.
8. Яковлев, С.А. *Влияние электро-механической обработки на структуру и твердость титанового сплава VT22* / С.А. Яковлев, М.М.

ANALYSIS OF FEATURES OF HEAT TREATMENT OF CAST IRON

Oleinikov A. I.

Keywords: *cast iron, heat treatment, casting, cooling, tempering, heating, stress, machinability.*

The paper presents the results of the analysis of technologies for heat treatment of cast iron. The efficiency of heat treatment of cast iron by various methods has been determined. The features of special heat treatment of cast iron are revealed.