

621.78.06:621.9.025.7

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Косарев Михаил Евгеньевич, студент, гр 23201. 2 курс

Семенова Екатерина Сергеевна, студент, гр 23201. 2 курс

Научный руководитель – Савин И.А. к.т.н, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.

Туполева – КАИ,

г. Набережные Челны, Россия

Аннотация: В статье рассматривается задача оптимизации режимов термической обработки режущих инструментов из быстрорежущей стали с целью повышения их эксплуатационных характеристик. Анализируются основные этапы термической обработки, влияющие на структуру и свойства стали, такие как закалка, отпуск и криогенная обработка. Представлены результаты исследований по определению оптимальных параметров термической обработки для различных марок быстрорежущей стали и типов режущих инструментов. Показано, что правильно подобранные режимы термообработки позволяют значительно повысить твердость, износостойкость и теплостойкость режущих инструментов, тем самым увеличивая их срок службы и улучшая качество обработки.

Ключевые слова: быстрорежущая сталь, режущий инструмент, термическая обработка, закалка, отпуск, криогенная обработка, твердость, износостойкость, эксплуатационные характеристики.

Быстрорежущие стали (HSS) широко используются для изготовления режущих инструментов, работающих в условиях высоких температур и значительных механических нагрузок. Эксплуатационные характеристики режущих инструментов, такие как твердость, износостойкость, теплостойкость и прочность, напрямую влияют на их срок службы и качество обработки материалов. Одним из ключевых факторов, определяющих свойства быстрорежущей стали, является термическая обработка.

Целью данной статьи является анализ и систематизация знаний в области оптимизации режимов термической обработки режущих инструментов из быстрорежущей стали для повышения их эксплуатационных характеристик.

Основные этапы термической обработки быстрорежущей стали

Термическая обработка быстрорежущей стали включает в себя следующие основные этапы:

Предварительный отжиг: Снимает внутренние напряжения, возникшие в процессе изготовления заготовки, и улучшает обрабатываемость стали.

Закалка: Нагрев стали до температуры аустенизации (обычно 1200-1300°C) с последующим быстрым охлаждением (в масле, на воздухе, в соляной ванне) для получения мартенситной структуры [1].

Отпуск: Нагрев закаленной стали до температуры 500-600°C для снятия внутренних напряжений и повышения пластичности, при этом сохраняя высокую твердость. Обычно выполняется многократно (2-3 раза).

Криогенная обработка (необязательный этап): Охлаждение закаленной стали до температуры ниже -80°C (обычно -196°C в жидком азоте) для преобразования остаточного аустенита в мартенсит и повышения твердости и износостойкости [2].

Поверхностное упрочнение (опционально): Методы химико-термической обработки, такие как азотирование или цианирование, для повышения поверхностной твердости и износостойкости.

Влияние параметров термической обработки на свойства быстрорежущей стали [3].

Каждый этап термической обработки оказывает существенное влияние на структуру и свойства быстрорежущей стали.

Температура закалки: Слишком низкая температура закалки приводит к неполному растворению карбидов и, как следствие, к недостаточной твердости. Слишком высокая температура может привести к перегреву и росту зерна, что снижает прочность и пластичность [4].

Время выдержки при закалке: Недостаточная выдержка приводит к неполному растворению карбидов, а избыточная может способствовать росту зерна.

Скорость охлаждения при закалке: Слишком медленное охлаждение может привести к распаду мартенсита и снижению твердости. Слишком быстрое охлаждение может вызвать внутренние напряжения и трещины.

Температура отпуска: Низкая температура отпуска не позволяет полностью снять внутренние напряжения, а высокая температура снижает твердость и износостойкость.

Время отпуска: Недостаточная выдержка при отпуске приводит к неполному снятию напряжений, а избыточная может снизить твердость.

Количество отпусков: Многократный отпуск позволяет более эффективно снять внутренние напряжения и повысить пластичность, не снижая при этом твердость [5].

Параметры криогенной обработки: Температура, время выдержки и скорость охлаждения влияют на количество остаточного аустенита, преобразованного в мартенсит, и, следовательно, на твердость и износостойкость.

Оптимизация режимов термической обработки

Оптимизация режимов термической обработки является сложной задачей, требующей учета множества факторов, включая марку стали, тип режущего инструмента, условия эксплуатации и требования к производительности.

Существуют различные подходы к оптимизации режимов термической обработки:

Экспериментальный подход: Проведение серии экспериментов с различными режимами термической обработки и последующее измерение эксплуатационных характеристик режущих инструментов.

Температура закалки и отпуска должна выбираться в зависимости от требуемых эксплуатационных характеристик режущего инструмента.

Многократный отпуск является предпочтительным для большинства режущих инструментов из быстрорежущей стали.

Криогенная обработка может значительно повысить твердость и износостойкость режущих инструментов, особенно тех, которые работают в условиях высоких температур.

Необходимо строго соблюдать технологическую дисциплину при выполнении термической обработки, чтобы обеспечить стабильность и воспроизводимость результатов [6].

Заключение

Термическая обработка является важным этапом в производстве режущих инструментов из быстрорежущей стали, определяющим их эксплуатационные характеристики. Оптимизация режимов термической обработки позволяет значительно повысить твердость, износостойкость и теплостойкость режущих инструментов.

Список литературы:

- 1) Аввакумов, И. И. Повышение физико-механических свойств режущего инструмента / И. И. Аввакумов, И. А. Савин, Р. В. Гавариев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2023. – Т. 79, № 2. – С. 3-18. – EDN YTPCKX.
- 2) Balabanov, I. P. Development of a Parametric Model for Calculating Cutting Forces in External Cylindrical Turning of 16MNCr5 Steel / I. P. Balabanov, Yu. Balabanova, A. Agayev // Key Engineering Materials. – 2024. – Vol. 979. – P. 11-18. – DOI 10.4028/p-4xsctu. – EDN DWYDMB.
- 3) Савин, И. А. Исследование характеристик износостойких покрытий, наносимых на режущие инструменты сложной формы методом катодно-ионной бомбардировки / И. А. Савин // Заготовительные производства в машиностроении. – 2012. – № 9. – С. 41-44. – EDN PBIESN.
- 4) Shaparev, A. V. Application of the Polymeric Material RIMAMID for Production of Machine Parts / A. V. Shaparev, I. A. Savin, S. N. Ptichkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Chelyabinsk, 22–24 сентября 2020 года. – Chelyabinsk, 2020. – P. 012021. – DOI 10.1088/1757-899X/969/1/012021. – EDN XAYSPZ.
- 5) Production of moulding cores and waterglass mixtures using “dry ice” for steel and iron casting / I. O. Leushin, L. I. Leushina, I. P. Balabanov, I. A. Savin // CIS Iron and Steel Review. – 2021. – Vol. 21. – P. 34-37. – DOI 10.17580/cisr.2021.01.05. – EDN JUBKEV.

6) Gavariyev, R. V. Choice of protective coating of metal molds for casting non-ferrous alloys / R. V. Gavariyev, I. A. Savin, E. N. Soldatkina // Solid State Phenomena. – 2020. – Vol. 299. – P. 867-871. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.299.867. – EDN KIYBPY.