

Выбор марки стали и режима термической обработки с помощью компьютерной программы

Студент Муротов А.С.

Научный руководитель - М.А.Умарова

Ташкентский государственный технический университет.

г. Ташкент

Абразивный износ является самым разрушительным и поэтому ежегодно расходуется большое количество металла для изготовления запасных частей. Для изготовления таких деталей используют средне - и высокоуглеродистые стали типа 40Г, 45, 65Г, 70Г, Л53, Л65, Ст6 и др., которые термически обрабатываются на высокую твердость. Даже в этом случае нет достаточных обоснований правильности выбора материала и способа упрочнения [1].

Выбор сталей и методов упрочнения производится главным образом на основе многолетнего опыта производства и эксплуатации сельскохозяйственных и почвообрабатывающих машин. С целью повышения износостойкости делались попытки использовать высокоуглеродистые хромистые стали типа ХФ, ХГ, ШХ15, Х6Ф1, Х12Ф1 и др., однако они не получили ожидаемых результатов, т.к. не окупалась стоимость самого изделия [1].

Вышеуказанное положение усугубляется в ремонтном производстве из - за недостатка или отсутствия необходимых марок сталей. Любая замена стали или способа упрочнения должны быть обоснованы достаточно длительными эксплуатационными испытаниями. В противном случае результаты таких замен будут непредсказуемыми в части износостойкости и долговечности.

В настоящей работе сделана попытка решить одновременно две задачи:

- повысить абразивную износостойкость сталей для деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин термической обработкой с введением операций предварительной подготовки структуры по экстремальным режимам;

- установить эмпирические зависимости износостойкости сталей от параметров их структуры и на этой базе создать компьютерную программу по вычислению необходимых марок стали, способов упрочнения для обеспечения требуемого уровня износостойкости.

На основе полученных зависимостей разработать алгоритм и программу расчетов для компьютера по выбору сталей и режим термического упрочнения для достижения требуемого уровня износостойкости, т.е. проводить замену марки стали, режимов ее термического упрочнения уже с предсказуемыми результатами в части износостойкости.

Объектами исследований были образцы средне - и высокоуглеродистых сталей 45, 65Г, У8. Для получения сравнительных данных использовали образцы из стали 35, Ст5Гпс и технического железа. Техническое железо использовали в качестве эталонного материала, а Ст5Гпс как сталь, которую можно закалить на мартенсит при минимальном содержании углерода ($C = 0,28 \%$).

Предварительная термическая обработка может существенно влиять на свойства сталей после окончательной термической обработки. Поэтому термическую обработку образцов проводили по следующим режимам:

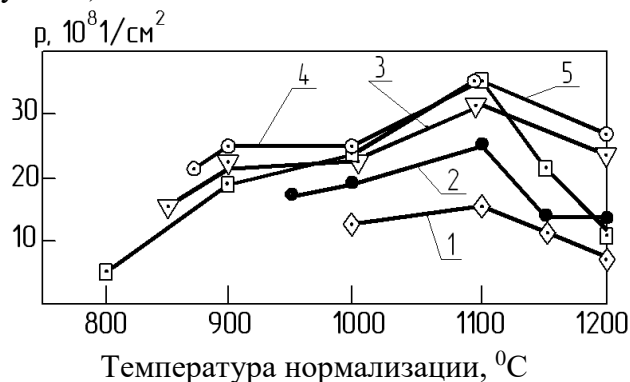
- предварительная термическая обработка заключалась в проведении нормализации с различных температур нагрева, начиная с обычно принятой для каждой марки стали ($A_{с3}$ (или $A_{с1}$) + 30 ÷ 50 °С), до 1000, 1100, 1150 и 1200 °С;

- завершающая термическая обработка заключалась в проведении повторного нагрева до температур обычно принятых для закалки каждой марки стали, закалочного охлаждения на мартенситную структуру (стали 35, 45, У8 - в воде, 65Г - в масле, Ст5Гпс в 10% растворе NaCl в воде) и последующий отпуск при 200 °С.

Завершающая термическая обработка обеспечивала примерно одинаковый размер зерна аустенита (внутри каждой марки стали), минимальное количество остаточного аустенита, но разный уровень дефектности кристаллического строения α - фазы [2].

Испытания на изнашивание проводили при трении скольжения по незакреплённому абразивному материалу на установке ПВ - 7. Все образцы до и после испытаний взвешивали на аналитических весах ВЛА-200г-М, повторяемость опытов равнялась 5. На тех же образцах определяли параметры структуры: размер зерна аустенита и плотность дислокаций.

Стали после нормализации в структуре имели некоторое отклонение от равновесного состояния, заключающееся в увеличении доли перлитной составляющей с ростом температуры нормализации. Одновременно наблюдался резкий рост аустенитного зерна при нагреве под нормализацию до температур 1000 °С выше, а плотность дислокаций менялась по экстремальной зависимости (рисунок 1).



1 – техническое железо, стали: 2 – Ст5Гпс, 3 - 35, 4 – 45, 5 – У8

Рисунок 1 - Влияние температура нагрева при нормализации на плотность дислокаций ρ .

Образование экстремума объясняется тем, что при нагреве под нормализацию в районе температур 1100°С происходит растворение в аустените тугоплавких примесных фаз. Начало растворения этих фаз характерно химической микронеоднородностью твердого раствора. При охлаждении, в процессе $\gamma - \alpha$ превращения, формируется структура с повышенным уровнем плотности дислокаций. Дальнейшее повышение температуры нагрева ведет к гомогенизации аустенита и при охлаждении в α - фазе плотность дислокации получается ниже.

Испытания на износ показали, что наименьшее его значение имеет место, если температура предварительной нормализации составляет 1100 °С. Влияние такой предварительной термической обработки оказалось значительным. После завершающей термической обработки величина износа снижалась от 20 до 30 %.

По экспериментальным данным были найдены количественные соотношения между величинами износа и параметрами структуры термически обработанных сталей - плотностью дислокаций, размерами и количеством карбидных частиц, твердорастворным упрочнением. Полученные эмпирические зависимости величины износа от параметров структуры позволили создать алгоритм и программу расчетов по выбору марки стали и режим термического упрочнения для достижения требуемого уровня износостойкости.

Таким образом, расчеты на компьютере показали, что одному и тому же уровню относительной износостойкости соответствует весьма широкой круг сталей и способов их упрочнения.

Литература

1. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2012. №6. С. 39 - 42.
2. Berdiev D.M. and Yusupov A.A. Improving wear resistance of steel products to unconventional heat treatment methods // International journal of scientific & technology research. Vol. 9, Issue 02, February 2020. P 2504-25094