

Магистрант ФМТ И.А. Хабибуллаева,
науч. рук. доц. А.А. Мухамедов, ТашГТУ

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛИ ПРИ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ

ИШҚАЛАНИБ СИРПАНИШНИНГ ПЎЛАТЛАРНИ ЕЙИЛИШБАРДОШЛИГИГА ВА СТРУКТУРА НАСЛИЙЛИГИГА ТАЪСИРИ

THE IMPACT OF STRUCTURAL HEREDITY AND DURABILITY OF STEEL IN SLIDING FRICTION

В статье рассматриваются результаты исследований по влиянию параметров тонкой структуры стали на её износостойкость в зависимости от температуры термообработки при первой закалке. Установлено, что наблюдается явление структурной наследственности стали, которая является причиной повышения ее износостойкости после проведения вторичной перекристаллизации. Показано существование "экстремальных" режимов как предварительной, так и окончательной термической обработки, обеспечивающие возрастание износостойкости при трении скольжения со смазкой до 50%.

Мақолада, ўтказилган тадқиқот натижасида, пўлатларнинг юққа структура параметрларини ейилишбардошликка таъсири уларнинг биринчи тоблаш ҳароратига боғлиқлиги ифодаланган. Қайта кристалланиш натижасида, пўлатларда ейилишбардошликни ошири сабаби уларда структура наслийлигини содир бўлишида эканлиги аниқланди. Дастлабки ва охириги "экстремал" термик ишлаш режимларининг мавжудлиги натижасида пўлатларни мойли муҳитда ишқаланиб сирпанишида ейилишбардошлигини 50% га оширилганлиги кўрсатилган.

The article presents the results of studies on the influence of parameters of the fine structure of steel on its wear resistance as a function of the first tempering temperature. It was found that the observed phenomenon is structural heredity steel, which is the reason for increasing the wear resistance of steel after secondary recrystallization. The existence of "extreme" mode as a preliminary and final heat treatment, providing wear resistance increase with the sliding friction with grease up to 50%.

Известно, что температура закалки оказывает значительное влияние на износостойкость стали при трении качения с проскальзыванием и абразивным изнашиванием.

Структурная наследственность, выражающаяся в сохранении следов исходной (первичной) структуры при новом $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ превращении, также оказывает влияние на износостойкость. Установлено, что имеются "экстремальные" температуры исходной нормализации или закалки, когда износостойкость окончательно термически обработанной стали (после закалки) максимальна [1].

Все ранее проведенные исследования были выполнены в условиях испытания образцов со значительной повреждаемостью трущихся поверхностей.

В связи с этим представляет интерес определить влияние температуры нагрева и структурной наследственности на износостойкость при трении скольжения со смазкой, в условиях минимальной повреждаемости поверхности трения. В этих условиях износ

происходит за счет разрушения образовавшихся "вторичных" структур-окисных пленок на поверхности трения.

Для исследований была выбрана сталь 40X, образцы из которой подвергались термической обработке по следующим режимам: первая партия - закалка от температур нагрева 870, 1000, 1100, 1200 °С, вторая - нормализации от тех же температур, закалке от температуры 870 °С. Во всех случаях время аустенизации составляет 20-30 минут, а температуры отпуска после закалки - 200, 350, 450 и 600 °С.

С целью максимального исключения влияния поверхностной механической обработки на результаты опытов, термическая обработка проводилась на готовых образцах в вакууме.

Испытания на износ проводили на специальной четырех-шпиндельной установке по схеме вал-частичный вкладыш. Вал-ролик имел \varnothing 30 мм, высоту 10 мм и изготовлялся из исследуемой стали. Частичный вкладыш (букса) имел площадь касания 2 см² и изготовлялся из серого чугуна СЧ15-32. Смазкой служил автол-8, подаваемый из капельницы (8 капель в минуту).

Перед испытаниями проводилась приработка трущейся пары в течение 2,5 часов при удельном давлении $p=15$ кгс/см² и скорости $n=500$ об/мин.

Испытания на износ проводились при удельном давлении $p=20$ кгс/см², при скорости $n=450$ об/мин в течение 5 час.

Описанные условия подготовки и испытания позволяли иметь минимальную повреждаемость трущихся поверхностей и одновременно получать экспериментальные данные в приемлемое (по продолжительности) время.

Количество испытаний на одну экспериментальную точку составляло 6-8, так как малые абсолютные величины износа способствуют значительному разбросу результатов опыта.

Как видно из результатов исследований (рис.1), минимум износа соответствует температуре закалки стали 1100 °С. При этой же температуре наблюдается максимальное уширение рентгеновской линии (220).

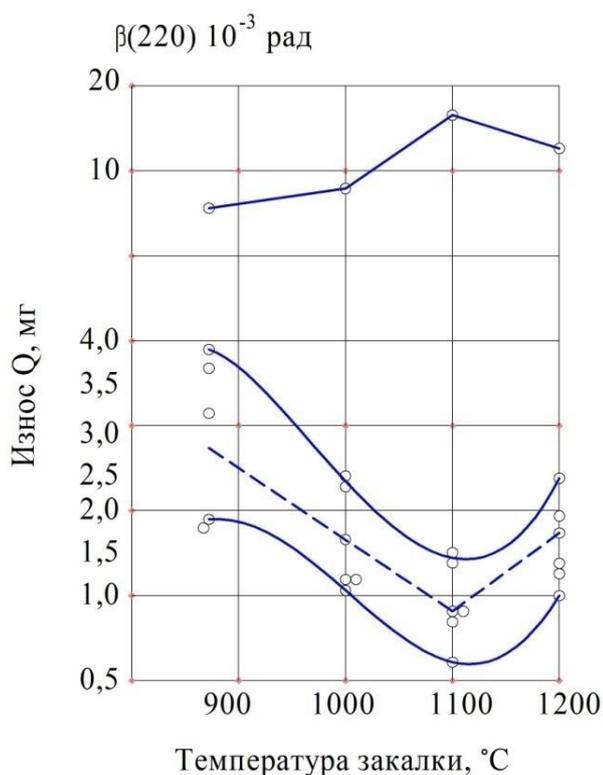


Рис.1. Влияние температуры закалки на износостойкость стали 40X. Отпуск 200 °С.

Предыдущие опыты показали, что температура закалки 1100 °С (аустенизация с 20 минут) способствует максимальному дроблению блоков и развитию микроискажений кристаллической решетки стали.

Предполагается, что это является следствием фазового наклепа при $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ превращении, максимума растворения примесей, роста плотности дислокаций за счет их образования из сгущений вакансий и идущей рекристаллизации аустенита [2].

Одновременно с указанным происходит перераспределение атомов внедрения. Значительная их часть образует "атмосферы" вокруг дислокаций и закрепляет их. Об этом говорят данные испытания методом внутреннего трения армко-железа (рис.3). Максимум критической амплитуды срыва дислокаций с точек закрепления приходится на температуру нагрева при термической обработке, когда после охлаждения стали фиксируется максимум плотности дефектов [3].

Уменьшение электросопротивления после закалки или нормализации с 1100 °С говорит об уменьшении атомов внедрения в твердом растворе (рис.4).

Фазовая перекристаллизация предварительно перегретой стали осложняется явлениями структурной наследственности. Дислокационные построения, имевшие место при исходном состоянии, оказываются термически устойчивыми. Об этом говорят данные внутреннего трения и электросопротивления (см. рис. 3 и 4).

На рис.2 видно, что температура исходной нормализации оказывает существенное влияние на износостойкость стали 40Х после окончательной термической обработки-закалки 870 °С и отпуска.

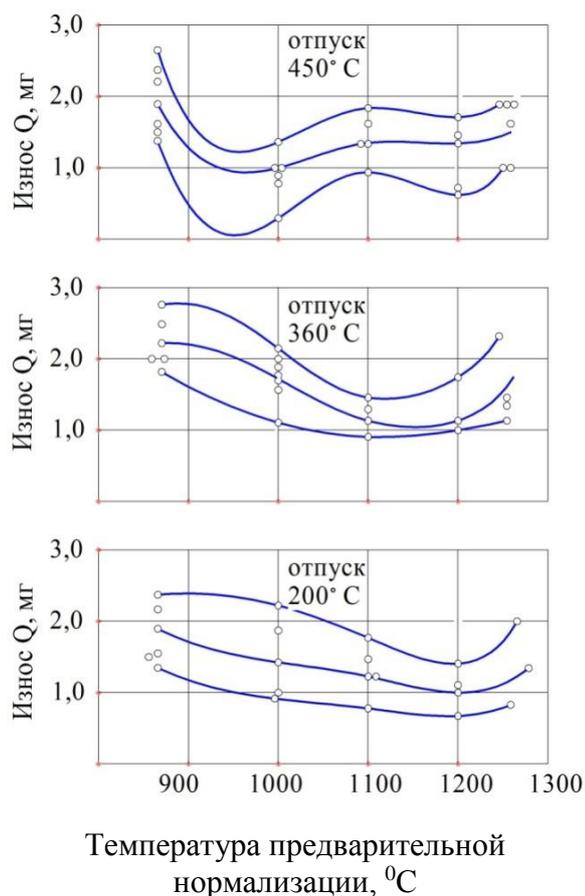


Рис.2. Влияние температуры предварительной нормализации на износостойкость стали 40Х после вторичного нагрева 870 °С, закалки и отпуска

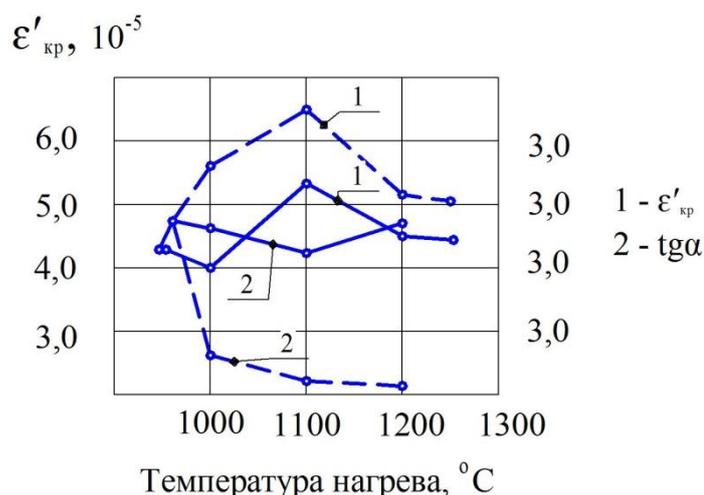


Рис.3. Влияние температуры нормализации армко-железа на параметры внутреннего трения $\varepsilon'_{кр}$ -критическая амплитуда, $tg\alpha$ -тангенс угла наклона амплитуда зависимого участка внутреннего трения

- нормализация с различных температур;
 -- тоже после повторной закалки 950 °C.

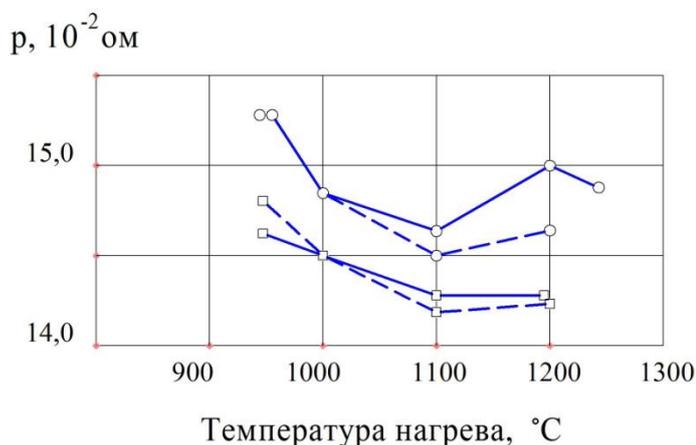


Рис.4. Влияние температуры закалки (-o-) и нормализации (-□-) на электросопротивление армко-железа; --o--, --□-- тоже после повторной закалки 950 °C

После окончательного отпуска 200 °C минимум износа наблюдается при исходной нормализации 1200 °C. Отпуск 350, 450 °C смещает минимум к температурам исходной нормализации 1100 и 1000 °C соответственной. При окончательном отпуске 600 °C этот минимум вновь приходится на температуру исходного перегрева 1200 °C.

Эффект уменьшения износа находится в соответствии с закономерностями наследования параметров тонкой структуры [1] и составляет от 48 до 52% (по среднеарифметическим данным с вероятностью 0,76-0,8).

Таким образом, износостойкость при трении скольжения со смазкой зависит от параметров тонкой структуры стали, определяемых температурой закалки. Максимум износостойкости после закалки от температуры 1100 °C (аустенизация 20 минут).

Структурная наследственность при фазовой перекристаллизации стали оказывает влияние на ее износостойкость. Наблюдается связь между износостойкостью термически обработанной стали и температурой ее исходного перегрева.

Существуют "экстремальные" режимы как предварительной, так и окончательной термической обработки стали, обеспечивающие возрастание износостойкости при трении скольжения со смазкой до 50%.

Литература

1. Инагамова Д.А., Мухамедов А.У. Влияние наследственности исходной структура при фазовой перекристаллизации стали на ее износостойкость // "Техника и технология" - Москва, 2011. №1. С.42-45.
2. Смирнов А.Н., Шориков Ю.Д., Амельченко Н.А. Разработка оборудования и технологии нанесение износостойких покрытий с применением плазменного метода. // Жизненно актуальные проблемы авиации и космонавтики №6 (том 1), 2010. С.104-105.
3. Гимохова О.М., Бурмистрова О.Н. Исследование эксплуатационных свойств деталей лесных машин в зависимости от методов упрочнения поверхностного слоя. //Лесотехнический журнал, 2016. №2 (22) том 6. С.93-96.

Хабибуллаева Ирода Абдуалиевна - магистрант кафедры "Материаловедение" Ташкентского Государственного Технического Университета. +998909880558

Мухамедов Азод Анварович - кандидат технических наук, доцент кафедры "Материаловедение" Ташкентского Государственного Технического Университета. +998933547081

Хабибуллаева Ирода Абдуалиевна - Тошкент Давлат Техника Университети "Материалшунослик" кафедраси магистранти. +998909880558

Мухамедов Азод Анварович - техника фанлари номзоди, Тошкент Давлат Техника Университети "Материалшунослик" кафедраси доценти. +998933547081

Khabibullayeva Iroda Abdaliyevna - masters degree of Tashkent State Technical University, "Materials Science" chair. +998909880558

Mukhamedov Azod Anvarovich - Candidate of Technical Sciences of Tashkent State Technical University, "Materials Science" chair. +998933547081