



МИКРОТВЕРДОСТЬ ОКСИНИТРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ ТРЕХСТУПЕНЧАТОГО ОКСИАЗОТИРОВАНИЯ

Бойназаров У.Р.

(и.о. проф. КИЭИ)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7451706>

Резюме

Азотирование широко применяется для упрочнения разнообразных сталей и сплавов, деталей машин и инструментов, работающих в различных условиях эксплуатации. В настоящее время разработана множество технологических вариантов процесса, получения оксинитридных диффузионных покрытий обеспечивающей с достаточно высокими физико-механическими свойствами [1].

Ключевые слова: *предварительное окисление (оксидирование), твердость, диффузионный, слой, азот, нитридная зона.*

Материалы и методы

Для исследования были использованы нитрооксидированный образцы из стали 38Х2МЮА по технологии в рис.1. Микротвердость диффузионных покрытий измеряли на приборе ПМТ-3 [3].

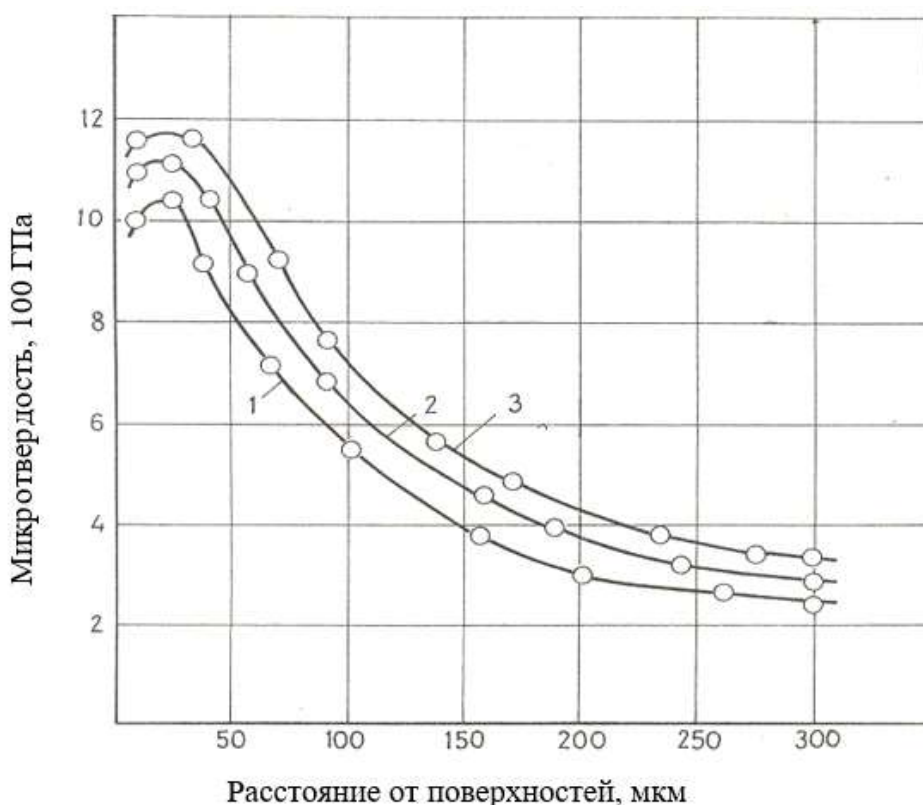


Рис.1. Распределение микротвердости по толщине нитридного (1) и нитрид-оксидного слоя (2, 3). Сталь 38Х2МЮА.

1-азотирование - 580°C; 2 часа; 2-предварительное оксидирование: 580°C; 7 мин.+азотирование: 580°C; 2 часа; 3-предварительное оксидирование: 580°C; 7 мин.+азотирование 580°C; 2 часа+парооксидирование: 550°C; 30 мин.

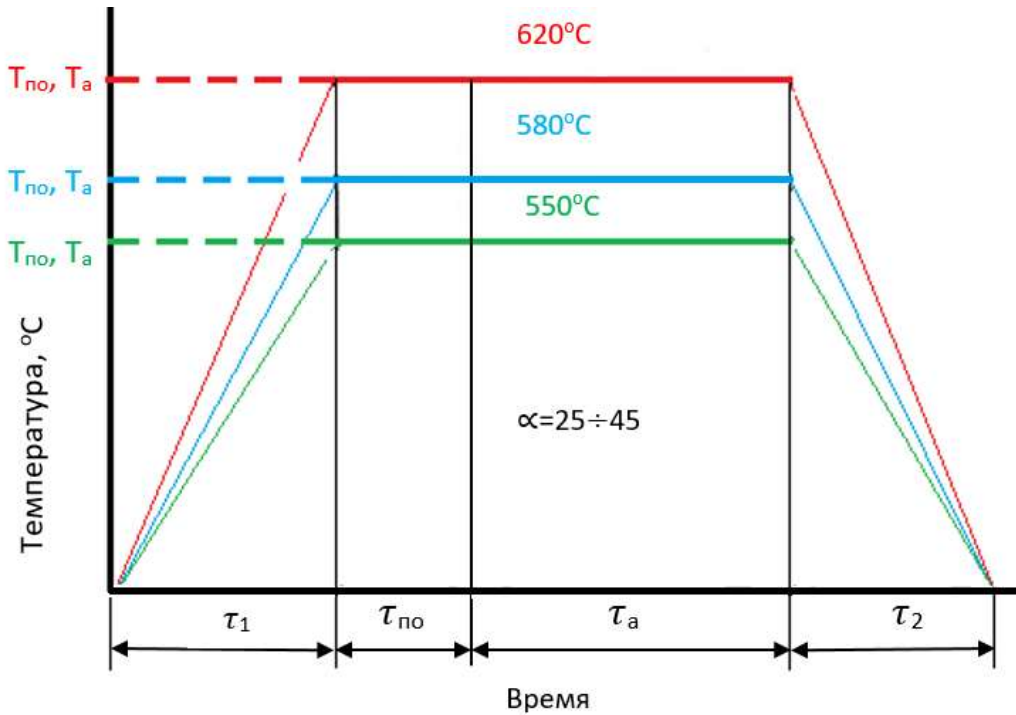


Рис.2. Трехступенчатого технология азотирования.

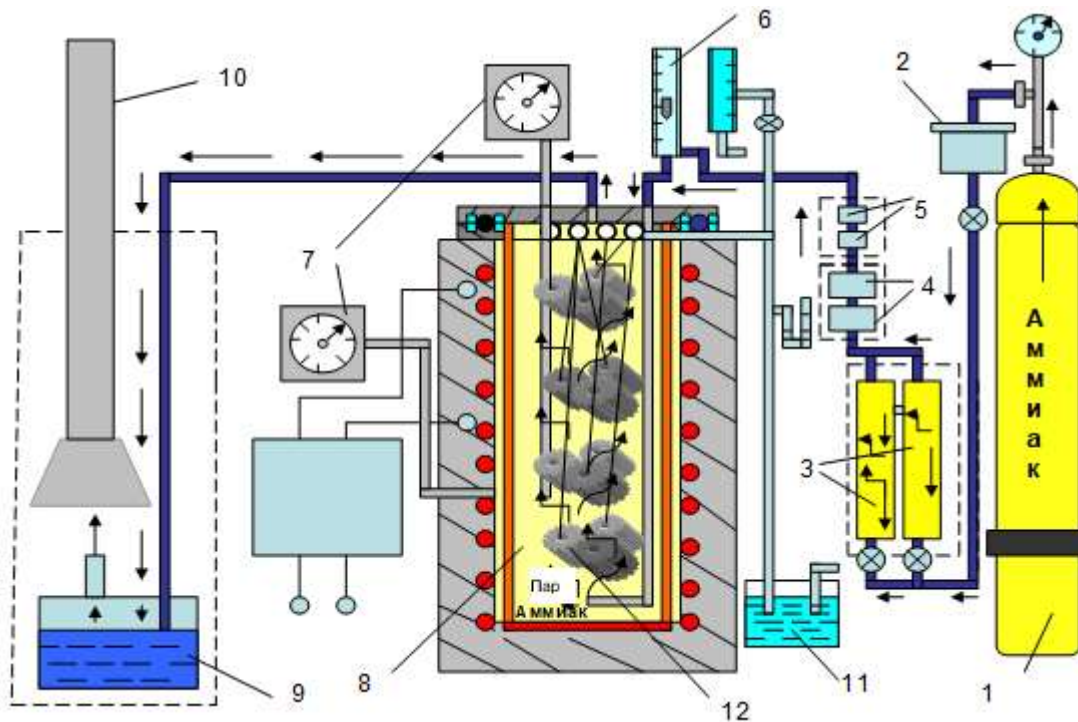


Рис.2. Технологическая схема экспериментальной установки нитрооксидирования деталей машин.

1-баллон аммиака; 2-фильтр; 3-испаритель; 4-очиститель и отстойник газообразного аммиака; 5-фильтр высокой очистки и осушки; 6-ротометр; 7-термопара; 8-печ азотирования; 9-очиститель газа при выходе из печи; 10-нагнетающая труба воздушного насоса; 11-гидравлический затвор; 12-обрабатываемый детали.

Результаты и обсуждения

При азотировании с предварительным окислением и последующим оксидированием такие технологические факторы как температура и время насыщения, а также температурно-временные параметры предварительного окисления оказывают существенное влияние на твердости поверхностной нитридной зоны [2].

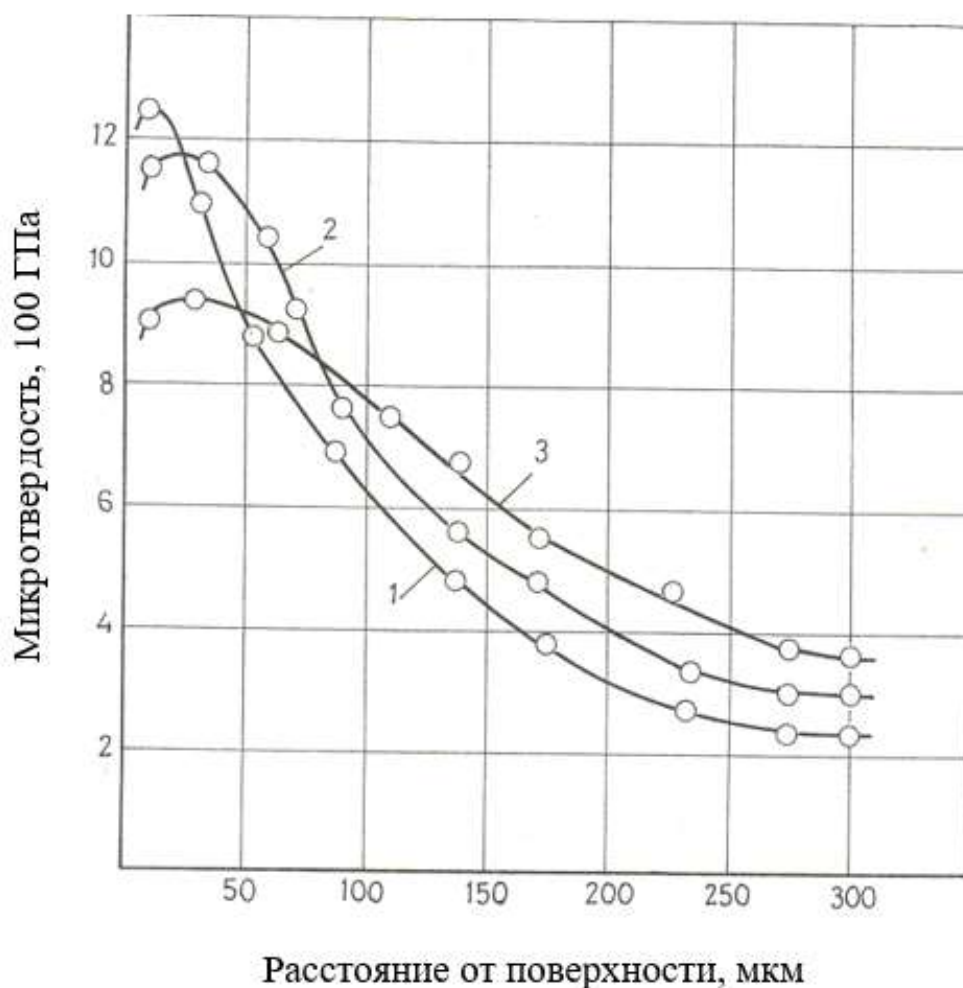


Рис. 4. Распределение микротвердости по толщине нитрид-оксидного слоя. Сталь 38Х2МЮА.

1- предварительное оксидирование: 550°C; 10 мин. + азотирование: 550°C; 2 часа + пароксидирование: 550°C; 30 мин. 2 - предварительное оксидирование: 580°C; 7 мин. + азотирование: 580°C; 2 часа +

парооксидирование: 550°C; 30 мин. 3 - предварительное оксидирование: 620°C; 5 мин. + азотирование: 620°C; 2 часа + парооксидирование: 600°C; 30 мин.

Исследование твердости диффузионных слоев показало, что максимальная твердость поверхностного оксинитридного слоя после оптимальных режимов предварительного окисления несколько выше, чем у нитридного слоя без предварительного окисления (рис.1).

Повышение микротвердости обнаруживается практически по всей толщине поверхностного нитридного слоя и зоны внутреннего азотирования. Такое повышение твердости, по-видимому, связано с образованием оксинитридного слоя и одновременно влиянием кислорода на процесс ускорения диффузии азота по всей толщине диффузионного слоя.

При оксидировании оксинитридного слоя происходит дальнейшее повышение твердости в поверхностных слоях (рис. 1. кривая 3). Вероятно, это связано с перераспределением азота и кислорода при дополнительной обработке и достижении оптимального содержания азота и кислорода в нитридной зоне, что подтверждается результатами рентгеноструктурного анализа, образованием фазы ϵ и γ' обладающей высокой твердостью.

Выводы

Установлено также, что увеличение температуры насыщения приводит к уменьшению твердости в поверхностных слоях оксинитридной зоны (рис.4.), пик максимальной твердости с понижением температуры насыщения смещается в сторону границы нитридной зоны, при этом соответственно уменьшается толщина зоны с повышенной твердостью.

Таким образом, при оптимальных режимах азотирования с предварительным окислением в поверхностной оксинитридной зоне наблюдается повышение твердости и дополнительная окислительная обработка также приводит к увеличению твердости.

Характер изменения распределения твердости после химико-термической обработки, показывает, что поверхностная оксидная пленка обладает меньшей твердостью (4,0 - 5,0 ГПа), чем твердость оксинитридного подслоя, имеющего высокую твердость (до 8,5 - 12,5 ГПа). Такое распределение твердости благоприятно влияет на процесс трения и изнашивания, способствуя хорошей прирабатываемости соприкасающихся поверхностей и обеспечивая положительный градиент механических свойств по сечению.

Использованная литература:

1. Ю.М.Лахтин, Я.Д.Коган (Россия), Г.И.Шпис, З.Бемер (ФРГ). Теория и технология азотирования. Москва «Металлургия» 1991.
2. Исследование формирования нитридоксидных слоев с предварительным оксидированием. UNIVERSUM: технические науки. Выпуск: 4(85). Апрель 2021. Часть 3. Россия. Москва -2021г. с.87-92.
3. У.Р.Бойназаров (к.т.н.), Л.Г.Петрова (д.т.н.), А.А.Брежнев (к.т.н.), П.С.Бибиков Свойства оксинитридных покрытий на стали, полученных при трехстадийных процессах азотирования с оксидированием. НАУКА - ТЕХНИКА - ПРОИЗВОДСТВО - Черная металлургия. DOI 10.52351/00260827_2021.08. УДК 621.785.53 +621.794.61 Журнал Металлург. №8 ст. 64-68 2021 г. Москва.