



ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МАРОК BT 1-0 и BT 14

А.А. Зайцев, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», студент;

Ю.П. Александров, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» канд. техн. наук, доцент кафедры АМС

Проведен литературный обзор титановых сплавов и методов измерения твердости различными приборами. Установлены физико-механические свойства, химический состав титановых сплавов и область их применения в разных областях. Рекомендовано проводить измерения динамической твердости титановых сплавов марки BT 1-0 и BT 14 микропроцессорным измерителем твердости тип МИТ-2 при длительности разгона индентора t_0 в пределах 1,5-2,5 мс и при радиусе сферического наконечника индентора $R=2,5$ мм.

титановый сплав, твердость, метод измерения, длительность разгона индентора, радиус сферического наконечника

Титан выгодно отличается от других металлов. По распространенности среди других металлов он занимает седьмое место после алюминия (8,13%), железа (5%), кальция (3,6%), натрия (2,64%) и магния (2,1%). Запасы титана в земной коре велики – 0,61%. По содержанию в земной коре титан занимает четвертое место после алюминия, железа и магния. В недрах Земли титана в 6 раз больше, чем марганца, в 20 раз больше, чем хрома, в 30 раз больше, чем никеля, в 50 раз больше, чем меди и цинка, в 100 раз больше, чем вольфрама и молибдена. Взятые вместе все вышеназванные металлы, если даже к ним прибавить еще ванадий, кобальт и ниобий, составят всего лишь одну десятую часть того количества, которое приходится на титан. Поэтому титан является очень перспективным материалом для создания сплавов на его основе. Сплавы титана обладают замечательными свойствами: высокой прочностью, легкостью, коррозионной стойкостью, пластичностью, технологичностью, криогенной устойчивостью [1].

Области применения титановых сплавов в различных отраслях техники определяются, прежде всего, прочностными характеристиками и рабочими температурами их использования [2-4].

По уровню прочности деформируемые титановые сплавы подразделяются на:

1. Сплавы повышенной пластичности ($\sigma_{0,2}$ сплава в отожженном состоянии не более 700 МПа). К ним относятся сплавы марок: BT1-00, BT1-0, OT4-0, OT4-1, ПТ-7М.
2. Сплавы средней прочности ($\sigma_{0,2} = 700-1000$ МПа). К ним относятся сплавы марок: OT-4, BT5, BT5-1, BT6, BT6с, BT20.
3. Высокопрочные сплавы ($\sigma_{0,2}$ выше 1000 МПа). К ним относятся сплавы марок: BT14, BT15, BT16, BT22, BT23, ТС6.
4. Жаропрочные сплавы ($\sigma_{0,2} = 1000-1250$ МПа). Сплавы марок: BT3-1, BT8, BT9, BT18, BT25.

Целью работы является определение оптимальных параметров экспериментального прибора на базе серийного прибора МИТ-2 для экспресс-контроля титановых сплавов BT 14, BT 1-0. Задачами работы являются:

1. Проведение поисковых экспериментов по определению оптимальных параметров экспериментального прибора на базе твердомера МИТ-2.

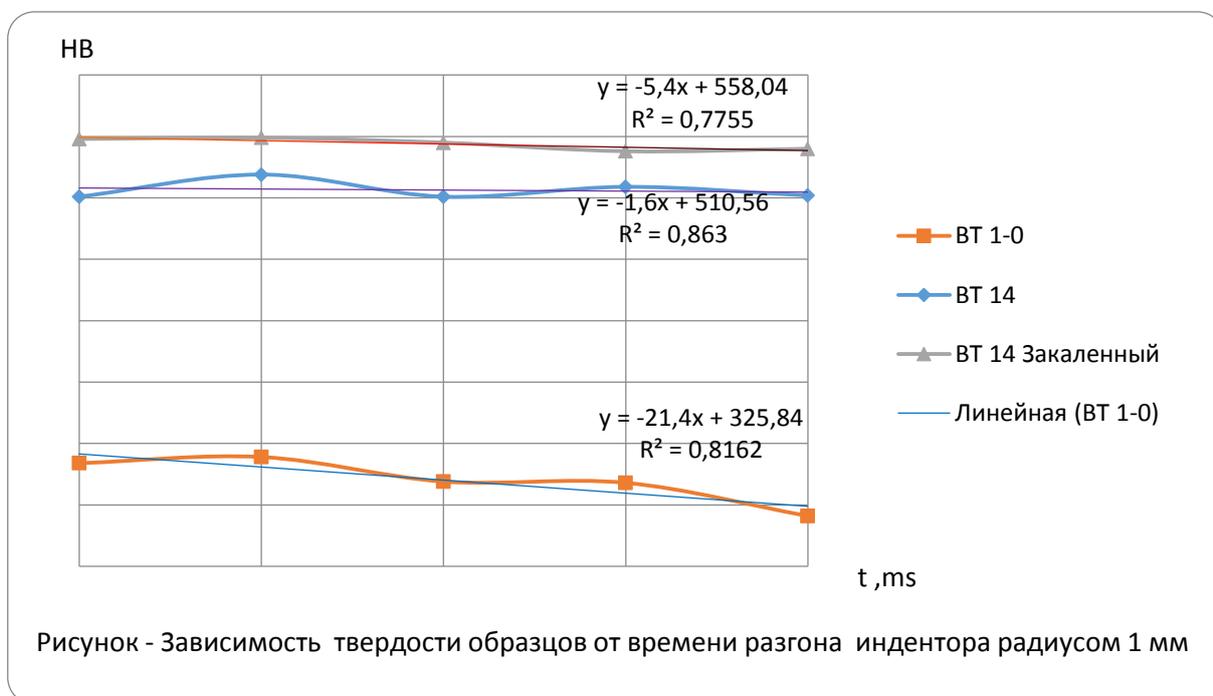
2. Оценка твердости титановых сплавов ВТ 1-0, ВТ 14 при оптимальных параметрах настройки прибора.
3. Математическая обработка экспериментальных данных для определения математической модели.

Проведен литературный обзор характеристик исследуемых сплавов, областей их применения и методов определения твердости титановых сплавов.

Твердость титановых сплавов определяется несколькими методами. Методом вдавливания индентора с последующим измерением его отпечатка и методом отскока индентора об исследуемую поверхность. Метод отскока используется во многих приборах, определяющих твердость (приборы, работающие по принципу Лейба), и выполняется по двум различным принципам измерения. По первому принципу (по Лейбу) твердость измеряется по отношению скоростей прохождения индентором до и после отскока от исследуемой поверхности. Разгон индентора в этих приборах выполняется с помощью пружинного механизма, что сказывается на точности измерения. По второму принципу (прибор МИТ-2) твердость измеряется по отношению времени прохождения индентором измерительной базы до и после отскока от исследуемой поверхности [1,2].

Используя экспериментальный прибор на базе серийного твердомера МИТ-2, отличающийся от серийного расширенным набором инденторов, были проведены поисковые эксперименты. Твердость образцов титановых сплавов измерялась на поверенном приборе по шкале Роквелла. Прибор калибровался по образцам сплавов ВТ 1-0 и ВТ 14 с известной твердостью. После калибровки проводились измерения твердости образцов. В общей сложности было проведено более 750 измерений [5].

Экспериментальные данные измерений образцов титановых сплавов были обработаны с целью построения математических моделей. Оценка качества аппроксимации проводилась с помощью коэффициента Фишера, который показал удовлетворительную адекватность моделей. Определены оптимальные параметры прибора на основе результатов измерений твердости титановых сплавов (рисунок).



В результате выполнения работы определено, что прибор МИТ-2 можно использовать для экспресс-контроля титановых сплавов ВТ 1-0 и ВТ14. Рекомендуется для измерения твердости технического титанового сплава ВТ 1-0 радиус наконечника индентора 1,5 мм и время разгона индентора 2,1 мс, а для легированного титанового сплава ВТ14 радиус наконечника индентора 2.5 мм, время разгона индентора 2.1 мс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Польшкин, И.С. Высокопрочные (α+β)- и β-титановые сплавы для крепежа и технология их производства / И.С. Польшкин // Технология легких сплавов. - 1992. - № 10. - С. 26-30.
2. Марковец, М.П. Построение диаграмм истинных напряжений по твердости и технологической пробе / М.П. Марковец // ЖТФ. 1949. – Т XIX, вып. 3. – С. 371-382.
3. Зайцев, Г.П. Твердость по Бринеллю, как функция параметров пластичности материалов / Г.П. Зайцев // Заводская лаборатория. – 1949. - № 6. - С. 704-717.
4. Марковец, М. П. Определение механических свойств металлов по твердости / М.П. Марковец. - М.: Машиностроение, 1979. - 192 с.
5. Александров, Ю.П. Измерение динамической твердости титановых сплавов / Ю.П. Александров // Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2013 : XI Междунар. научн. Конф. (25-27 сент.): тр.: к 100-летию высш. Рыбхоз. Образования в России: в 2 ч./ Федер. Агентство по рыболовству; ФГБОУ ВПО «КГТУ». – Калининград : ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013.- Ч.2. – С. 29-32.
6. Артемьев, Ю. Г. Динамические методы и приборы контроля твердости материалов / Ю.Г. Артемьев. – М.: Обзор ЦНИИТИПК, 1988. - 85 с.
7. Григорович, В.К. Твердость и микро твердость металлов / В.К. Григорович. - М.: Наука, 1976. - 230 с.
8. Гудков, А. А. Методы измерения твердости металлов и сплавов / А.А. Гудков. - М.: Metallurgia, 1982. - 107 с.

MEASUREMENT OF DYNAMIC HARDNESS IN TITANIC ALLOYS GRADES VT 1-0 AND VT 14

A.A. Zaycev, Kaliningrad State Technical University, student;

Yu.P. Aleksandrov, Kaliningrad State Technical University, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

A literature review of titanium alloys and methods for measuring the hardness of different instruments. Set of physical and mechanical properties, chemical composition of titanium alloys and their field of application in different areas. It is recommended to measure the hardness of titanium alloys dynamic brand VT 1-0 and VT 14 microprocessor-type hardness tester MIT-2 in the length of the acceleration of the indenter to within 1,5-2,5ms and spherical tip of the indenter radius $R = 2.5$ mm.

titanium alloy, a hardness measurement method, the duration of acceleration indenter ball radius