

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.10.2023 14:10:29

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4854fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ КОМБИНИРОВАННЫМ ТВЕРДОМЕРОМ МЕТ-УДА

Методические указания к проведению лабораторных и практических занятий для студентов по направлению подготовки  
23.03.01-Технология транспортных процессов по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте»  
23.03.03-Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов по профилям «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис»

Курск 2018

УДК 519.6

Составители: М.С. Разумов, А.А. Горохов.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

**Определение твердости комбинированным твердомером МЕТ-УДА**  
: методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. Гос.  
ун-т; сост.: М.С. Разумов, А.А. Горохов; Курск, 2018. – 9 с.: 1ил.

Содержат сведения по вопросам определения твердости комбинированным твердомером МЕТ-УДА. Указывается порядок выполнения работ, подходы к решению и правила оформления.

Методические рекомендации соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности автоматизированного машиностроительного производства (УМО АМ).

Предназначено для студентов направления подготовки бакалавров 23.03.01-Технология транспортных процессов по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте», 23.03.03-Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов по профилям «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 0,5 . Уч.-изд.л. 0,4. Тираж 40 экз. Заказ. 1209 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: научиться определять твердость с помощью комбинированного Твердомера МЕТ-УДА.

## Описание прибора



Твердомер представляет собой портативный прибор, состоящий из электронного блока и двух сменных датчиков: ультразвукового и динамического.

Электронный блок выпускается в двух модификациях. Модификация электронного блока для твердомера МЕТ-УД выполнена в пластмассовом корпусе. Модификация электронного блока для твердомера МЕТ-УДА выполнена в алюминиевом, пылевлагодонепроницаемом корпусе, класса защиты IP66.

Твердомер комплектуется ультразвуковым датчиком У15 (с нагрузкой 1,5 кгс) или У50 (с нагрузкой 5 кгс) и динамическим датчиком Д. По заявке заказчика, твердомер может быть укомплектован также ультразвуковым датчиком У10, У100, У15К, У50К и динамическим датчиком ДК. Характеристики всех датчиков приведены в Таблице. Датчики совместимы с любой модификацией электронного блока.

Реализует метод ультразвукового контактного импеданса (UCI) и метод отскока (Лейба).

Сочетание обоих методов позволяет проводить контроль всех изделий из металла 2 сменных датчика: ультразвуковой У1 и динамический Д1

отсутствие ограничений при контроле твердости (по массе, конфигурации, структуре степени механической и термической обработки и др.)

позволяет оценить изменение твердости закаленного слоя по глубине изделия и влияние поверхностных напряжений

реализует принцип ультразвукового контактного импеданса при работе с ультразвуковым датчиком и принцип отскока при работе с динамическим датчиком

два твердомера в одном - удобно, выгодно: цена МЕТ-УД = [цена (МЕТ-У1) + цена (МЕТ-Д1)] - 25%.

UCI-метод наиболее подходит для контроля твердости однородных материалов и для тонких или легких по весу изделий, где другие портативные методы испытаний оказываются ненадежными или неприменимыми.

Метод отскока очень прост, производителен и не требует специальных навыков. Он особенно подходит для измерений твердости на массивных изделиях, изделиях с крупнозернистой структурой, кованных и литых изделиях.

#### Основные возможности

измерение твердости металлов и сплавов по стандартизованным шкалам твердости Роквелла (HRC), Бринелля (HB), Виккерса (HV) и Шора (HSD)

наличие трех дополнительных шкал Н1 (HL), Н2, Н3 для калибровки различных шкал твердости (например, Роквелла В, Супер-Роквелла, Бринелля (HBW) и т.д.) для контроля твердости изделий из стали и других металлов (например, сплавов алюминия, меди и т.д.)

использование шкалы Rm (МПа) для определения предела прочности на разрыв (для сталей перлитного класса по ГОСТ 23761)

возможность контроля твердости изделий, которые по габаритам недоступны для стационарных твердомеров

измерение твердости любых по массе изделий толщиной от 1 мм (металлические покрытия, малые детали, тонкостенные конструкции, трубы, резервуары, стальные листы и т.д.)

не оставляет видимого отпечатка на испытываемой поверхности изделия (шейки коленчатых валов, зеркальные поверхности, ножи); наличие архива и программного обеспечения для связи с компьютером.

#### Принцип действия

Для определения значения твердости методом UCI и методом отскока (Лейба), диагонали отпечатка не определяются оптически, как это принято в классических методах. Здесь твердость определяется электронным способом, посредством измерения изменения ультразвуковой частоты (в случае использования ультразвукового датчика) и на определении отношения скоростей бойка, находящегося внутри датчика, до и после удара ( в случае использования динамического датчика).

Ультразвуковой датчик в основе своей использует стальной стержень с алмазной пирамидой Виккерса (угол между гранями  $136^\circ$ ), который является акустическим резонатором встроенного генератора ультразвуковой частоты. При внедрении пирамиды в контролируемое изделие под действием фиксированного усилия калиброванной пружины, происходит изменение собственной частоты резонатора, определяемое твердостью материала. Относительное изменение частоты резонатора преобразуется электронным блоком в значение твердости выбранной шкалы и выводится на дисплей.

Боек, расположенный в динамическом датчике, имеет на конце твердосплавный шарик, непосредственно контактирующий с контролируемой поверхностью в момент удара. Внутри бойка находится постоянный магнит. Боёк, после нажатия спусковой кнопки, при помощи предварительно взведенной пружины, выбрасывается на измеряемую поверхность. При этом боёк перемещается внутри катушки индуктивности и

своим магнитным полем наводит в ней ЭДС. Сигнал с выхода катушки индуктивности подается на вход электронного блока, где преобразуется в значение твёрдости выбранной шкалы и выводится на дисплей.

### Метрологические характеристики

Шкала твердости	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомера
Шкала С Роквелла	(20...70) HRC	±2 HRC
Шкала Бринелля	(75...450) HB	±12 HB
Шкала Виккерса	(75...1000) HV	±15 HV
Шкала Шора	(23...102) HSD	±3 HSD

### Технические характеристики

Технический параметр	Тип датчика:						динамический
	ультразвуковой						
Принцип измерений	UCI-метод (принцип ультразвукового контактного импеданса)						Принцип отскока (Лейба)
Типы датчиков	10	15	50	100	15К	50К	Д, ДК
Измерительное усилие датчика, Н	,8	4,7	9,0	8,0	4,7	9,0	
Диаметр твердосплавного шарика							не менее 2,5 мм
Шероховатость поверхности образца	<Ra 2,5 (для усилия 10 Н и 14,7 Н)						не более 3,2 Ra

		<Ra 4,5 (для усилия 50 Н)	
		<Ra 8,0 (для усилия 100 Н)	
Радиус кривизны поверхности образца		>5 мм	не менее 10 мм
Минимальный вес образца		>0,01 кг	не менее 3 кг
Толщина материала		>1 мм	не менее 12 мм
Глубина проникновения индентора		В зависимости от типа датчика. Для датчика У15 - 0,03 мм.	
Срок службы датчика		Не менее 200000 измерений	не менее 100 тыс. измерений
Электр питание	Сеть переменного тока	100...240 В / 50...60 Гц	
	Аккумулятор	1,2 В	
Потребляемая мощность		3,0 ВА	
Время зарядки аккумулятора		8 часов	
Время работы	От аккумулятора	Без подсветки	16 ч (пластмассовый корпус)
		и	20 ч (алюминиевый корпус)
		С подсветкой	5 ч (пластмассовый корпус)
			8 ч (алюминиевый корпус)
	От сети переменного тока		Неограниченно
Рабочая температура		-10...+50 °С	
Температура при транспортировке и хранении		-35...+60 °С	

Условия эксплуатации		Относительная влажность 30...80 %
Общий размер	Электронный блок MET-УД	145×80×40 мм
	Электронный блок MET-УДА	180×80×42 мм
	Датчик У10, У15, У50, У100	160×25 мм
	Датчик У15К, У50К	80×40 мм
	Датчик Д	140×25 мм
	ДК	80×25 мм
Масса твердомера (блок с датчиками)	Твердомер MET-УД	0,6 кг
	Твердомер MET-УДА	0,9 кг
Обработка результатов измерений		Вычисление среднего значения из данных, удаление текущего измерения, сохранение данных, работа с архивом
Подсветка дисплея		Доступна
Особенности дисплея		Шкала твердости, измеренное значение, количество измерений, режим работы, номер в архиве, индикатор заряда аккумулятора, автовыключение через 150 сек.
Память (архив)		99 показаний, которые сохраняются при выключении питания
Внутреннее программное обеспечение «MET-UD» (или «MET-UDA»)		Доступно. Позволяет работать с твердомером без связи с компьютером.
Внешнее программное обеспечение «MET»		Доступно. Переносит данные из архива твердомера в компьютер. Позволяет обрабатывать данные измерений, создавать базы данных,



	строить графики, печатать результаты.	
Время одного измерения	2,5 с	1,5 с

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Произвести измерения твердомером МЕТ-УДА ультразвуковым датчиком по трем шкалам Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.
2. Произвести измерения твердомером МЕТ-УДА динамическим датчиком по трем шкалам Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.
3. Результаты занести в таблицу «Протокол испытаний»

#### Протокол испытаний

№ п/п	Наименование материала	Твердость		
		По Бринеллю, НВ	По Роквеллу, HRC	По Виккерсу, HV
1				
2				
3				

Проанализировать полученные данные

Сделать выводы по работе.