

**МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ
МЕТАЛЛОВ**

Ахмедов Алишер Тоирович

Джизакский политехнический институт

Ассистент кафедры “Общетехнических дисциплин”

тел.: +998933073827 alisher_axmedov1972@mail.com

Илона багдасарова

доцент департамента Иностранных языков МФТИ

(Московский Физико-Технический Институт)

artameli@mail.ru

**ИНФОРМАЦИЯ О
СТАТЬЕ**

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 25.12.2025

Revised: 26.12.2025

Accepted: 27.12.2025

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА:**

*Методы обучения,
деятельность
преподавателя и
студентов, глубокие и
прочные знания,
слесарного тиски,
конструкции, устройства
для определения
твёрдости материалов,
знания о технике,
проведение эксперимента*

В данной работе рассматривается вопрос активизации познавательной деятельности студентов в рамках возможностей одного предмета, т.е. на примере проведение лабораторных работ по курсу “Сопротивление материалов”. Во всех учебных заведениях технического направления, лабораторный практикум по испытанию материалов проводится на разных машинах и установках.

Во всех технических высших учебных заведениях знания о технике студенты получают в процессе изучения таких дисциплин, как «Теоретическая механика»,

«сопротивление материалов», «детали машин», «теория механизмов машин» и другие. Опыт показывает, что эти знания приобретают обобщённый характер и используются в профессиональных целях в том случае, когда они усваиваются в процессе совместной обучаемой (творческой) деятельности преподавателя и студентов. Возможно только при использовании активных методов обучения, дающим студентам глубоких и прочных знаний.

В данной работе рассматривается вопрос активизации познавательной деятельности студентов в рамках возможностей одного предмета, т.е. на примере проведение лабораторных работ по курсу «Сопротивление материалов». Во всех учебных заведениях технического направления, лабораторный практикум по испытанию материалов проводится на разных машинах и установках. В том числе, для испытания материалов на твердость применяется прибор УПТ с габаритным размером. Недостатком этого твердомера является; громоздкость и сложность конструкции требует много места, специального фундамента для установки, сопряжено с большой трудоемкостью и значительным расходом времени на подготовительные работы, проведение эксперимента не дает возможность на высоком уровне привлечь к активной самостоятельной работе каждого студента при выполнении лабораторных работ, работу выполняет только один или более активный студент из подгруппы, а остальные остаются пассивным посетителям.

Учитывая вышеуказанные нами в кружке «Прикладная механика» выдвинута идея замены прибора УПТ другими конструкциями, переоборудовать слесарного тиски для определения сравнительной твердости материалов. С этой целью неподвижная губка тиски снабжена с держателем образца, а подвижная губка с наконечником и механизмом нагрузки (динамометрическим ключом). На рис.1 (а), (б) изображено общее устройство предлагаемой конструкции.

Устройство для определения твёрдости материалов включает установленное на слесарном верстаке 1 тиски 2, закрепленные на неподвижной губке держатель образца 4 и на подвижной губке 5 сменные наконечники 6 (три индикатора). Держатель образца 4 и сменный наконечник 6 на губках 3 и 5 сверху закреплен тремя болтами 7. Рабочая грань левого образодержателя 4 выполнена в виде пластинчатой вилки 8 (в горизонтальной плоскости проекции) для установки испытываемого образца 9.

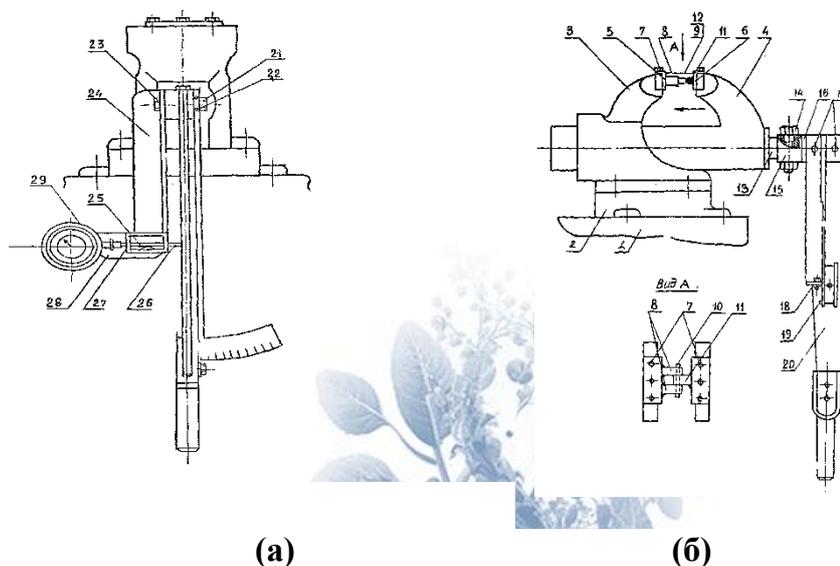


Рис.1 (а) (б) Малогабаритная установка для определения твёрдости металлов.

Форма рабочей части правого подвижного губка 5 выполнена в виде цилиндрической втулки 10 с винтом 11 для закрепления сменного наконечника 6 с насадкой 12. На правом конце винта 13 подвижной губки 5 тиски 2 с помощью болта 14 установлен динамометрический ключ 15. Он выполнен из прямоугольной стальной пластины 16. По размеру она соответствует боковой стенке корпуса ключа 15 и прикреплена к нему двумя болтами 17 (М10), которыми также присоединён к корпусу стальной пружинный рычаг 20, с помощью гаек 21 и 23 к корпусу угольника 24. стрелка прикреплена двумя винтами 22. К пластине 16 (параллельно рычагу) приварен угольник 24 x 30 x 30 мм длиной 210 мм. К его свободному торцу под прямым углом приварен угольник 28 (сортамент тот же) длиной 120 мм. На нем болтом 18 (М6) закреплена индикаторная головка 29, для чего одно ребро угольника 28 срезано со стороны головки 29, к нижней части угольника 28 винтами 19 (М4) присоединена державка 27 стержневого удлинителя 26. Внутри державки 27 размещена изогнутая пластинчатая стопорная пружина 25, выпуклая сторона свободного конца которой упирается удлинитель 26 (удлинитель 26 — это толкатель от выбракованной индикаторной головки, державка 27 — часть корпуса последней). Рифленая пятка удлинителя 26 упирается в боковую грань рычага 20, а противоположный конец его взаимодействует с толкателем, индикаторной головки 29 между контактирующими поверхностями предварительно создан натяг в 0,5 мм.

Устройства для определения твёрдости материалов работает следующим образом:

Испытание производится подкручиванием рычага 20 ключа 15 при этом вместе с винтом 13 механизмом тиски 2 подвижной губки 3 и начинает сжимать образец 9, соответственно при этом пружинный рычаг 20 ключа 15 изгибается и давит на пятку удлинителя 26 толкателя. Преодолев сопротивление стопорной пружины 25, перемещается в направляющих державках 27 на величину прогиба рычага 27. Перемещение удлинителя 26 через толкатель передаётся часовому механизму индикаторной головки 29 и фиксируется стрелкой. При этом, когда сжимающая сила достигает своего предельного значения, удлинитель толкателя 26 удерживается стопорной пружинной 25, так как стрелка индикаторной головки 29 фиксируется в положении, соответствующем максимальному усилию, приложенному к рукоятке 20 ключа 15. Записав показания индикатора 29, пружину 25 отжимают, и удлинитель 26 возвращается в исходное положение. Шкалу часового механизма и соответствующую этому величину осевой силы подвижного губки 5 предварительно тарируют, подвешивая к рукоятке рычага 20 грузы различной массы, после чего строят тарированные графики, отражающие отношение величины осевой силы подвижного губка Р к силе R, приложенной к ручке динамометрического ключа 20. Для винтовых механизмов стандартных тисков при $L = 15d$ и $f = 0,15$ отношение осевой силы винта Р к силе R приложенной к ручке ключа (выигрыш в силе) равно $70 + 80$, то есть $P = (70:80) R$.

Отработка результатов испытаний производится общеизвестным способом по методике, указанной в учебных пособиях по данному курсу.

Испытание на твердость чугуна, малоуглеродистых сталей, цветных металлов и сплавов. Определение твердости сравнительно мягких металлических материалов осуществляется методом Бринелля. Сущность его заключается в том, что закаленный шаровой индикатор определенного диаметра в течение установленного времени вдавливаются с определенной силой в испытательный образец. При измерении твердости по Бринеллю материалов с верхним пределом до 350-450 НВ применяется наконечник с шаровым индикатором 2,5 мм.

Порядок выполнение работы:

1. Испытываемый образец и индентор устанавливают соответственно на неподвижных и подвижных губках.
2. Вращая рукоятку динамометрического ключа по часовой стрелке, перемещать наконечник на образец до легкого прикосновения шарового индентора к его поверхности (стрелка индикатора часового типа не должна отклоняться).

3. Устанавливает стрелку на нулевое деление шкалы (или заменить ее положение на шкале).

4. Продолжая плавное вращение рукоятки по часовой стрелке, создать на образце соответствующую рабочую нагрузку (фиксируется по отсчетной шкале прибора). Нагрузка от нуля до конечного усилия, как правило, должна нарастать в течение 15 с, а продолжительность выдержки испытуемого образца под конечной нагрузкой составляет обычно 30с.

В зависимости от материала образца индентор вдавливаются в него под различными рабочими нагрузками. Например, для испытания чугунов и малоуглеродистых сталей нагрузка составляет 1840 Н, для твёрдой меди, латуни и бронзы - 613 Н, а для более мягких металлов, таких как алюминий, свинец, олова и пр., - 153 Н.

5. Вращением рукоятки против часовой стрелки поднять наконечник в верхнее положение, предварительно сняв показания со шкалы индикатора.

Шарик индикатора оставляет в теле образца сферическое углубление. Зная площадь отпечатка, можно определить численное значение твёрдости по Бринеллю, используя для этого следующую зависимость:

$$HB = P/F$$

где P — усилие вдавливания (Н), — площадь отпечатка (мм²).

С целью устранения излишних расчетов по определению площади отпечатка в таблице 1 дана зависимость ее от глубины вдавливания шарика индикатора. Сняв показания со шкалы индикатора, по таблице находят глубину вдавливания Н и соответствующую ей площадь отпечатка F. Для получения большей точности в определении числа твёрдости желательно выполнить не менее двух измерений во взаимно перпендикулярном положении образца с тем, чтобы получить среднеарифметическое значение твёрдости.

Таблица 1. Глубина от площади отпечатков

Глубина отпечатка а Н (мм)	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
Площадь отпечатка а F (мм ²)	0,314	0,393	0,471	0,5509	0,628	0,706	0,785	0,8635	0,942	1,0205	1,099	1,177	1,256	1,334	1,413	1,442	1,570

Самодельная лабораторная установка (переоборудованная слесарная тиска) практически безопасна в работе. Единственным условием, при этом в обязанность преподавателя, является наблюдение за правильным выполнением работы. По окончании работы прибор снимается с тисков, протирается и убирается. Хранить его следует в закрытом шкафу, оберегая от активного воздействия влаги. Сменные наконечники при хранении необходимо покрывать тонким слоем антикоррозионной смазки. Измерительный индикатор должен быть снят с прибора и уложен в футляр.

Использованная литература

1. Александров А.В., Поталов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – М.: Высш.шк., 1995 год. – 560с.
2. Сопротивление материалов. Учеб. Пособие/ Н.А. Костенко, С.В. Калясникова, Ю.Э. Волошановская и др.; Под. ред Н.А.Костенко. – М.: Высш. шк., 2000-год 430с.
3. Тимощук Л.Т. – Механические испытания металлов. - М.: Металлургия. 1971-224с.
4. Ахмедов А.Т. Қишлоқ хўжалигида культиваторларнинг ўрни // Экономика и социум. – №2(105)2023. – С. 33-36.
5. Ахмедов А.Т. Сельскохозяйственные машины для обработки почвы. "Универсум: Технические науки" Rossiya. Jurnal OAK № 5(98), May 2022-yil.
6. Ахмедов А.Т. Почвообрабатывающие машины. "Универсум: Технические науки" Rossiya. Jurnal OAK -4, Fevral 2022-yil.