



# Раздел I. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

## Тема 1.1. Занятие №2. Свойства и способы испытаний металлов.



## **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:**

3. Испытание металлов на твердость, способы Бринелля, (Роквелла и Виккерса)
4. Испытание металлов на ударную вязкость
5. Испытание металлов на выносливость. Ресурс деталей, работающих при переменных нагрузках

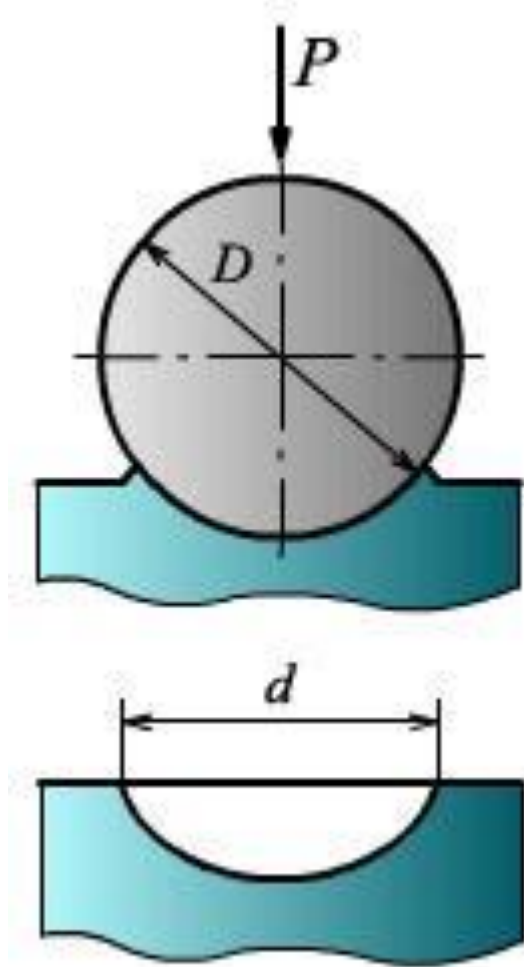


# Твердость по методу Бринелля

Метод измерения твердости по **Бринеллю** заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) диаметра  $D$  в образец (изделие) под действием усилия  $P$ , приложенного перпендикулярно поверхности образца в течение определенного времени и измерении диаметра  $d$  отпечатка после снятия усилия.



# Твердость по методу Бринелля



Твердость по Бринеллю ***HV*** выражается отношением взятой нагрузки ***P*** к площади поверхности отпечатка ***F***.

$$HV = \frac{P}{F}, \text{ (МПа).}$$

$$HV = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ (МПа).}$$

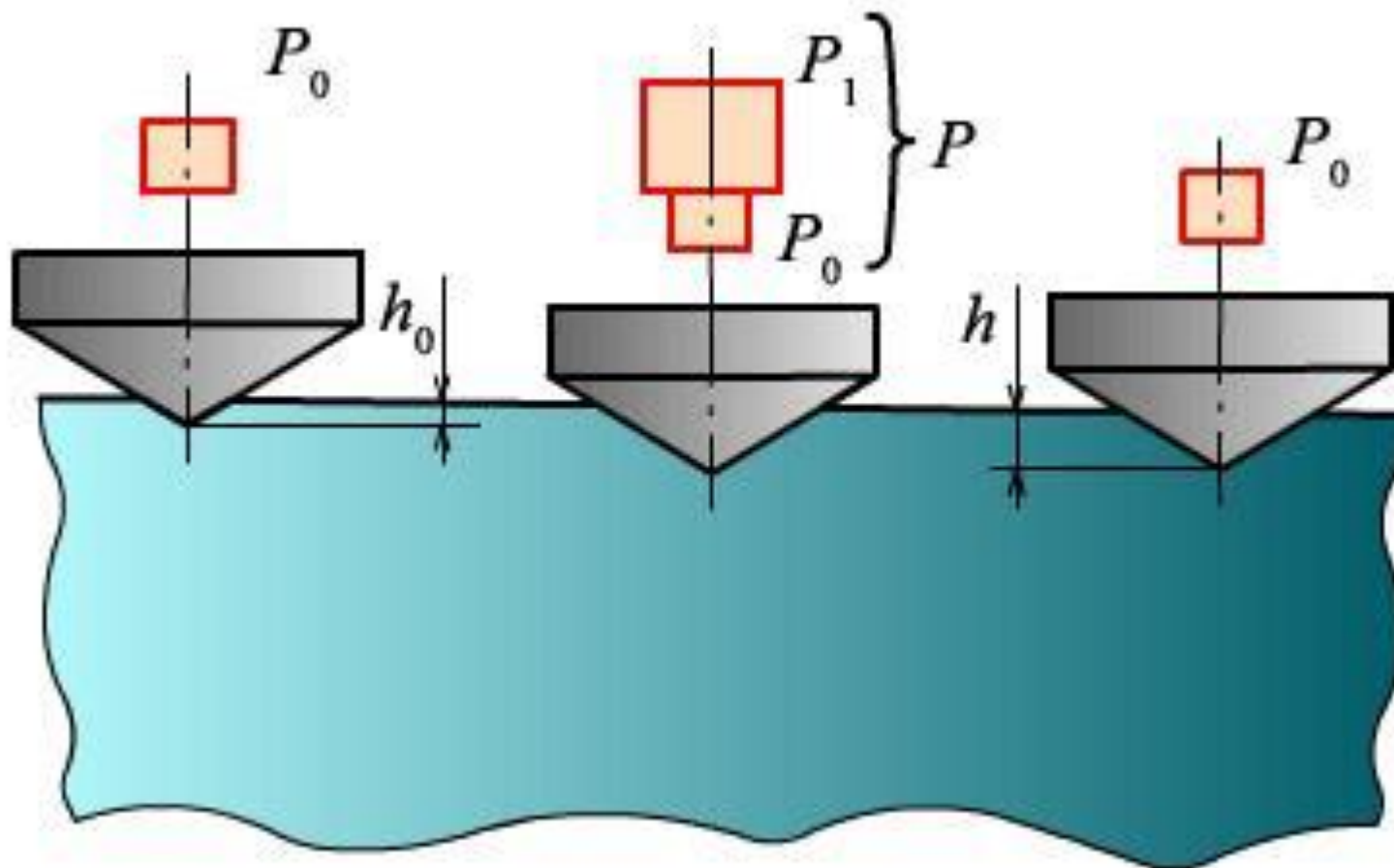


# Твердость по методу Роквелла

Сущность метода измерения твердости по **Роквеллу** заключается во внедрении в поверхность образца (или изделия) алмазного конусного или стального сферического наконечника под действием последовательно прилагаемых усилий  $P_0$  и основного  $P_1$  усилий и в определении глубины внедрения наконечника после снятия основного усилия  $P_1$ .



# Твердость по методу Роквелла



$$HR = k - \frac{h}{c}, (\text{МПа}),$$

где  $k$  — постоянный коэффициент:  $k = 130$  при испытании шариком;  $k = 100$  при испытании конусом;

$c$  — цена деления индикатора (0,002 мм).



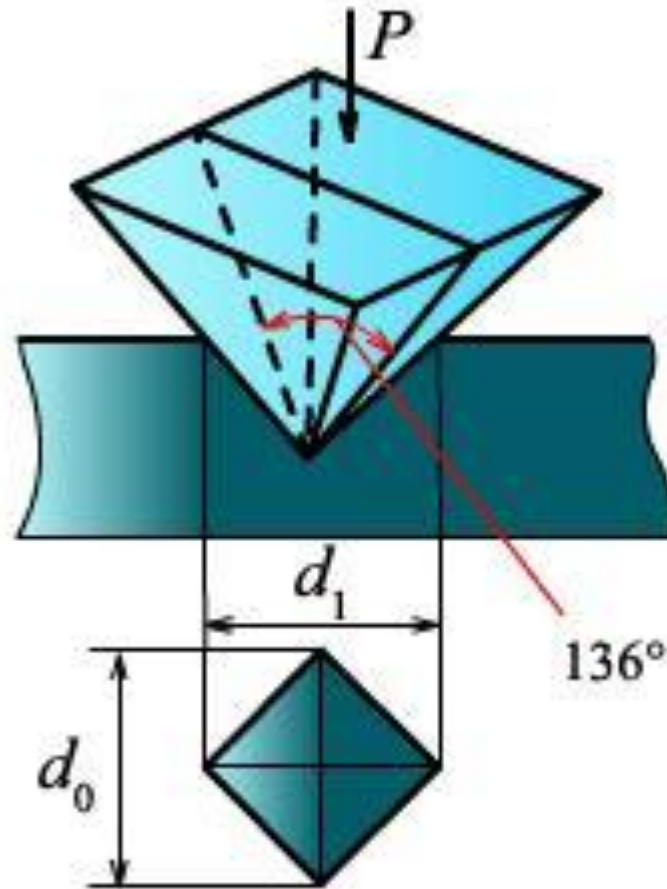


# Твердость по методу Виккерса

Измерение твердости основано на вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды с углом между гранями  $136^\circ$  в образец (изделие) под действием силы  $P$ , приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка  $d_1$ ,  $d_2$ , оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки.



# Твердость по методу Виккерса



Твердость по Виккерсу  $HV$  выражается отношением взятой нагрузки  $P$  к площади поверхности отпечатка  $F$ .

$$HV = \frac{P}{F}, \text{ (МПа) ,}$$



$$HV = \frac{2P \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2}, (\text{МПа}),$$

где  $P$  — нагрузка, кгс;

$\alpha$  — угол между противоположными гранями пирамиды при вершине, равной  $136^\circ$ ;

$d$  — среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпечатка после снятия на-грузки, мм.



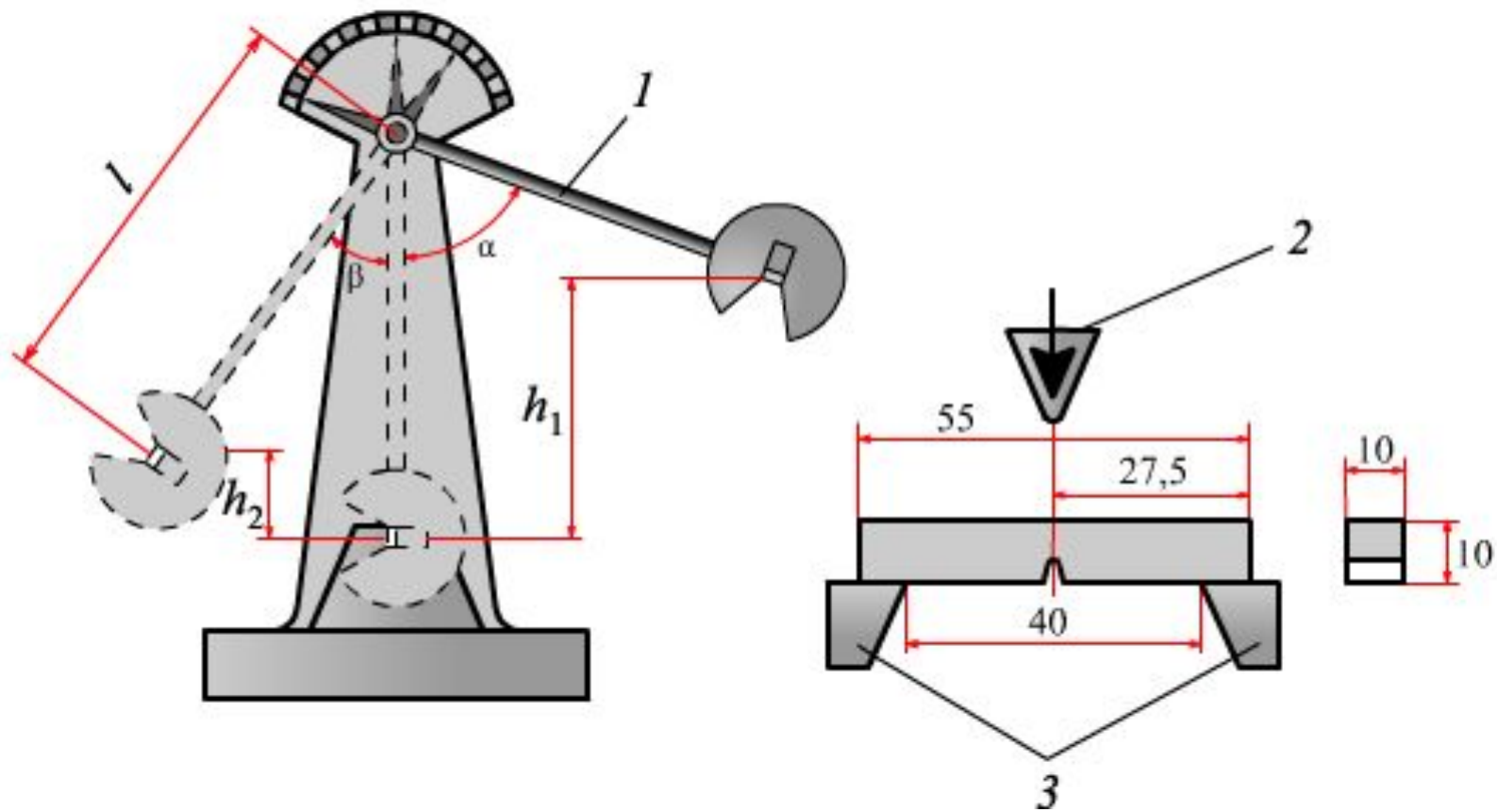
# Испытание металлов на ударную вязкость

Динамические испытания на ударный изгиб выявляют склонность металла к хрупкому разрушению.

Метод основан на разрушении образца с концентратором посередине одним ударом маятничкового копра.



# Испытание металлов на ударную вязкость



1 — маятник; 2 — нож маятника; 3 — опоры



Ударная вязкость  $a_H$ , кгс·м/см<sup>2</sup>, (КС) определяется работой  $A_H$ , необходимой для излома образца, отнесенной к рабочей площади поперечного сечения  $F$ :

$$a_H = \frac{A_H}{F} .$$



Работа, затраченная на разрушение образца:

$$A_H = Ph_1 \cdot (\cos \beta - \cos \alpha),$$

где  $P$  — масса маятника, кг;

$h_1$  — расстояние от оси маятника до его центра тяжести, м;

$\beta$  — угол подъема маятника после разрушения образца;

$\alpha$  — угол подъема маятника перед ударом.





# Испытание металлов на выносливость

*Усталостью металлов* называется явление разрушения в результате многократного повторно-переменного (циклического) нагружения, а свойство металлов сопротивляться усталости называется *выносливостью*.





*1* — очаг зарождения трещины; *2* — излом;  
*3* — зона долома

