

УДК 620.178.153.2.

П.И. Соловей ст. преподаватель  
БИСИ

А.М. Трусь к.т.н., доц. БИСИ

П.А. Мазанчук к.т.н., доц. БИСИ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ БЕТОНА ПРИ УДАРЕ

При строительстве жилищно-коммунальных и промышленных зданий и сооружений часто возникает необходимость оценки прочности доставленных с заводов ЖБИ и скотированных бетонных и железобетонных элементов. Не менее важным является вопрос контроля увеличения прочности твердеющего монолитного бетона в естественных условиях строительных площадок. Подобные испытания обычно выполняются твердомерами различных конструкций, принцип действия которых основан на вдавливания индентора (шарика, конуса, пирамиды) в поверхность исследуемой детали и по величине вытесненного косвенно определяется предел прочности на сжатие [1,2,3,4].

В основу измерения твердости  $H$  при ударе положена зависимость [5]

$$H = \frac{A}{f(a)}$$

где  $A$  - энергия (работа) вдавливания индентора. Ее можно вычислять (см. рис. 1)

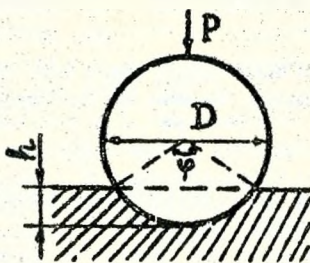


Рис.1

$$A = \int_0^h P dh,$$

$$h = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\varphi}{2}).$$

$f(a)$  - функция, характеризующая объем отпечатка  $V$  к величине объема материала, вовлеченного в пластическую деформацию  $V_{ng}$ . Теоретическое и практическое определение значения этой функции представляет определенные трудности.

Известно, что объем отпечатка  $V$  можно определить следующим

образом:

$$V = \frac{\pi D^3}{24} \left( 2 - 3 \cos \frac{\varphi}{2} + \cos^3 \frac{\varphi}{2} \right)$$

или

$$V = \frac{1}{3} \pi h^2 \left( \frac{2}{3} D - h \right).$$

Представляется целесообразным функцию  $f(a)$  практически определять так:

$$f(a) = V k$$

где  $k = V/V_{ng}$  безразмерный коэффициент учитывающий объем материала  $V_{ng}$  перемещенного индентором в результате пластической деформации, или

$$f(a) = \frac{V^2}{V_{ng}}$$

Хотя вычисление параметра  $V_{ng}$  представляет некоторые трудности, однако его экспериментальное определение для традиционных строительных материалов осуществляется не сложно.

Используя известные литературные источники [1] при испытании твердости бетонов не удалось получить линейной зависимости [6]

$$\frac{A}{V} = const.$$

По полученным экспериментальным данным и предложенному авторами выражению она может быть линейной только в частном случае, когда

$$V = V_{ng}$$

Это равенство с известной степенью приближения может быть принято только для хрупкопластичных материалов. Во всех других случаях опыт показывает, что

$$V_{ng} > V$$

Означает, что на величину  $V_{ng}$  значительное влияние оказывает скорость нагружения индентора (рис. 2)  $V'$ .

Для обеспечения больших скоростей удара при проведении приведенных исследований авторами была применена в качестве ударника пружина растяжения с мехнитковым давлением. Подобные пружины способны обеспечивать ударный импульс [7] по индентору со скоростями бла-

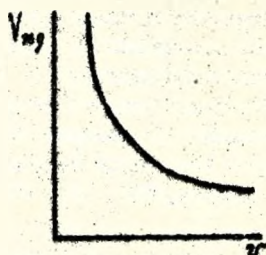


Рис. 2

кими скорости распространения упругой волны деформации в стали. Малая масса подвижной пружины — ударника и большие скорости перемещения витков практически до предела снимают влияние различной ориентации прибора при испытаниях на величину энергии удара по индикатору.

Использование предлагаемого метода позволит повысить точность измерений в 2-3 раза по сравнению с существующими методами

[3,4], значительно упростить конструкцию и уменьшить вес испытательного прибора и повысить его надежность в работе. Большие скорости вдавливания индентора в испытуемый материал уменьшает значения  $V_{нз}$ , что упрощает тарирование прибора по твердости и по прочности. Использование таких приборов в условиях строительной площадки позволит повысить качество строительства на долговечность и надежность зданий и сооружений.

#### Литература

1. О'Нейл Г. Твердость металлов, Металлургиядат, 1940 .
2. Пилипчук Е.И. Современное состояние техники определения твердости металлов, М., 1960 .
3. Калкаров К.И. Контроль прочности бетона в раствора в изделиях и сооружениях. М., 1967 .
4. Скремтнев Б.Г., М.Д. Лешинский. Испытание прочности бетона в образцах, изделиях и сооружениях. Стройиздат, М., 1964г.
5. Варнеко Б.В. О числе твердости. В. Заводская лаборатория № 12 (стр. 1535) 1962 .
6. Карачинский И.И., Течанова Г.В. Прочность стержневых материалов при динамических нагрузках, М., 1966.
7. Соловей П.И. Динамика пружин, навитых с предварительным натягом. (Дискретная модель), Врст, 1980г. (Рукопись деп. в БелРИНТИ 6.02.1981г., № 237).