

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛИ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ
МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ
КОНСТРУКЦИЙ**

Шаповалов Эдуард Леонидович

*Доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
кандидат технических наук,*

В настоящее время всё большее распространение при проведении обследований конструкций зданий и сооружений получают методы неразрушающего контроля. Приборы, использующие данные методы, позволяют получить характеристики свойств без забора необходимого материала для изготовления образцов и их испытаний в лабораторных условиях. Вырез материалов из конструкции, особенно находящейся в эксплуатации, сопряжен с определенными трудностями. И не всегда удается сделать это корректным образом, не причинив конструкции существенного вреда. Поэтому применение передовых методов неразрушающего контроля является экономически целесообразным, снижающим сроки и затраты на проведение обследования.

Определение фактических прочностных характеристик металлических конструкций возможно методом замера твёрдости. Согласно пособию по проектированию усиления стальных конструкций допускается без отбора образцов при оценке прочностных свойств стали использовать результаты замеров твердости [1]. Но данный нормативный документ не описывает методики последовательного получения искомых характеристик металла.

В процессе обследования металлоконструкций зданий и сооружений достаточную надёжность в температурном режиме до -5°C показал портативный комбинированный твердомер МЕТ-УД, предназначенный для контроля твёрдости металлов и сплавов по стандартизованным в России шкалам: Роквелла (HRC), Бринелля (HB), Виккерса (HV) и Шора (HSD). Аппараты подобного действия типов ТЭМП-2 и ТЭМП-4 также широко применяются в процессе обследований металлоконструкций (рис. 1).

Практика применения подобного рода приборов при натурном освидетельствовании конструкций показала, что температура окружающей среды вносит существенные коррективы в работу с ними. Необходимо их содержание в теплом контейнере, так как прибор отказывает в работе при относительно низких температурах. Наличие дополнительных элементов питания продлевает его работоспособность.

Наилучшим является применение динамического датчика, использующего метод отскока при воздействии на поверхность металла индентором в виде шарика.



Рис. 1. Портативные твердомеры MET-УД и ТЭМП-4

Это связано с объективными причинами при работе с натурных условиях. Подготовка качественных шлифов для измерений в труднодоступных и малоприспособленных местах конструкций сопряжена с определенными трудностями, а порой и невозможна. И соблюдать допустимые параметры чистоты и шероховатости поверхности довольно сложно. Поэтому результаты измерений, полученные в полевых условиях с применением динамического датчика, в отличие от ультразвукового были более корректными, имели гораздо меньший разброс значений и обработка их значений не составляла труда.

Контрольные измерения твердости материала конструкций можно производить по различным шкалам, имеющимся в приборе, но традиционно выбирается шкала НВ.

Для получения более корректных результатов необходимо проводить измерения не менее 5 точек на один шлиф в двух разных местах конструкции на значительном расстоянии, выбирая участки однотипных профилей и деталей, составляющих конструкцию.

По результатам замеров определяется временное сопротивление σ_B на растяжении углеродистых сталей перлитного класса, путём пересчёта чисел твёрдости по шкале Бринелля (НВ) или Роквелла (HRB) [2].

Нормативные значения временного сопротивления $R_{ин}$ рассчитываются по методике [3, приложение 8,а «Определение свойств металла»]. Надо заметить, что в формулах по статистической обработке результатов испытаний образцов в приложениях СНиПов 1988 и 1990 годов выпуска имеются расхождения.

Нормативное значение предела текучести $R_{тл}$ стали можно определить путем умножением временного сопротивления на коэффициент использования прочности $K_u = 0,6315$ – отношение предела текучести к временному сопротивлению σ_T/σ_B для малоуглеродистых сталей Ст3.

В расчетах конструкций значения механических свойств принимаются согласно требованиям норм [4], которые отражают ГОСТ 380-57, ГОСТ 380-60 и ГОСТ 380-71.

Для определения несущей способности конструкций расчетные сопротивления стали R_y находят путем деления нормативных значений предела текучести на коэффициент надежности по материалу γ_m , который принимается в зависимости от года изготовления конструкций [4]: 1,2 – до 1932 г., а также для сталей, у которых значения предела текучести получилось ниже 215 МПа; 1,1 – в пределах 1932-1982 гг. и для сталей с пределом текучести ниже 380 МПа; 1,15 – для конструкций после 1982 г. и для сталей с пределом текучести выше 380 МПа.

Сопротивление стали по пределу текучести можно определять по методу Дрозда М.С. с использованием нового числа твердости H , представляющим собой не истинное или условное напряжение, а модуль упрочнения материала при вдавливании в него сферического индентора [5].

По данному методу величина $\sigma_{0,2}$ (условный предел текучести) определяется по формуле

$$\sigma_{0,2} = 0,185 \cdot H,$$

где H – так называемое новое число твердости, равное

$$H = \frac{9000}{130 - H_{RB}},$$

где H_{RB} – твердость по Роквеллу.

Для сравнения результатов численных методов определения предела текучести по измеренным значениям твердости в табл. 1 приведены данные замеров твердости H_B при обследовании подкрановой части колонны промышленного здания из малоуглеродистой стали. По таблицам перевода чисел твердости [2] и формулам Дрозда М.С. получены значения $\sigma_{0,2}$, а σ_T получены путем умножения σ_B на коэффициент использования прочности K_u .

Результаты показывают, что значения $\sigma_{0,2}$ и σ_T близки и разница составляет 2,5-3,5%.

Таблица 1

№ п/п	Твердость		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_T , МПа
	H_B	H_{RB}			
1	132	73,3	448	293	283
2	123	68,6	418	271	264
3	121	67,5	411	266	259
4	122	68,1	414	269	261
5	119	66,4	404	262	255
6	130	72,4	442	289	279
7	124	69,2	421	274	265

Данные методы определения расчетного сопротивления стали по пределу текучести имеют много условностей, и корректность результатов зависит от подхода исследователя. Это может приводить к определенным погрешностям и ошибкам в расчетах из-за неточности значений.

Поэтому совершенствование методики численного определения механических свойств конструкционных сталей и сплавов по измерениям твердости неразрушающими методами контроля является насущной задачей.

Библиографический список

1. Пособия по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81*). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988, – 125 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
3. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 94 с.
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП Госстроя России, 2004. – 25 с.
5. Дрозд М. С. Определение механических свойств металлов без разрушения. – М.: Изд-во «Металлургия», 1965. – 171 с.