

Лабораторная работа № 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

4.1. Цель работы

Целью работы является ознакомление с механическими методами и приборами для определения прочности бетона.

4.2. Приборы и материалы

Для выполнения работы требуются следующие приборы и инструменты:

- эталонный молоток К. Н. Кашкарова;
- угловой масштаб;
- штангенциркуль;
- бетонные образцы и изделия.

4.3. Выполнение работы

Механические методы определения прочности бетона в изделиях и сооружениях основаны на наличии корреляционной связи между прочностью и поверхностной твердостью бетона.

Для проведения испытаний применяются относительно простые механические приспособления, которые позволяют получить информацию, касающуюся только относительно тонкого слоя бетона вблизи поверхности.

Механические методы определения прочности бетона используются при предварительных испытаниях, ориентированных на оценку прочности бетона в самой конструкции; испытаниях бетона в раннем и среднем возрасте (от 3 до 60 суток) при марке бетона выше 300; использовании комбинированных неразрушающих методов, в особенности в сочетании с такими, которые дают сведения, касающиеся качества бетона глубинных слоев.

Применение механических методов определения прочности не допускается для зон с местными дефектами при изготовлении: для бетонов, приготовленных с очень крупным заполнителем (свыше 40 мм); бетонов низких марок (ниже 150); бетонов в возрасте свыше 60 суток, а также меньше 3 суток; для зон скопления арматуры или мест анкеровки предварительно напряженной арматуры; для элементов небольшой толщины (обычно меньше 10... 15 мм) по направлению испыта-

ния; для невибрированных или плохо вибрированных зон; для бетонов, в отношении которых имеются сомнения относительно качества поверхностных и глубинных слоев. Механические методы позволяют судить о прочности бетона по твердости поверхностного слоя толщиной не более 3 см.

При испытании бетона в позднем возрасте благодаря повышенной карбонизации поверхностного слоя и увеличению его твердости вероятно переоценка фактической прочности бетона.

Ограничения, относящиеся к испытаниям бетона низких марок, основываются на том факте, что эти бетоны приготавливаются с пониженным расходом цемента. Поэтому в испытательных точках вместо практических деформаций произойдет разрушение бетона или, наоборот, будет учтено влияние только крупного заполнителя.

Следует избегать зон обычной и предварительно напряженной арматуры, поскольку бетон в этой зоне имеет повышенную упругость, что приводит к переоценке фактической прочности бетона.

Испытание не проводится на стороне, являющейся плоскостью укладки бетона, так как зона, которая расположена вблизи этой поверхности, имеет специфические свойства (богата мелкими частицами, имеет большое значение В/Ц, подвержена сильному испарению). Рекомендуется, по возможности, проводить испытания по боковой поверхности, где устанавливается опалубка, а если это невозможно, удаляется поверхностный слой бетона минимум на 1...2 см по всей поверхности укладки. Испытательные зоны и отдельные точки для Испытания располагаются на расстоянии 10... 12 см от края элемента и 3...4 см от края образца. Это позволяет избежать нежелательного эффекта - разброса, связанного с различными свойствами удаленных друг от друга участков. Точку испытания выбирают так, чтобы туда не попал крупный заполнитель. Мелкие поры (меньше 1 мм), расположенные на поверхности бетона, являются показателем того, что в этом месте имеется раствор. Поверхность бетона, подлежащего испытанию, необходимо слегка прошлифовать шлифовальной машиной для устранения шероховатости.

Механические (ударные) методы подразделяются на две группы:

1. Методы и приборы, которые измеряют величину отпечатка или объема образовавшейся воронки в бетоне, глубину проникновения в поверхностный слой бетона;
2. Методы и приборы, измеряющие упругость отскока от бетона непосредственно в момент испытаний.

Методы и приборы первой группы весьма разнообразны. Одним из них является метод оценки прочности бетона при помощи стрельбы из специального строительного пистолета, разработанного Б. Г. Скрамтаевым.

Проверка этого метода подтвердила, что между пределом прочности бетона при сжатии и объемом выкальываемой воронки в бетоне (до марки 200) имеется закономерная связь. Применение этого метода в настоящее время ограничено трудностью получения для этих целей специального оборудования.

Строительный пистолет состоит из ствола с муфтой, корпуса с размещенным в нем ударно-спусковым механизмом и защелкой запираения, кожуха, зацепных наконечников и рукоятки. В пистолете применяются патроны с различными навесками пороха. При использовании ствола диаметром 8 мм максимальный вес пороха составляет 0,6 г.

Для оценки прочности бетона применяют заостренный стержень с закаленной головкой. Пистолет прижимают защитным наконечником к поверхности бетона и, нажимая на спусковой крючек, производят выстрел. В зависимости от прочности бетона изменяется глубина погружения стального стержня. По длине свободной части стержня судят о линейном размере его заглубления. После тарировки пистолета на бетонах различных марок можно определить прочность бетона в конструкциях.

Значительные колебания давлений пороховых газов (100+10 МПа) являются причиной большого разброса получаемых результатов. Поэтому рекомендуется изготовлять специальные патроны, обеспечивающие предельное колебание давления не более +2 МПа. Для уменьшения разброса показателей рекомендуется вычислить среднее значение (по результатам 12 выстрелов), отбросив результаты замеров, в которых величины выступающей части стержня над поверхностью бетона больше 16 мм для бетонов марки 100, 25 мм — 150, 30 мм - 200, 33 мм - 250, 35 мм - 300, 40 мм - 400. Расстояние между точками забивки стержней должно быть не меньше 15. .20 см.

В тонкостенных конструкциях этот метод применять не рекомендуется.

Из приборов, основанных на принципе Бринеля можно выделить молоток К.П. Кашкарова (рис. 4.1).

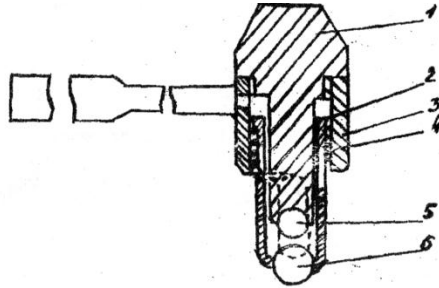


Рис. 4.1 – Схема эталонного молотка К.П. Кашкарова

Молоток К. П. Кашкарова, используемый для определения прочности бетона, состоит из головки 1, корпуса с ручкой 2, стакана 3, пружины 4 и шарика (индикатора) 5. В стакане, который может передвигаться в корпусе, имеется отверстие, через которое в молоток вставляется эталонный стержень. При введении стержня в стакан преодолевается сопротивление пружины. После того, как эталонный стержень установлен в стакане, сжатая пружина обеспечивает постоянный контакт между шариком, эталонным стержнем и головкой молотка.

Принцип испытания бетона таким прибором заключается в использовании стабильных механических свойств стали, употребляемой для изготовления эталонных стержней. Они изготавливаются из круглой прутковой стали марки Ст. 3 диаметром 12 мм и длиной 100... 150 мм.

При ударе эталонным молотком (рис. 4.2) его шарик производит два отпечатка: диаметром d_6 на бетоне и диаметром d_5 на эталонном стержне.

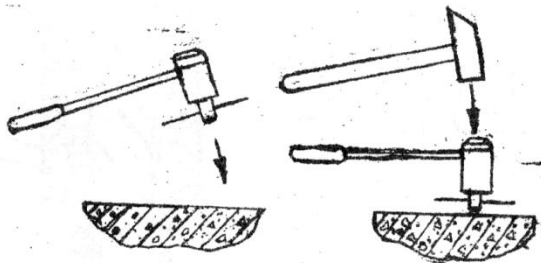


Рис. 4.2 – Способы работы эталонным молотком К.П. Кашкарова

Физическая сущность эталонного метода состоит в том, что кинетическая энергия, развиваемая при нанесении удара, затрачивается на образование лунок в бетоне и на стержне, при этом, чем "слабее" бетон, тем большая часть этой энергии расходуется на его пластическую деформацию. Остальная энергия тратится на пластическую деформацию в стальном эталонном стержне.

Например, при ударе по поверхности газобетона почти вся энергия расходуется на погружение шарика в бетон, а отпечаток на эталонном стержне можно обнаружить только с помощью сильной лупы. И наоборот, при ударе по полированной поверхности гранита отпечаток почти незаметен, в то время как на эталонном стержне он получается значительным. Часть энергии удара расходуется на упругие деформации бетона и металлического стержня. В этом случае для образования упругой деформации в теле с малым значением модуля упругости тратится более значительная часть энергии.

Отношение величины энергии, необходимой для образования лунки в бетоне, к величине энергии, расходуемой на вдавливание шарика в металл, зависит в основном от прочности бетона и стали (прочность эталонной стали остается постоянной), но практически не зависит от величины запаса кинетической энергии, т.е. от силы удара эталонным молотком по бетону. За косвенную характеристику прочности бетона целесообразно принять отношение диаметров отпечатков

$$H = \frac{\sum d_1}{\sum d_2}$$

Эти величины получают непосредственно из опыта и могут быть измерены с необходимой точностью.

При испытании бетона эталонным молотком удар передается таким образом: сначала при полном запасе кинетической энергии получается соударение бетона с шариком, затем шарика с эталоном и, наконец, соударение эталона с бойком (головкой) молотка.

В эталонный молоток вставляют эталонный стержень круглого сечения. Поверхность стержня предохраняется от ржавчины, но не обрабатывается, так как на синеватой поверхности свежeproкатанной стали отпечатки легко отличаются по цвету и поэтому замеряются более точно. При испытании замеряется наибольший диаметр отпечатка.

После каждого удара эталонный стержень продвигается вперед в новое положение. Отпечатки на поверхности бетона немедленно очерчиваются цветным карандашом и нумеруются. После нанесения серии

ударов на одно изделие эталонный стержень вынимается из молотка, затем измеряется диаметр отпечатков на бетоне d_6 и на эталонном стержне d_3 . При этом необходимо, чтобы было измерено и записано одинаковое количество величин d_6 и

Измерение выполняется угловым масштабом, выполненным из двух линеек, склепанных под углом, $\sin \alpha/2$ которого равен 0,05. При измерении угловой масштаб (рис. 4.3) надвигается на отпечаток, пока внутренние кромки линеек не начнут касаться окружности отпечатка. Точка касания должна располагаться на одинаковых делениях.

Перед изменением отпечатков на эталонном стержне поверхность их зачищается тупым стальным ножом или использованным эталонным стержнем. По отношению d_6/d_3 , по графику (рис. 4.4) или соответствующей ему таблице определяется предел прочности бетона на сжатие (график приведен для бетона в возрасте 28 суток). Полученные данные записывают в таблицу.

Бетонные конструкции эксплуатируются под открытым небом и подвергаются увлажнению во время дождя, а в сухую погоду с их поверхности быстро испаряется влага. Обычное влажностное состояние бетона приведено в табл. 4.1.

При испытании бетона эталонным молотком удары наносятся, как правило, по растворной части бетона. Поэтому влажность этой части бетона может оказывать влияние на результаты испытания, т.е. на величину d_6/d_3 . Диаметр отпечатка на бетоне с повышением влажности раствора будет увеличиваться за счет уменьшения трения между раствором и шариком и уменьшения прочности бетона на сжатие или насыщении его водой.

Тарировочные зависимости построены при влажности поверхностного слоя 3...6 %. Это состояние принято за стандартное, к которому путем применения поправочных коэффициентов (табл. 4.2) приводятся результаты испытаний бетона с иной влажностью.

Эталонный молоток К. П. Кашкарова можно применять как полевой способ с обязательным испытанием контрольных образцов в соответствии с требованием ГОСТ 10180-78.

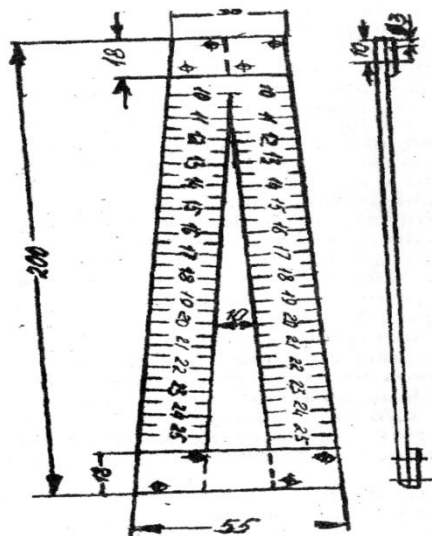


Рис. 4.3 – угловой масштаб

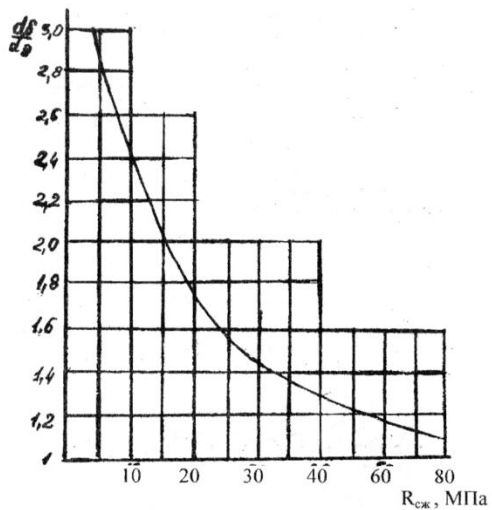


Рис. 4.4 – Тарировочная кривая для определения предела прочности бетона эталонным молотком К.П. Кашкарова

Таблица 4.1 – Содержание воды в бетонных образцах

Условия хранения изделий	Влажность, % по весу	
	поверхностного слоя	внутренней части
В воздушных условиях через, сут:	11-12	12- 14
3		
7	6-8	10- 12
28	4-6	8-10
56	2-3	6-7

Таблица 4.2 – Поправочные коэффициенты учета влажности поверхностного слоя при испытании его эталонным молотком

Условия твердения и хранения	Влажность поверхностного слоя	Коэффициент
Через 7. 28 суток после твердения в стандартных условиях	6-8	1,2
Длительное пребывание в сыром фунте или в контакте с водой	—	1,4
Естественное твердение в воздушных условиях при относительной влажности воздуха $\phi = 50 - 70 \%$ в зависимости от возраста бетона в сутках:		
3	—	1,4
7	—	1,2
28	—	1,06
56	—	1.00