



TESTING

**Олег
Болотских**

bolotskich@ukr.net

Европейские методы физико-механических испытаний бетона



**первое издание
2010**

Глава из книги Олега Болотских – Европейские методы физико-механических испытаний бетона

4.9 Определение прочности бетона с использованием молотка Шмидта (по DIN EN 12504-2: 2001-12)

1. Общие положения

Механические методы неразрушающего контроля прочности основаны на том, что прочность бетона при сжатии связана с другими механическими свойствами: твердостью, сопротивлением отрыву, усилием при скалывании. В зависимости от вида оцениваемого механического свойства используют следующие методы неразрушающих испытаний:

- пластической деформации;
- упругого отскока;
- отрыва;
- скалывания ребра.

Выбор того или иного метода испытаний бетона зависит от цели испытания, формы и размеров изделий, от требований к точности получаемых результатов и удобства проведения испытаний.

Наибольшее распространение и развитие в Европе для неразрушающего контроля прочностных характеристик бетона получил метод упругого отскока. Метод упругого отскока основан на измерении поверхностной твердости бетона. Этот метод заимствован из практики определения прочности металла и заключается в том, что специальным ударником легко ударяют по сферическому штампу, прижатому к бетону. Прибор устроен так, что система пружин допускает свободный отскок ударника после удара по бетону. Величина обратного отскока ударника характеризует твердость бетона, по которой с помощью тарировочной кривой вычисляют его прочность. Для испытания методом упругого отскока применяют пружинные или маятниковые приборы (молотки). Этот прибор в Европе получил название – молоток Шмидта для испытания бетона. У нас его часто называют склерометром, что в переводе с греческого означает измеритель твердости. Молоток Шмидта впервые позволил измерить прочность бетона на сжатие в конструкциях непосредственно на месте проведения работ. Испытание бетона с помощью молотков Шмидта является одним из наиболее часто используемых методов неразрушающего контроля качества бетонных конструкций.

Для обеспечения безопасности при проведении неразрушающего испытания бетона молотки Шмидта представлены российского, итальянского и швейцарского производства.

Наиболее известным европейским производителем молотков Шмидта, имеющим широкую номенклатуру изделий, является швейцарская фирма «просе́к» созданная в 1954 году Антонио Брандестини в Цюрихе. В 2010 году эта фирма будет праздновать 60 лет со дня изобретения и создания первого молотка Шмидта, сделавшего реальностью неразрушающие испытания бетона для определения его прочности на сжатие (см. рис. 4.9.1).



Рис. 4.9.1 Первый молоток Шмидта из Швейцарии

Все молотки швейцарской фирмы «просе́к» помечены специальной меткой «Original Schmidt», что подчеркивает их высокое качество, надежность и швейцарское происхождение (см. рис. 4.9.2).



Рис. 4.9.2 Современный молоток Шмидта с пометкой «Original Schmidt» на корпусе

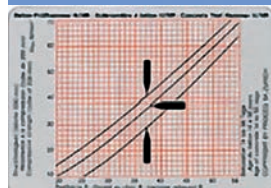
Ни один другой производитель не предлагает такого диапазона разнообразных моделей молотков Шмидта, каждая из которых предназначена для определенного типа испытаний и конструкций. Они также отличаются между собой по внешнему виду, комплектации и представлению данных испытаний т.е. прочностных характеристик бетона (см. рис. 4.9.3).



Рис. 4.9.3 Различные типы молотков Шмидта, выпускаемые в Европе.

На примере продукции швейцарской фирмы «proceq» все молотки Шмидта классифицируются следующим образом:

1. Молоток Шмидта: тип N (см. рис. 4.9.4)



внешний вид и кейс для переноски



процесс измерения

Рис. 4.9.4 Молоток Шмидта: тип N

● Молоток типа N предназначен для испытания изделий из бетона толщиной 100 мм и более или бетона с максимальной крупностью заполнителя менее или равной 32 мм.

- Измеряет прочность в диапазоне 10—70 Н/мм².
- Энергия удара составляет 2,207 Нм.
- Длина возвратного хода бойка («ударная твердость») считывается по цифровой шкале.

● На корпусе молотка имеется таблица с тремя графиками соответствующими разным положениям молотка при ударе (вниз, вверх, горизонтально). С использованием этих графиков и полученных показаний отскока по цифровой шкале можно быстро и просто определить прочность бетона на сжатие на месте выполнения испытаний.

- Размеры корпуса: 140×114×324 мм.
- Вес (нетто) 1,6 кг.
- Может также применяться для испытаний массивных горных пород.
- В комплект поставки входит шлифовальный камень, руководство по эксплуатации и пластиковый кейс для переноски.

2. Молоток Шмидта: тип NR (см. рис. 4.9.5)

● Молоток типа NR измеряет прочность в диапазоне 10—70 Н/мм².

- Значения отскока регистрируются в виде гистограммы на бумажной ленте.
- Одного рулона бумаги достаточно для записи результатов 4000 измерений (ударов).
- Размеры корпуса: 325×298×102 мм.
- Вес (нетто) 2,7 кг.
- Может также применяться для испытаний массивных горных пород.

внешний вид



комплектация

проведение испытания



Рис. 4.9.5 Молоток Шмидта: тип NR

- Энергия удара составляет 2,207 Нм.
- В комплект поставки входит шлифовальный камень, руководство по эксплуатации, 3 рулона бумажной ленты и пластиковый кейс для переноски.

3. Молоток Шмидта: тип DIGI-Schmidt 2000 (см. рис. 4.9.6)



Рис. 4.9.6 Молоток Шмидта: тип DIGI-Schmidt 2000



Рис. 4.9.10.
Маятниковый молоток
Шмидта: тип РТ

• Этот молоток «маятникового» типа предназначен для испытания строительных материалов и конструкций с низкой прочностью.

- Он различается по размерам и форме молотка.
- Измерения можно производить как на горизонтальных, так и на вертикальных поверхностях.

8. Испытательные наковальни (см. рис. 4.9.11)



внешний вид



проведение проверки

Рис. 4.9.11 Испытательные наковальни разных видов

Каждый молоток после проведения 1000 испытаний проверяют, для чего используют испытательную наковальню.

Необходимость приобретения наковальни зависит от того, насколько часто используется молоток Шмидта при испытаниях.

Для обнаружения попавшей внутрь мелкой цементной пыли или определения степени износа молотки необходимо тщательно осматривать и очищать.

Немецкая фирма ТЕСТИНГ через свои представительства и партнеров предлагает своим клиентам на нашем рынке молотки Шмидта различных европейских производителей, в том числе и швейцарской фирмы «ргосек». Эти молотки представлены не только в основном каталоге фирмы, а и в интернете по адресу фирмы в разделах «бетон» и «ремонт и реконструкция». Кроме того, ТЕСТИНГ участвуя во многих строительных выставках в России, Украине и Казахстане, консультирует своих клиентов на своем стенде по правильному выбору молотка Шмидта и особенностям его эксплуатации (см. рис. 4.9.12).

2. Сущность испытания

Измерение прочности на сжатие, которая напрямую определяет несущую способность и долговечность бетонных конструкций, достигается ударом по бетону с заданной энергией, после чего замеряется отскок молотка. Величина отскока соответствует твердости бетона. С помощью таблиц преобразования значение отскока может быть сопоставлено с прочностью на сжатие.



Рис. 4.9.12 Сотрудник ТЕСТИНГ Аксель Бреж консультирует заинтересованных посетителей об особенностях испытания бетона с использованием молотка Шмидта на выставке «Балтийская строительная неделя» в Санкт-Петербурге

3. Средства контроля и вспомогательное оборудование

- Молоток Шмидта модели N (см. рис. 4.9.2 и 4.9.13);

Рис. 4.9.13 Молоток Шмидта модели N перед использованием



- калибровочная наковальня (см. рис. 4.9.11 и 4.9.14);
- шлифовальный камень.



Рис. 4.9.14 Калибровочная наковальня для молотка Шмидта модели N

4. Подготовка и проведение испытания

Предварительное замечание:

От состояния наружной поверхности бетона во многом зависит отскок при испытании с использованием молотка Шмидта. Например: бетонные поверхности, которые в результате внешних воздействий, таких как огонь, мороз или химические воздействия, изменились. В этих случаях испытания с использованием молотка Шмидта не проводятся. При необходимости контроля прочности замороженного бетона необходимо дождаться, пока он оттает.

Подготовка молотка Шмидта и поверхности к испытаниям:

1. Температура молотка Шмидта для проведения испытаний должна быть между +10 и +35 °С. Если молоток имеет другую температуру, его нужно перед испытанием хранить определенное время при вышеуказанной температуре.

2. Молоток Шмидта необходимо проверить с использованием наковальни (см. рис. 4.9.11 и 4.9.14). Если отклонения составляют более чем 2 деления по шкале тогда необходимо произвести очистку молотка. Если после очистки отклонения показаний остались на уровне более чем 2 деления шкалы, тогда молоток нужно калибровать (у его производителя или в специально оборудованной мастерской).

3. Определить места проведения испытания. При этом необходимо учитывать, чтобы:

- толщина конструкции из бетона была не менее 100 мм;
- участок проведения испытаний был не менее 300×300 мм;
- места проведения испытания равномерно распределялись по поверхности бетона (см. рис. 4.9.7 и 4.9.15)



Рис. 4.9.15 Места испытаний равномерно распределяются по поверхности и помечаются мелом или используется специальный шаблон (см. рис. 4.9.7), чтобы избежать проведения испытания в одном и том же месте.

- избегать поверхности имеющие лунки, отслаивающиеся участки и высокую пористость;
- при испытании колонн и опор были предусмотрены места испытаний в их основании и в верхней части;
- правильно оценить состояние поверхности, к примеру: ее вид, влажность, степень карбонатизации, предполагаемую прочность;

- не было перемещения испытываемой бетонной конструкции при проведении испытания;

- при проведении испытания не попасть на крупный заполнитель или металлические закладные детали;

- положение молотка в процессе испытания было строго перпендикулярно поверхности.

4. До проведения испытания поверхность бетона должна быть освобождена от всех отслаивающихся частей, например: остатков опалубки, загрязнений, штукатурки, краски, стяжки и др.

5. При существенных неровностях испытываемой поверхности бетона ее надо подготовить, очистив ее шлифовальным камнем (см. рис. 4.9.16) или специальной шлифовальной машиной с электроприводом. Особенно тщательно необходимо очищать поверхности, которые при бетонировании были вверху.



Рис. 4.9.16 Предварительная очистка поверхности с использованием шлифовального камня

6. Гладкие и ровные поверхности обрабатывать шлифовальным камнем не нужно.

7. В случае если возраст бетонной конструкции составляет более чем 3 месяца и поверхность имеет сильно карбонатизированные слои, то перед проведением испытаний этот слой необходимо удалить с использованием шлифовальной машины.

8. Если поверхность бетона мокрая, то перед проведением испытания воду необходимо убрать с использованием ветоши.

9. Места испытаний необходимо пометить и зафиксировать в протоколе испытаний. Можно на поверхность мелом нанести сетку с расстоянием между линиями от 25 до 50 мм. Места пересечений линий можно для удобства использовать как места проведения испытания.

Проведение испытания

10. Боек молотка Шмидта путем нажатия на ровную поверхность необходимо выдвинуть до тех пор, пока не выскочит кнопка на приборе. Молоток подвести к испытываемой поверхности таким образом, чтобы его направление с основанием составляло прямой угол (см. рис. 4.9.17).

11. Держа двумя руками молоток Шмидта необходимо плавно надавливать по направлению к поверхности бетона до тех пор, пока не произойдет удар бойка по поверхности (см. рис. 4.9.18).

12. После удара необходимо нажать на кнопку на молотке и таким образом зафиксировать результаты показаний отскока на шкале прибора (в некоторых типах молотков Шмидта этого делать не нужно – см. раздел: общие положения, так как результаты распечатываются на бумаге или автоматически фиксируются в памяти прибора).

13. Необходимо осуществить последующие 8 ударов. Расстояние между местами удара должно быть не менее 25 мм друг от друга.



Рис 4.9.18 Положение молотка Шмидта в момент удара о поверхность

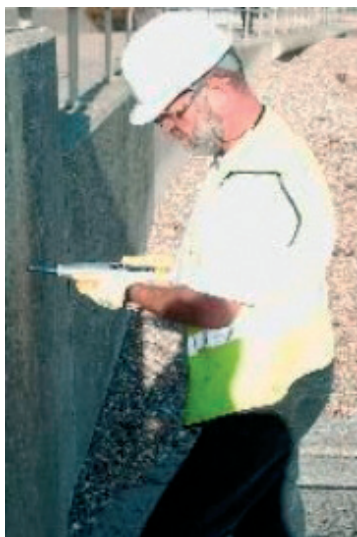


Рис. 4.9.17 Положение молотка и бойка перед испытанием

14. Провести испытания по всем запланированным участкам. Если в процессе испытания удар пришелся на пустоту или зерно заполнителя, тогда эти данные испытаний не учитываются и удар необходимо повторить в другом месте.

15. После завершения испытаний в зависимости от числа испытаний можно еще раз проверить молоток на накопальне.

5. Обработка результатов

Для получения окончательного результата необходимо вычислить среднее арифметическое из 9 испытаний.

При проведении испытаний не в горизонтальном положении необходимо использовать показатели корректировки.

Обработка результатов невозможна если показателей измерений на шкале прибора меньше чем 20. В этом случае рекомендуется использовать молоток Шмидта другого типа (см. раздел: общие положения).

Если при проведении испытаний результаты последующего испытания отличаются более чем на 20% (или более чем на 6 показателей шкалы прибора) от предыдущих, то эти показания не фиксируются и не учитываются при получении среднего значения 9 результатов испытаний.

Оценка прочности на сжатие строительных конструкций осуществляется на основе полученных данных по отскоку. Результаты измерений характеризуют прочность на

сжатие на момент проведения испытаний. Пересчет показаний отскока в прочность на сжатие в молотке Шмидта модели N осуществляется с использованием нанесенной на корпус таблицы с графиками. Представленные 3 графика характеризуют положение молотка в процессе испытания (см. рис. 4.9.4).

6. Пример расчета

С использованием молотка Шмидта произведены испытания бетонной стены в возрасте 70 дней в 9 местах. Положение молотка при испытаниях было горизонтально, поэтому не требуется производить корректировку результатов испытаний.

Получены следующие результаты испытаний:

32, 34, 30, 32, 30, 34, 36, 34, 32

Результаты испытаний по возрастанию показаний:

30, 30, 32, 32, 32, 34, 34, 36

Определяется среднее арифметическое. Это 32.

7. Распространенные ошибки и специальные рекомендации

- При проведении испытания положение молотка по отношению к поверхности не перпендикулярно, а под углом.
- При проведении испытания испытываемая поверхность эластична (т.е. пружинит).
- Испытания проводятся непосредственно над местами под которыми расположена арматура.
- Поверхность бетона, которая испытывается пропитана маслом.
- Абсолютно ровные поверхности или поверхности после шлифовки и заглаживания могут дать более высокие показатели отскока, чем поверхности с обычной шероховатостью, которая получается к примеру с использованием деревянной опалубки.
- Геометрически сложные поверхности бетона по возможности нужно проверять с нижней стороны.
- При испытании поверхностей бетона, которые имеют высокую степень карбонатизации можно получить более высокие показатели, чем они есть на самом деле.