

Молоток Шмидта Э-225

ПАСПОРТ



1. ПРИМЕНЕНИЕ

- 1.1. Молоток Шмидта Э-225 (далее по тексту – молоток) предназначен для измерения прочности на сжатие неразрушающим методом. Прочность бетона определяется по предварительно установленной градуировочной зависимости между прочностью бетонных образцов и значением отскока от поверхности бетона прижатого к ней ударника (косвенной характеристикой прочности) согласно ГОСТ 22690-2015, ГОСТ 18105-2010.
- 1.2. Молоток обладает стандартной энергией удара 225 кГм, что подходит для бетона с максимальным размером частиц <32 мм.
- 1.3. Область применения: проверка однородности, выявление областей с плохим качеством бетона, определение прочности на сжатие.

2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

- 2.1. Устройство представляет собой корпус в форме цилиндра, внутри которого размещается ударный механизм, состоящий из индикаторной шкалы со стрелкой и отталкивающей пружины. Типовое устройство молотка представлено на рисунке 1.





Рисунок 1. Типовое устройство молотка Шмидта Э-225



- 2.2. В корпусе (3) молотка, состоящем из цилиндрической и конической частей, смонтированы пружинный ударный механизм, содержащий съемный индентор (1), боек (14), установочную шайбу (8) с предохранителем (13), ударную пружину (16), пружину сжатия (13) и фиксирующую пружину (15), узел отсчета показаний молотка в виде ползунка с направляющим стержнем (4), который перемещается в пазе корпуса (3) вдоль шкалы (19) и служит для фиксации высоты отскока бойка.
- 2.3. Для фиксации положения установочной шайбы и одновременно ползунка после удара служит кнопка-стопор (6).
- 2.4. С внутренней стороны в заднюю крышку (11) ввинчен упорный болт с контргайкой (21), служащий для регулировки высоты удара бойка.
- 2.5. На передний торец конической части корпуса (3) навинчен колпачок (9), который при помощи съемного кольца (10) защемляет направляющую втулку (17), по которой проходит индентор (1), скользящий по направляющему штоку молотка (7). На втулке (17) имеется винтовая канавка с отверстиями для крепления и регулировки натяжения переднего конца ударной пружины (16), задний конец которой закреплен на шейке бойка (14).



- 2.6. На передний конец направляющего штока молотка (7) насажен индентор (1), а на задний – навинчена установочная шайба (8). На оси штифта (22), установленного в держателе, закреплен предохранитель (13), служащий для захвата бойка при взводе молотка-склерометра. Свободный конец предохранителя подпружинен.
- 2.7. Если кнопка-стопор (6) не будет нажата сразу после удара бойка, то после отвода корпуса (3) от контролируемой поверхности (3) установочная шайба (8) вернет ползунок (4) в исходное положение.
- 2.8. Для возврата молотка-склерометра в положение готовности к новому измерению (после удара), фиксации ползунка (4) кнопкой-стопором (6) для считывания показаний со шкалы Шмидта (19) необходимо слегка нажать на сферический конец индентора (1). При этом установочная шайба (8) сдвинется вверх, высвободится от стопора (6), и под действием пружины сжатия (12) направляющий шток молотка (7) и индентор (1) будут перемещаться до тех пор, пока предохранитель (13) не войдет снова в зацепление с бойком (14). При этом установочная шайба (8) возвращает ползунок в нулевое положение шкалы Шмидта (19).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные метрологические и технические характеристики приведены в таблице 1.



Таблица 1. Метрологические и технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон измерения прочности, МПа	10–60
Энергия удара, Дж	2207
Ход отбойного молотка, мм	75
Радиус индентора, мм	25
Габаритные размеры, длина (a) x ширина (b), мм	278 x 54
Масса, не более, кг	1
Минимальная толщина объекта контроля, мм	70
Показания на эталонной наковальне, Rm	80 ± 2
Погрешность измерения прочности, %	± 10
Твердость рабочей поверхности индентора, HRC, не менее	60
Рабочий диапазон температур, °C	от -20 до +55

Примечание: предприятие-производитель оставляет за собой право производить непринципиальные изменения, не ухудшающие технические характеристики изделия. Данные изменения могут быть не отражены в тексте настоящего паспорта.

4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

4.1 Типовой комплект поставки представлен в таблице 2.



Таблица 2. Комплектность

Наименование	Обозначение	Комплектность
Молоток Шмидта	Э-225	1 шт.
Шлифовальный камень для подготовки поверхности	—	1 шт.
Паспорт	—	1 экз.
Комплект ЗИП	—	1 компл.
Пластиковый упаковочный кейс	—	1 шт.

Примечание: предприятие-производитель оставляет за собой право производить не принципиальные изменения комплекта поставки. Данные изменения могут быть не отражены в тексте настоящего паспорта.

5. ПОРЯДОК РАБОТЫ

- 5.1. Перед началом работ с молотком необходимо провести осмотр прибора после транспортировки и убедиться в отсутствии повреждений. При необходимости провести проверку прибора на эталонной наковальне (не входит в комплект).
- 5.2. Для проведения проверки на эталонной наковальне ее размещают на ровной твердой поверхности, очищают контактные поверхности наковальни и индентора молотка, затем производят не менее 10 ударов молотком и сверяют полученный результат по калибровочному



значению, которое должно быть указано на эталонной наковальне.

- 5.3. Если значение R_m соответствует значению тестовой наковальни в пределах погрешности – прибор не требует калибровки, можно проводить измерения.
- 5.4. На бетоне испытания проводятся на участке размером не менее 100 см^2 изделия (конструкции) и при его толщине не менее 70 мм.
- 5.5. Шероховатость поверхности бетона на участке испытаний должна быть не более $R_a = 40 \text{ мкм}$, что соответствует шероховатости поверхности бетонных кубов, испытанных при калибровке прибора. При необходимости для зачистки необходимо использовать шлифовальный камень из комплекта поставки прибора с последующей очисткой поверхности от пыли.
- 5.6. Для проведения измерения необходимо выбирать контролируемые участки (поверхность) без попадания в арматуру, гранулы щебня, воздушные пузыри или крупные раковины.
- 5.7. Количество и расположение контролируемых участков при испытании конструкций должно соответствовать ГОСТ 22690-2015, ГОСТ 18105-2010 или указываться в стандартах и технических условиях на сборные конструкции или в рабочих чертежах на монолитные конструкции. При определении прочности бетона



обследуемых конструкций число и расположение участков должно приниматься по программе обследования, но не менее трех.

- 5.8. Граница участка испытания должна быть не ближе 50 мм от края конструкции. Расстояние между точками испытания (место нанесения удара) должно быть не менее 30 мм. Расстояние от мест проведения испытаний до арматуры должно быть не менее 50 мм.
- 5.9. При испытании контрольных кубов бетона они должны быть зажаты в прессе согласно ГОСТ 22690-2015.
- 5.10. Положение молотка относительно земли должно быть горизонтально-параллельным, как показано на рисунке 2. Именно в таком положении были определены градуировочные зависимости молотка, указанные в таблице на приборе, где этому положению (горизонталь) соответствует угол 0° .

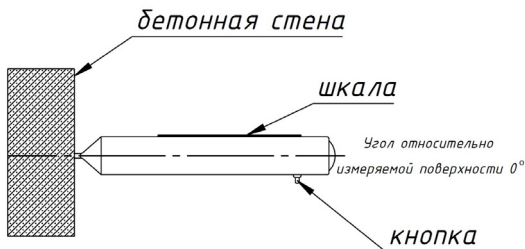


Рисунок 2. Расположение молотка при проведении измерений



- 5.11. Для проведения испытаний необходимо снять защитную ленту с кнопки-стопора, затем надавить на индентор, после чего он выскочит из молотка, а также выскочит кнопка-стопор.
- 5.12. Установить индентор молотка в выбранную точку контролируемой поверхности перпендикулярно к ней (как показано на рисунке 2), следя, чтобы не было отклонения от прямого угла.
- 5.13. Плавно прижимать молоток к контролируемой поверхности, пока не сработает механизм запуска ударного индентора.

Примечание: при срабатывании ударного механизма происходит сильный отскок. Важно всегда держать молоток обеими руками!

- 5.14. Нажать кнопку-стопор для закрепления индентора и фиксации ползунка на шкале.
- 5.15. Считать и записать значение отскока (R_m), обозначенное ползунком на шкале.
- 5.16. Используя таблицу, на приборе определить правильное значение R_m , исходя из положения молотка в момент измерения.
- 5.17. Для каждой контролируемой поверхности необходимо произвести не менее 10 измерений.
- 5.18. После выполнения последнего измерения обязательно необходимо закрепить индентор во втянутом в корпус



положении, нажав кнопку-стопор. Молоток хранится в таком состоянии до следующего применения.

5.19. За результат измерений принимают среднее значение отскока R_m по результатам десяти измерений, при этом следует отбросить крайне высокие и крайне низкие значения и провести новые измерения взамен отброшенных.

5.20. Среднее значение рассчитывается по формуле:

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10}, \quad (1)$$

где R_m – среднее значение отскока в каждой зоне с точностью (округлением) до 0,1;

R_i – значение отскока в каждой контрольной точке измерения.

5.21. Используя вычисленное среднее значение отскока R_m , по градуировочной таблице вычисляют среднее значение прочности на сжатие с поправкой на глубину карбонизации (см. Приложение).

Примечание: с увеличением возраста бетона и глубины проникновения в него соединений углерода (карбонизации) значительно возрастает величина отскока R_m – возможна переоценка прочности на сжатие до 50%. Точные значения прочности бетона можно получить, удалив твердый поверхностный слой, насыщенный углеродными



соединениями, с помощью шлифовальной машины на поверхности диаметром приблизительно 120 мм, а затем производя измерения на бетоне без воздействия карбонизации.

6. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

- 6.1. Перед началом работы с молотком необходимо ознакомиться с настоящим паспортом. Эксплуатация изделия должна проводиться лицами, ознакомленными с принципом работы и конструкцией изделия.
- 6.2. Правильное и эффективное использование прибора контроля требует обязательного наличия обученного оператора, а также соответствия технических характеристик прибора необходимым требованиям задачи контроля.
- 6.3. Введенный в эксплуатацию прибор рекомендуется подвергать периодическому осмотру с целью контроля работоспособности, соблюдения условий эксплуатации, отсутствия внешних повреждений составных частей.
- 6.4. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

7. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

- 7.1. При работе с молотком могут возникнуть неисправности, устранение которых возможно силами обслуживающего



персонала. Вероятная причина и способы устранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
При измерении ползунок шкалы остается на прежнем месте	Загрязнение направляющего стержня ползунка	Необходимо произвести техническое обслуживание (см. раздел 8)
	Ползунок сломан	Необходим ремонт в сервисном центре
Не происходит взвода или спуска бойка	Соскочила ударная или фиксирующая пружина	Необходимо произвести техническое обслуживание (см. раздел 8)
	Ударная пружина сломана	Необходим ремонт в сервисном центре
Молоток выдает заниженные показания на тестовой наковальне	Загрязнение боковой поверхности индентора	Необходимо произвести техническое обслуживание (см. раздел 8)
	Загрязнение ударного кончика индентора	Необходимо произвести техническое обслуживание (см. раздел 8)
	Повреждение и скол на ударном конце индентора	Необходим ремонт в сервисном центре
Индентор не выдвигается	Заедание механизма кнопки-стопора	Необходимо произвести техническое обслуживание (см. раздел 8)



8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

- 8.1. Техническое обслуживание и ремонт молотка должны проводиться не реже одного раза в квартал.
- 8.2. Чтобы не допускать поломки молотка, с ним следует обращаться осторожно, беречь от пыли, падения и загрязнения маслянистыми веществами. Запрещается погружать молоток в воду или промывать его под струей проточной воды. Применение для очистки абразивных веществ и растворителей не допускается.
- 8.3. Смазывать составные части молотка не допускается любой смазкой.
- 8.4. Для проведения очистки и проверки составных частей и узлов молотка необходимо провести демонтаж. Процедуры, выполняемые при разборке молотка:
- прижать молоток к поверхности, пока не сработает кнопка-стопор **(6)** запуска ударного механизма;
 - открутить колпачок **(9)** и снять разъемное кольцо **(10)**;
 - открутить заднюю крышку **(11)** и снять пружину сжатия **(12)**;
 - нажать на предохранитель **(13)**, потянуть весь узел в направлении вертикально вверх и вынуть его из корпуса **(3)**;
 - слегка ударить по индентору **(1)** массой бойка **(14)**, чтобы он **(1)** сработал и вышел из направляющего штока молотка **(7)**. Фиксирующая пружина **(15)** освобождается;



- стянуть боек (14) с направляющего штока молотка вместе с ударной пружиной (16) и направляющей втулкой (17);
- снять войлочное кольцо (18) с колпачка (9).

8.5. Для проведения процедуры очистки необходимо погрузить все детали, кроме корпуса (3), в керосин или спирт и очистить их с помощью щетки. Для тщательной очистки индентора внутри (1) и бойка (14) необходимо использовать круглую кисть с медной щетиной.

8.6. После стекания очищающей жидкости все детали необходимо насухо протереть чистой сухой безворсовой тканью. Чистой сухой безворсовой тканью очистить внутреннюю и внешнюю поверхность корпуса (3).

8.7. Для проведения процедуры проверки составных частей и узлов молотка необходимо проверить ползунок с направляющим стержнем (4) – в момент перемещения статическое усилие не должно превышать 0,5...0,8 Н. В случае если требуемое статическое усилие не достигается, необходимо тщательно очистить направляющий стержень. Далее следует проверить ударную пружину (16) – в растянутом состоянии она должна быть 75 ± 1 мм в длину.

8.8. По завершении технического обслуживания молоток необходимо собрать. Процедуры, выполняемые при сборке молотка:

- перед сборкой направляющего штока молотка (7) необходимо немного смазать его маслом низкой



вязкости (достаточно 1–2 капель; вязкость ISO 22, например, масло Shell Tellus Oil 22);

- надеть новое войлочное кольцо **(18)** на колпачок **(9)**;
- нанести небольшое количество смазки на колпачок винта для сцепления **(20)**;
- продеть направляющий шток молотка **(7)** через боек **(14)**;
- вставить фиксирующую пружину **(15)** в индентор **(1)**;
- вставить направляющий шток молотка **(7)** в индентор **(1)** и протолкнуть его внутрь до упора. До и во время монтажа этого узла в корпус **(3)** необходимо следить за тем, чтобы боек **(14)** не удерживался предохранителем **(13)**, для чего следует нажать на предохранитель **(13)**;
- установить узел в направлении вертикально вниз в корпус **(3)**;
- вставить пружину сжатия **(12)** и прикрутить заднюю крышку **(11)** к корпусу **(3)**;
- вставить разъемное кольцо **(10)** в выемку направляющей втулки **(17)** и прикрутить колпачок **(9)**;
- выполнить проверку технических характеристик.

8.9. Если после произведенного технического обслуживания молоток работает некорректно или не достигает указанных калибровочных значений на тестовой наковальне – устройство необходимо направить в сервисный центр.



9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

- 9.1. Условия хранения молотка – по группе 1, согласно требованиям ГОСТ 15150, при температуре окружающего воздуха от +5 °С до +40 °С и относительной влажности до 80% при температуре 25 °С.
- 9.2. При хранении и в перерывах между применением молоток должен храниться в предназначенном для этого кейсе. Во время хранения ударная пружина должна находиться не под нагрузкой. Для этого, прежде чем убрать молоток в упаковочный кейс, необходимо перевести индентор во втянутое положение и заблокировать его нажатием кнопки-стопора (6), как при проведении измерения. Дополнительно следует зафиксировать кнопку липкой лентой.
- 9.3. В месте хранения не должно быть паров агрессивных веществ (кислот, щелочей) и прямого солнечного излучения. Молоток не должен подвергаться резким ударам, падениям или сильным вибрациям.
- 9.4. Транспортирование молотков производится в соответствии с требованиями ГОСТ 13762-86 и может осуществляться любым видом транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с требованиями и правилами перевозки, действующими на данных видах транспорта.



- 9.5. Условия транспортирования молотков в части воздействия климатических факторов – 1 по ГОСТ 15150-69, в части воздействия механических факторов – легкие (Л) по ГОСТ 23170-78.

10. УТИЛИЗАЦИЯ

- 10.1. Изделие не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды по окончании срока службы.
- 10.2. Утилизация изделия может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов. Утилизация осуществляется отдельно по группам материалов.

11. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

- 11.1. ООО НТЦ «Эксперт» гарантирует безотказную работу изделия в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортировки и хранения.
- 11.2. Гарантийный срок обслуживания – 12 месяцев со дня продажи. Средняя наработка молотка на отказ – не менее 2000 часов наработки.



12. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Изделие Молоток Шмидта Э-225
(обозначение)

Заводской номер: _____

Дата выпуска «__» _____ 202__ г.

Упаковано согласно требованиям ГОСТ 13762-86.

Упаковку произвел:

Подпись лица, ответственного за упаковку _____ М.П.
(подпись)

Дата «__» _____ 202__ г.

Соответствует требованиям НД и признан годным к эксплуатации.

Приемку произвел:

Подпись лица, ответственного за приемку _____ Штамп ОТК
(подпись)

Дата «__» _____ 202__ г.





ПРИЛОЖЕНИЕ (обязательное)

Таблица для вычисления среднего значения прочности на сжатие

Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
20,0	10,3	10,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,2	10,5	10,3	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,4	10,7	10,5	10,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,6	11,0	10,8	10,4	10,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,8	11,2	11,0	10,6	10,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21,0	11,4	11,2	10,8	10,5	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
21,2	11,6	11,4	11,0	10,7	10,2	—	—	—	—	—	—	—	—	
21,4	11,8	11,6	11,2	10,9	10,4	10,0	—	—	—	—	—	—	—	
21,6	12,0	11,8	11,4	11,0	10,6	10,2	—	—	—	—	—	—	—	
21,8	12,3	12,1	11,7	11,3	10,8	10,5	10,1	—	—	—	—	—	—	
22,0	12,5	12,2	11,9	11,5	11,0	10,6	10,2	—	—	—	—	—	—	
22,2	12,7	12,4	12,1	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0	—	—	—	—	—	
22,4	13,0	12,7	12,4	12,0	11,4	11,0	10,7	10,3	10,0	—	—	—	—	
22,6	13,2	12,9	12,5	12,1	11,6	11,2	10,8	10,4	10,2	—	—	—	—	
22,8	13,4	13,1	12,7	12,3	11,8	11,4	11,0	10,6	10,3	—	—	—	—	
23,0	13,7	13,4	13,0	12,6	12,1	11,6	11,2	10,8	10,5	10,1	—	—	—	
23,2	13,9	13,6	13,2	12,8	12,2	11,8	11,4	11,0	10,7	10,3	10,0	—	—	
23,4	14,1	13,8	13,4	13,0	12,4	12,0	11,6	11,2	10,9	10,4	10,2	—	—	
23,6	14,4	14,1	13,7	13,2	12,7	12,2	11,8	11,4	11,1	10,7	10,4	10,1	—	
23,8	14,6	14,3	13,9	13,4	12,8	12,4	12,0	11,5	11,2	10,8	10,5	10,2	—	
24,0	14,9	14,6	14,2	13,7	13,1	12,7	12,2	11,8	11,5	11,0	10,7	10,4	10,1	
24,2	15,1	14,8	14,3	13,9	13,3	12,8	12,4	11,9	11,6	11,2	10,9	10,6	10,3	





Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
24,4	15,4	15,1	14,6	14,2	13,6	13,1	12,6	12,2	11,9	11,4	11,1	10,8	10,4	
24,6	15,6	15,3	14,8	14,4	13,7	13,3	12,8	12,3	12,0	11,5	11,2	10,9	10,6	
24,8	15,9	15,6	15,1	14,6	14,0	13,5	13,0	12,6	12,2	11,8	11,4	11,1	10,7	
25,0	16,2	15,9	15,4	14,9	14,3	13,8	13,3	12,8	12,5	12,0	11,7	11,3	10,9	
25,2	16,4	16,1	15,6	15,1	14,4	13,9	13,4	13,0	12,6	12,1	11,8	11,5	11,0	
25,4	16,7	16,4	15,9	15,4	14,7	14,2	13,7	13,2	12,9	12,4	12,0	11,7	11,2	
25,6	16,9	16,6	16,1	15,7	14,9	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	12,2	11,8	11,3	
25,8	17,2	16,9	16,3	15,8	15,1	14,6	14,1	13,6	13,2	12,7	12,4	12,0	11,5	
26,0	17,5	17,2	16,6	16,1	15,4	14,9	14,4	13,8	13,5	13,0	12,6	12,2	11,6	
26,2	17,8	17,4	16,9	16,4	15,7	15,1	14,6	14,0	13,7	13,2	12,8	12,4	11,8	
26,4	18,0	17,6	17,1	16,6	15,8	15,3	14,8	14,2	13,9	13,3	13,0	12,6	12,0	
26,6	18,3	17,9	17,4	16,8	16,1	15,6	15,0	14,4	14,1	13,5	13,2	12,8	12,1	
26,8	18,6	18,2	17,7	17,1	16,4	15,8	15,3	14,6	14,3	13,8	13,4	12,9	12,3	
27,0	18,9	18,5	18,0	17,4	16,6	16,1	15,5	14,8	14,6	14,0	13,6	13,1	12,4	
27,2	19,1	18,7	18,1	17,6	16,8	16,2	15,7	15,0	14,7	14,1	13,8	13,3	12,6	
27,4	19,4	19,0	18,4	17,8	17,0	16,4	15,9	15,2	14,9	14,3	14,0	13,4	12,7	
27,6	19,7	19,3	18,7	18,0	17,2	16,6	16,1	15,4	15,1	14,5	14,1	13,6	12,9	
27,8	20,0	19,6	19,0	18,2	17,4	16,8	16,3	15,6	15,3	14,7	14,2	13,7	13,0	
28,0	20,3	19,7	19,2	18,4	17,6	17,0	16,5	15,8	15,4	14,8	14,4	13,9	13,2	
28,2	20,6	20,0	19,5	18,6	17,8	17,2	16,7	16,0	15,6	15,0	14,6	14,0	13,3	
28,4	20,9	20,3	19,7	18,8	18,0	17,4	16,9	16,2	15,8	15,2	14,8	14,2	13,5	
28,6	21,2	20,6	20,0	19,1	18,2	17,6	17,1	16,4	16,0	15,4	15,0	14,3	13,6	
28,8	21,5	20,9	20,2	19,4	18,5	17,8	17,3	16,6	16,2	15,6	15,2	14,5	13,8	
29,0	21,8	21,1	20,5	19,6	18,7	18,1	17,5	16,8	16,4	15,8	15,4	14,6	13,9	
29,2	22,1	21,4	20,8	19,9	19,0	18,3	17,7	17,0	16,6	16,0	15,6	14,8	14,1	
29,4	22,4	21,7	21,1	20,2	19,3	18,6	17,9	17,2	16,8	16,2	15,8	15,0	14,2	
29,6	22,7	22,0	21,3	20,4	19,5	18,8	18,2	17,5	17,0	16,4	16,0	15,1	14,4	
29,8	23,0	22,3	21,6	20,7	19,8	19,1	18,4	17,7	17,2	16,6	16,2	15,3	14,5	





Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
30,0	23,3	22,6	21,9	21,0	20,0	19,3	18,6	17,9	17,4	16,8	16,4	15,4	14,7	
30,2	23,6	22,9	22,2	21,2	20,3	19,6	18,9	18,2	17,6	17,0	16,6	15,6	14,9	
30,4	23,9	23,2	22,5	21,5	20,6	19,8	19,1	18,4	17,8	17,2	16,8	15,8	15,1	
30,6	24,3	23,6	22,8	21,9	20,9	20,2	19,4	18,7	18,0	17,5	17,0	16,0	15,2	
30,8	24,6	23,9	23,1	22,1	21,2	20,4	19,7	18,9	18,2	17,7	17,2	16,2	15,4	
31,0	24,9	24,2	23,4	22,4	21,4	20,7	19,9	19,2	18,4	17,9	17,4	16,4	15,5	
31,2	25,2	24,4	23,7	22,7	21,7	20,9	20,2	19,4	18,6	18,1	17,6	16,6	15,7	
31,4	25,6	24,8	24,1	23,0	22,0	21,2	20,5	19,7	18,9	18,4	17,8	16,9	15,8	
31,6	25,9	25,1	24,3	23,3	22,3	21,5	20,7	19,9	19,2	18,6	18,0	17,1	16,0	
31,8	26,2	25,4	24,6	23,6	22,5	21,7	21,0	20,2	19,4	18,9	18,2	17,3	16,2	
32,0	26,5	25,7	24,9	23,9	22,8	22,0	21,2	20,4	19,6	19,1	18,4	17,5	16,4	
32,2	26,9	26,1	25,3	24,2	23,1	22,3	21,5	20,7	19,9	19,4	18,6	17,7	16,6	
32,4	27,2	26,4	25,6	24,5	23,4	22,6	21,8	20,9	20,1	19,6	18,8	17,9	16,8	
32,6	27,6	26,8	25,9	24,8	23,7	22,9	22,1	21,3	20,4	19,9	19,0	18,1	17,0	
32,8	27,9	27,1	26,2	25,1	24,0	23,2	22,3	21,5	20,6	20,1	19,2	18,3	17,2	
33,0	28,2	27,4	26,5	25,4	24,3	23,4	22,6	21,7	20,9	20,3	19,4	18,5	17,4	
33,2	28,6	27,7	26,8	25,7	24,6	23,7	22,9	22,0	21,2	20,5	19,6	18,7	17,6	
33,4	28,9	28,0	27,1	26,0	24,9	24,0	23,1	22,3	21,4	20,7	19,8	18,9	17,8	
33,6	29,3	28,4	27,4	26,4	25,2	24,2	23,3	22,6	21,7	20,9	20,0	19,1	18,0	
33,8	29,6	28,7	27,7	26,6	25,4	24,4	23,5	22,8	21,9	21,1	20,2	19,3	18,2	
34,0	30,0	29,1	28,0	26,8	25,6	24,6	23,7	23,0	22,1	21,3	20,4	19,5	18,3	
34,2	30,3	29,4	28,3	27,0	25,8	24,8	23,9	23,2	22,3	21,5	20,6	19,7	18,4	
34,4	30,7	29,8	28,6	27,2	26,0	25,0	24,1	23,4	22,5	21,7	20,8	19,8	18,6	
34,6	31,1	30,2	28,9	27,4	26,2	25,2	24,3	23,6	22,7	21,9	21,0	20,0	18,8	
34,8	31,4	30,5	29,2	27,6	26,4	25,4	24,5	23,8	22,9	22,1	21,2	20,2	19,0	
35,0	31,8	30,8	29,6	28,0	26,7	25,8	24,8	24,0	23,2	22,3	21,4	20,4	19,2	
35,2	32,1	31,1	29,9	28,2	27,0	26,0	25,0	24,2	23,4	22,5	21,6	20,6	19,4	
35,4	32,5	31,5	30,2	28,6	27,3	26,3	25,4	24,4	23,7	22,8	21,8	20,8	19,6	





Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
35,6	32,9	31,9	30,6	29,0	27,6	26,6	25,7	24,7	24,0	23,0	22,0	21,0	19,8	
35,8	33,3	32,3	31,0	29,3	28,0	27,0	26,0	25,0	24,3	23,3	22,2	21,2	20,0	
36,0	33,6	32,6	31,2	29,6	28,2	27,2	26,2	25,2	24,5	23,5	22,4	21,4	20,2	
36,2	34,0	33,0	31,6	29,9	28,6	27,5	26,5	25,5	24,8	23,8	22,6	21,6	20,4	
36,4	34,4	33,4	32,0	30,3	28,9	27,9	26,8	25,8	25,1	24,1	22,8	21,8	20,6	
36,6	34,8	33,8	32,4	30,6	29,2	28,2	27,1	26,1	25,4	24,4	23,0	22,0	20,9	
36,8	35,2	34,1	32,7	31,0	29,6	28,5	27,5	26,4	25,7	24,6	23,2	22,2	21,1	
37,0	35,5	34,4	33,0	31,2	29,8	28,8	27,7	26,6	25,9	24,8	23,4	22,4	21,3	
37,2	35,9	34,8	33,4	31,6	30,2	29,1	28,0	26,9	26,2	25,1	23,7	22,6	21,5	
37,4	36,3	35,2	33,8	31,9	30,5	29,4	28,3	27,2	26,5	25,4	24,0	22,9	21,8	
37,6	36,7	35,6	34,1	32,3	30,8	29,7	28,6	27,5	26,8	25,7	24,2	23,1	22,0	
37,8	37,1	36,0	34,5	32,6	31,2	30,0	28,9	27,8	27,1	26,0	24,5	23,4	22,3	
38,0	37,5	36,4	34,9	33,0	31,5	30,3	29,2	28,1	27,4	26,2	24,8	23,6	22,5	
38,2	37,9	36,8	35,2	33,4	31,8	30,6	29,5	28,4	27,7	26,5	25,0	23,9	22,7	
38,4	38,3	37,2	35,6	33,7	32,1	30,9	29,8	28,7	28,0	26,8	25,3	24,1	23,0	
38,6	38,7	37,5	36,0	34,1	32,4	31,2	30,1	29,0	28,3	27,0	25,5	24,4	23,2	
38,8	39,1	37,9	36,4	34,4	32,7	31,5	30,4	29,3	28,5	27,2	25,8	24,6	23,5	
39,0	39,5	38,2	36,7	34,7	33,0	31,8	30,6	29,6	28,8	27,4	26,0	24,8	23,7	
39,2	39,9	38,5	37,0	35,0	33,3	32,1	30,8	29,8	29,0	27,6	26,2	25,0	24,0	
39,4	40,3	38,8	37,3	35,3	33,6	32,4	31,0	30,0	29,2	27,8	26,4	25,2	24,2	
39,6	40,7	39,1	37,6	35,6	33,9	32,7	31,2	30,2	29,4	28,0	26,6	25,4	24,4	
39,8	41,2	39,6	38,0	35,9	34,2	33,0	31,4	30,5	29,7	28,2	26,8	25,6	24,7	
40,0	41,6	39,9	38,3	36,2	34,5	33,3	31,7	30,8	30,0	28,4	27,0	25,8	25,0	
40,2	42,0	40,3	38,6	36,5	34,8	33,6	32,0	31,1	30,2	28,6	27,3	26,0	25,2	
40,4	42,4	40,7	39,0	36,9	35,1	33,9	32,3	31,4	30,5	28,8	27,6	26,2	25,4	
40,6	42,8	41,1	39,4	37,2	35,4	34,2	32,6	31,7	30,8	29,1	27,8	26,5	25,7	
40,8	43,3	41,6	39,8	37,7	35,7	34,5	32,9	32,0	31,2	29,4	28,1	26,8	26,0	
41,0	43,7	42,0	40,2	38,0	36,0	34,8	33,2	32,3	31,5	29,7	28,4	27,1	26,2	





Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
41,2	44,1	42,3	40,6	38,4	36,3	35,1	33,5	32,6	31,8	30,0	28,7	27,3	26,5	
41,4	44,5	42,7	40,9	38,7	36,6	35,4	33,8	32,9	32,0	30,3	28,9	27,6	26,7	
41,6	45,0	43,2	41,4	39,2	36,9	35,7	34,2	33,3	32,4	30,6	29,2	27,9	27,0	
41,8	45,4	43,6	41,8	39,5	37,2	36,0	34,5	33,6	32,7	30,9	29,5	28,1	27,2	
42,0	45,9	44,1	42,2	39,9	37,6	36,3	34,9	34,0	33,0	31,2	29,8	28,5	27,5	
42,2	46,3	44,4	42,6	40,3	38,0	36,6	35,2	34,3	33,3	31,5	30,1	28,7	27,8	
42,4	46,7	44,8	43,0	40,6	38,3	36,9	35,5	34,6	33,6	31,8	30,4	29,0	28,0	
42,6	47,2	45,3	43,4	41,1	38,7	37,3	35,9	34,9	34,0	32,1	30,7	29,3	28,3	
42,8	47,6	45,7	43,8	41,4	39,0	37,6	36,2	35,2	34,3	32,4	30,9	29,5	28,6	
43,0	48,1	46,2	44,2	41,8	39,4	38,0	36,6	35,6	34,6	32,7	31,3	29,8	28,9	
43,2	48,5	46,6	44,6	42,2	39,8	38,3	36,9	35,9	34,9	33,0	31,5	30,1	29,1	
43,4	49,0	47,0	45,1	42,6	40,2	38,7	37,2	36,3	35,3	33,3	31,8	30,4	29,4	
43,6	49,4	47,4	45,4	43,0	40,5	39,0	37,5	36,6	35,6	33,6	32,1	30,6	29,6	
43,8	49,9	47,9	45,9	43,4	40,9	39,4	37,9	36,9	35,9	33,9	32,4	30,9	29,9	
44,0	50,4	48,4	46,4	43,8	41,3	39,8	38,3	37,3	36,3	34,3	32,8	31,2	30,2	
44,2	50,8	48,8	46,7	44,2	41,7	40,1	38,6	37,6	36,6	34,5	33,0	31,5	30,5	
44,4	51,3	49,2	47,2	44,6	42,1	40,5	39,0	38,0	36,9	34,9	33,3	31,8	30,8	
44,6	51,7	49,6	47,6	45,0	42,4	40,8	39,3	38,3	37,2	35,2	33,6	32,1	31,0	
44,8	52,2	50,1	48,0	45,4	42,8	41,2	39,7	38,6	37,6	35,5	33,9	32,4	31,3	
45,0	52,7	50,6	48,5	45,8	43,2	41,6	40,1	39,0	37,9	35,8	34,3	32,7	31,6	
45,2	53,2	51,1	48,9	46,3	43,6	42,0	40,4	39,4	38,3	36,2	34,6	33,0	31,9	
45,4	53,6	51,5	49,4	46,6	44,0	42,3	40,7	39,7	38,6	36,4	34,8	33,2	32,2	
45,6	54,1	51,9	49,8	47,1	44,4	42,7	41,1	40,0	39,0	36,8	35,2	33,5	32,5	
45,8	54,6	52,4	50,2	47,5	44,8	43,1	41,5	40,4	39,3	37,1	35,5	33,9	32,8	
46,0	55,0	52,8	50,6	47,9	45,2	43,5	41,9	40,8	39,7	37,5	35,8	34,2	33,1	
46,2	55,5	53,3	51,1	48,3	45,5	43,8	42,2	41,1	40,0	37,7	36,1	34,4	33,3	
46,4	56,0	53,8	51,5	48,7	45,9	44,2	42,6	41,4	40,3	38,1	36,4	34,7	33,6	
46,6	56,5	54,2	52,0	49,2	46,3	44,6	42,9	41,8	40,7	38,4	36,7	35,0	33,9	





Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
46,8	57,0	54,7	52,4	49,6	46,7	45,0	43,3	42,2	41,0	38,8	37,0	35,3	34,2	
47,0	57,5	55,2	52,9	50,0	47,2	45,2	43,7	42,6	41,4	39,1	37,4	35,6	34,5	
47,2	58,0	55,7	53,4	50,5	47,6	45,8	44,1	42,9	41,8	39,4	37,7	36,0	34,8	
47,4	58,5	56,2	53,8	50,9	48,0	46,2	44,5	43,3	42,1	39,8	38,0	36,3	35,1	
47,6	59,0	56,6	54,3	51,3	48,4	46,6	44,8	43,7	42,5	40,1	38,4	36,6	35,4	
47,8	59,5	57,1	54,7	51,8	48,8	47,0	45,2	44,0	42,8	40,5	38,7	36,9	35,7	
48,0	60,0	57,6	55,2	52,2	49,2	47,4	45,6	44,4	43,2	40,8	39,0	37,2	36,0	
48,2	—	58,0	55,7	52,6	49,6	47,8	46,0	44,8	43,6	41,1	39,3	37,5	36,3	
48,4	—	58,6	56,1	53,1	50,0	48,2	46,4	45,1	43,9	41,5	39,6	37,8	36,6	
48,6	—	59,0	56,6	53,5	50,4	48,6	46,7	45,5	44,3	41,8	40,0	38,1	36,9	
48,8	—	59,5	57,1	54,0	50,9	49,0	47,1	45,9	44,6	42,2	40,3	38,4	37,2	
49,0	—	60,0	57,5	54,4	51,3	49,4	47,5	46,2	45,0	42,5	40,6	38,8	37,5	
49,2	—	—	58	54,8	51,7	49,8	47,9	46,6	45,4	42,8	41,0	39,1	37,8	
49,4	—	—	58,5	55,3	52,1	50,2	48,3	47,1	45,8	43,2	41,3	39,4	38,2	
49,6	—	—	58,9	55,7	52,5	50,6	48,7	47,4	46,2	43,6	41,7	39,7	38,5	
49,8	—	—	59,4	56,2	53,0	51,0	49,1	47,8	46,5	43,9	42,0	40,1	38,8	
50,0	—	—	59,9	56,7	53,4	51,4	49,5	48,2	46,9	44,3	42,3	40,4	39,1	
50,2	—	—	—	57,1	53,8	51,9	49,9	48,5	47,2	44,6	42,6	40,7	39,4	
50,4	—	—	—	57,6	54,3	52,3	50,3	49,0	47,7	45,0	43,0	41,0	39,7	
50,6	—	—	—	58,0	54,7	52,7	50,7	49,4	48,0	45,4	43,4	41,4	40,0	
50,8	—	—	—	58,5	55,1	53,1	51,1	49,8	48,4	45,7	43,7	41,7	40,3	
51,0	—	—	—	59,0	55,6	53,5	51,5	50,1	48,8	46,1	44,1	42,0	40,7	
51,2	—	—	—	59,4	56,0	54,0	51,9	50,5	49,2	46,4	44,4	42,3	41,0	
51,4	—	—	—	59,9	56,4	54,4	52,3	50,9	49,6	46,8	44,7	42,7	41,3	
51,6	—	—	—	—	56,9	54,8	52,7	51,3	50,0	47,2	45,1	43,0	41,6	
51,8	—	—	—	—	57,3	55,2	53,1	51,7	50,3	47,5	45,4	43,3	41,8	
52,0	—	—	—	—	57,8	55,7	53,6	52,1	50,7	47,9	45,8	43,7	42,3	
52,2	—	—	—	—	58,2	56,1	54,0	52,5	51,1	48,3	46,2	44,0	42,6	



Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
52,4	—	—	—	—	58,7	56,5	54,4	53,0	51,5	48,7	46,5	44,4	43,0	
52,6	—	—	—	—	59,1	57,0	54,8	53,4	51,9	49,0	46,9	44,7	43,3	
52,8	—	—	—	—	59,6	57,4	55,2	53,8	52,3	49,4	47,3	45,1	43,6	
53,0	—	—	—	—	60,0	57,8	55,6	54,2	52,7	49,8	47,6	45,4	43,9	
53,2	—	—	—	—	—	58,3	56,1	54,6	53,1	50,2	48,0	45,8	44,3	
53,4	—	—	—	—	—	58,7	56,5	55,0	53,5	50,5	48,3	46,1	44,6	
53,6	—	—	—	—	—	59,2	56,9	55,4	53,9	50,9	48,7	46,4	44,9	
53,8	—	—	—	—	—	59,6	57,3	55,8	54,3	51,3	49,0	46,8	45,3	
54,0	—	—	—	—	—	—	57,8	56,3	54,7	51,7	49,4	47,1	45,6	
54,2	—	—	—	—	—	—	58,2	56,7	55,1	52,1	49,8	47,5	46,0	
54,4	—	—	—	—	—	—	58,6	57,1	55,6	52,5	50,2	47,9	46,3	
54,6	—	—	—	—	—	—	59,1	57,5	56,0	52,9	50,5	48,2	46,6	
54,8	—	—	—	—	—	—	59,5	57,9	56,4	53,2	50,9	48,5	47,0	
55,0	—	—	—	—	—	—	59,9	58,4	56,8	53,6	51,3	48,9	47,3	
55,2	—	—	—	—	—	—	—	58,8	57,2	54,0	51,6	49,3	47,7	
55,4	—	—	—	—	—	—	—	59,2	57,6	54,4	52,0	49,6	48,0	
55,6	—	—	—	—	—	—	—	59,7	58,0	54,8	52,4	50,0	48,4	
55,8	—	—	—	—	—	—	—	—	58,5	55,2	52,8	50,3	48,7	
56,0	—	—	—	—	—	—	—	—	58,9	55,6	53,2	50,7	49,1	
56,2	—	—	—	—	—	—	—	—	59,3	56,0	53,5	51,1	49,4	
56,4	—	—	—	—	—	—	—	—	59,7	56,4	53,9	51,4	49,8	
56,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56,8	54,3	51,8	50,1	
56,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,2	54,7	52,2	50,5	
57,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,6	55,1	52,5	50,8	
57,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,0	55,5	52,9	51,2	
57,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,4	55,9	53,3	51,6	
57,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,9	56,3	53,7	51,9	
57,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,3	56,7	54,0	52,3	



Rm	Прочность на сжатие, МПа													
	Глубина карбонизации, мм													
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	≥6,0	
58,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,7	57,0	54,4	52,7	
58,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,4	54,8	53,0	
58,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,8	55,2	53,4	
58,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,2	55,6	53,8	
58,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,6	55,9	54,1	
59,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,0	56,3	54,5	
59,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,4	56,7	54,9	
59,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,8	57,1	55,2	
59,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,5	55,6	
59,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,9	56,0	
60,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58,3	56,4	



