



## Руководство по эксплуатации Schmidt Hammer 225

### Внимание.

Пожалуйста, внимательно прочтите настоящее руководство по эксплуатации перед использованием прибора Schmidt Hammer 225.

Руководство по эксплуатации (далее по тексту - РЭ) включает в себя общие сведения, предназначенные для ознакомления обслуживающего персонала с работой и правилами эксплуатации - прибора Schmidt Hammer 225 (далее по тексту - прибор или молоток). Документ содержит технические характеристики, описание конструкции и принципа действия, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации изделия. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящим руководством, так как эксплуатация изделия должна проводиться лицами, ознакомленными с принципом работы и конструкцией изделия.

Правильное и эффективное использование прибора контроля требует обязательного наличия:

- обученного оператора;
- соответствия технических характеристик прибора необходимым требованиям задачи контроля.

Предприятие-производитель оставляет за собой право производить не принципиальные изменения, не ухудшающие технические характеристики изделия. Данные изменения могут быть не отражены в тексте настоящего документа.

Комплект поставки прибора включает эксплуатационную документацию в составе настоящего руководства по эксплуатации, краткого руководства пользователя, паспорта и сервисной книжки на прибор.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ПРИБОРА, А ТАКЖЕ ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

### 1.1 Назначение прибора

Молоток Шмидта является механическим устройством для быстрого неразрушающего контроля качества материалов, в основном бетона. Измерение прочности на сжатие происходит без разрушения материалов. 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.

Молоток позволяет также оценивать физико-механические свойства строительных материалов в образцах и изделиях (прочность, твердость, упругоэластические свойства), выявлять неоднородности, зоны плохого уплотнения и др. Молоток склерометр предназначен для использования исключительно на контролируемой поверхности и на тестовой наковальне.

Молотки Шмидта выпускаются с различными вариантами энергии удара для следующих применений:

- МШ-225 (стандартная энергия удара 225 кГм) для бетона с максимальным размером частиц <32 мм. Типичные области применения: проверка однородности, выявление областей с плохим качеством бетона и определение прочности на сжатие. Самая распространенная модель, используется более чем в 95% случаев.

Область применения - определение прочности материалов на предприятиях стройиндустрии и объектах строительства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений.

### 1.2 Технические характеристики прибора

Молоток Шмидта представляет собой корпус в форме цилиндра, внутри которого размещается ударный механизм, состоящий из индикаторной шкалы со стрелкой и отталкивающей пружины.

Прибор позволяет проводить измерение прочности материалов в соответствии с ГОСТ 22690-88, ГОСТ 53231-2008, ASTM C 805, ASTM D 5873 (для горных пород), DIN 1048, ч. 2, ENV 206, EN 12 504-2, ISO/DIS 8045.

Технические характеристики	
Диапазон измерения прочности, МПа	10-60
Энергия удара, Дж	2207
Минимальная толщина объекта контроля, мм	от 70 и более
Показания на эталонной наковальне, Rm	80 ±2
Погрешность измерения прочности, %	10
Твердость рабочей поверхности индентора, HRC, не менее	60
Шероховатость поверхности объекта контроля, Ra мкм, не более	40
Радиус индентора, мм	25
Рабочий диапазон температур, °С	-20... +55
Масса, не более, кг	1

### 1.3 Стандартный комплект поставки

- Молоток Schmidt Hammer 225- 1 шт.
- Шлифовальный камень для подготовки поверхности — 1 шт.
- Упаковочная тара - 1 шт.
- Руководство по эксплуатации РЭ - 1 шт.

Дополнительная комплектация (под заказ):

- Эталонная металлическая наковальня (HRC58~62) — 1 шт.

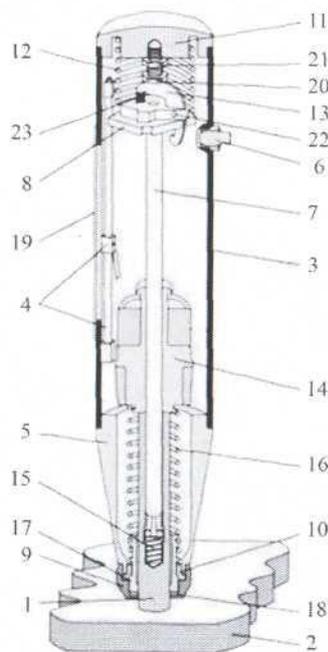
\*По желанию заказчика комплект поставки может быть расширен дополнительным оборудованием или деталями. Точная информация о комплекте поставки указана в паспорте прибора.

### 1.4 Состав прибора

На рис. 1.1 представлен молоток Schmidt Hammer 225 в разрезе с обозначенными составными частями.

- 1 - ударный плунжер или индентор.
- 2 — бетонная поверхность, над которой проводят контроль прочности.
- 3 - корпусная часть.
- 4 — ползунок, оснащённый направляющими стержнями.
- 5 — конус корпусной части.
- 6 — кнопка-стопор.
- 7 — шток бойка, обеспечивающий направление работы инструмента.
- 8 - шайба для установки бойка.
- 9 — колпачок.
- 10 - кольцо для разъёма.
- 11 - задняя крышка инструмента.
- 12 - сжимающая пружина.
- 13 — предохраняющая часть конструкции.
- 14 - боек, имеющий определённую массу.
- 15 - пружина для фиксации.
- 16 — ударяющая пружина.
- 17 — втулка, направляющая работу молотка.
- 18 - войлочное кольцо.
- 19 - дисплейное окно, показывающее шкалу Шмидта.
- 20 - винт для сцепления.
- 21 - контрольная гайка.
- 22 - штифт.
- 23 - предохраняющая пружина.

Рисунок 1.1- Молоток Schmidt Hammer 225 в разрезе



## 1.6 Устройство и работа

В корпусе (3) молотка, состоящем из цилиндрической и конической частей, смонтированы пружинный ударный механизм, содержащий съемный индентор (1), боёк (14), установочную шайбу (8) с предохранителем (13), ударную пружину (16), пружину сжатия (13) и фиксирующую пружину (15), узел отсчёта показаний молотка в виде ползунок с направляющим стержнем (4), который перемещается в пазах корпуса (3) вдоль шкалы (19) и служит для фиксации высоты отскока бойка.

Для фиксации положения установочной шайбы и одновременно ползунок после удара служит кнопка-стопор (6).

С внутренней стороны в заднюю крышку (11) ввинчен упорный болт с контргайкой (21), служащий для регулировки высоты удара бойка.

На передний торец конической части корпуса (3) навинчен колпачок (9), который при помощи разъёмного кольца (10) защемляет направляющую втулку (17), по которой проходит индентор (1), скользящий по направляющему штоку молота (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).

На передний конец направляющего штока молота (7) насажен индентор (1), а на задний — навинчена установочная шайба (8). На оси штифта (22), установленного в держателе, закреплён предохранитель (13), служащий для захвата бойка при взводе молотка-склерометра. Свободный конец предохранителя подпружинен.

Если кнопка-стопор (6) не будет нажата сразу после удара бойка, то после отвода корпуса (3) от контролируемой поверхности (3) установочная шайба (8) вернёт ползунок (4) в исходное положение.

Для возврата молотка-склерометра в положение готовности к новому измерению (после удара, фиксации ползунок (4) кнопкой-стопором (6) для считывания показаний со шкалы (19) необходимо слегка нажать на сферический конец индентора (ударного плунжера) (1). При этом установочная шайба (8) сдвинется вверх, высвободится от стопора (6), и под действием пружины сжатия (12) направляющий шток молота (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 (19).

Принцип измерения молотка :

Молоток измеряет значение отскока  $R_m$  (от англ. Rebound value). Существует определённое соотношение между указанным значением и прочностью бетона. При определении значения отскока  $R$  всегда необходимо учитывать следующие факторы:

- Направление удара: горизонтально, вертикально вверх или вниз;
- Возраст бетона;
- Размер и форма эталонного образца (куб, цилиндр).

## 1.7 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Работоспособность молотка оценивается путем проведения испытания на эталонной наковальне, для этого необходимо:

1. Поместить тестовую наковальню на ровную твердую.
2. Очистите контактные поверхности наковальни и плунжера.
3. Произвести примерно 10 ударов молотком и проверить полученный результат по калибровочному значению, указанному на тестовой наковальне.
4. Если значение  $R_m$  соответствует значению тестовой наковальни в пределах погрешности технических характеристик молотка - прибор не требует калибровки.

В случае обнаружения неисправностей их устранение должно производиться на предприятии-изготовителе.

## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация прибора должна производиться в рамках его технических характеристик. К работе с прибором допускается обслуживающий персонал, ознакомленный с эксплуатационной документацией на этот прибор.

### 2.2 Подготовка к испытанию 2.2.1 Подготовка прибора

Провести осмотр прибора после транспортировки и убедиться в отсутствии повреждений. При необходимости провести проверку прибора на эталонной наковальне.

### 2.2.2 Подготовка бетонного образца контроля

Испытания проводятся на участке размером не менее 100 см<sup>2</sup> изделия (конструкции) и при его толщине согласно технических характеристикам молотка (табл. 1.1).

Шероховатость поверхности бетона на участке испытаний должна быть не более  $R_a=40$  мкм, что соответствует шероховатости поверхности бетонных кубов, испытанных при калибровке прибора. При необходимости для зачистки использовать шлифовальный камень из комплектации прибора с последующей очисткой поверхности от пыли.

Для проведения измерения необходимо выбирать контролируемые участки (поверхность) без попадания в арматуру, гранулы щебня, воздушные пузыри или крупные раковины.

Количество и расположение контролируемых участков при испытании конструкций должно соответствовать ГОСТ 53231, ГОСТ 18105 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 трёх.

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.

При испытании контрольных кубов бетона они должны быть зажаты в прессе согласно ГОСТ 22690.

### 2.2.3 Подготовка кирпичей к контролю

Для испытания необходимо выбрать 10 кирпичей, которые должны быть целые и без дефектов. Перед проведением испытания необходимо вытереть кирпичи от пыли и песка, а также при необходимости просушить.

Необходимо симитировать реальную конструкцию здания, образовав кирпичную колонну и с помощью рычага (пресса) задав усилие на нее. Кирпичная колонна должна быть построена так, чтобы был свободный доступ к трем сторонам кирпича. Усилие пресса должна составлять  $500 \pm 50$  Н.

### 2.2.4 Подготовка к измерению прочности раствора в кирпичной кладке

Для проведения испытания необходимо выбрать один или несколько тестовых участков. Для стены площадью 15 — 20 мм<sup>2</sup> достаточно одного тестового участка стены 0,2 — 0,3 мм<sup>2</sup>, а для стен большей площади необходимо больше тестовых зон.

В каждой тестовой зоне проводится измерение минимум в 10 контрольных точках, рекомендуется делать в 12. Контрольные точки должны быть расположены на расстоянии не менее 20 мм друг от друга, а также должны не попадать на участки с дефектами (воздушные полости, отверстия). Перед проведением испытания контрольные точки необходимо очистить от грязи и пыли, а при необходимости обработать шлифовальным камнем.

## 2.2.5 Условия проведения испытания

Измерения должны проводиться при условии отсутствия воздействия вибрации и ударов на молоток и контролируемую поверхность. Малые и тонкостенные изделия необходимо надёжно закрепить для исключения возможности смещения от удара в момент измерения.

## 2.3 Использование прибора

### 2.3.1 Измерение прочности бетона молотком модели Schmidt Hammer 225

С увеличением возраста бетона и глубины проникновения в него соединений углерода (карбонизация) значительно возрастает величина отскока  $R$  — возможна переоценка прочности на сжатие до 50%. Точные значения прочности бетона можно получить, удалив твёрдый поверхностный слой, насыщенный углеродными соединениями, с помощью шлиф, машины на поверхности площадью приблизительно 0120 мм, а затем произведя измерения на бетоне без воздействия карбонизации.

При измерении вертикальных поверхностей (напр, стен) положение молотка относительно земли должно быть горизонтально-параллельным (рис. 2.1). Именно в таком положении были определены градуировочные зависимости молотка, указанные в таблице на приборе, где этому положению (горизонталь) соответствует угол  $\alpha=0^\circ$  (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 - Положения прибора во время проведения испытания

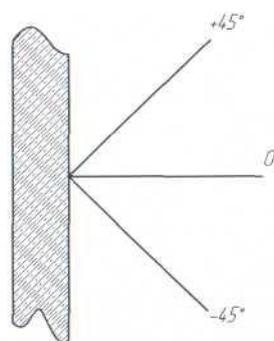


Рисунок 2.2 - Определение положения прибора

Для проведения испытания необходимо:

1. Открутить защитный колпачок с кнопки-стопора.
2. Надавить на плунжер (индентор), после чего он выскочит из молотка, а также выскочит кнопка-стопор.
3. Установить индентор молотка в выбранную точку контролируемой поверхности перпендикулярно к ней, следя, чтобы отклонение от прямого угла не превышало 4 мм на высоту 100 мм.
4. Плавно прижимать молоток к контролируемой поверхности (плунжер будет заходить внутрь корпуса молотка), пока не сработает механизм запуска ударного плунжера.

/ \* \ **Внимание!**

При срабатывании ударного плунжера происходит сильный отскок. По этой причине всегда держите молоток для контроля бетона обеими руками!

5. Нажать кнопку-стопор для закрепления плунжера и фиксации ползунка на шкале.
  6. Считать и записать значение отскока  $R_m$ , обозначенное ползунком на шкале.
  7. Используя таблицу на приборе определить правильное значение  $R_m$ , исходя из положения молотка в момент измерения.
- Для каждой контролируемой поверхности необходимо совершить не менее 10 ударов молотком.

После последнего удара обязательно необходимо закрепить плунжер во втянутом в корпус положении, нажав кнопку-стопор, а также необходимо накрутить защитный колпачок на кнопку-стопор. Хранить молоток в таком состоянии до следующего применения.

## 2.4 Обработка результатов

### 2.4.1 Обработка результатов измерения прочности бетона

1. Возьмите среднюю величину от 10-16 значений отскока  $R_m$ , полученных в результате произведённых измерений.

*Примечание: При расчёте средней величины не используйте чрезмерно высокие и чрезмерно низкие значения: удалите из расчёта 3 максимальных и 3 минимальных значения.*

1. Используя среднее значение отскока  $R_m$  по градуировочной таблице (см. приложения 1) вычислите среднее значение прочности на сжатие.

*Примечание: При вычислении вводите поправку на положение молотка при измерении, а также на глубину карбонизации!*

Значение средней прочности на сжатие может иметь разброс (от  $\pm 4,5$  МПа до  $\pm 8$  МПа).

### 2.4.2 Обработка результатов измерения прочности кирпича

Необходимо посчитать среднее арифметическое значение для каждого кирпича, а потом на основании полученных результатов посчитать среднее арифметическое значение для всех испытуемых кирпичей. Среднее арифметическое для всех кирпичей и является результатом испытания. Полученное значение  $R_m$  можно перевести в прочность на сжатие в МПа (см. приложение 2).

Определить марку кирпича можно с помощью табл. 2.1 и табл. 2.2.

Таблица 2.1 - Определения марки кирпича

Марка кирпича по ГОСТ 530-2007 и ГОСТ 7484-78	Среднее значение отскока $R_m$ для кладки из 10 кирпичей, не менее	Минимальное значение отскока $R_m$ для отдельного образца кирпича, не менее
200	40,0	36,0
150	35,0	31,5
100	29,5	26,5
75	26,0	23,0

Таблица 2.2 — Определения марки необожжённого кирпича (сырец)

Марка кирпича по ГОСТ 530-2007 и ГОСТ 7484-78	Среднее значение отскока Rm для кладки из 10 кирпичей, не менее	Минимальное значение отскока Rm для отдельного образца кирпича, не менее
200	46,5	42,5
150	41,5	38,5
100	35,5	33,0
75	32,0	30

#### 2.4.3 Обработка результатов измерения прочности раствора в кирпичной кладке

После проведения испытания нужно найти максимальное и минимальное полученное значение и отбросить их, а по оставшимся рассчитать среднее арифметическое значение, которое и является прочностью раствора на сжатие в кирпичной кладке.

Воспользовавшись таблицей (см. приложение 3) можно получить прочность раствора на сжатие в МПа.

### 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

#### 3.1 Меры безопасности

Введенный в эксплуатацию прибор рекомендуется подвергать периодическому осмотру с целью контроля:

- работоспособности;
- соблюдения условий эксплуатации;
- отсутствия внешних повреждений составных частей прибора.

К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

#### 3.2 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание прибора производится в течение всего срока эксплуатации и подразделяется на:

- профилактическое;
- плановое.

Профилактическое обслуживание производится не реже одного раза в три месяца и включает внешний осмотр.

Плановое обслуживание производится предприятием изготовителем не реже одного раза год и является обязательным требованием для сохранения гарантии от производителя.

#### 3.3 Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие прибора требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, и эксплуатации, и своевременном прохождении технического обслуживания на фирме изготовителя не реже одного раза в год.

##### 3.3.1 Базовая гарантия

На приобретенный прибор распространяется базовая гарантия сроком на 12 месяцев с даты отправки прибора.

Если какая-либо деталь прибора выйдет из строя по причине дефекта материала или изготовления, она будет бесплатно отремонтирована или заменена любым авторизованным дилером, не зависимо от того, перешло ли право собственности на прибор к другому лицу в течении гарантийного срока.

##### 3.3.2 Гарантия на отремонтированные или замененные детали

На все фирменные части, установленные в процессе гарантийного ремонта, распространяется гарантия (до конца срока действия гарантии). Запасные части, замененные в процессе гарантийного обслуживания по гарантии, не возвращаются владельцу прибора.

### 4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Прибор по виду исполнения и с учетом условий эксплуатации относится к изделиям, ремонт которых производится на специальных предприятиях либо на предприятии-изготовителе.

Для постановки прибора на гарантийное обслуживание в сервисном центре (СЦ) необходимо представить правильно заполненный паспорт на прибор, а также сервисную книжку. СЦ делает отметку в сервисной книжке о постановке прибора на гарантийное обслуживание и направляет ксерокопию на предприятие-изготовитель.

Отправка прибора для проведения гарантийного (послегарантийного) ремонта либо проверки должна производиться с паспортом прибора. В сопроводительных документах необходимо указывать почтовые реквизиты, телефон и факс отправителя, а также способ и адрес обратной доставки.

Гарантийный ремонт производится при наличии заполненной сервисной книжки.

### 5 ХРАНЕНИЕ

Условия хранения прибора по группе 1 согласно требованиям по ГОСТ 15150 при температуре окружающего воздуха от +5 °С до +40 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С.

При кратковременном хранении и в перерывах между применением прибор должен храниться в предназначенном для этого чехле и транспортировочной сумке. В месте хранения не должно быть паров агрессивных веществ (кислот, щелочей) и прямого солнечного излучения. Прибор не должен подвергаться резким ударам, падениям или сильным вибрациям.

Приборы должны укладываться на стеллажи или в штабели в транспортной упаковке.

Упакованные приборы могут транспортироваться любым видом транспорта при соблюдении следующих условий:

- транспортировка осуществляется в заводской таре;
- отсутствует прямое воздействие влаги;
- температура не выходит за пределы от -50 °С до +50 °С;
- влажность не превышает 95 % при температуре до 35 °С;
- вибрация в диапазоне от 10 до 500 Гц с амплитудой до 0,35 мм и ускорением до 49 м/с<sup>2</sup>;
- удары со значением пикового ускорения до 98 м/с<sup>2</sup>;
- уложенные в транспорте приборы закреплены во избежание падения и соударений.

### 6 УТИЛИЗАЦИЯ

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. В этой связи утилизация изделия может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов. Утилизация осуществляется отдельно по группам материалов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Таблица для вычисления среднего значения прочности на сжатие для Schmidt Hammer 225

Rm	Прочность на сжатие, МПа												
	Глубина карбонизации, мм												
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	>6.0
20	10.3	10.1											
20.2	10.5	10.3	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.4	10.7	10.5	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.6	11.8	10.8	10.4	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.8	11.2	11	10.6	10.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	11.4	11.2	10.8	10.5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
21.2	11.6	11.4	11	10.7	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—
21.4	11.8	11.6	11.2	10.9	10.4	10	—	—	—	—	—	—	—
21.6	12	11.8	11.4	11	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—	—
21.8	12.3	12.1	11.7	11.3	10.8	10.5	10.1	—	—	—	—	—	—
22	12.5	12.2	11.9	11.5	11	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—
22.2	12.7	12.4	12.1	11.7	11.2	10.8	10.4	10	—	—	—	—	—
22.4	13	12.7	12.4	12	11.4	11	10.7	10.3	10	—	—	—	—
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	10.6	10.3	—	—	—	—
23	13.7	13.4	13	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	10.7	10.3	10	—	—
23.4	14.1	13.8	13.4	13	12.4	12	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	11.5	11.2	10.8	10.5	10.2	—
24	14.9	14.6	14.2	13.7	13.1	12.7	12.2	11.8	11.5	И	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
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	11.5	11.2	10.9	10.6
24.8	15.9	15.6	15.1	14.6	14	13.5	13	12.6	12.2	11.8	11.4	11.1	10.7
25	16.2	15.9	15.4	14.9	14.3	13.8	13.3	12.8	12.5	12	11.7	11.3	10.9
25.2	16.4	16.1	15.6	15.1	14.4	13.9	13.4	13	12.6	12.1	11.8	11.5	11
25.4	16.7	16.4	15.9	15.4	14.7	14.2	13.7	13.2	12.9	12.4	12	11.7	11.2
25.6	16.9	16.6	16.1	15.6	14.9	14.4	13.9	13.4	13	12.5	12.2	11.8	11.3
25.8	17	16.7	16.2	15.7	15.1	14.6	14.1	13.6	13.1	12.6	12.3	12	11.5

	2	9	3	5. 8	1	6	1	6	2	7	4		
26	17. 5	17. 2	16. 6	16. 1	15. 4	14. 9	14. 4	13. 8	13. 5	13	12. 6	12. 2	11.6
26.2	17. 8	17. 4	16. 9	16. 4	15. 7	15. 1	14. 6	14	13. 7	13. 2	12. 8	12. 4	11.8
26.4	18	17. 6	17. 1	16. 6	15. 8	15. 3	14. 8	14. 2	13. 9	13. 3	13	12. 6	12
26.6	18. 3	17. 9	17. 4	16. 8	16. 1	15. 6	15	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	18. 9	18. 5	18	17. 4	16. 6	16. 1	15. 5	14. 8	14. 6	14	13. 6	13. 1	12.4
27.2	19. 1	18. 7	18. 1	17. 6	16. 8	16. 2	15. 7	15	14. 7	14. 1	13. 8	13. 3	12.6
27.4	19. 4	19	18. 4	17. 8	17	16. 4	15. 9	15. 2	14. 9	14. 3	14	13. 4	12.7
27.6	19. 7	19. 3	18. 7	18	17. 2	16. 6	16. 1	15. 4	15. 1	14. 5	14. 1	13. 6	12.9
27.8	20	19. 6	19	18. 2	17. 4	16. 8	16. 3	15. 6	15. 3	14. 7	14. 2	13. 7	13
28	20. 3	19. 7	19. 2	18. 4	17. 6	17	16. 5	15. 8	15. 4	14. 8	14. 4	13. 9	13.2
28.2	20. 6	20	19. 5	18. 6	17. 8	17. 2	16. 7	16	15. 6	15	14. 6	14	13.3
28.4	20. 9	20. 3	19. 7	18. 8	18	17. 4	16. 9	16. 2	15. 8	15. 2	14. 8	14. 2	13.5
28.6	21. 2	20. 6	20	19. 1	18. 2	17. 6	17. 1	16. 4	16	15. 4	15	14. 3	13.6

Rm	Прочность на сжатие, МПа												
	Глубина карбонизации, мм												
	0	0.5	1	1,5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	>6. 0
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	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	18. 3	17. 7	17	16. 6	16	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	14. 2
29. 6	22. 7	22	21. 3	20. 4	19. 5	18. 8	18. 2	17. 5	17	16. 4	16	15. 1	14. 4
29. 8	23	22. 3	21. 6	20. 7	19. 8	19. 1	18. 4	17. 7	17. 2	16. 6	16. 2	15. 3	14. 5
30	23. 3	22. 6	21. 9	21	20	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	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	17. 5	17	16	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	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	22	21. 2	20. 5	19. 7	18. 4	18. 8	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	17. 1	16

31.8	26.2	25.4	24.6	23.6	22.5	21.7	21	20.2	19.4	18.9	18.2	17.3	16.2
32	26.5	25.7	24.9	23.9	22.8	22	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	18.1	17
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22.3	21.5	20.6	20.1	19.2	18.3	17.2
33	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	21.2	20.5	19.6	18.7	17.6
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	23.1	22.2	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	22.4	21.6	20.9	20	19.1	18
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	23.5	22.6	21.8	21.1	20.2	19.3	18.2
34	30.1	29.2	28	26.8	25.6	24.6	23.7	23	22.1	21.3	20.4	19.5	18.3
34.2	30.4	29.5	28.3	27	25.8	24.8	23.9	23	22.2	21.4	20.5	19.6	18.4
34.4	30.7	29.8	28.6	27.2	26	25	24.1	23.2	22.3	21.5	20.6	19.7	18.6
34.6	31.1	30.2	28.9	27.4	26.2	25.2	24.3	23.4	22.5	21.7	21	20	18.8
34.8	31.4	30.5	29.2	27.6	26.4	25.4	24.5	23.6	22.7	21.9	21.1	20.2	19
35	31.8	30.8	29.6	28	26.7	25.7	24.8	24	23.1	22.3	21.4	20.5	19.2
35.2	32.1	31.1	29.9	28.2	27	26	25	24.2	23.3	22.4	21.5	20.6	19.4
35.4	32.5	31.5	30.2	28.6	27.3	26.3	25.4	24.5	23.6	22.7	21.8	20.8	19.6
35.6	32.9	31.9	30.6	29	27.6	26.6	25.7	24.8	24	23	22	21	19.8
35.8	33.3	32.3	31	29.3	28	27	26	25	24.1	23.2	22.3	21.4	20
36	33.6	32.6	31.2	29.6	28.2	27.2	26.2	25.2	24.3	23.4	22.5	21.6	20.2
36.2	34	33	31.6	29.9	28.6	27.5	26.5	25.5	24.6	23.7	22.8	21.8	20.4
36.4	34.4	33.4	32	30.3	28.9	27.9	26.8	25.8	24.9	24	23	22	20.6
36.6	34.8	33.8	32.4	30.6	29.2	28.2	27.1	26.1	25.2	24.3	23.4	22.4	20.9
36.8	35.2	34.2	32.7	31	29.6	28.5	27.4	26.4	25.4	24.5	23.6	22.6	21.1
37	35.5	34.4	33	31.2	29.8	28.8	27.7	26.6	25.6	24.7	23.8	22.8	21.3
37.2	35.9	34.8	33.4	31.6	30.2	29.1	28	26.9	25.9	25	24	23	21.5
37.4	36.3	35.2	33.7	31.9	30.5	29.4	28.3	27.2	26.2	25.3	24.4	23.4	21.8
37.6	36.7	35.6	34.1	32.3	30.8	29.7	28.6	27.5	26.5	25.6	24.7	23.7	22
37.8	37.1	36	34.5	32.6	31.2	30	28.9	27.8	26.7	25.8	24.9	23.9	22.3
38	37.5	36.4	34.9	33	31.5	30.3	29.2	28.1	27	26	24.8	23.6	22.5
38.2	37.9	36.8	35.3	33.4	31.9	30.6	29.5	28.4	27.3	26.4	25	23.8	22.7

Rm Прочность на сжатие, МПа

	Глубина карбонизации, мм												
	0	0,5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	>6.0
38.4	38.3	37.2	35.6	33.7	32.1	30.9	29.8	28.7	28	26.8	25.3	24.1	23
38.6	38.7	37.5	36	34.1	32.4	31.2	30.1	29	28.3	27	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	39.5	38.2	36.7	34.7	33	31.8	30.6	29.6	28.8	27.4	26	24.8	23.7
39.2	39.9	38.5	37	35	33.3	32.1	30.8	29.8	29	27.6	26.2	25	24
39.4	40.3	38.8	37.3	35.3	33.6	32.4	31	30	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	26.6	25.4	24.4
39.8	41.2	39.6	38	35.9	34.2	33	31.4	30.5	29.7	28.2	26.8	25.6	24.7
40	41.6	39.9	38.3	36.2	34.5	33.3	31.7	30.8	30	28.4	27	25.8	25
40.2	42.3	40.6	38.9	36.8	35.1	33.8	32	31.1	30.2	28.6	27.3	26	25.2
40.4	42.4	40.7	39	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	39.7	37.5	35.7	34.5	32.9	32	31.2	29.4	28.1	26.8	26
41	43.7	42.2	40.2	38	36	34.8	33.2	32.3	31.5	29.7	28.4	27.1	26.2
41.2	44.1	42.3	40.6	38.4	36.3	35.1	33.5	32.6	31.8	30	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	30.3	28.9	27.6	26.7
41.6	45.2	43.4	41.2	39.2	36.9	35.7	34.2	33.3	32.4	30.6	29.2	27.9	27
41.8	45.4	43.6	41.5	39.5	37.2	36	34.5	33.6	32.7	30.9	29.5	28.1	27.2
42	45.9	44.1	42.2	39.9	37.6	36.3	34.9	34	33	31.2	29.8	28.5	27.5
42.2	46.3	44.4	42.6	40.3	38	36.6	35.2	34.3	33.3	31.5	30.1	28.7	27.8
42.4	46.7	44.8	43	40.6	38.3	36.9	35.6	34.6	33.6	31.8	30.4	29	28
42.6	47.2	45.3	43.4	41.1	38.7	37.3	35.9	34.9	34	32.1	30.7	29.3	28.3
42.8	47.6	45.7	43.8	41.4	39	37.6	36.2	35.2	34.3	32.4	30.9	29.5	28.6
43	48.1	46.2	44.2	41.8	39.4	38	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	31.5	30.1	29.1
43.4	49.1	47.1	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	40.5	39	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	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	46.8	44.2	41.7	40.1	38.6	37.6	36.6	34.6	33	31.5	30.5
44.4	51.3	49.3	47.3	44.6	42.1	40.5	39	38	36.9	34.9	33.3	31.8	30.8
44.6	51.7	49.7	47.7	45	42.4	40.8	39.3	38.3	37.2	35.2	33.6	32.1	31
44.8	52.2	50.2	48	45.4	42.8	41.2	39.7	38.6	37.6	35.6	33.9	32.4	31.3

45	52.7	50.6	48.5	45.8	43.2	41.6	40.1	39	37.9	35.8	34.3	32.7	31.6
45.2	53.2	51.1	48.9	46.3	43.6	42	40.4	39.4	38.3	36.2	34.6	33	31.9
45.4	53.6	51.5	49.4	46.6	44	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	39	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	55	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	37.7	36.1	34.4	33.3
46.4	56	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	49.2	46.3	44.6	42.9	41.8	40.7	38.4	36.7	35	33.9
46.8	57	54.7	52.4	49.6	46.7	45	43.3	42.2	41	38.8	37	35.3	34.2
47	57.5	55.2	52.9	50	47.2	45.2	43.7	42.6	41.4	39.1	37.4	35.6	34.5
47.2	58	55.7	53.4	50.5	47.6	45.8	44.1	42.9	41.8	39.4	37.7	36	34.8
47.4	58.5	56.2	53.8	50.9	48	46.2	44.5	43.3	42.1	39.8	38	36.3	35.1
47.6	59	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	45.2	44	42.8	40.5	38.7	36.9	35.7

Rm	Прочность на сжатие, МПа												
	Глубина карбонизации, мм												
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	>6.0
48	60	57.6	55.2	52.2	49.2	47.4	45.6	44.4	43.2	40.8	39	37.2	36
48.2	—	58.7	55.6	52.6	49.6	47.8	46	44.8	43.6	41.1	39.3	37.5	36.3
48.4	—	58.6	56.1	53.1	50	48.2	46.4	45.1	43.9	41.5	39.6	37.8	36.6
48.6	—	59	56.6	53.5	50.4	48.6	46.7	45.5	44.3	41.8	40	38.1	36.9
48.8	—	59.5	57.1	54	50.9	49	47.1	45.9	44.6	42.2	40.3	38.4	37.2
49	—	60	57.5	54.4	51.3	49.4	47.5	46.2	45	42.5	40.6	38.8	37.5
49.2	—	—	58.8	54.7	51.7	49.8	47.9	46.6	45.4	42.8	41	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	51	49.1	47.8	46.5	43.9	42	40.1	38.8
50	—	—	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	47.7	45	43	41	39.7
50.6	—	—	—	58.7	54.7	52.7	50.7	49.4	48	45.4	43.4	41.4	40
50.8	—	—	—	58.5	55.1	53.1	51.1	49.8	48.4	45.7	43.7	41.7	40.3
51	—	—	—	59.6	55.5	53.5	51.5	50.1	48.8	46.1	44.1	42	40.7

51.2	-	-	-	59.4	56	54	51.9	50.5	49.2	46.4	44.4	42.3	41
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	47.2	45.1	43	41.6
51.8	-	-	-	-	57.3	55.2	53.1	51.7	50.3	47.5	45.4	43.3	41.8
52	-	-	-	-	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	52.5	51.1	48.3	46.2	44	42.6
52.4	-	-	-	-	Г58/Г	56.5	54.4	53	51.5	48.7	46.5	44.4	43
52.6	-	-	-	-	59.1	57	54.8	53.4	51.9	49	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	-	-	-	-	60	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	45.8	44.3
53.4	-	-	-	-	-	58.7	56.5	55	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	46.8	45.3
54	-	-	-	-	-	-	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
54.4	-	-	-	-	-	-	58.6	57.1	55.6	52.5	50.2	47.9	46.3
54.6	-	-	-	-	-	-	59.1	57.5	56	52.9	50.5	48.2	46.6
54.8	-	-	-	-	-	-	59.5	57.9	56.4	53.2	50.9	48.5	47
55	-	-	-	-	-	-	59.9	58.4	56.8	53.6	51.3	48.9	47.3
55.2	-	-	-	-	-	-	-	58.8	57.2	54	51.6	49.3	47.7
55.4	-	-	-	-	-	-	-	59.2	57.6	54.4	52	49.6	48
55.6	-	-	-	-	-	-	-	59.7	58	54.8	52.4	50	48.4
55.8	-	-	-	-	-	-	-	-	58.5	55.2	52.8	50.3	48.7
56	-	-	-	-	-	-	-	-	58.9	55.6	53.2	50.7	49.1
56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	59.3	56	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.6	55.1	52.5	50.8
57.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	55.5	52.9	51.2
57.4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	58.4	55.9	53.3	51.6
Rm	Прочность на сжатие, МПа												
	Глубина карбонизации, мм												

	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	>6.0
57.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	56.3	53.7	51.9
57.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	56.7	54	52.3
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	57	54.4	52.7
58.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.4	54.8	53
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59	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
60												58,3	56,4