

БЕТОНДУН БЕКЕМДҮҮЛҮГҮН «КАШКАРОВ» БАЛКАСЫ ЖАНА «ОРГТЕХСТРОЙ» ТРЕСТИНИН АСПАБЫНЫН ЖАРДАМЫ МЕНЕН ТАЛКАЛООСУЗ АНЫКТОО МЕТОДУНУН МАСЕЛЕСИ

Т.М.Касымов⁽¹⁾, Г.В.Косивцов⁽²⁾

⁽¹⁾ т.и.к., Эларалык инновациялык технологиялар университети, muitpro@mail.ru

⁽²⁾ т.и.к., КР Мамкурулушуна караштуу Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту

Аннотация. Бетондун бекемдүүлүгүн эталондук темир таякчасынын диаметри 10 мм жана 12 мм болгон «Кашкаров» балкасы жана эталондук темир таякчасынын диаметри 12 мм болгон «Оргтехстрой» трестинин аспабынын жардамы менен талкалоосуз аныктоо методу каралды.

«Мүнөздүү өзгөчөлүгү - бетондун бекемдүүлүгү» градуировкасынын эксперименталдык аныктоосу келтирилди. «Кашкаров» балкасы жана «Оргтехстрой» трестинин аспабынын жардамы менен бетондун бекемдүүлүгүн сыноо жүргүзүү жана даярдоо эрежелеринин иш ыкмалары баяндалды.

Курулуш конструкциясындагы бетондун бекембүүлүгүн 8 МПа – 45 МПа чейин болжолдуу баа берүү тарирлөө маалыматтары келтирилди.

Негизги сөздөр: бетон, бетондун бекемдүүлүгү, бекемдүүлүктүн талкалоосуз контролдоосу, сыноо ыкмалары, бетон үлгүлөрү.

К ВОПРОСУ О НЕРАЗРУШАЮЩЕМ МЕТОДЕ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ПОМОЩИ МОЛОТКА «КАШКАРОВА» И УСТРОЙСТВА ТРЕСТА «ОРГТЕХСТРОЙ»

Т.М.Касымов⁽¹⁾, Г.В.Косивцов⁽²⁾

⁽¹⁾ к.т.н., Международный университет инновационных технологий, muitpro@mail.ru

⁽²⁾ к.т.н., Государственный институт по сейсмостойкому строительству и инженерному проектированию Госстроя КР

Аннотация. В работе рассматриваются методы определения прочности бетона при помощи молотка «Кашкарова» с диаметром эталонного стрежня 10 мм и 12 мм, и устройства треста «Оргтехстрой» с диаметром эталонного стрежня 12 мм.

Приведены методики экспериментального установления градуировочной зависимости «косвенная характеристика - прочность бетона». Описаны, правила подготовки и проведения испытаний прочности бетона с помощью молотка «Кашкарова» и устройства треста «Оргтехстрой».

Приведены тарировочные таблицы градуировочных зависимостей для ориентировочной оценки прочности бетона в конструкциях от 8 МПа до 45 МПа.

Ключевые слова: бетон, прочность бетона, неразрушающий контроль прочности, методы испытаний, образцы бетона.

TO THE ISSUE OF NON-DESTRUCTIVE METHOD OF CONCRETE STRENGTH CONTROL WITH THE HELP «KASHKAROV» HAMMER AND THE DEVICE OF THE TRUST «ORGTEKHSTROI»

T.M.Kasymov, G.V.Kosivtsov

⁽¹⁾ candidate of technical sciences, International University of Innovation Technologies, muitpro@mail.ru

⁽²⁾ candidate of technical sciences, State Institute for Earthquake-Resistant Construction and Engineering Design of Gosstroy The Kyrgyz Republic

Summary. The work considers methods of determining the strength of concrete using the hammer «Kashkarov» and the device of the trust «Orgtekhstroj» with the diameter of the reference boom 10 mm and 12 mm.

In this article are given the methods of experimental establishment of calibration relationship «indirect characteristic-strength of concrete», rules of preparation and carrying out tests of strength of concrete with the help «Kashkarov» hammer and device of trust «Orgtekhstroj».

Calibration tables of calibration relationship for approximate estimation of concrete strength in structures from 8 MPa to 45 MPa are given.

Ключевые слова: *concrete, concrete strength, non-destructive control, test methods, the concrete samples.*

Введение. В Кыргызской Республике в настоящее время широко используются механические неразрушающие методы контроля прочности бетона в железобетонных конструкциях, в частности метод пластического отпечатка с использованием молотка «Кашкарова» и устройства (молотка) треста «Оргтехстрой» (далее – молоток ОТС).

К основным достоинствам неразрушающих методов контроля прочности бетона относят следующие факторы:

- возможность определения прочности бетона любой конструкции или участка конструкции;
- возможность неоднократного повторения испытания без разрушения конструкций.

Неразрушающие методы контроля прочности бетона начали применять еще в 30-е годы прошлого столетия. Однако, широкое их использование началось главным образом при массовом производстве железобетонных конструкций заводской готовности. Неразрушающие методы первоначально применяли лишь при инспекционном контроле прочности бетона конструкций зданий и сооружений. В дальнейшем они нашли широкое применение при приемочном контроле для определения передаточной и отпускной прочности бетона на заводах железобетонных изделий, для определения прочности бетона монолитных конструкций, а также при инспекционном контроле эксплуатируемых конструкций [1, 2].

Неразрушающий метод контроля прочности бетона является незаменимым при выявлении ряда нарушений технологического процесса производства железобетонных конструкций, которые не могут быть обнаружены по результатам «кубикового» контроля, при определении нарастания прочности бетона конструкций во времени, и особенно при обследовании конструкций зданий и сооружений существующей застройки при реконструкции.

В настоящее время накоплен значительный опыт в области изучения и использования неразрушающего контроля прочности бетона конструкций заводского

изготовления. Во многих странах разработаны стандарты на такие методы испытаний [3-5].

Из практики известно, что приборы неразрушающего контроля могут дать прогнозную сравнительную оценку, и их показания сильно колеблется в зависимости от качества поверхности бетона. Как известно, основным показателем прочности бетона является их «кубиковая» прочность, а приборы неразрушающего контроля выдают не прочность бетона, а некую условную величину. Для того, чтобы перейти от этой условной величины к прочности бетона (кубиковой) необходимо построить градуировочную зависимость между прочностью бетона и косвенной характеристикой прочности (в виде графика, таблицы или формулы) [6].

В связи с этим нами проведены испытания образцов-кубиков с размерами 10x10x10 см. На подготовленных образцов-кубиков после 28 сут. твердения по ГОСТ 18105-2018 [7] проводили сперва с неразрушающим методом, а потом испытывали на испытательном гидравлическом прессе и строили градуировочную зависимость какой прочности соответствует эта условная величина.

Для того чтобы перейти от полученной в результате испытаний прочности бетона к классу бетона по прочности на сжатие, проводили статистическую обработку результатов и вычислили коэффициент вариации. Имея среднюю прочность бетона и коэффициент вариации можно определить класс бетона.

Работа выполнена в лаборатории Государственного института по сейсмостойкому строительству и инженерного проектирования Государственного агентства по архитектуре и строительству при Правительстве Кыргызской Республики. Все приборы и оборудования, используемые при испытании, были аттестованы Национальным институтом стандартизации и метрологии Кыргызской Республики.

На базе проведенных экспериментальных исследований построены градуировочные зависимости «косвенная характеристика - прочность бетона» и разработана тарировочная таблица градуировочных зависимостей для определения прочности бетона, железобетонных изделий и конструкций при помощи молотка Кашкарова и молотка ОТС. Общий вид молотков, используемых при построении тарировочных графиков показана на рис.1.

Как указано выше, прочность бетона определяется по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетонных образцов по ГОСТ 10180-2012 [8] и косвенным характеристикам прочности. Косвенными характеристиками прочности являются соотношения диаметров отпечатков на бетоне d_6 и эталона d_3 .



а) б) в)

Рис.1. Молотки, применяемые при построении тарировочных графиков:

- а) – молоток Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=10$ мм;
- б) – молоток Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм;
- в) – молоток ОТС с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм.

Согласно ГОСТ 22690-2015 [9] градуировочную зависимость устанавливают на образцах, изготовленных из бетона, который имеет одинаковый состав, условия уплотнения и твердения натуральных конструкций.

Тарировочные таблицы градуировочной зависимости для бетонов естественного твердения молотком Кашкарова с диаметром эталонного стержня $d=10$ мм и $d=12$ мм, молотком ОТС с диаметром эталонного стержня $d=12$ мм приведены в табл.1–3. Графики от экспоненциальных функций $y=1613.9e^{0,96x}$, $y=1601e^{-1,23x}$ и $y=1083e^{-0,83x}$ (тарировочные испытания) показаны на рис. 2, 4 и 6. Тарировочные графики оценки прочности бетона приведены на рис. 3, 5 и 7. Тарировочные данные градуировочной зависимости для бетонов естественного твердения приведены в табл. 1–3.

Оборудования и приспособления. Для проведения работ по определению прочности бетона кроме молотков приведенных на рис. 1 использованы следующие оборудования и приспособления: линейка длиной 250 мм с ценной деления 1 мм; штангенциркуль типа ШЦ-125 хромированный; весы лабораторные по ГОСТ 24104-2001 [10]; пресс типа П-125 №7907 изготовлен ЗИМ г.Армавир.

Технические данные использованных молотков неразрушающего метода контроля:

Эталонный молоток Кашкарова соответствует ГОСТ 22690.2-77 [11], состоит из корпуса с металлической рукояткой, на которую насажена резиновая ручка, стакана с отверстиями для шарика и эталонного стержня, головки с внутренним упором, пружины для прижатия шарика к эталонному стержню и к упору головки, шарика диаметром 15 мм от шарикоподшипника, сменяемого стального эталонного стержня.

Молоток ОТС относится к приборам механического действия, отвечает требованиям ГОСТ 22690-2015 и предназначен для определения прочности бетона. Молоток ОТС состоит из корпуса, глухой крышки, ударника, эталонного стержня (сменного), шарика 15,88 мм, центрирующей шайбы, шарика 28,17 мм и обоймы.

Прочность бетона с помощью молотка ОТС определялся по методике аналогичной с молотком «Кашкарова» [12] т.е. по косвенной характеристике, отношение диаметров отпечатков, полученных на бетоне и эталоном стержне. В сравнении с молотком Кашкарова, молоток ОТС имеет ряд преимуществ, обеспечиваемых принятой в его конструкции двухшариковой системой. К ним относится увеличение достоверности результатов на марках бетонов 100-300 и возможность испытания низкопрочных растворов и бетонов на пористых заполнителях.

Подготовка к испытаниям. Перед изготовлением бетонных образцов произведен расчет бетонных смесей по стандартной методике принятой в области бетона и железобетона. Изготовлены группы бетонных образцов низких, средних и высоких марок. Бетонная смесь перемешивалась при температуре $+20$ °С. Бетон уплотнялся на виброплощадке с вертикально направленными колебаниями. Коэффициент уплотнения бетона – 0,98.

Для изготовления образцов-кубов были использованы металлические формы, соответствующие требованиям ГОСТ 22685-89 [13]. Перед использованием металлических форм их внутренняя поверхность была покрыта тонким слоем смазки, не оставляющей пятен на поверхности образцов и не влияющая на свойства поверхностного слоя бетона.

После распалубки образцы были помещены в камеру, обеспечивающую у поверхности образцов нормальные условия твердения (температура $+20$ °С, относительная влажность воздуха 95 %). Образцы укладывались на подкладку так, чтобы расстояние между образцами, а также между образцами и стенками камеры было не менее 2 см. В камере образцы находились в течение 28 сут.

Образцы перед испытаниями находились в течение 5-6 дней в лабораторных условиях при температуре от 18 до 25 °С и относительной влажности воздуха менее 60 %, чтобы поверхности образцов перед испытанием были подсохшими. Во время проведения испытаний образцы-кубы были сухими. Влажность поверхности кубов не превышала 3 %.

Перед испытанием образцы подвергались визуальному осмотру, устанавливалась наличие дефектов и повреждений. Образцы, имеющие трещины, сколы ребер, отклонения от линейных размеров, а также следы расслоения и недоуплотнения бетонной смеси были отбракованы.

Линейные размеры образцов измеряли с погрешностью не более 1 %. Перед испытанием образцы взвешивали с целью определения их средней плотности по ГОСТ 12730.1-78 [14].

Испытание образцов-кубов проводили на аттестованном прессе. Прочность бетона в кгс/см² вычисляли с точностью до 1 кгс/см² по формуле:

$$R = \alpha \frac{F}{A},$$

где, F - разрушающая нагрузка, кгс; A - площадь поперечного сечения образца, см²; α - масштабный коэффициент для приведения прочности бетона в образцах базового размера и формы (табл.5, п.6.2, ГОСТ 10180-90).

Косвенные характеристики прочности бетона в серии испытаний определялись как среднеарифметическое значение. По ГОСТ 22690-88 для испытаний методом отскока принимаются образцы размерами 10x10x10 см. При установлении градуировочной зависимости и оценки их погрешности руководствовались методикой приведенной в ГОСТ 22690-2015. Пример результата испытаний образцов-кубов молотком ОТС приведен в табл.4

Порядок проведения работы. Проверка достоверности градуировочной зависимости для определения прочности бетона молотками Кашкарова и ОТС выполнялись по следующей последовательности:

1. Все образцы-кубы каждой партии подвергались испытаниям указанными молотками по пяти боковым плоскостям кубов, граничащим с металлической опалубкой. Удар производился на выровненной испытываемой поверхности. Проводили серию ударов (не менее 5) на одном образце. Измеренные диаметры отпечатков на бетоне d_6 и эталоне d_3 записывались в журнале испытаний и по ним вычислялись косвенные характеристики d_6 и H . Все результаты испытаний фиксировались в журнале испытаний и заносились в базу данных компьютерной обработки.

2. Образцы кубы, испытанные молотками Кашкарова и ОТС (неповрежденные, т.е. без трещин, без скола боковых поверхностей, раковин и т.д.) испытывались на прессе.

3. Для достоверности получаемых значений прочности неразрушающими методами перед испытаниями снимали поверхностный слой бетона металлическими щетками.

4. Вычислялись среднее для партий значения пределы прочности на сжатие бетона, полученные путем испытания кубов в прессе, а среднее значения косвенных характеристик фиксировались в журнале и в компьютере.

5. По средним значениям косвенных характеристик и значениям прочности при сжатии бетонных образцов-кубов ($R_{сж}$) по специальным математическим программам заносились в результаты испытаний и строились тарировочные кривые по экспоненциальному, логарифмическому и степенному закону (рис. 2, 4, 6). При этом, по горизонтальной оси откладывались косвенные характеристики (H , d_6). Общий

характер проведения тарировочных испытаний приведен на рис. 3, 5, 7. Обработка результатов испытаний приведены в табл. 1–3.

Вывод. На основе проведенных лабораторных работ определены тарировочные данные (табл.1–3), которые можно использовать для ориентировочной оценки прочности бетона в конструкциях от 8 МПа до 45 МПа. Выявлены расхождения тарировочных данных. Для каждого молотка приведенного на рис.1 соответствует своя тарировочная таблица (градуировочная зависимость).

1. Для ориентировочной оценки прочности бетона в конструкциях при использовании молотка Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=10$ мм (рис.1, а) можно воспользоваться табл.1.

2. Для ориентировочной оценки прочности бетона в конструкциях при использовании молотка Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм (рис.1, б) можно воспользоваться табл.2.

3. Для ориентировочной оценки прочности бетона в конструкциях при использовании молотка ОТС с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм (рис.1, в) можно воспользоваться табл.3.

Как правило, приборы неразрушающего контроля (молоток Кашкарова и ОТС) используется для определения прочности только поверхностного слоя. А как известно, поверхностный слой характеризуется по составу меньшим количеством крупного заполнителя и большим количеством цементного раствора. Поэтому, поверхностный слой бетонных конструкций обычно обладает меньшими прочностными характеристиками, чем основной массив конструкции. Кроме этого, на прочностные свойства поверхностного слоя бетона влияет также условия твердения. В связи с этим, для достоверного получения значений прочности бетона в конструкциях при помощи молотка Кашкарова и ОТС (пластической деформации) важнейшим условием является снятие поверхностного (мягкого) слоя бетона металлической щеткой перед испытанием.

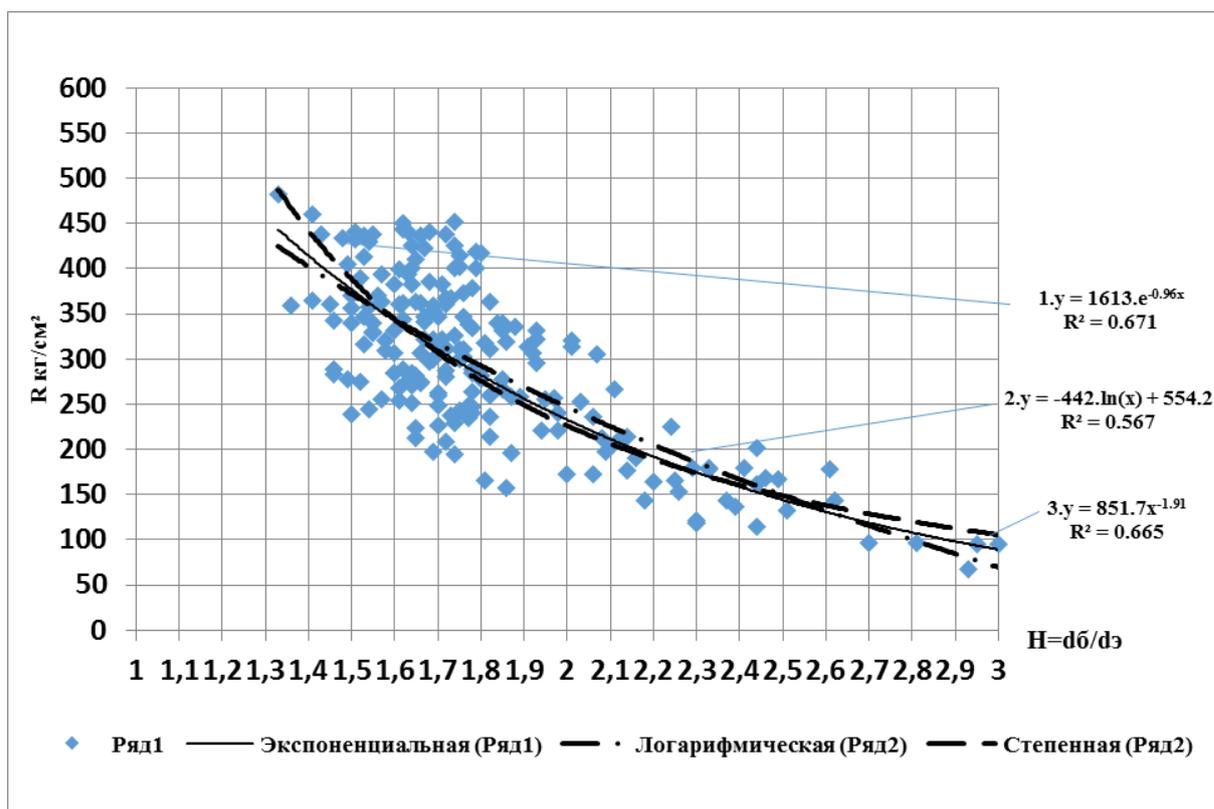


Рис 2. Тарировочные испытания молотка Кашкарова ($d=10$ мм),
(Обобщенный результат)



Рис.3. Тарировочный график оценки прочности бетона молотком Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=10$ мм

Таблица 1. Тарировочные данные для бетонов естественного твердения молотком Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=10$ мм (Экспоненциальная функция)

$H=dб/dэ$	R кг/см ²						
1,31	459	1,74	303	2,17	200	2,6	132
1,32	454	1,75	300	2,18	198	2,61	131
1,33	448	1,76	297	2,19	197	2,62	130
1,34	445	1,77	294	2,20	195	2,63	129
1,35	441	1,78	292	2,21	193	2,64	127
1,36	437	1,79	289	2,22	191	2,65	126
1,37	433	1,80	286	2,23	189	2,66	125
1,38	429	1,81	283	2,24	187	2,67	124
1,39	425	1,82	281	2,25	186	2,68	123
1,40	421	1,83	278	2,26	184	2,69	121
1,41	417	1,84	275	2,27	182	2,70	120
1,42	413	1,85	273	2,28	180	2,71	119

1,43	409	1,86	270	2,29	179	2,72	118
1,44	405	1,87	267	2,30	177	2,73	117
1,45	401	1,88	265	2,31	175	2,74	116
1,46	397	1,89	262	2,32	173	2,75	115
1,47	393	1,90	260	2,33	172	2,76	114
1,48	389	1,91	257	2,34	170	2,77	112
1,49	385	1,92	255	2,35	168	2,78	111
1,50	382	1,93	252	2,36	167	2,79	110
1,51	378	1,94	250	2,37	165	2,80	109
1,52	374	1,95	248	2,38	164	2,81	108
1,53	371	1,96	245	2,39	162	2,82	107
1,54	367	1,97	243	2,40	161	2,83	106
1,55	364	1,98	241	2,41	159	2,84	105
1,56	360	1,99	238	2,42	158	2,85	104
1,57	357	2,00	236	2,43	156	2,86	103
1,58	353	2,01	234	2,44	155	2,87	102
1,59	350	2,02	231	2,45	153	2,88	101
1,60	347	2,03	229	2,46	152	2,89	100
1,61	343	2,04	227	2,47	150	2,90	99
1,62	340	2,05	225	2,48	149	2,91	98
1,63	337	2,06	223	2,49	147	2,92	97
1,64	334	2,07	221	2,50	146	2,93	96
1,65	330	2,08	218	2,51	144	2,94	95
1,66	327	2,09	216	2,52	143	2,95	94
1,67	324	2,10	214	2,53	142	2,96	94
1,68	321	2,11	212	2,54	140	2,97	93
1,69	318	2,12	210	2,55	139	2,98	92
1,70	315	2,13	208	2,56	138	2,99	91
1,71	312	2,14	206	2,57	136	3,00	90
1,72	309	2,15	204	2,58	135		
1,73	306	2,16	202	2,59	134		

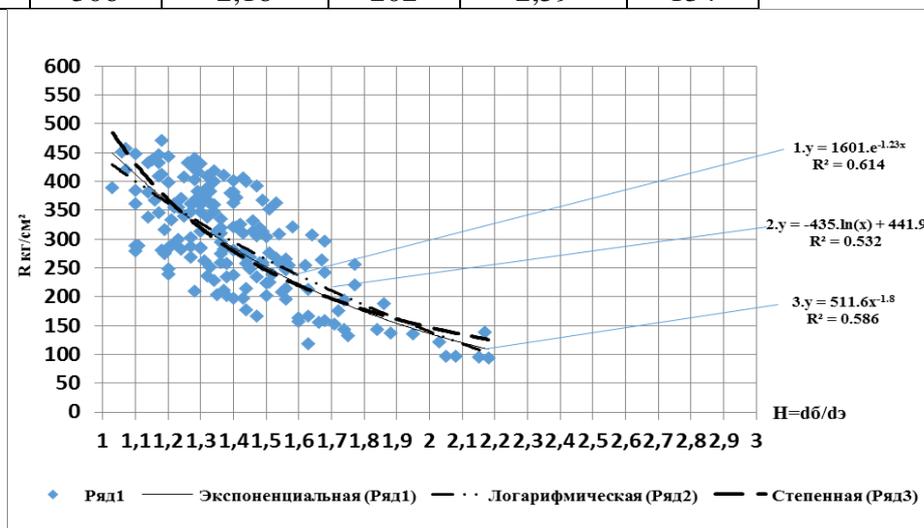


Рис 4. Тарировочные испытания молотка Кашкарова (d=12 мм),
(Обобщенный результат)

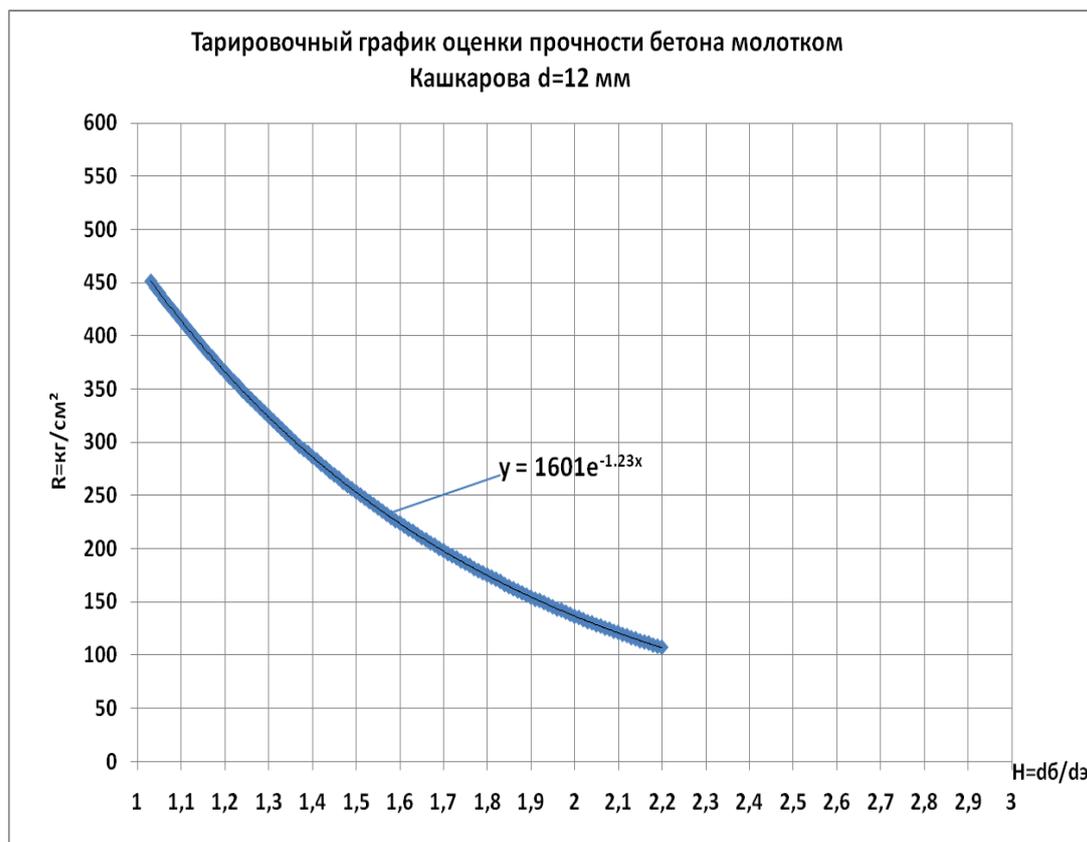


Рис.5. Тарировочный график оценки прочности бетона молотком Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм

Таблица 2. Тарировочные данные для бетонов естественного твердения молотком Кашкарова с диаметром эталонного стрежня $d=12$ мм (Экспоненциальная функция)

$H=dб/dэ$	R кг/см ²						
1,03	451	1,33	312	1,63	216	1,93	149
1,04	445	1,34	308	1,64	213	1,94	147
1,05	440	1,35	304	1,65	210	1,95	145
1,06	434	1,36	300	1,66	208	1,96	143
1,07	429	1,37	296	1,67	205	1,97	142
1,08	424	1,38	293	1,68	203	1,98	140
1,09	419	1,39	290	1,69	200	1,99	138
1,10	414	1,40	286	1,70	198	2,00	136
1,11	409	1,41	283	1,71	195	2,01	135
1,12	404	1,42	279	1,72	193	2,02	133
1,13	399	1,43	276	1,73	191	2,03	131
1,14	394	1,44	272	1,74	188	2,04	130
1,15	389	1,45	269	1,75	186	2,05	128
1,16	384	1,46	266	1,76	184	2,06	127
1,17	380	1,47	262	1,77	181	2,07	125
1,18	375	1,48	259	1,78	179	2,08	124
1,19	370	1,49	256	1,79	177	2,09	122

1,20	366	1,50	253	1,80	175	2,10	121
1,21	361	1,51	250	1,81	173	2,11	119
1,22	357	1,52	247	1,82	171	2,12	118
1,23	353	1,53	244	1,83	169	2,13	116
1,24	348	1,54	241	1,84	166	2,14	115
1,25	344	1,55	238	1,85	164	2,15	113
1,26	340	1,56	235	1,86	162	2,16	112
1,27	336	1,57	232	1,87	160	2,17	111
1,28	332	1,58	229	1,88	158	2,18	109
1,29	328	1,59	226	1,89	156	2,19	108
1,30	324	1,60	224	1,90	154	2,20	107
1,31	320	1,61	221	1,91	152		
1,32	316	1,62	218	1,92	151		

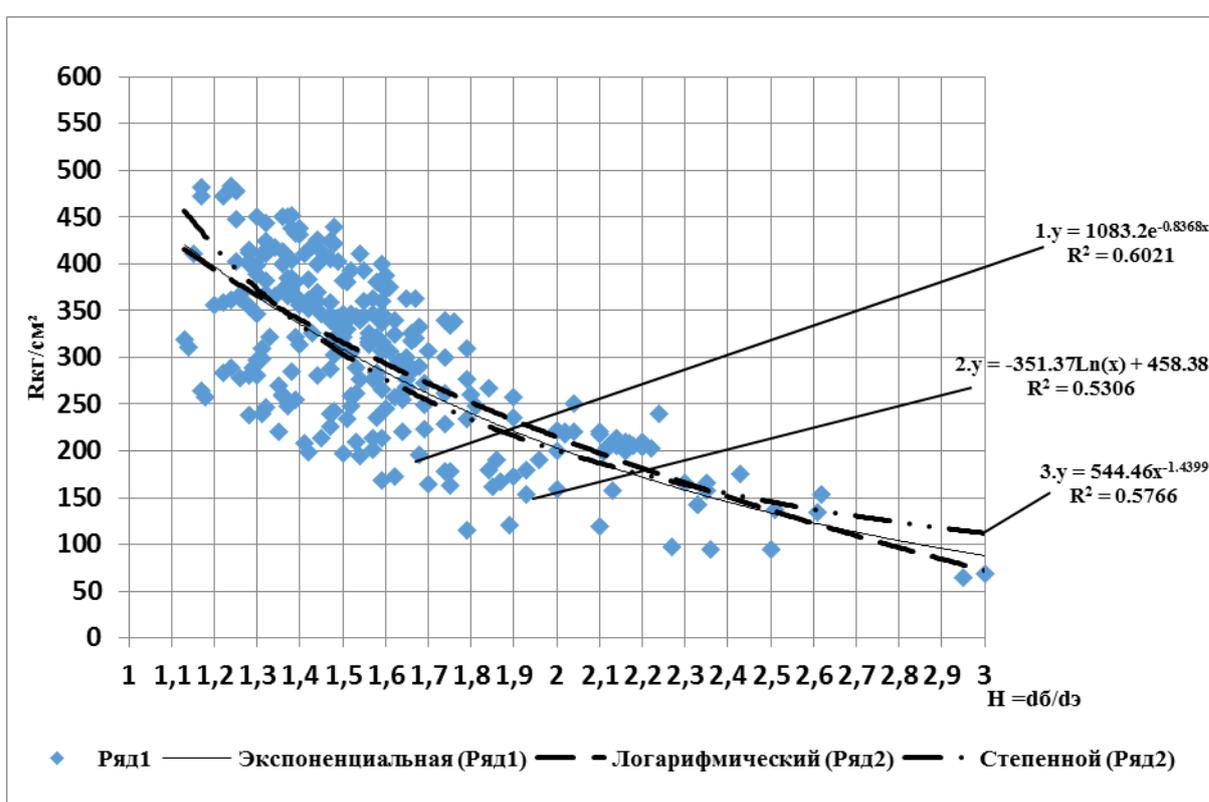


Рис 6. Тарировочные испытания молотка ОТС (d=12 мм),
(Обобщенный результат)

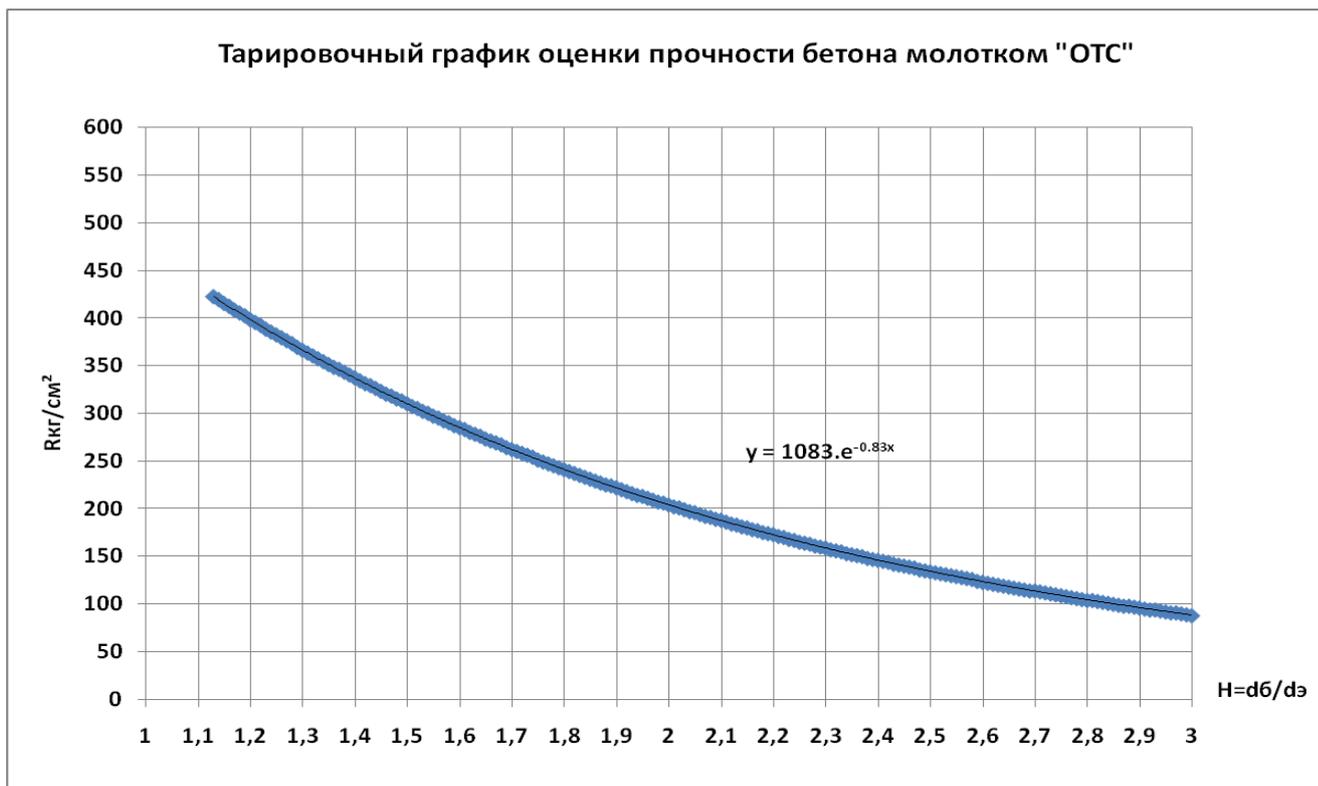


График 7. Тарировочный график оценки прочности бетона молотком ОТС

Таблица 3. Тарировочные данные для бетонов естественного твердения молоток ОТС, (Экспоненциальная функция)

H=dб/дэ	R кг/см ²						
1,13	422	1,60	285	2,07	192	2,54	130
1,14	419	1,61	283	2,08	191	2,55	129
1,15	415	1,62	280	2,09	189	2,56	128
1,16	412	1,63	278	2,10	188	2,57	127
1,17	408	1,64	276	2,11	186	2,58	126
1,18	405	1,65	273	2,12	184	2,59	124
1,19	402	1,66	271	2,13	183	2,60	123
1,20	398	1,67	269	2,14	181	2,61	122
1,21	395	1,68	267	2,15	180	2,62	121
1,22	392	1,69	264	2,16	178	2,63	120
1,23	388	1,70	262	2,17	177	2,64	119
1,24	385	1,71	260	2,18	175	2,65	118
1,25	382	1,72	258	2,19	174	2,66	117
1,26	379	1,73	256	2,20	173	2,67	116
1,27	376	1,74	254	2,21	171	2,68	115
1,28	373	1,75	251	2,22	170	2,69	114
1,29	369	1,76	249	2,23	168	2,70	114
1,30	366	1,77	247	2,24	167	2,71	113
1,31	363	1,78	245	2,25	165	2,72	112
1,32	360	1,79	243	2,26	164	2,73	111

1,33	357	1,80	241	2,27	163	2,74	110
1,34	354	1,81	239	2,28	161	2,75	109
1,35	351	1,82	237	2,29	160	2,76	108
1,36	348	1,83	235	2,30	159	2,77	107
1,37	346	1,84	233	2,31	157	2,78	106
1,38	343	1,85	231	2,32	156	2,79	105
1,39	340	1,86	229	2,33	155	2,80	104
1,40	337	1,87	227	2,34	153	2,81	104
1,41	334	1,88	225	2,35	152	2,82	103
1,42	331	1,89	224	2,36	151	2,83	102
1,43	329	1,90	222	2,37	150	2,84	101
1,44	326	1,91	220	2,38	148	2,85	100
1,45	323	1,92	218	2,39	147	2,86	99
1,46	320	1,93	216	2,40	146	2,87	98
1,47	318	1,94	214	2,41	145	2,88	98
1,48	315	1,95	213	2,42	144	2,89	97
1,49	313	1,96	211	2,43	142	2,90	96
1,50	310	1,97	209	2,44	141	2,91	95
1,51	307	1,98	207	2,45	140	2,92	94
1,52	305	1,99	206	2,46	139	2,93	94
1,53	302	2,00	204	2,47	138	2,94	93
1,54	300	2,01	202	2,48	136	2,95	92
1,55	297	2,02	201	2,49	135	2,96	91
1,56	295	2,03	199	2,50	134	2,97	91
1,57	292	2,04	197	2,51	133	2,98	90
1,58	290	2,05	196	2,52	132	2,99	89
1,59	287	2,06	194	2,53	131	3,00	88

Таблица 4. Результаты определения прочности бетонных кубиков методами неразрушающего и разрушающего контроля молотком ОТС

№ п.п.	Маркировка	Результаты испытаний			R кгс/см ²
		d ₆	d ₃	d ₆ / d ₃	
1	ОС-1	8,1	4,3	1,78	245,84
		7,2	4,4		
		8,2	4,5		
		8	4,7		
		7,6	4,1		
	Ср.	7,82	4,4		
2	ОС-2	7,4	4,4	1,74	254,67
		7,8	4,7		
		8,2	4,5		
		7,6	4,4		
		8	4,3		
	Ср.	7,78	4,46		
3	ОС-3	7	4,6	1,64	276,05
		7,3	4		
		7,1	4,5		
		7,2	4,4		
		8,1	4,7		
	Ср.	7,18	4,48		

	Ср.	7,34	4,44		
4	ОС-4	7,6	4,5	1,73	256,92
		7,3	4,3		
		7,8	4,2		
		7	4,3		
		7,5	4,2		
	Ср.	7,44	4,3		

Список использованной литературы

- [1]. Абрамов Д.С., Лерман В.Д. Производственный контроль качества железобетонных изделий. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1978. -160 с.
- [2]. Аронов Р.И. Испытание сооружений. — М.: Высшая школа, 1974. 187 с.
- [3]. Лужин О. В. Обследование и испытание зданий и сооружений / О. В.Лужин и др.М. : Стройиздат,1987. 264 с.
- [4]. Строительные конструкции: учебное пособие / Р. Л. Маилян, Д. Р. Маилян, Ю. А. Веселов. Изд. 4-е.Ростов н/Д : Феникс, 2010. 875 с.
- [5]. Джонс Р., Фэкзоару И. Неразрушающие методы испытаний бетонов. Пер. с румынск. М., Стройиздат, 1974. 292 с.
- [6]. Методика статистической оценки прочности бетона в железобетонных конструкциях. Методическое пособие. М., 2017. 148 с.
- [7]. ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценка прочности» / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2019. 19 с.
- [8]. ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2013. 36 с.
- [9]. ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2016. 23 с.
- [10]. ГОСТ 24104-2001 «Весы лабораторные. Общие технические требования» / Межгосударственный стандарт. Минск: Стандартиформ, 2002. 8 с.
- [11]. ГОСТ 22690.2-77 «Бетон тяжелый. Метод определения прочности эталонным молотком Кашкарова».
- [12]. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77 / НИИОУС при МИСИ им. В.В. Куйбышева. –М.: Стройиздат, 1985. -24 с.
- [13]. ГОСТ 22685-89 «Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2006. 11 с.
- [14]. ГОСТ 12730.1-78 «Бетоны. Методы определения плотности» / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2007. 5 с.