

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

doi: 10.51639/2713-0576_2022_2_2_12

УДК 691.32

ГРНТИ 67.09.33

ВАК 05.23.05

Проверка адекватности определения прочности тяжёлого бетона неразрушающим методом

* Постовой А. А., Дмитриенко В. А.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ
346506, Россия, г. Шахты, ул. Шевченко, 147*email: * aleksandr.postovoy01@mail.ru, vadmitrienko@rambler.ru

В данной работе нашли отражение результаты, полученные при определении прочности образцов тяжелого бетона без добавок, модифицированного полипропиленовой микрофиброй 1 % и 2 %, а также опилкобетона. Образцы испытывались на прочность с помощью метода ударного импульса с применением прибора ИПС-МГ4.01 и разрушающим методом контроля с использованием гидравлического пресса Е160N. Проведенные исследования показали достаточно высокую сходимость результатов определения прочности бетона без добавок двумя методами контроля. При испытании модифицированных составов, показатели прочности бетона характеризуются стабильным занижением результатов испытаний при использовании базовой зависимости прибора ИПС-МГ4.01. Проведённые исследования позволили установить, необходимость дополнительной тарировки измерителя прочности строительных материалов при исследовании модифицированных бетонов, с аппроксимацией полученных зависимостей и их внесением в память прибора.

Ключевые слова: бетон, прочность, автоматизация расчётов, модуль упругости.

Теория и методы исследования

Популярность использования монолитного бетона с каждым годом увеличивается, множество различных зданий и сооружений возводятся с применением данного материала благодаря его многочисленным достоинствам [1]. В соответствии с требованиями надёжности и безопасности конструкции подвергаются проверке прочности неразрушающими и разрушающими методами контроля [2]. Многолетний опыт использования в строительном производстве бетона свидетельствует о необходимости совершенствования и оптимизации его состава [3]. Новых качества и возможности фибробетона подтверждаются многочисленными исследованиями [4], что стимулирует его дальнейшее применение в различных областях строительства [5, 6].

Внедрение новых составов требует тщательного обоснования их характеристик, надёжности и долговечности. В настоящее время для мониторинга прочности бетона широко применяются неразрушающие методы контроля. Однако по результатам экспериментальных исследований неоднократно отмечено, что результаты испытаний модифицированных составов могут отличаться от проводимых в соответствии с ГОСТ. Это связано с косвенным определением прочности методами неразрушающего контроля и отклонением результатов прочности бетона при применении базовых зависимостей используемого измерителя.

В связи с этим, целью исследования является оценка точности определения прочностных характеристик образцов бетона, различных составов, методом ударного импульса с применением базовых зависимостей прибора ИПС-МГ4.01 и разрушающим методом контроля.

Для исследования были приготовлены составы без добавок, с добавлением 1 % и 2 % полипропиленовой микрофибры, а также опилкобетона. Испытаниям подвергались образцы кубической формы, размерами 100×100×100 мм по ГОСТ 10180-2012 [7]. Расчёт составов осуществлялся для тяжёлого бетона класса В25, за эталон принят состав без применения добавок.

На первом этапе испытаний, прочность образцов определялась измерителем прочности стройматериалов ИПС-МГ4.01 по ГОСТ 22690-2015 [8], суть работы которого заключается в регистрации механической энергии возникающей при нанесении удара бойка о поверхность бетона. Для каждого образца проводилось 15 замеров с последующим автоматическим определением средней прочности кубиков прибором. Вторым этапом являлось испытание этих образцов разрушающим методом в соответствии с ГОСТ 10180-2012.

Полученные результаты и их обсуждение

Для удобства восприятия информации, полученные результаты прочностных характеристик бетона на сжатие разрушающим (E160N) и неразрушающим (ИПС-МГ4.01) методом контроля были сведены в таблицы 1–4, и представлены на рисунках 1–4.

Таблица 1

Результаты прочности бетона без добавок

№	Результаты испытаний разрушающим методом, МПа	Результаты испытаний неразрушающим методом, МПа	Отклонения	Относительные отклонения
1	34.675	39.1	-4.425	-0.1276136
2	31.16	29.3	1.86	0.0596919
3	35.435	27.2	8.235	0.2323973
4	16.245	13.6	2.645	0.1628193
5	17.765	16.2	1.565	0.0880946
6	15.96	16.7	-0.74	-0.0463659
7	15.39	15.8	-0.41	-0.0266407
8	16.91	12.1	4.81	0.2844471
9	15.865	14.5	1.365	0.0860384
10	37.43	41.2	-3.77	-0.1007213
11	33.96	30.7	3.2625	0.0960618
12	33.63	31.2	2.43	0.0722569
13	35.42	41.1	-5.68	-0.1603614
14	32.08	40.6	-8.52	-0.2655860
15	20.59	21.7	-1.11	-0.0539097
16	33.35	41.2	-7.85	-0.2353823
Арифметическая сумма относительных отклонений				0.0652265
Среднее значение относительного отклонения, %				0.407665922

Таблица 2

Результаты прочности бетона с 1% фибры

№	Результаты испытаний разрушающим методом, МПа	Результаты испытаний неразрушающим методом, МПа	Отклонения	Относительные отклонения
1	34.2	21.2	13	0.380116959
2	33.25	24.4	8.85	0.266165414
3	31.92	23.8	8.12	0.254385965
4	30.875	22.8	8.075	0.261538462
5	30.4	30.3	0.1	0.003289474
6	32.965	28.3	4.665	0.141513727
Арифметическая сумма относительных отклонений				1.307009999
Среднее значение относительного отклонения, %				21.78349999

Таблица 3

Результаты прочности бетона с 2% фибры

№	Результаты испытаний разрушающим методом, МПа	Результаты испытаний неразрушающим методом, МПа	Отклонения	Относительные отклонения
1	23,94	17	6,94	0,289891395
2	23,56	24,5	-0,94	-0,039898132
3	26,695	18,4	8,295	0,310732347
4	20,9	22,7	-1,8	-0,086124402
5	27,93	24,3	3,63	0,129967777
6	23,37	20,9	2,47	0,105691057
7	24,795	21,7	3,095	0,124823553
Арифметическая сумма относительных отклонений				0.835083594
Среднее значение относительного отклонения, %				11.92976563

Таблица 4

Результаты прочности опилкобетона

№	Результаты испытаний разрушающим методом, МПа	Результаты испытаний неразрушающим методом, МПа	Отклонения	Относительные отклонения
1	19,19	12,5	6,69	0,348619072
2	16,91	13,1	3,81	0,225310467
3	18,62	13,6	5,02	0,269602578
4	18,715	18,2	0,515	0,027518034
5	20,14	14,7	5,44	0,270109235
6	14,63	16,6	-1,97	-0,134654819
Арифметическая сумма относительных отклонений				1.106674235
Среднее значение относительного отклонения, %				18.44457058

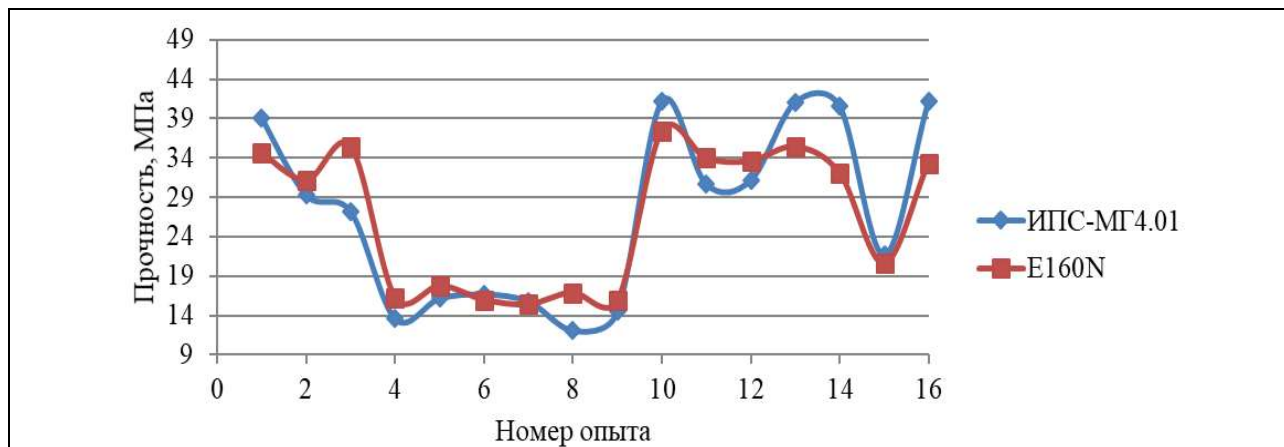


Рис. 1. Показатели прочности бетона без добавок

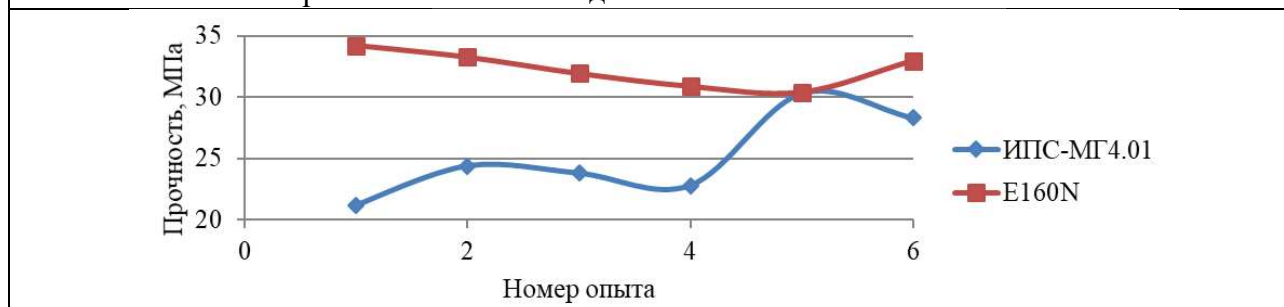


Рис. 2. Показатели прочности бетона с 1% фибры

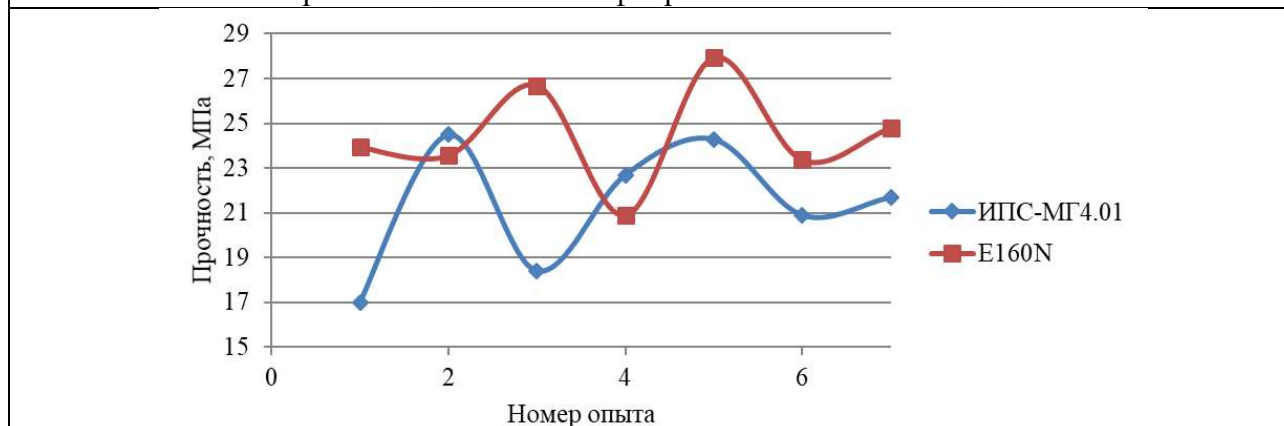


Рис. 3. Показатели прочности бетона с 2% фибры

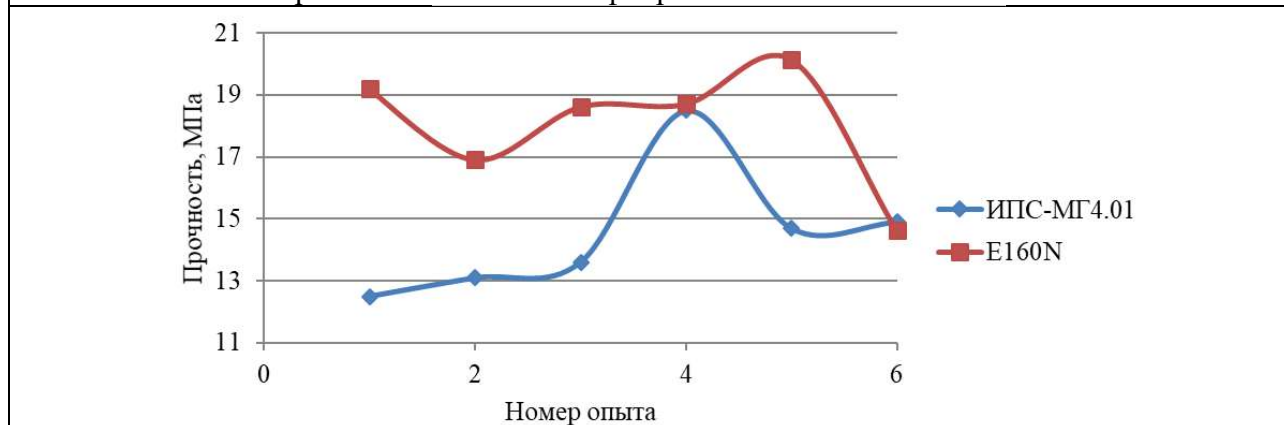


Рис. 4. Показатели прочности опилкобетона

Заключение

На основе полученных результатов было установлено, что показатели прочности образцов бетона без добавок, испытанных методом ударного импульса имеют незначительные отклонения, от испытаний разрушающим методом, то есть использование базовой зависимости прибора ИПС-МГ4.01 допустимо.

Показатели испытаний с использованием базовой зависимости измерителя прочности для бетона с добавками полипропиленовой фибры 1%, 2% и опилкобетона характеризуются стабильным занижением результатов.

Таким образом, полученные результаты, свидетельствуют о необходимости дополнительных испытаний модифицированных составов прибором ИПС-МГ4.01 со статистической оценкой точности измерений и аппроксимацией полученных зависимостей для их введения в память прибора.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Байбурин А. Х. Исследования качества и безопасности гражданского строительства // В сборнике: Строительство и экология: теория, практика, инновации: сб. докладов I междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 119–121.
2. Ушеров-Маршак А. В., Бабаевская Т. В. Методологические аспекты современной технологии бетона. // Бетон и железобетон. 2002. №1. – С. 5–7.
3. Никифоров А. Добавки для бетона. Состояние и перспективы // Капстроительство. 2002. №5. С. 13–14.
4. Клюев С. В. Высококачественный фибробетон для монолитного строительства // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. – Т. 11. Ч. 2. – С. 29–32.
5. Клюев С. В., Нетребенко А. В., Дураченко А. В., Пикалова Е. К. Монолитный фибробетон для полов промышленных зданий // Сборник научных трудов Sworld. 2014. – Т. 19, № 1. – С. 29–32.
6. Клюев С. В., Авилова Е. Н. Мелкозернистый фибробетон с использованием полипропиленового волокна для покрытия автомобильных дорог // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. – № 1. – С. 37–40.
7. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2016-04-01 / разработан Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – Москва: Стандартинформ, 2019. – 23 с. ; 29x21 см. – Библиогр.: с. 23. – Текст : непосредственный.
8. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2013-07-01 / разработан Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – Москва: Стандартинформ, 2018. – 36 с. ; 29x21 см. – Библиогр.: с. 36. – Текст : непосредственный.

Verification of the adequacy of determining the strength of heavy concrete by non-destructive method

Postovoy A. A., Dmitrienko V. A.

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of Don State Technical University
346506, Russia, Shakhty, str. Shevchenko, 147*

This paper reflects the results obtained in determining the strength of samples of heavy concrete without additives, modified with polypropylene microfiber of 1% and 2%, as well as sawdust concrete. The samples were tested for strength using the shock pulse method using the IPS-MG4.01 device and the destructive control method using the E160N hydraulic press. The conducted studies have shown a sufficiently high convergence of the results of determining the strength of concrete without additives by two control methods. When testing modified compositions, the concrete strength indicators are characterized by a stable underestimation of the test results when using the basic dependence of the IPS-MG4.01 device. The studies carried out made it possible to establish the need for additional calibration of the strength meter of building materials in the study of modified concretes, with approximation of the dependencies obtained and their entry into the device memory.

Keywords: concrete, destructive control method, shock pulse method, microfiber, strength.