

*KULYAEV Pavel Victorovitch* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, FSBEI HE «Tver State Technical University», 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: p.kuliaev@yandex.ru

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Belov V.V., Barkaya T.R., Kulyaev P.V. Effect of complex additive on creep of fine-grained carbonate concrete // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 3 (15), pp. 11–22.

УДК 691.32

### СПОСОБ БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСОВОЙ ВЛАЖНОСТИ ПЕСКА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА БЕТОНА

*Ю.Г. Косивцов, В.И. Гультияев*

*Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Косивцов Ю.Г., Гультияев В.И., 2022

**Аннотация.** Рассмотрен экспресс-метод определения весовой влажности песка для изготовления бетонной смеси, позволяющий за 5–7 мин без применения сложной вычислительной техники и оборудования рассчитать необходимое количество воды затворения.

**Ключевые слова:** бетонная смесь, весовая влажность, песок, энергоресурсосбережение.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2022-3-22-25**

В бетонных смесях содержится почти вдвое меньше воды по массе, чем цемента, поэтому ошибка в дозировании воды существенно сказывается на отклонении фактического водоцементного отношения (В/Ц) от рассчитанного. Увеличение расхода воды ведет к снижению прочности бетона, уменьшение – к ухудшению удобоукладываемости бетонной смеси. Чтобы избежать грубой ошибки в дозировании расхода воды, необходимо учесть в первую очередь наличие влаги в песке. Весовая влажность песка варьируется в интервале 1–9 %. Песок является материалом открытого штабельного хранения, часто увлажняется, характеризуется неоднородностью влажности. Следовательно, систематическое определение его весовой влажности крайне необходимо. Обычно ее находят с помощью подсчета по данным взвешивания пробы песка до и после высушивания в сушильном шкафу при температуре  $110 \pm 5$  °С [2; 3]. Но такой подсчет занимает много времени, поэтому описанным способом чаще устанавливают весовую влажность единичной пробы песка, что не всегда дает представление о реальной влажности всего массива песка в штабеле. Кроме того, при высушивании удаляется и влага, поглощенная порами материала песка, которая не влияет на истинное В/Ц бетонной

смеси: эта влага завывает подлежащую учету весовую влажность песка при его дозировании на замес бетонной смеси.

Весовую влажность обычного (преимущественно кварцевого речного или горного) песка можно определить очень простым способом за несколько минут, если использовать для этого технические (торговые) весы и стандартный лабораторный металлический сосуд вместимостью 1 л, который следует подобрать таким образом, чтобы в него помещалось ровно 1 000 г воды, залитой под обрез его кромок. В этот сосуд можно поместить навеску взятого из штабеля песка в его естественно влажном состоянии массой  $M = 1$  кг, залить водой, тщательно перемешать, налить воду под обрез кромок, взвесить, после чего весовую влажность  $W_{п}$  подсчитать по формуле

$$W_{п} = ((G_{п} - 1) / G_{п}(P_{нач} - 1) - 1) \cdot 100 \%,$$

где  $P_{нач} = M + M_4$  (масса навески  $M$  плюс масса долитой воды под обрез кромок сосуда по результатам взвешивания  $M_4$ ), кг;  $G_{п}$  – плотность слагающей породы песка, кг/л.

На основании приведенной выше формулы можно предложить еще более простую методику определения весовой влажности песка (за 5–7 мин без всяких вычислений), которая сводится к следующим операциям с использованием выверенных весов и литрового сосуда. Стандартный металлический сосуд вместимостью 1 л устанавливают на технические весы и уравнивают грузом. Затем в сосуд помещают 1 000 г песка в исследуемом состоянии. Сосуд снимают с весов, вливают в него воду, не доводя ее уровень до верха на 20–30 мм. Песок с водой тщательно перемешивают ложкой в течение нескольких минут для удаления пузырьков заземленного воздуха. Затем сосуд вновь устанавливают на весы и доливают в него воду доверху, под обрез кромок. После получения результатов взвешивания находят в таблице величину весовой влажности песка при известной плотности слагающей его породы. Плотность самой слагающей породы для данной партии песка следует определить заблаговременно этим же методом, но для этого нужно использовать высушенный песок. Ближайший результат взвешивания песка с весовой влажностью «0» (см. цифры 1 615, 1 618, 1 621) укажет в крайней левой графе на усредненную плотность породы песка.

Данные для определения весовой влажности песка выглядят следующим образом:

Плотность породы песка, кг/л	Результат взвешивания песка с водой, г									
	2,60	1 615	1 609	1 603	1 597	1 592	1 586	1 581	1 575	1 570
2,62	1 618	1 612	1 606	1 600	1 595	1 589	1 583	1 578	1 573	1 567
2,64	1 621	1 615	1 609	1 603	1 597	1 592	1 586	1 581	1 575	1 570
Весовая влажность, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рассмотрим приемлемость описанного способа для применения на практике. Точность взвешивания воды при дозировке компонентов бетонных смесей, согласно ГОСТ 7473-2010, регламентируется допуском  $\pm 2$  %, что при расходе воды порядка

180–220 кг на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси составит 3,6–4,4 кг. При определении весовой влажности песка используются технические весы с ценой деления 5 г, а точность взвешивания оценивается в половину цены деления, то есть в 2,5 г.

В приведенных выше данных можно видеть, что между соседними цифрами в строке разница составляет 4–6 г, а в ряду – 3 г. Следовательно, точность взвешивания позволяет определять весовую влажность по интерполяции с кратностью шага 0,3–0,5 %. При ориентировочном расходе песка на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси в пределах 600–700 кг отклонение от фактического водосодержания на 0,3 % составит 1,8–2,1 кг, что не превышает допуски стандарта. Эксперименты подтвердили хорошую воспроизводимость результатов, полученных с помощью описанного метода определения весовой влажности песка, и их сходство с результатами, выведенными при применении методики высушивания песка. Более подробная информация по рассмотренной методике содержится в работе [1]. Этим способом можно быстро найти весовую влажность песка нескольких проб, взятых из разных мест штабеля, что повысит надежность результатов.

Описанная методика оперативного определения весовой влажности песка с целью корректирования водосодержания бетонных смесей во время их приготовления очень проста. Мы предлагаем использовать ее на практике, в том числе для обучения студентов строительных специальностей. Особое внимание рекомендуем обратить на источник информации [4]. Его можно бесплатно скачать из интернета для ознакомления (содержит методику решения на персональном компьютере 27 типов задач по энергоресурсосбережению в строительстве), для этого следует набрать «Энергоресурсосбережение в строительстве. Косивцов Ю.Г.».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косивцов Ю.Г. Ускоренный способ определения весовой влажности песка для бетона // *Строительство и архитектура: Сборник научных трудов инженерно-строительного факультета. Вып. 2*. Тверь: ТГТУ. 2000. С. 93–95.
2. Ключковский Г.И., Мануйлов Л.А. Лабораторный практикум по общей технологии силикатов: учебное пособие для техникумов. М.: Стройиздат. 1975. 271 с.
3. Лещинский М.Ю. Испытание бетона: справочное пособие. М.: Стройиздат. 1980. 360 с.
4. Косивцов Ю.Г. Энергоресурсосбережение в строительстве. Компьютерная система ТСП для строителей: учебное пособие. Тверь: Мир полиграфии. 2019. 310 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*КОСИВЦОВ Юрий Георгиевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22.

*ГУЛЬТЯЕВ Вадим Иванович* – доктор технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог, оснований и фундаментов, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: vig0@mail.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

Косивцов Ю.Г., Гульяев В.И. Способ быстрого определения весовой влажности песка для корректирования состава бетона // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 3 (15). С. 22–25.

**A METHOD FOR QUICKLY DETERMINING THE WEIGHT HUMIDITY SAND FOR CORRECTING THE COMPOSITION OF CONCRETE**

*Yu.G. Kosivtsov, V.I. Gulyaev*  
*Tver State Technical University (Tver)*

**Abstract.** The article describes an express method for determining the weight moisture content of sand for the manufacture of concrete mix, which allows for 5–7 min without the use of complex computer technology and equipment to calculate the required amount of mixing water.

**Keywords:** concrete mix, weight humidity of sand, energy saving.

**REFERENCES**

1. Kosivtsov Yu.G. An accelerated method for determining the weight moisture content of sand for concrete. *Construction and architecture: Collection of scientific works of the Faculty of Civil Engineering. Iss. 2*. Tver: TGTU. 2000, pp. 93–95. (In Russian).
2. Klyukovsky G.I., Manuilov L.A. *Laboratorynyy praktikum po obshchey tekhnologii silikatov: uchebnoye posobiye dlya tekhnikumov* [Laboratory workshop on the general technology of silicates: a textbook for technical schools]. Moscow: Stroyizdat. 1975. 271 p.
3. Leshchinsky M.Yu. *Ispytaniye betona: spravochnoye posobiye* [Concrete testing: a reference guide]. Moscow: Stroyizdat. 1980. 360 p.
4. Kosivtsov Yu.G. *Energoresursosberezhenie v stroitel'stve. Komp'yuternaya sistema TSP dlya stroitelej* [Energy conservation in construction. TSP computer system for builders]. Tver: Mir poligrafii. 2019. 310 p.

**INFORMATION ABOUT AUTHORS**

*KOSIVTSOV Yuri Georgievich* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, FSBEI HE «Tver State Technical University», 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia.

*GULTYAEV Vadim Ivanovich* – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Roads, Substructures and Foundations, FSBEI HE «Tver State Technical University», 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vig0@mail.ru

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Kosivtsov Yu.G., Gulyaev V.I. A method for quickly determining the weight humidity sand for correcting the composition of concrete // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 3 (15), pp. 22–25.