

УДК 691.542

**Ф.Л. Капустин**<sup>1</sup>, проф., д-р техн. наук;  
**Е.П. Помазкин**<sup>1</sup>, аспирант, (pomazkin-urfu@mail.ru);
**И.С. Егоров**<sup>2</sup>, руководитель<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия<sup>2</sup> Испытательный центр строительной продукции  
«Уралстройсертификация», Россия

# Проблемы сертификации стандартного полифракционного песка для испытаний цемента

**РЕФЕРАТ.** Статья посвящена проблемам, возникающим при сертификации стандартного полифракционного песка для испытаний цемента в связи с введением нового ГОСТ 6139—2020. Предложены дополнения к этому стандарту, конкретизирующие требования к эталонному песку, применяемому для сертификации стандартного песка. Проведены сравнительные испытания эталонного полифракционного песка от компании Normensand GmbH (Германия) с одним из стандартных песков, представленных на рынке Российской Федерации.

**Ключевые слова:** песок для испытаний цемента, портландцемент, прочность при сжатии.

**Keywords:** cement testing sand, Portland cement, compressive strength.

## Стандарты

Современное строительство зданий и сооружений невозможно представить себе без цемента. Портландцемент является основным компонентом для производства различных строительных материалов, таких как товарный бетон, сухие смеси и железобетонные изделия различного назначения. Важнейшее свойство портландцемента и многих строительных материалов, выпущенных на его основе, — прочность, от значения которой зависит безопасность зданий и сооружений в целом. Поэтому первоочередная задача для цементных заводов — обеспечение качества выпускаемых цементов.

До марта 2021 года в России действовали два национальных стандарта, которые нормировали показатели качества выпускаемых цементов общестроительного назначения на основе портландцементного клинкера. Одно из основных различий этих стандартов в том, что согласно ГОСТ 10178—85 прочностные характеристики цементов определяются на образцах-балочках цементного раствора, изготовленного с использованием монофракционного песка, а по ГОСТ 31108—2016 для его приготовления используют полифракционный песок.

Фактически цементным заводом приходилось испытывать одну и ту же продукцию

по двум национальным стандартам. Однако с введением в действие новой версии ГОСТ 31108—2020 завершен переходный период в области испытаний цементов общестроительного назначения и закреплен общеевропейский подход определения их соответствия с использованием полифракционного песка [1, 2].

Действующий в настоящее время стандарт на полифракционный песок — ГОСТ 6139—2020, новая редакция которого вступила в силу с 1 апреля 2021 года. Однако этот стандарт имеет существенные недостатки, не позволяющие полноценно использовать его положения при производстве песка для испытания цемента. Например, согласно п. 4.4. ГОСТ 6139—2020, стандартный песок для определения прочности цемента должен соответствовать эталонному песку по критерию, установленному в приложении А.

Согласно п. 3.6. ГОСТ 6139—2020, эталонный полифракционный песок — это стандартный полифракционный песок, имеющий сертификат соответствия песку. Таким образом, разработчики данного стандарта предлагают для сертификации стандартного песка использовать такой же стандартный песок. Это определение весьма странное и не позволяет четко идентифицировать технические требования к эталонному песку, что делает невозможным сертификацию стандар-

тного песка, используемого для испытания цемента. Если в прежней редакции стандарта была ссылка на EN 196—1, то в данной редакции не ясно, какому стандарту должен соответствовать эталонный песок для испытаний стандартного песка.

По нашему мнению, эталонный песок, помимо требований по содержанию SiO<sub>2</sub>, изложенных в табл. 1 в ГОСТ 6139—2020, должен отличаться от стандартного более жесткими требованиями к фракционному составу. В противном случае пропадает смысл использования эталонного песка. В настоящей редакции ГОСТ 6139—2020 в табл. 2 для стандартного песка предусмотрена возможность изменения фракционного состава до 10 %, что может дать существенные отклонения при испытании цементов на прочность.

Обратим внимание еще на одну особенность прежней редакции ГОСТ 6139—2003, которая действовала до апреля 2021 года. В качестве эталонного песка должен был использоваться стандартный полифракционный песок, имеющий сертификат соответствия EN 196—1. В практике европейских стран применяют два вида песка — стандартный для испытания цементов и эталонный, используемый для испытания стандартного песка. Например, компания Normensand GmbH (Германия), которая работает с 1965 года, предлагает два вида песка [3]: первый — стандартный песок для испытания цемента (CEN-Normsand EN 196—1), второй — эталонный песок (CEN-Referenzsand) для испытаний других стандартных песков [4].

Если следовать требованиям ГОСТ 6139—2003, то российские производители стандартного песка при сертификации должны были сравнивать его с песком CEN-Normsand EN 196—1 [5], который, как указано выше, для этого не предназначен. Таким образом, до настоящего времени на российском рынке стандартного песка для испытания цементов и в цементной промышленности использовали стандартный песок, не соответствующий европейскому эталонному песку.

## Результаты определения прочности на сжатие портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н

Номер пары образцов	Предел прочности при сжатии, МПа		$d^*$	$d - d_{cp}$	$(d - d_{cp})^2$
	Песок стандартный полифракционный по ГОСТ 6139 от ООО «ТОП УРАЛ»	Песок эталонный полифракционный по EN 196—1 от Normensand GmbH, Германия			
1	58,6	59,8	-1,2	1,23	1,51
2	56,9	58,4	-1,5	0,93	0,87
3	54,4	51,7	2,7	4,90	23,6
4	55,3	56,2	-0,9	1,53	2,34
5	58,5	61,8	-3,3	-0,87	0,76
6	58,4	61,4	-3,0	-0,57	0,32
7	50,7	54,3	-3,6	-1,17	1,37
8	57,9	60,5	-2,6	-0,17	0,03
9	55,5	57,3	-1,8	0,63	0,40
10	58,9	60,4	-1,5	0,93	0,87
11	54,4	57,2	-2,8	-0,37	0,14
12	56,1	59,7	-3,6	-1,17	1,37
13	54,8	57,3	-2,5	-0,07	0,00
14	56,1	58,7	-2,6	-0,17	0,03
15	53,2	56,6	-3,4	-0,97	0,94
16	53,8	56,9	-3,1	-0,67	0,45
17	53,6	55,7	-2,1	0,33	0,11
18	50,7	53,9	-3,2	-0,77	0,59
19	54,1	55,0	-0,9	1,53	2,34
20	50,2	50,9	-0,7	1,73	2,99
Среднее значение	55,14	57,57	$d_{cp} = -2,43$	$\sum(d - d_{cp})^2$	17,43
		$d_{max}$	-0,7	$\sum((d - d_{cp})^2)/(19 - 1)$	0,97
		$d_{min}$	-3,6	$S = \sqrt{\sum((d - d_{cp})^2)/(19 - 1)}$	0,98
		$d_{max} - d_{cp}$	1,7	3S	2,95
		$d_{min} - d_{cp}$	-1,2	D	-4,2
$D = 4,2 < 5 \%$					

**Испытания**

Отвечая на запросы цементных заводов Уральского региона, мы провели сравнительные испытания стандартного полифракционного песка ГОСТ 6139—2020 производства ООО «ТОП УРАЛ» и эталонного полифракционного песка по CEN REFERENCE SAND по EN 196, pt. 1 от Normensand GmbH, Германия, на предмет соответствия критерию D согласно приложению А ГОСТ 6139—2020 (см. рисунок). Пределы прочности на изгиб и сжатие определяли по ГОСТ 30744—2001 с использованием портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н производства ООО «СЛК «Цемент». Всего было проведено



Стандартный полифракционный песок ГОСТ 6239—2020 от ООО «ТОП УРАЛ» и эталонный полифракционный песок от Normensand GmbH

20 пар сравнительных испытаний образцов цемента, выполненных с использованием стандартного и эталонного песка, результаты которых представлены в таблице.

Средняя прочность портландцементного раствора, изготовленного с использованием эталонного песка, составила 57,6 МПа, что на 2,5 МПа выше прочности портландцементного раствора, изготовленного с использованием стандартного песка. Далее рассчитывали разность ( $d^*$ ) между результатами испытаний прочности на сжатие в каждой паре образцов. Минимальное и максимальное отклонения значений прочности при сжатии составили 0,7 и 3,6 МПа соответственно.

Затем определили среднее квадратическое отклонение (S), которое составило 0,98, при этом разность ( $d_{max} - d_{cp} = 1,7$ ) и ( $d_{min} - d_{cp} = -1,2$ ) не должна превышать значения  $3S = 2,95$ . Если это условие не выполняется, исключают соответствующее значение  $d_{max}$  или  $d_{min}$  и повторяют расчет для остальных значений разностей, что и было сделано после исключения результатов испытаний третьей пары образцов (см. таблицу).

По оставшимся после исключения значениям вычислили отклонение средних результатов испытаний цемента на стандартном

песке от средних результатов испытаний цемента на эталонном песке (D) при 95 %-ной доверительной вероятности. Это отклонение не должно превышать 5 %. В нашем случае оно составило 4,2 %.

Таким образом, результаты определения прочности портландцемента наглядно показали, что стандартный полифракционный песок производства ООО «ТОП УРАЛ» выдержал испытания в соответствии с приложением А ГОСТ 6139—2020 и соответствует эталонному песку (CEN REFERENCE SAND по EN 196, pt. 1 от Normensand GmbH, Германия) по критерию D ( $D = 4,2 < 5$ ).

**ЛИТЕРАТУРА**

- Boos P., Baetzner S. Standard sand as the standard for worldwide monitoring of cement quality // Cement International. 2013. N 1. P. 8—11.
- Boos P. Qualitätssicherung und Prozesskontrolle im modernen Zementwerk // Newsletter Technik. 2010. N 10. S. 4—7.
- Sand aus Beckum ist ein weltweiter Markenartikel — 50 Jahre NORMENSAND GmbH // Zement Kalk Gips. 2005. N 5. S. 22—28.
- Schellhorn H., Struth R., Sybertz F. Cen standard sand — a proven quality control product // Cement International. 2007. N 2. P. 54—62.
- CEN-Normsand EN 196—1 [Электронный ресурс] URL: <https://www.normensand.de> (дата обращения 10.12.2021).