

В.В. РЕМНЁВ, д-р техн. наук (rema97776952@yandex.ru)

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6, к. 5)

Возможность применения в бетонах строительных материалов повторного использования

Повторное использование строительных материалов, изделий и конструкций в новом строительстве и при реконструкции позволит сократить потребление сырьевых ресурсов, снизить количество полигонов захоронения отходов, повысить экологию окружающей среды. Рассмотрены свойства дробленых заполнителей – крупных и мелких – с целью возможности повторного применения в тяжелых бетонах.

Ключевые слова: повторное использование строительных отходов, вторичное сырье, дробленые заполнители, осадка конуса, плотность бетона, плотность заполнителя.

Для цитирования: Ремнёв В.В. Возможность применения в бетонах строительных материалов повторного использования // *Бетон и железобетон*. 2022. № 3 (611). С. 20–22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-611-3-20-22>

V.V. REMNEV, Doctor of Sciences (Engineering)

Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete – NIIZhB named after A.A. Gvozdev, JSC “Research Center “Construction” (building 5, 6, 2nd Institutskaya, Moscow, 109428, Russian Federation)

Possibility of Using Reusable Building Materials in Concretes

The reuse of building materials, products and structures in new construction and reconstruction will make it possible to reduce the consumption of raw materials, reduce the number of waste disposal sites, and improve the environment. The properties of crushed aggregates are considered: large and small, so that they can be used in heavy concrete.

Keywords: reuse of construction waste, secondary raw materials, crushed aggregates, cone sediment, concrete density, aggregate density.

For citation: Remnev V.V. Possibility of using reusable building materials in concretes. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2022. No. 3 (611), pp. 20–22. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-611-3-20-22>

Использование строительных отходов в качестве вторичного сырья позволит снизить затраты на новое строительство и реконструкцию объектов, сократить потребление сырьевых ресурсов, уменьшить нагрузку на полигоны захоронения отходов, исключить образование несанкционированных свалок, сократить количество земельных ресурсов, отводимых под размещение новых полигонов, а также снизить выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта после сокращения грузопотоков строительных отходов [1, 2].

Анализ накопленного опыта вторичного использования бетона в строительстве [3–6] показывает, что за счет применения рациональных технологических схем переработки отходов бетона и железобетона может быть обеспечена конкурентоспособность с природным щебнем и песком.

В НИИЖБ им. А.А. Гвоздева проведены исследования по изучению свойств бетона, приготовленного на заполнителях из бетонных отходов. В качестве природного мелкого заполнителя использовался речной кварцевый песок, полученный гидронамывом

(табл. 1). В качестве крупных заполнителей применялись гранитный или известняковый щебень (табл. 2). Крупный и мелкий заполнители отвечают требованиям ГОСТ 8267–93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 26633–2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

Для получения дробленых заполнителей были приготовлены бетоны на гранитном щебне ($R_{сж}=56,6$ МПа; $\rho=2436$ кг/м³) и на известняковом ($R_{сж}=22,1$ МПа; $\rho=2230$ кг/м³). После достижения марочной прочности бетонные образцы подвергались дроблению на щековой дробилке и рассеивались на мелкий и крупный заполнители (табл. 1, 2). Плотность зерен крупного заполнителя из дробленого бетона на 10–15% меньше, чем плотность природного крупного заполнителя. Мелкий заполнитель из дробленого бетона имеет плотность на 6–10% меньше, чем у природного кварцевого песка. Водопоглощение крупного заполнителя из дробленого бетона составляет 6–8% от массы за-

Таблица 1
Table 1

**Основные характеристики мелких заполнителей
Main characteristics of fine aggregates**

| Заполнитель | Гранулометрический состав | | | | | | Модуль крупности | Содержание глины, ила и мелких пылевидных частиц, определяемых отмучиванием, % по массе | Плотность в рыхлонасыпном состоянии, кг/м ³ | Плотность, кг/м ³ | Водопоглощение, % по массе |
|--|----------------------------|---------|---------|----------|---------|----------------------|------------------|---|--|------------------------------|----------------------------|
| | полные остатки на ситах, % | | | | | | | | | | |
| | 2,5 мм | 1,25 мм | 0,64 мм | 0,315 мм | 0,14 мм | прошло через 0,14 мм | | | | | |
| Песок кварцевый природный | 1,7 | 4,3 | 15,1 | 52 | 93,8 | 6,2 | 1,67 | 1 | 1531 | 2650 | 0,5 |
| Мелкий заполнитель из дробленого бетона на гранитном щебне | 22,5 | 45,1 | 61,9 | 77 | 88,3 | 11,7 | 2,95 | 7,3 | 1332 | 2490 | 7,5 |
| Мелкий заполнитель из дробленого бетона на известняковом щебне | 27,1 | 48,1 | 62,4 | 76 | 87 | 13 | 3,01 | 8,9 | 1228 | 2160 | 9,3 |

Таблица 2
Table 2

**Основные характеристики крупных заполнителей
Main characteristics of large aggregates**

| Заполнитель | Гранулометрический состав | | | | Плотность в рыхлонасыпном состоянии, кг/м ³ | Плотность, кг/м ³ | Пустотность, % | Водопоглощение, % по массе | Марка щебня по дробимости |
|--|---------------------------|-------|------|-------------------|--|------------------------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
| | 20 мм | 10 мм | 5 мм | прошло через 5 мм | | | | | |
| Гранитный щебень | 1 | 66,5 | 99,1 | 0,9 | 1454 | 2600 | 44,1 | 0,86 | 1200 |
| Известняковый щебень | – | 60,4 | 98,9 | 1,1 | 1283 | 2420 | 47 | 4,4 | 600 |
| Щебень из дробленого бетона на гранитном щебне | 1,7 | 68,8 | 98,7 | 1,3 | 1210 | 2320 | 47,8 | 6 | 600 |
| Щебень из дробленого бетона на известняковом щебне | 1,3 | 63,5 | 98,4 | 1,6 | 1140 | 2060 | 44,7 | 7,8 | 300 |

полнителя. Для мелкого заполнителя из дробленого бетона значение водопоглощения равно 7–11%.

Исследованиями предусмотрены оценка и сравнение свойств бетона на заполнителях:

- 1) природного происхождения;
- 2) полученных при дроблении бетонов;
- 3) смешивания 1-го и 2-го вариантов.

Бетонные образцы готовились при одинаковом абсолютном объеме заполнителей и с постоянным соотношением объемов мелкого и крупного заполнителей.

Результаты эксперимента показали (рис. 1, 2), что особенностью бетонных смесей на заполнителях из дробленого бетона является более быстрая потеря подвижности, преимущественно в начальные сроки после приготовления.

При использовании искусственного щебня в сочетании с природным песком подвижность смеси в момент приготовления была примерно равна подвижности эталонного состава (гранитный щебень,

кварцевый песок). Однако через 30 мин после приготовления снижение осадки конуса (ОК) для исследуемого состава стало 6,5–7,5 см, тогда как уменьшение ОК для эталона равнялось 4,5–5,5 см. В большей степени изменяется значение ОК смесей, в которых используется дробленый мелкий заполнитель. Причем снижение ОК наблюдается как при природном крупном заполнителе (снижение ОК на 9–9,5 см), так и при дробленом крупном заполнителе (снижение ОК на 10–10,5 см).

Таким образом, установлено, что подвижность бетонных смесей на заполнителях из дробленого бетона, равная в момент приготовления подвижности бетонной смеси на природных заполнителях, через 20–30 мин резко уменьшается и разница в значениях ОК равна:

- 2–3 см для смесей на кварцевом песке и крупном заполнителе из дробленого бетона;
- 4–5 см для смесей на мелком заполнителе из дробленого бетона и природном щебне.

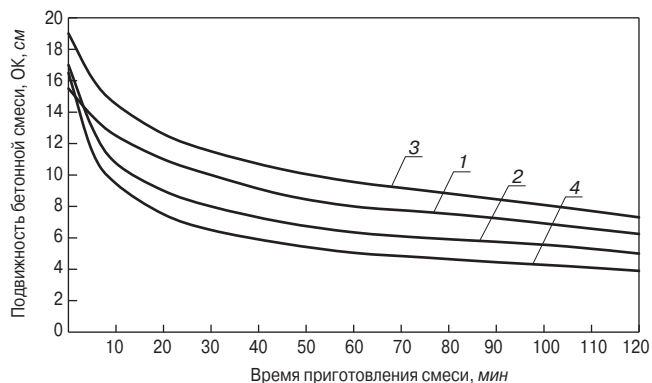


Рис. 1. Влияние вида заполнителей на темпы потери подвижности бетонной смеси. Состав бетона: $W/C=0,55$; $C=400 \text{ кг/м}^3$; крупный заполнитель в составах: 1, 2 – гранитный щебень; 3, 4 – дробленый бетон на гранитном щебне; мелкий заполнитель в составах: 1, 3 – кварцевый песок; 2, 4 – дробленый бетон на гранитном щебне

Плотность бетонной смеси на заполнителях из дробленого бетона ниже значения плотности бетонной смеси на природных заполнителях на 6–12%.

Учитывая вышеизложенное, следует при подборе составов бетонов на искусственных заполнителях использовать пластифицирующие добавки.

Кроме того, в технологической цепочке получения дробленых заполнителей желателно предусмотреть вариант получения низкомарочного вяжущего по технологии механохимической активации мелкого дробленого заполнителя.

Список литературы

1. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов повторного использования. М.: АСВ, 2004. 199 с.
2. Производство и использование строительных материалов, изделий и систем: Т. 3. Остатки деятельности: мусор и отходы. Обращение с отходами, их рециклинг и использование. Сер. Инфографические основы функциональных систем (ИОФС) / Под ред. В.О. Чулкова. М.: СвР-АРГУС, 2011. 288 с.
3. Олейник П.П. Единая система переработки строительных отходов. М.: СвР-АРГУС, 2006.
4. Олейник П.П., Олейник С.П. Организация системы переработки строительных отходов. М.: МГСУ, 2009. 250 с.
5. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация управления переработкой строительных отходов // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2013. № 10. С. 20–28.

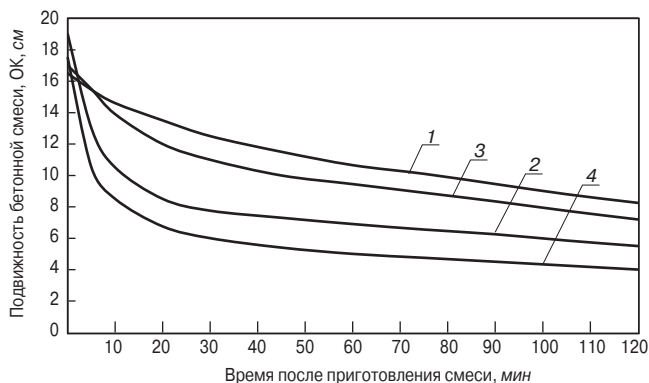


Рис. 2. Влияние вида заполнителей на темпы потери подвижности бетонной смеси. Состав бетона: $W/C=0,55$; $C=400 \text{ кг/м}^3$; крупный заполнитель в составах: 1, 2 – известняковый щебень; 3, 4 – дробленый бетон на известняковом щебне; мелкий заполнитель в составах: 1, 3 – кварцевый песок; 2, 4 – дробленый бетон на известняковом щебне

6. Hendriks C.F., Janssen G.M.T. Use of recycled materials in constructions. *Materials and Structures*. 2003. No. 36, pp. 604–608. <https://doi.org/10.1007/BF02483280>

References

1. Koloskov V.N., Oleinik P.P., Tikhonov A.F. Razborka zhilykh zdaniy i pererabotka ikh konstruktсии i materialov povtornogo ispol'zovaniya [Disassembly of residential buildings and recycling of their structures and reuse materials]. Moscow: ASV, 2004. 199 p.
2. Proizvodstvo i ispol'zovanie stroitel'nykh materialov, izdelii i sistem: Tom 3. Ostatki deyatel'nosti: musor i otkhody. Obrashchenie s otkhodami, ikh retsikling i ispol'zovanie. Seriya «Infograficheskie osnovy funktsional'nykh sistem» (IOFS) [Production and use of building materials, products and systems: Vol. 3. Remnants of activity: garbage and waste. Waste management, recycling and use. Series “Infographic fundamentals of functional systems” (IOFS)]. Edited by V.O. Chulkov. Moscow: SvR-ARGUS, 2011. 288 p.
3. Oleinik P.P. Edinaya sistema pererabotki stroitel'nykh otkhodov [Unified system of processing of construction waste]. Moscow: SvR-ARGUS, 2006.
4. Oleynik P.P., Oleynik S.P. Organizatsiya sistemy pererabotki stroitel'nykh otkhodov [Organization of the system of processing of construction waste]. Moscow: MGSU, 2009. 250 p.
5. Oleinik P.P., Brodsky V.I. Organization of management of processing of construction waste. *Vestnik Pridneprovskoi gosudarstvennoi akademii stroitel'stva i arkhitektury*. 2013. No. 10, pp. 20–28. (In Russian).
6. Hendriks C.F., Janssen G.M.T. Use of recycled materials in constructions. *Materials and Structures*. 2003. No. 36, pp. 604–608. <https://doi.org/10.1007/BF02483280>