

## Методика назначения состава формовочной смеси для изготовления мелкоштучных изделий из бетона жесткого прессования с демпфирующей добавкой

*Е.О. Лотошникова, Л.М. Усемян, В.Н. Телегина, И.М. Усемян*

*Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье представлена методика проектирования и назначения состава формовочной смеси, которая базируется на расчетно-экспериментальном подходе к определению состава с учетом качества используемых сырьевых материалов и требований к свойствам бетона производимых изделий.

**Ключевые слова:** сырьевые материалы, зерновой состав, бетон, свежесжатая смесь, мелкоштучные изделия, жесткое прессование, блок - схема

Методика проектирования и назначения состава формовочной смеси базируется на расчетно-экспериментальном подходе к определению состава с учетом качества используемых сырьевых материалов и требований к свойствам бетона производимых изделий.

Блок - схема назначения номинального состава формовочной смеси с использованием вяжущего низкой водопотребности и демпфирующей добавки на примере зольных микросфер представлена на рис. 1.

На первом этапе (блоки 1-3) определяются нормативные требования к материалу изделий путем анализа нормативных (ГОСТ, ТУ) или проектных документов. Например, для брусчатки повышенной ударной прочности можно воспользоваться ТУ 5746-041-02069119-2005 "Камень брусчатый бетонный прессованный повышенной ударной стойкости", где нормируется класс бетона по прочности на сжатие (В), ограничивается верхний предел водопоглощения по массе ( $W_m \leq 5\%$ ), по истираемости ( $I \leq 0,5\text{г/см}^2$ ), морозостойкости в растворе хлорида натрия и ударной прочности (в зависимости от условий эксплуатации) [1].

Оценку качества сырьевых материалов производят по методикам соответствующих государственных стандартов. Для определения свойств

---



Рис. 1 – Блок - схема назначения номинального состава формовочной смеси

плотных заполнителей (отсевов природных и искусственных песков) используют методики ГОСТ 8735-88. Оценивают минералогический состав, марку горной породы по показателю дробимости фр. 5 - 10 мм, морозостойкость, зерновой состав, содержание слабых зерен и вредных примесей [2].

На пробе зольных микросфер определяют их зерновой состав, насыпную плотность и пустотность.

После оценки зернового состава каждого компонента смеси плотных заполнителей, рассчитывают соотношение между ними с таким расчетом, чтобы кривая отсева этой смеси, показанная на рис. 2, максимально приближалась или располагалась в ограниченной зоне.

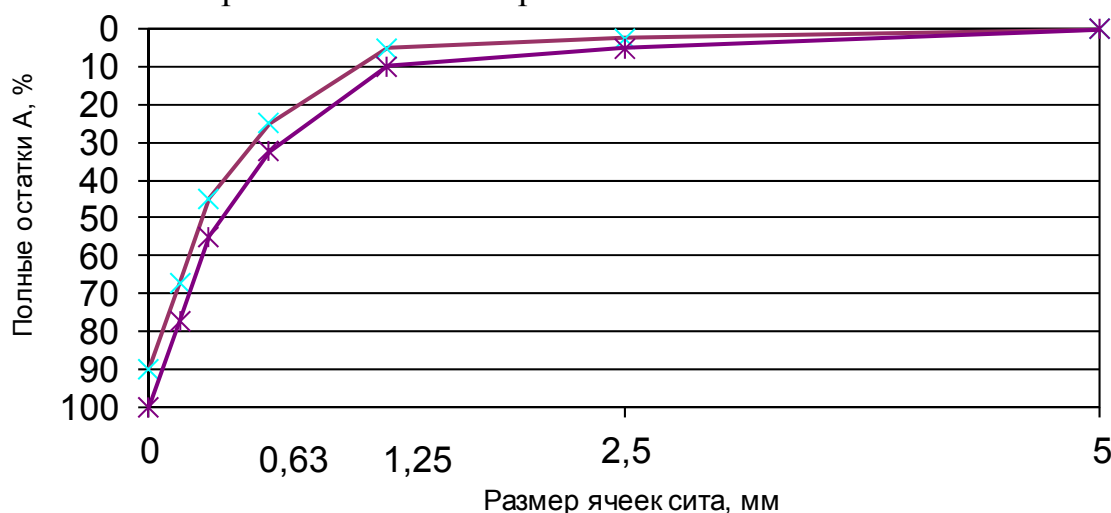


Рис. 2. – Рекомендуемые границы зернового состава сырьевых компонентов

Содержание зольных микросфер в составе формовочной смеси назначают в пределах 3 – 10 % от массы плотных заполнителей с пересчетом на эквивалентный объем. Нижняя граница зольных микросфер принимается для бетонов с высокими требованиями по прочности (В 50 и выше). Верхняя граница может быть рекомендована для изготовления тротуарных плит с повышенными требованиями к стойкости бетона [4, 5].

Для выбора начального водосодержания формовочной смеси (блок 4) могут быть использованы рекомендации настоящей исследовательской рабо-

ты. Косвенными признаками оптимального водосодержания формовочной смеси являются ее неприлипаемость к рабочим органам смесителя и отсутствие водоотделения при выбранном давлении прессования [3].

На втором этапе проектирования (блоки 5-8) с учетом проектного класса бетона по прочности на сжатие и активности используемого вяжущего низкой водопотребности, показанной на рис. 3, назначается предварительное содержание вяжущего низкой водопотребности в формовочной смеси. Затем выполняют расчет трех составов, в которых расход вяжущего принимают на трех уровнях: предварительно подобранный и на 2 – 4 % ниже и выше выбранного. Диапазон варьирования зависит от точности определения активности цемента [6]. После чего готовят три опытных замеса, из каждого формуют не менее, чем по 6 образцов-цилиндров диаметром и высотой 7,07см. Уплотнение формовочной смеси осуществляют при удельном давлении, соответствующем давлению прессования на формовочном прессе. При изготовлении дорожных изделий рекомендуется назначать величину давления прессования в пределах 38...40 МПа.

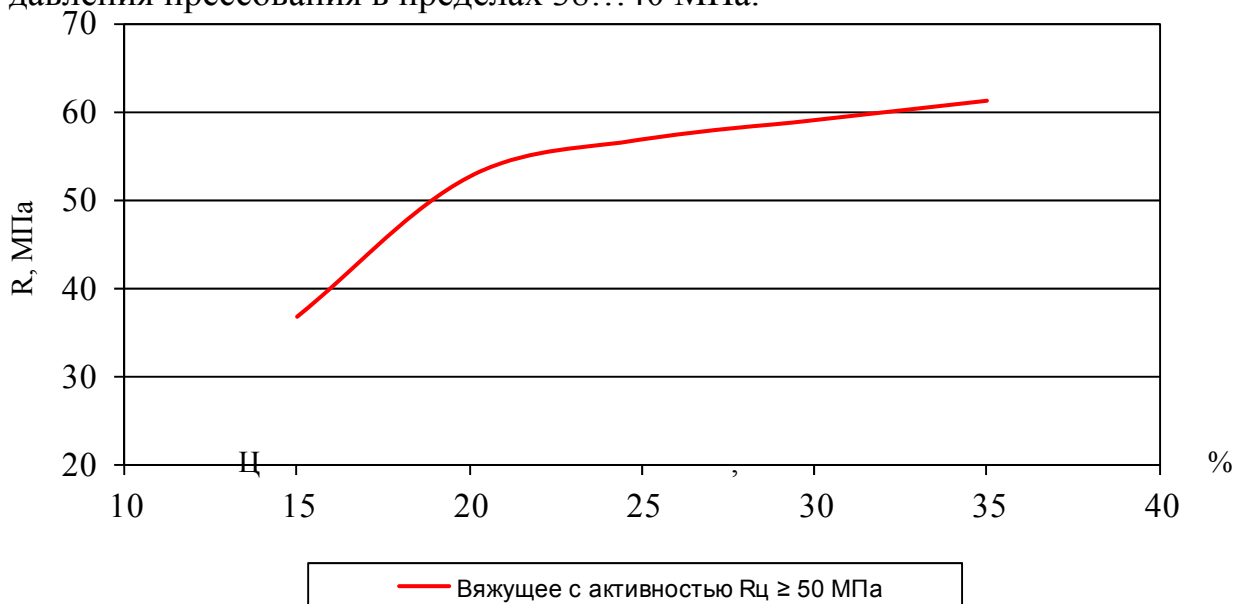


Рис. 3. – Зависимость прочности бетона от количества вяжущего

Отформованные образцы каждой серии делят на две группы. Первую испытывают сразу же после формования. По результатам испытаний

определяют коэффициент уплотнения, среднюю плотность свежесжатой композиции и ее распалубочную прочность [7]. Далее принимают решение по достаточности распалубочной прочности: если она превышает 0,7 МПа, то подбор продолжается, если меньше, то возвращаются к блоку 4 и уменьшают водосодержание смеси. На третьем этапе вторая группа изготовленных образцов твердеет в нормальных условиях до возраста 28 суток [8]. Вызревшие образцы подсушивают, измеряют, взвешивают и помещают в воду по методике ГОСТ 12730.3-78 "Бетоны. Методы определения водопоглощения". Водонасыщенные образцы взвешивают и определяют водопоглощение. Затем их вновь высушивают и испытывают на сжатие [9].

Полученные результаты позволяют построить зависимости  $R_c = f(\rho)$  и  $W_m = y(\rho)$ , анализ которых дает возможность принять решение о качестве затвердевшего бетона и уточнить требуемый расход цемента в формовочной смеси. Расчет номинального состава формовочной смеси производят в обратном порядке: зная требуемый расход цемента, водосодержание формовочной смеси, принятую дозировку демпфирующей добавки и плотных заполнителей (в % по массе) по опытной средней плотности свежесжатой смеси определяют расходы сырьевых материалов на 1 м<sup>3</sup> изделий [10].

### Литература

1. Невский В.А. Строительное материаловедение. Учебное пособие для студентов строительных специальностей под общей редакцией В.А. Невского. Ростов-на-Дону. М.: Феникс, 2010. С. 588.
2. Лотошникова Е.О. Мелкозернистые жесткопрессованные бетоны с демпфирующими добавками : дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 2005. С. 221.

3. Рамачандран В.С., Фельдман Р.Ф., Коллепарди М., и др. Добавки в бетон: Справочное пособие. США. Noyes Publications, 1988. С. 575.

4. Turriziani R. The calcium aluminate hydrates and related compounds. In: Taylor H.F.W. (ed.) The Chemistry of Cements. Academic Press, London, 1964, Vol. 1, pp. 233 – 286.

5. Мальцев Е.В. Структура и свойства легких бетонов на микросферическом заполнителе. Ростов на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2000. С. 24.

6. Шляхова Е.А., Акопян А.Ф., Акопян В.Ф. Применение метода рентгенофазового анализа для изучения свойств модифицированного шлакощелочного вяжущего // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395).

7. Шляхова Е.А., Акопян А.Ф., Акопян В.Ф. Применение метода дифференциально-термического анализа для изучения свойств модифицированного шлакощелочного вяжущего // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1396](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1396)

8. Бабков В.В., Попов А.В., Мохов В.Н., Колесник Г.С., Якушин В.А. Бетоны повышенной ударной стойкости на основе демпфирующих компонентов. Бетон и железобетон, 1985, №2. С. 2.

9. Несветаев Г.В. Бетоны: Учебно-справочное пособие. Ростов на-Дону. Феникс, 2011. С. 381.

10. Большаков Э.Л. Влияние демпфирующей добавки на прочность и деформативные показатели бетона. дис. ...канд.тех.наук:05.23.05, М., 1996. С. 20.

### References

1. V. A. Nevski. Stroitel'noe materialovedenie [construction material scienc]. Uchebnoe posobie dlja studentov stroitel'nyh special'nostej pod obshej redakciej V.A. Nevskogo. Rostov-na-Donu. Feniks, 2010. P. 588.

2. Lotoshnikova E.O. Melkozernistye zhestkopressovannye betony s dempfirovushchimi dobavkami [Fine-grained escapes the loaf with damping additives]: dis. ... kand. teh. nauk: 05.23.05. Rostov-na-Donu, 2005. P. 221.

3. Ramachandran V.S., Fel'dman R.F., Kolleparadi M., i dr. Dobavki v beton: Spravochnoe posobie [Additive in concrete: a reference guide]. USA. Noyes Publications, 1988. P. 575.

4. Turriziani R. The calcium aluminate hydrates and related compounds. In: Taylor H.F.W. (ed.) The Chemistry of Cements. Academic Press, London, 1964, Vol. 1, pp. 233-286

5. Mal'cev E.V. Struktura i svoystvah legkih betonov na mikrosfericheskom zapolnitele [Structure and properties of lightweight concrete on the microsphere filler]: kd. Rostov n/D: Rost. gos. stroit. un-t, 2000. P. 24.

6. Shljahova E.A., Akopjan A.F., Akopjan V.F. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395).

7. Shljahova E.A., Akopjan A.F., Akopjan V.F. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1396](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1396).

8. Babkov V.V., Popov A.V., Mohov V.N., Kolesnik G.S., Jakushin V.A. Beton i zhelezobeton, 1985, №2. P. 2.

9. Nesvetaev G.V. Betony: Uchebno-spravochnoe posobie [Concrete: a Training and reference manual]. Rostov n/D. Feniks, 2011. P. 381.

10. Bol'shakov Je.L. Vliyanie dempfirovushhej dobavki na prochnost' i deformativnye pokazateli betona [The damping effect of additives on the strength and de-formative indicators of concrete]. dis. ...kand.teh.nauk:05.23.05 1996.