

УДК 691.327:691.175.746.222

Инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения

Виктор Алексеевич РАХМАНОВ, член-корреспондент РААСН, профессор, e-mail: institute@unicon-zsk.ru

Владислав Иванович МЕЛИХОВ, кандидат технических наук, зам. генерального директора по науке, e-mail: V.Melikhov@vniizhbeton.ru

Григорий Игоревич КАПАЕВ, кандидат химических наук, зав. лабораторией химических добавок, e-mail: g.kapaev@vniizhbeton.ru

Анатолий Иванович КОЗЛОВСКИЙ, кандидат технических наук

АО «Технологический институт ВНИИЖелезобетон», 111141 Москва, ул. Плеханова, 7

Аннотация. Изложены результаты исследований института «ВНИИЖелезобетон» по получению материала нового поколения — негорючего полистиролбетона, отвечающего нормативным требованиям по прочности, без повышения его стоимости. Негорючий полистиролбетон марок по средней плотности не менее D300 с нормируемой прочностью и меньшей стоимостью получен за счет использования полистиролбетона с пониженным содержанием заполнителя — полистирола вспененного гранулированного совместно с разработанной институтом комплексной воздуховлекающей добавкой с антиприреновыми свойствами — «Юникон Доррит АМ-802». Использование модифицированного полистиролбетона позволит отказаться от защиты поверхности изделий из полистиролбетона негорючими материалами, что поможет снизить их стоимость.

Ключевые слова: полистиролбетон, полистирол вспененный гранулированный, воздуховлекающая добавка с антиприреновыми свойствами, негорючесть, прочность при сжатии.

SPECIAL INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR PRODUCING POLYSTYRENE CONCRETE OF NEW GENERATION

Victor A. RAKHMANOV, e-mail: institute@unicon-zsk.ru; **Vladislav I. MELIKHOV**, e-mail: V.Melikhov@vniizhbeton.ru

Grigoriy I. KAPAEV, e-mail: g.kapaev@vniizhbeton.ru; **Anatoliy I. KOZLOVSKIY**

Technological Institute «VNIIzhelezobeton», ul. Plehanova, 7, Moscow 111141, Russian Federation

Abstract. Results of works performed by VNIIzhelezobeton for producing material of new generation such as fire-resistant polystyrene concrete correlating with standard regulations and requirements of resistance without increasing of its cost are described in this article. Fire-resistant polystyrene concrete with medium density not less than D300 with standard resistance and lower cost is achieved by using polystyrene concrete with lower quantity of filler such as expandable polystyrene concrete bead together with developed by VNIIzhelezobeton complicated air-entraining admixture with fire retardant features named as «UNICON Dorrit AM-802».

Key words: polystyrene concrete, expandable polystyrene concrete bead, air-entraining fire retardant admixture, fire-resistance, compression resistance.

В последние 15–20 лет полистиролбетон (ПСБ) широко и эффективно используется в энергосберегающих ограждающих конструкциях зданий. При этом применение ПСБ имеет особенности, требующие обеспечения пожаробезопасности.

Согласно ГОСТ Р 51263–2012 «Полистиролбетон. Технические условия» полистиролбетон марок по средней плотности D150...D600 относится к слабогорючим материалам группы Г1, так как содержит в качестве заполнителя горючее органическое вещество — полистирол вспенен-

ный гранулированный (ПВГ) до 3 % по массе, что требует обязательной защиты поверхности изделий из ПСБ негорючими материалами (кирпич, штукатурка и т. п.). Это значительно усложняет и удорожает строительство энергоэффективных зданий. В настоящее время известны запатентованные составы и способы получения огнестойкого вспененного полистирола [1, 2].

Институтом «ВНИИЖелезобетон» была поставлена задача — получить модифицированный полистиролбетон, обладающий свойствами негорючести и в то

же время отвечающий нормативным требованиям по прочности, без повышения стоимости. Для решения этой задачи институтом в 2014–2015 гг. были проведены исследования, учитывающие положение ГОСТ 30244, согласно которому при испытаниях материалов на негорючесть содержание в них органических веществ не должно превышать 2 % по массе. Это условие удовлетворяется для полистиролбетона марок по средней плотности D225...D250 и выше при расходе ПВГ не более 5 кг/м³.

В 2000-х гг. в институте прово-

Результаты испытаний полистиролбетона на негорючность и прочность

| № со-става | Наименование состава | Удельный расход | | Плотность, кг/м ³ (марка D) | Время устойчивого горения пламени, с | Нормируемая по ГОСТ Р 51263 прочность | | Фактическая прочность при сжатии в возрасте 28 сут R _{ПСБ} , МПа |
|------------|---|-------------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|---|
| | | ПВГ, м ³ /м ³ | цемента, кг/м ³ | | | при сжатии, МПа | класс | |
| 1 | Контрольный | 0,90 | 235 | 260 (D250) | > 93 | 0,59 | B0,5 | 0,64 |
| 2 | Экспериментальный | 0,60 | 235 | 264 (D250) | > 58 | 0,59 | B0,5 | 0,62 |
| 3 | Экспериментальный | 0,45 | 230 | 270 (D250) | > 21 | 0,59 | B0,5 | 0,61 |
| 4 | Контрольный | 0,90 | 277 | 320 (D300) | > 50 | 0,88 | B0,75 | 0,97 |
| 5 | Экспериментальный | 0,60 | 277 | 320 (D300) | 4–8 | 0,88 | B0,75 | 0,89 |
| 6 | Экспериментальный | 0,45 | 270 | 310 (D300) | Возгорания не было | 0,88 | B0,75 | 0,86 |
| 7 | Контрольный | 0,90 | 290 | 360 (D350) | > 35 | 1,17 | B1 | 1,22 |
| 8 | Экспериментальный | 0,60 | 290 | 370 (D350) | 2–7 | 1,17 | B1 | 1,19 |
| 9 | Экспериментальный с жидким стеклом (10 % расхода цемента) | 0,45 | 290 | 360 (D350) | 5–8 | 1,17 | B1 | 0,68 |

При мечание. Контрольные составы № 1, 4, 7 и 9 изготовлены с воздухововлекающей добавкой «ПБ-Люкс», экспериментальные составы № 2, 3, 5, 6 и 8 – с комплексной добавкой «Юникон Доррит АМ-802» с расходом 0,012–0,018 % массы ПСБ.

дились испытания термостойких огнезащитных штукатурок плотностью 350–500 кг/м³ на основе портландцемента, мелкозернистых минеральных заполнителей и антипиреновых добавок, а также измельченного ПВГ [3].

Однако практическое применение такого материала для массового изготовления полистиролбетонных изделий и монолитного полистиролбетона трудно реализуемо ввиду его нетехнологичности (большое количество компонентов и переделов), а также повышенной теплопроводности и стоимости. Поэтому исследования были направлены на получение технологичного и недорогого негорючего полистиролбетона минимально возможных марок по плотности. Таким образом, разработана спецтехнология, основанная на использовании ПВГ, полученного вспениванием гранул самозатухающего полистирола марки ПСБ-С со сниженным удельным расходом в ПСБ, и недорогих неорганических добавок, например жидкого стекла, без заметного ухудшения показателей

прочности и морозостойкости ПСБ.

В связи с этим для получения негорючего полистиролбетона во ВНИИжелезобетон была создана комплексная воздухововлекающая добавка с антипиреновыми свойствами – «Юникон Доррит АМ 802», изготавляемая АО «ЮНИКОН-ЗСК» по ТУ 5745-034-86549669-16. Добавка является негорючей и имеет следующие характеристики: содержание активного вещества по массе – не менее 15 %; температура замерзания – не менее –5 °C; растворимость в воде, соотношение по массе – без ограничений.

На лабораторной установке, рекомендуемой ГОСТ 30244, испытывались на негорючесть образцы-керны диаметром 45 мм и высотой 50±3 мм из ПСБ марок по средней плотности D250...D350. Расход ПВГ по насыльному объему – 0,45–0,9 м³/м³.

Во всех испытаниях прирост температуры в печи не превышал 30...35 °C (по ГОСТ 30244 допускается не более 50 °C), а потеря массы образцов не была выше

25 % (допускается не более 50 %). Поэтому основным контролируемым параметром испытаний на негорючесть было время устойчивого пламенного горения (по ГОСТ 30244 не более 10 с). При этом также контролировалась прочность полистиролбетона при сжатии. Результаты испытаний ПСБ приведены в таблице. Полистиролбетонный образец после его испытания на горючность показан на рисунке.

Как показали результаты экспериментов, уменьшение расхода ПВГ в 2 раза для полистиролбетона марок по плотности D250 (даже при использовании добавки «Юникон Доррит АМ-802») не обеспечивает негорючести материала, а дальнейшее снижение его содержания до 0,4–0,2 м³/м³ не обеспечивает требуемых по ГОСТ Р 51263 значений прочности ПСБ при сжатии.

В то же время для ПСБ марок D300 и D350 при снижении содержания ПВГ до 0,6 м³/м³ и использовании добавки «Юникон Доррит АМ-802» негорючесть материала при соблюдении норм



Образец из полистиролбетона после испытания на горючность

мативных требований по прочности была достигнута.

Применение жидкого стекла снизило прочность полистиролбетона до значения, существенно меньшего, чем нормируемое.

Снижение прочности полистиролбетона на портландцементе активностью $R_{\text{ц}} = 44,2 \text{ МПа}$ при уменьшении расхода ПВГ на 1/3 и 1/2 для ПСБ марки D300 с объемной концентрацией ПВГ $\varphi = 0,45$, средней плотностью гранул ПВГ $\rho_{\text{ПВГ}} = 14 \text{ г}/\text{см}^3$ и коэффициентом качества $n = 1,65$

при расчетах по разработанной во ВНИИжелезобетон формуле

$$R_{\text{ПСБ}} = 0,175 R_{\text{ц}} (\rho_{\text{ПСБ}} - \rho_{\text{ПВГ}})^2 \times \\ \times (1 - \varphi)^{n-2} \cdot 10^{-6}$$

составляет соответственно 6 и 9,5 % (см. таблицу).

Таким образом, негорючий полистиролбетон марок D300 и выше может быть получен (без снижения его прочности ниже нормируемой) за счет уменьшения расхода ПВГ и применения специальной комплексной добавки «Юникон Доррит АМ-802». Стоимость материала за счет уменьшения расхода дорогостоящего ПВГ может быть снижена на 10–12 %.

По экспертной оценке, уменьшение в 2 раза расхода ПВГ в полистиролбетоне плотностью D300 снизит его марку по морозостойкости не более чем на две ступени, т. е. с F150 до F75, что достаточно для применения материала в стеновых ограждающих конструкциях жилых зданий согласно СП 15.13330.2012 на всей территории России.

Спецтехнология негорючего

полистиролбетона защищена заявкой ВНИИжелезобетон на патент РФ [4] и требования к такому ПСБ внесены в разработанный в настоящее время новый межгосударственный стандарт.

Вывод

Разработана инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения – негорючего материала марок по средней плотности не менее D300 за счет оптимизации состава – использования вспененного гранулированного полистирола пониженной горючести с уменьшенным на 1/3 или 1/2 его объемным содержанием в полистиролбетоне и применения разработанной в институте «ВНИИжелезобетон» особой воздуховоловляющей добавки с антипрерывными свойствами. На основании результатов проведенных исследований ведется промышленная отработка технологии изготовления изделий из негорючего полистиролбетона, отвечающего требованиям ГОСТ 302044.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. СССР на изобретение № 516259. Способ получения огнестойкого полистирола / Бейлина В. И. [и др.]. Опубл. 25.02.1978 г.
2. Патент на изобретение RU 2470042. Огнестойкий полистирол / Браувер В. Д. [и др.]. Опубл. 10.07.2011 г.
3. Патент на изобретение RU 2155727. Огнезащитная штукатурная композиция / Рахманов В. А., Мелихов В. И. [и др.]. Опубл. 01.12.1998 г.
4. Заявка в Роспатент на изобретение № 2016135975 от 17.09.2016 г. Негорючий полистиролбетон / Рахманов В. А., Мелихов В. И. [и др.].

REFERENCES

1. A. s. SSSR № 516259. Sposob polucheniya ognestoykogo polistirola [A method of producing a flame retardant polystyrene]. V. I. Beylina, et. al. Published 25.02.1978. (In Russian).
2. Patent RU 2470042. Ognestoykiy polistirol [Fire-resistant polystyrene]. V. D. Brauver, et al. Published 10.07.2011. (In Russian).
3. Patent RU 2155727. Ognezashchitnaya shtukaturnaya kompozitsiya [Fire-resistant plaster composition]. Rakhmanov V. A., Melikhov V. I., et al. Published 01.12.1998. (In Russian).
4. Zayavka v Rospatent no. 2016135975 ot 17.09.2016. Negoryuchiy polistirolbeton [Non-flammable polystyrene]. Rakhmanov V. A., et al. (In Russian).

Для цитирования: Рахманов В. А., Мелихов В. И., Капаев Г. И., Козловский А. И. Инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 29–31.

For citation: Rakhmanov V. A., Melikhov V. I., Kapaev G. I., Kozlovskiy A. I. Special innovative technology for producing polystyrene concrete of new generation. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 2, pp. 29–31. (In Russian). ■