

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОЛИМЕРБЕТОНА

*С. Н. КОВШАР, В. В. БАБИЦКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Полимербетоны благодаря некоторым не характерным для обычного бетона свойствам (высокая, причем универсальная, стойкость в кислотах, окислителях, щелочах, растворах солей, масел и нефти; высокие прочность и морозостойкость; практическая водонепроницаемость; прекрасные электроизолирующие свойства; способность защищать стальную арматуру от коррозии и др.) могут успешно применяться на объектах с тяжелыми и многообразными условиями эксплуатации.

Таким образом, эти бетоны весьма долговечны, но им присущ существенный недостаток – их стоимость может превышать стоимость обычного бетона на минеральных вяжущих, в частности, портландцементе, в десятки и даже сотни раз. В связи с этим грамотное проектирование состава полимербетона должно обеспечивать необходимые технико-экономические параметры.

В состав полимербетона обычно входят полимерное связующее (синтетическая смола, отверждающие и модифицирующие добавки, а также тонкодисперсный наполнитель), крупный и мелкий заполнители.

Рассмотрим подробнее методику проектирования состава.

Предварительно определяют: плотности смолы ( $\rho_{\text{смол}}$ ), отвердителя ( $\rho_{\text{отв}}$ ), пластификатора ( $\rho_{\text{пласт}}$ ), плотность ( $\rho_{\text{нап}}$ ) и удельную поверхность наполнителя ( $S_{\text{нап}}$ ); насыпную ( $\rho_{\text{мзнас}}$ ) и в зерне ( $\rho_{\text{мз}}$ ) плотности мелкого заполнителя и, соответственно, крупного ( $\rho_{\text{кзнас}}$  и  $\rho_{\text{кз}}$ ), а также их фракционный состав.

В соответствии с литературными рекомендациями или на основе экспериментов назначают процентное содержание отвердителя ( $k_{\text{отв}}$ ) и пластификатора ( $k_{\text{пласт}}$ ) от массы смолы.

Вначале определяют необходимые для последующего расчета характеристики заполнителей.

Пустотность крупного и мелкого заполнителей, д. ед.:

$$m_{\text{кз}} = 1 - \frac{\rho_{\text{кзнас}}}{\rho_{\text{кз}}} \quad (1)$$

$$m_{\text{мз}} = 1 - \frac{\rho_{\text{мзнас}}}{\rho_{\text{мз}}} \quad (2)$$

Удельная площадь поверхности крупного ( $S_{\text{удкз}}$ ) и мелкого ( $S_{\text{удмз}}$ ) заполнителей в соответствии с известной формулой А. С. Ладинского, м<sup>2</sup>/кг:

$$S_{\text{удкз}} = \frac{k_{\text{фкз}} \cdot (F_{40} + 2F_{20} + 4F_{10} + 8F_5)}{100} \quad (3)$$

$$S_{\text{удмз}} = \frac{k_{\text{фмз}} \cdot (F_{2,5} + 2F_{1,25} + 4F_{0,63} + 8F_{0,315} + 16F_{0,16} + 32F_{<0,16})}{100} \quad (4)$$

где  $k_{\text{фкз}}$ ,  $k_{\text{фмз}}$  – коэффициенты формы зерен крупного и мелкого заполнителя, м<sup>2</sup>/кг;  $F_{40}$ ,  $F_{20}$ ,  $F_{10}$ ,  $F_5$  – частные остатки крупного заполнителя на ситах 40, 20, 10, 5 мм;  $F_{2,5}$ ,  $F_{1,25}$ ...  $F_{<0,16}$  – частные остатки мелкого заполнителя на ситах 2,5, 1,25... менее 0,16 мм, %.

Далее переходят к непосредственному расчету состава бетона.

Рассчитывают коэффициент  $\alpha$ , равный отношению объема мелкого заполнителя к объему пустот между зернами крупного заполнителя. Для обычного бетона есть аналогичный термин – коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя растворной частью.

При прочих равных условиях этот коэффициент удобно связать с удобоукладываемостью полимербетонной смеси (в дальнейшем и бетон), характеризуемой осадкой конуса (ОК в см):

$$\alpha = 1,025 + 0,004 \cdot \text{ОК}, \text{ д. ед.} \quad (5)$$

С осадкой конуса можно увязать и толщину пленки связующего на поверхности мелкого и крупного заполнителей:

$$\delta = 30 + 1,7 \cdot \text{ОК}, \text{ мкм.} \quad (6)$$

Объем крупного заполнителя на 1 м<sup>3</sup> смеси, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{кз}} = \frac{1}{1 + m_{\text{кз}} \cdot (\alpha - 1)} \quad (7)$$

а объем мелкого,  $m^3$ ,

$$V_{мз} = \alpha \cdot m_{кз} \quad (8)$$

Соответственно расходы крупного и мелкого заполнителей, кг:

$$КЗ = V_{кз} \rho_{кзнас} \quad (9)$$

$$МЗ = V_{мз} \rho_{мзнас} \quad (10)$$

Определяют суммарную площадь поверхности смеси заполнителей,  $m^2$ :

$$S_{см} = МЗ \cdot S_{удмз} + КЗ \cdot S_{удкз} \quad (11)$$

Рассчитывают пустотность смеси заполнителей,  $m^3$ :

$$m_{см} = V_{мз} m_{мз} \quad (12)$$

а далее выход бетона, кг:

$$V_6 = 1 + S_{см} \delta \cdot 10^{-6} \quad (13)$$

Затем определяют необходимый объем связующего  $V_{св}$ ,  $m^3$ , уточненные расходы крупного  $КЗ_y$ , кг, и мелкого  $МЗ_y$  заполнителей, кг:

$$V_{св} = \frac{m_{см} + S_{см} \cdot \delta \cdot 10^{-6}}{V_6} \quad (14)$$

$$КЗ_y = \frac{КЗ}{V_6} \quad (15)$$

$$МЗ_y = \frac{МЗ}{V_6} \quad (16)$$

Далее рассчитывают состав связующего.

Доля наполнителя в связующем, д. ед.:

$$d_{нап} = 0,55 - 8 \cdot 10^{-5} \cdot S_{нап} \quad (17)$$

Доля отвердителя, д. ед.:

$$d_{отв} = \frac{\rho_{смоп}}{\rho_{отв}} 0,01 k_{отв} \quad (18)$$

Доля пластификатора, д. ед.:

$$d_{пласт} = \frac{\rho_{смоп}}{\rho_{пласт}} 0,01 k_{пласт} \quad (19)$$

Определяют сумму долей наполнителя, отвердителя и пластификатора, а также смолы, доля которой составляет 1:

$$d = 1 + d_{нап} + d_{отв} + d_{пласт} \quad \text{д. ед.} \quad (20)$$

Объем смолы,  $m^3$ :

$$V_{см} = \frac{V_{св}}{d} \quad (21)$$

Расходы компонентов связующего, кг:

$$\text{Смола} = V_{см} \rho_{смоп} \quad (22)$$

$$\text{Наполнитель} = V_{см} \cdot 0,01 d_{нап} \rho_{нап} \quad (23)$$

$$\text{Отвердитель} = V_{см} \cdot 0,01 d_{отв} \rho_{отв} \quad (24)$$

$$\text{Пластификатор} = V_{см} \cdot 0,01 d_{пласт} \rho_{пласт} \quad (25)$$

Расчетная плотность бетонной смеси,  $кг/м^3$ :

$$\rho_{бсм} = КЗ_y + МЗ_y + \text{Смола} + \text{Наполнитель} + \text{Отвердитель} + \text{Пластификатор} \quad (26)$$

Экспериментальная апробация рассмотренной методики показала ее действенность.

#### Список литературы

1 Елшин, И. М. Полимербетоны в гидротехническом строительстве / И. М. Елшин. – М. : Стройиздат, 1980. – 192 с.