

УДК 624.012.3

И.А.Волкодав (5 курс, каф. ЭиПГС), Ю.В.Богданов, к.т.н., доц.

## ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В последние годы во всех технически развитых странах расширяется применение высокопрочного бетона прочностью на сжатие от 60 МПа и выше. Наибольшее применение высокопрочные бетоны получили при возведении колонн высотных зданий, большепролетных преднапряженных конструкций, инженерных сооружений (таких, как нефтедобывающие платформы на морском шельфе).

Значительные успехи достигнуты в разработке и применении высокопрочных бетонов с полимерными добавками, а также стале- и стеклофибробетонов. В разработке высокопрочных бетонов (ВПБ) можно выделить два основных направления:

- получение ВПБ по традиционной технологии;
- получение ВПБ с использованием специальных вяжущих, либо с применением специального дисперсного армирования растворной матрицы различного вида волокнами.

При приготовлении ВПБ уделяется особое внимание качеству заполнителей. Обычно в качестве крупного заполнителя используется тщательно фракционированный прочный щебень. Максимальная крупность заполнителя не должна превышать 8-25 мм. Одним из важнейших условий является снижение величины В/Ц до 0,2-0,3. Зависимость прочности ВПБ линейно зависит от величины В/Ц.

Современный зарубежный опыт производства ВПБ показывает широкое применение тонкодисперсных комплексных органоминеральных добавок (ОМД). Микрокремнезем (МК), металлургические шлаки, зола-унос, гидроксид алюминия в комплексе с суперпластификаторами произвели переворот в технологии получения высокопрочных супербетонов марок 1300— 1400. Добавка тонкодисперсного кремнезема (МК) в количестве 10% от массы цемента повышает прочность бетона на 25%. В качестве суперпластификаторов наиболее широко применяются модифицированные лигносульфонаты, сульфированные меламинформальдегидные смолы, конденсаты нафталинсульфокислоты и формальдегида. По прочностным и деформативным свойствам при кратковременных и длительных воздействиях ВПБ отличаются от обычных бетонов. Величина модуля упругости ВПБ при сжатии достигает 45-55 МПа. Различными исследователями предложен целый ряд эмпирических формул для определения модуля упругости ВПБ в зависимости от прочности при сжатии.

В процессе исследований выявлен ряд высоких эксплуатационных качеств ВПБ:

- понижение деформации усадки и ползучести; высокая плотность,
- газоводонепроницаемость; высокая морозостойкость; высокая износостойкость.

Методы расчета конструкций, выполненных из ВПБ, отличаются от методов расчета конструкций, выполненных из обычного бетона, в частности, требуют уточнения методы расчета изгибаемых конструкций по поперечной силе (назначение минимального поперечного армирования) и на прочность по наклонному сечению.

На данный момент уже изучены критерии минимального продольного армирования изгибаемых элементов из ВПБ, сопротивляемость огню, работа предварительно-напряженных изгибаемых элементов из ВПБ.

В РФ пока отсутствуют специальные нормативные документы по расчету конструкций из ВПБ. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» распространяются на бетоны прочностью до 80 МПа.

Одна из наиболее распространенных областей применения ВПБ - монолитные колонны высотных зданий. ВПБ обычно применяется в наиболее тяжело нагруженных конструкциях высотных зданий, чаще всего в колоннах нижних этажей. Существуют две наиболее распространенные конструктивные схемы высотных зданий с монолитными железобетонными колоннами из ВПБ - оболочковая (коробчатая - «tube») и оболочково-ствольная («tube in tube»). Данные конструктивные схемы и применение ВПБ позволяют уменьшить сечение наружных колонн, исключить устройство внутренних опор и увеличить свободные пролеты помещений.

В строительстве высотных зданий используются также трубобетонные колонны из ВПБ. Трубчатая стальная оболочка выполняет роль оставляемой опалубки для монолитного бетона, а также роль вертикальной и поперечной арматуры колонн.

На данный момент самым высоким зданием в мире является Мировой финансовый центр в Шанхае (Китай) – его высота составляет 460 м. Однако, фирмой «СВМ Engineers» (США) уже разработан проект 400-этажного здания высотой 1600 м. С целью максимального повышения пространственной жесткости здание запроектировано ступенчато расширяющимся книзу, близким к брусу равного сопротивления. Толщина колонн принята одинаковой по высоте здания. Максимальная расчетная прочность бетона в нижней части колонн 98 МПа при коэффициенте армирования, не превышающем 2%. Специалисты США считают технически возможным возведение такого здания.

Технико-экономические исследования ВПБ выявили высокую эффективность его применения, в частности, в конструкциях многоэтажных зданий. Стоимость колонн из бетона прочностью 55 МПа на 26% меньше, чем стоимость аналогичных конструкций из бетона прочностью 28 МПа, а стоимость колонн из бетона прочностью 83 МПа – на 42%.

Исследования, проведенные в нашей стране, показали, что при использовании бетонов прочностью 110-140 МПа взамен бетонов классов В40-В60 расход бетона снижается на 30-70 %, а расход арматуры на 15-25 %.

Представляется целесообразным дальнейшее развитие и совершенствование эффективных конструкций из ВПБ в нашей стране, особенно монолитных конструкций высотных зданий и сооружений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Михайлов К.В., Бердичевский И.Г., Рогатин Ю.А. Бетон и железобетон – основа современного строительства//Бетон и железобетон. – 1990. №3
2. Попкова О.М. Монолитные железобетонные конструкции зданий повышенной этажности за рубежом. – Обзорная информация. – М.: ВНИИИС, 1985
3. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сорокин Ю.В., Фридман В.И. Свойства бетона на вяжущих низкой водопотребности и опыт их применения// ЭИ ВНИИТПИ, 1990, сер. «Строительные конструкции и материалы», вып. 3.