

Оценка температур и составов эвтектик бинарных и тройных сечений системы $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ / М.Ю. ИВАЩЕНКО, Г.Н. ШАБАНОВА, М.И. ВОРОЖБИЯН, О.В. КОСТЫРКИН // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № № 47 (1020). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 57 – 62. – Бібліогр.: 6 назв.

Проведена оцінка максимальних температур служби складів евтектик бінарних та потрійних перетинів системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Визначені області найбільш придатні для отримання захисних в'язучих матеріалів з підвищеною температурою експлуатації.

Ключові слова: система, склад, евтектика, перетин системи, температура, ліквідус, захисні в'язучі матеріали.

The estimation of maximum temperatures of eutectic compositions of binary and triple sections of system has been conducted. The most suitable spheres to get protective binding materials with increased operational temperature have been determined.

Keywords: system, composition, eutectic, system section, temperature, liquidus, protective binding materials.

УДК 693.54 : 022.5

А.А. КАЧУРА, канд. техн. наук, доц., ХНУГХ, Харків

Е.В. КОНДРАЩЕНКО, д-р техн. наук, проф., ХНУГХ, Харків

Ю.А. НАУМЕНКО, студ., ХНУГХ, Харків

В.И. КОНДРАЩЕНКО, д-р техн. наук, проф., МИИТ, Москва

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМОЦЕМЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО ПО РОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В статье дана оценка качественных показателей армоцемента и особенности технологии его получения. Предложен оригинальный метод изготовления армоцемента с применением ротационно-силового уплотнения с усовершенствованным ротационным метателем.

Ключевые слова: армоцемент, цементный песчаный бетон, сетчатое армирование, прочность, удобоукладываемость, термовлажностная обработка, ротационная технология, метатель.

Армоцемент относится к разновидностям железобетона, предшественником которого является армированная штукатурка. В дальнейшем при насыщении слоя торкрета тонкими стальными сетками была получена разно-

видность железобетона – армоцемент, который впервые использовал итальянский инженер П.Л. Нерви для возведения ряда уникальных сооружений, таких как, например, свод выставочного зала пролетом 95 м в г. Турине [1].

Армоцементные конструкции по принципам конструирования и расчета резко отличаются от обычного железобетона.

Это различие вызвано как физико-механическими свойствами армоцемента, так и технологией его изготовления. Однако для Украины и большинства стран постсоветского пространства армоцемент является малоизученным материалом. Поэтому изучение этого эффективного и перспективного конструкционного композиционного материала является весьма актуальным.

Авторами были рассмотрены и проанализированы ряд источников по армоцементу, опубликованных в период второй половины прошлого столетия и до настоящего времени [1 – 4].

Как любой композиционный материал армоцемент состоит из матрицы, в качестве которой выступает цементнопесчаный раствор, и армирующих сеток.

Для получения армоцемента обычно применяют стальные сетки из проволоки диаметром 0,5 – 1,5 мм с ячейками до 10 см. Расход цемента в бетоне составляет в среднем 800 – 1000 кг/м³.

По технологии в армоцементе цементнопесчаный раствор должен только обволакивать сетки, без какого-либо избытка, при этих условиях получается достаточно однородный материал с упругими свойствами.

Как показано в работах [2 – 3, 6] качество армоцемента определяется высокими требованиями к выбору исходных компонентов и к технологии его получения. При этом он более экономичен с точки зрения расхода материалов и более долговечен, чем другие разновидности железобетона.

Исследования показали, что следует очень ответственно подходить к изучению характеристик каркасной сетки, размерам ее ячеек, диаметру проволоки и упругим свойствам самой стали, испытывать отдельные стержни и пакеты сеток в целом. Поэтому, в процессе проведения испытаний армоцемента, неоднородность стали и нестабильность диаметров проволоки необходимо дополнительно учитывать путем значительного увеличения количества экспериментальных образцов [2].

Не менее важно учитывать свойства мелкозернистого песчаного бетона. Высокое качество исходной бетонной смеси – обязательное требование при изготовлении армоцементных конструкций.

С целью обеспечения долговечности бетона необходимо обращать внимание на повышение его однородности, прочности и трещиностойкости. Известно, что долговечность бетона зависит от его морозостойкости и коррозионной стойкости, определяемой плотностью структуры, прочностью бетона и стойкостью минералов цемента в агрессивных средах. Практика показала, что доброкачественно изготовленный мелкозернистый бетон обладает высокой плотностью, достаточной для защиты арматуры от коррозии.

Состав мелкозернистой песчаной смеси, применительно к изготовлению армоцементных конструкций, подбирают расчетно-экспериментальным путем по расчетным зависимостям или по результатам предварительных опытов, которые затем уточняют пробными замесами.

Так, зерна песка, применяемого для армоцемента, должны быть из твердых пород, тщательно очищены от пыли и глинистых частиц путем их промывки и подобраны по зерновому составу так, чтобы пустотность была минимальной.

Отсутствие крупного заполнителя приводит к более однородной структуре, к снижению местных концентраций напряжений. Максимальную крупность песка принимают из условий армирования сетками: не более $\frac{1}{2}$ размера ячейки сетки и не более $\frac{1}{2}$ наименьшей толщины изделия, обычно она не более 2,5 мм.

Водоцементное отношение обычно находится в пределах 0,28 – 0,4.

Целесообразно применять высокопрочные цементы и стремиться к снижению расхода цемента. На повышение плотности и морозостойкости бетона положительно влияют поверхностно-активные и др. добавки [1, 2].

Важен выбор консистенции, а также способность бетонной смеси к распределению и уточнению по сечению элемента при бетонировании.

На формуемость армоцемента оказывает влияние качество и количество сеток и расстояние между ними. Формуемость армоцемента ухудшается с уменьшением ячейки сетки, с увеличением числа сеток, с уменьшением расстояния между ними, при применении малопластичных смесей.

Для получения одинаковой формуемости армоцемента при армировании сетками № 5 взамен сеток № 7 при равном числе сеток приходится увеличивать подвижность бетонной смеси примерно на 40 %.

Рекомендуется применять бетонные смеси повышенной жесткости – 40 – 60 с, а при использовании более эффективных уплотняющих машин, например, высокочастотных вибраторов (6000 – 10000 кол/мин) жесткость мо-

жет быть повышена до 100 – 150 с, что позволяет сократить расход цемента и повысить плотность.

Традиционно армоцемент изготавливают из следующих компонентов.

Матричный песчаный бетон (марки не ниже 300) получают на портландцементе марки не ниже 500.

Расход цемента составляет от 500 до 1000 кг/м³, плотность бетона – около 2300 кг/м³. Чаще используется чистый речной песок естественного гранулометрического состава с модулем крупности в диапазоне 1,6 – 2,7.

Фракции песка подбираются с целью получения наиболее плотных смесей [1, 2, 4]. Водоцементное отношение находится в пределах от 0,25 до 0,75, а время удобоукладываемости от 5 до 10 сек.

Способ уплотнения смеси сказывается как на прочности, так и на плотность песчаного бетона.

Так можно применять следующие виды укладки песчаного бетона: для пластичных смесей – укладка вручную; из более жестких смесей – уплотнение на вибростоле, с применением поверхностных вибраторов без пригруза и с пригрузом, с направленной вибрацией или отформованных торкретом (цемент-пушкой).

В результаты испытаний было установлено, что на свойства бетона влияют: В/Ц, гранулометрический состав песка, качество поверхности, водопоглощение, прочность зерен песка, сцепление между цементным камнем и песком по поверхности его зерен, технология изготовления и условия твердения бетона и др. [2, 3].

Важны также и режимы твердения. Образцы должны твердеть или на воздухе или во влажных условиях, или в пропарочной камере с обычным или со строго заданным регулируемым режимом.

Исследования песчаных бетонов, уложенных и уплотненных соплованием, показали, что использование обычных штукатурных растворонасосов требует применения более подвижных смесей и приводит к излишнему расходу цемента.

Избыток цемента нежелателен по экономическим соображениям.

От избытка цемента увеличивается усадка, ползучесть бетона, уменьшается его трещиностойкость и долговечность.

Применение торкрета позволяет использовать более жесткие смеси, повысить плотность бетона, но существующие модели этих агрегатов мало приспособлены для изготовления конструктивного песчаного бетона.

Количество воды, поступающей в сухую песчано-цементную смесь, не поддается точной регулировке, а степень уплотнения изменяется в зависимости толщины укладываемого слоя.

Однако уложенный торкретированием бетон неоднороден по своему составу и свойствам [4, 6 – 8]. Существенным недостатком технологии торкрета является также высокое запыление, потери материала, большие энергозатраты (35 – 40 кВт/м³).

При твердении бетона необходим тщательный уход, предохраняющий его от потери влаги. Термообработка изделий производится при мягких режимах повышения и понижения температуры с коротким изотермическим прогревом. Именно эти выводы имеют наиболее практическое значение при подборе составов бетона и обосновании технологии изготовления армоторкретных конструкций [6, 8].

Также на свойства армоцемента влияют способы его изготовления и армирования, расход стали, количество и тип сеток, положение их в сечении и способов фиксации, свойства проволоки, прочность и деформативность бетона, вид заполнителей, размеры образца и его форма и т.п. При испытании существенное значение имеет определение предельной растяжимости.

Равномерное (или близкое к равномерному) распределение тонких сеток в бетоне, начиная от поверхностного слоя, позволяет получить более однородный и плотный материал по структуре, чем железобетон с сосредоточенным армированием стержневой арматурой, и уменьшить концентрацию напряжений.

Такое армирование сетками позволяет предотвратить развитие недопустимых трещин в любом направлении, значительно уменьшает ширину раскрытия трещин в растянутых сечениях.

Установлено, что тонкостенность элемента в армоцементе удачно сочетается с высокой удельной поверхностью сетчатой арматуры [2 – 4].

При нагрузках, соответствующих эксплуатационным, преимущество имеет армоцемент со сварной арматурой, поэтому ему следует отдать предпочтение при выборе типа арматуры растянутых элементов.

Следует также отметить, что термовлажностная обработка образцов из неармированного и армированного песчаного бетона в паровоздушной среде (что характерно для подавляющего большинства типов пропарочных камер) без дополнительного укрытия поверхности отрицательно сказывается на их физико-механических свойствах.

Сравнение опытных и расчетных данных показало, что на сжатие армоцемент обладает высокой прочностью определяемой в основном высокой прочностью бетона.

В настоящее время существенной новизной обладают технологии бетонирования методом ротационно-силового уплотнения с применением усовершенствованных метательных устройств, которыми уже более 10 лет занимаются ученые кафедры технологии строительного производства и строительных материалов ХНУГХ.

При этой технологии дозировка, перемешивание и укладка в форму объединяются в единый производственный цикл, выполняемый с применением специального технологического оборудования при полной механизации всех производственных операций.

При этом значительно сокращаются трудоёмкость, машиноёмкость и энергозатраты [4, 5, 7].

В случае же применения мелкозернистых бетонных смесей, какие применяются для получения армоцемента, были проведены усовершенствования ротационного метателя, оснащённого вместо лопастей эластичными трубчатыми элементами [8].

Разработанное устройство обеспечивает предельно возможную степень уплотнения компонентов бетона. Благодаря этому была впервые разработана новая ударно-импульсная технология бетонирования.

Суть технологии заключается в мгновенном торможении частиц дискретного потока, состоящего из зёрен цемента, песка и воды (в виде частиц аэрозоля) и мгновенное объединение их в единое целое – слой свежееуложенного бетона при минимально-возможной пористости [4, 5, 7].

Выводы.

Для образцов из армоцемента, полученных по предложенной технологии были изучены плотность, усадка, водонепроницаемость, морозостойкость и прочности при сжатии и растяжении.

Ротационный бетон оказался рентабельнее в 2 – 3 раза в сравнении с бетоном вибрационного уплотнения.

Положительный результат получен также и по его долговечности.

Испытания проводились на протяжении более 10 лет и контрольные испытания образцов этого бетона, вырезанных их конструкций, показали увеличение прочности на 85 – 100 % в сравнении с проектной.

Подобные же результаты получены и при испытании их на морозостойкость и коррозионную стойкость.

Список литературы: 1. *Нерви П.Л.* Строить правильно / *П.Л. Нерви.* – М.: Госстройиздат, 1956. – 162 с. 2. *Баженов Ю.М.* Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций / *Ю.М. Баженов.* – М.: ГОСИздат по строительству и строительным материалам, 1963. – 127 с. 3. *Грайфер А.* Рациональное армирование железобетонных безнапорных труб / *А. Грайфер, Л. Рабинович* // *Промышленное строительство*, 1984. – № 1. – С. 19 – 20. 4. *Дюженко М.Г.* Основы теории и практики производства бетонных работ средствами ротационно-силового уплотнения: автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 – Технология и организация строительства; 05.02.16 – Машины и агрегаты производства стройматериалов / *М.Г. Дюженко.* – М., 1989. – 44 с. 5. *Качура А.А.* Ударно-импульсный способ формования армоцементных изделий / *А.А. Качура, Е.В. Кондращенко, Н.Г. Костюк* // *Коммунальное хозяйство городов.* – 2004. – Вып. 86. – С. 108 – 111. 6. *Кузнецова Н.И.* Торкретирование. Современное состояние / *Н.И. Кузнецова, Н.С. Марчуков* // *Механизация строительства.* – 2001. – № 5. – С. 6 – 10. 7. *Кондращенко В.И.* Новая технология механического торкретирования, элементы теории, перспективы применения / *В.И. Кондращенко, М.Г. Дюженко, А.А. Качура* // *Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее: междунар. науч.-практ. конф., 2003 г.: труды.* – М., 2003. – Т. V. – С. 129 – 134. 8. Пат. 85117 Российская Федерация, МПК В28В 1/32. Установка для ротационной укладки растворных и бетонных смесей / *Кондращенко В.И.*; заявитель и патентообладатель *Кондращенко В.И.* – № 85117; заявл. 04.03.09; опубл. 27.07.09, Бюл. № 21.

Поступила в редколлегию 22.04.13

УДК 693.54 : 022.5

Качественные характеристики армоцемента, полученного по ротационной технологии / А.А. КАЧУРА, Е.В. КОНДРАЩЕНКО, Ю.А. НАУМЕНКО, В.И. КОНДРАЩЕНКО // *Вісник НТУ «ХПІ».* – 2013. – № 47 (1020). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 62 – 68. – Бібліогр.: 8 назв.

У статі надана оцінка якісних показників армоцементу і особливості технології його виготовлення. Запропонований оригінальний метод виготовлення армоцементу з використанням ротационно-силового ущільнення з удосконаленим ротационним метателем.

Ключеві слова: армоцемент, цементний піщаний бетон, сітчасте армування, міцність, легкоукладальність, термовологісна обробка, ротационна технологія, метатель.

The article assesses the quality indicators ferrocement and features of the production technology. The original method for the manufacture of ferrocement using rotary power with improved rotary seal thrower equipped.

Keywords: ferrocement, a cement concrete sand, mesh reinforcement, durability, workability, hydrothermal treatment, rotary technology, thrower.