

- нении напрягающего бетона / В. В. Тур. – Брест. изд. БПИ, 1998. – 246 с.
3. Марчук В. А. Особенности применения напрягающего бетона в плитных конструкциях / В. А. Марчук, А. А. Кондратчик // *Technologii modern in constrctie: mat. юбилейн. науч.-техн. конф., Chisinau, 24-26 mai 2000 г. / Universitatea Technica a Moldove. – Chisinau, 2000. – Vol. 3. – P. 254-257.*
 4. Будюк В. Д. Экспериментально-теоретическое моделирование самонапряжения железобетонных элементов / В. Д. Будюк, В. Н. Никитин // *Известия вузов. – 1986. – №2. – с. 12-17.*
 5. Михайлов В. В. Влияние дисперсного армирования минеральными добавками на свойства напрягающего бетона / В. В. Михайлов, О.А. Звездин // *Исследования и применение напрягающего бетона и самонапряженных железобетонных конструкций: сб. науч. тр. Под ред. В. В. Михайлова. – М., Стройиздат, 1984. – С. 39-46.*
 6. Михайлов В. В. Исследование объемно-напряженного состояния растворов и бетонов на НЦ / В. В. Михайлов, В. Д. Будюк // *Технология напрягающего цемента и самонапряженных железобетонных конструкций. Под ред. В. В. Михайлова. – М.: Стройиздат, 1975. – С. 70-81.*
 7. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции") / НИИЖБ Госстроя СССР и ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 64 с.
 8. Кондратчик А. А. Железобетонные конструкции с комбинированным преднапряжением арматуры / А. А. Кондратчик // *Инженерные проблемы современного бетона и железобетона: мат. междунац. конф., Минск, 17-21 ноября 1997 г., т. 1, ч. 1 / ин-т БелНИИС, Минск, 1997. – с. 212-217.*
 9. Литвер С. Л. Расчет напряжений в самонапряженных трубах при их силовой калибровке / С. Л. Литвер, И. Д. Овсянников, А. К. Карасев // *Расчет и технология изготовления железобетонных напорных труб: сб. науч. тр. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1969. – С. 191-198.*
 10. Исследовать действительную работу экспериментальных емкостных сооружений для сельского строительства с применением бетона на НЦ с учетом их конструкции и технологии возведения и выдать исходные данные для их проектирования: Отчет по НИР (заключ.) / Брестский инж.-строй. ин-т, НИИЖБ Госстроя СССР; рук. Темы В. Д. Будюк. – М., 1987. – 81 с. - № ГР 0186.00445244 (инв. № 0287.0067758).
 11. Исследование предварительно напряженных конструкций с комбинированным преднапряжением арматуры: Отчет по НИР (заключ.) / Брестский политех. ин-т; рук. А. А. Кондратчик. – М., 1997. – 52 с. - № ГР 19961008.

Материал поступил в редакцию 15.01.08

KONDRATSIK A.A. Influence is intense - is deformed condition called by external influences, on development of process of a self-pressure

The analysis of factors that influence on the development of expansion process and self-stressing value is performed. The description of general mechanism of the impact of a concrete initial strength, of a type and an elastic boundary value, of stress-strain conditions at section on the expansion strains is proposed. The results of experimental investigations, that confirm the accepted concept of self-stressing evaluation, are presented. The recommendations for estimation of mentioned factors at self-stressing value design are given.

УДК 624.012.4

Деркач В.Н., Белевич В.Н., Фаев Ю.В.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ МОНТАЖА КОЛОНН НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ СЕРИИ Б.1.020.1-7*

Введение. В практике строительства жилых и общественных многоэтажных зданий широкое применение получила универсальная открытая архитектурно-строительная система зданий серии Б.1.020.1-7*, разработанная РУП институт БелНИИС. Многоэтажные здания серии Б.1.020.1-7* имеют сборно-монолитный железобетонный каркас, который при высоте зданий до 5 этажей включительно может быть выполнен по рамной схеме, в зданиях большей высоты - по рамной или рамно-связевой схемам. Несущий каркас включает сборные колонны и плоские сборно-монолитные диски перекрытий, образованные сборными многопустотными плитами толщиной 220мм и сквозными на всю ширину и длину здания монолитными ригелями, пропущенными в створах колонны и скрытыми в пределах толщины железобетонных плит. В каркасе применяются колонны, как поэтажной разрезки, так и многоэтажные. Колонны по своей конструкции могут быть типовыми бесконсольными с традиционными стыками на ванной сварке или с плоскими бессварными стыками и резьбовыми соединениями. Многоэтажные колонны предусмотрены, как правило, на два этажа и по высоте на уровне диска перекрытий имеют сквозные проемы для пропуска несущих и связевых ригелей. Стыковку колонн по высоте предусмотрено выполнять в сечениях с минимальными значениями изгибающего момента над перекрытиями.

Опыт строительства зданий серии Б.1.020.1-7* с применением в каркасе колонн со стыками на ванной сварке показал, что при возведении каркаса здания колонны зачастую получают отклонения от вертикали, превышающие допускаемые [1] значения. Отклонения колонн от вертикали обусловлены следующими причинами:

- отсутствием временных опор под нагружаемыми перекрытиями для исключения их прогибов, следствием которых является отклонение от вертикали жестко связанных с перекрытиями колонн;
- отсутствием в сквозных проемах двухъярусных колонн диагональных раскосов жесткости, что приводит к искривлению продольной оси колонн при транспортировке, складировании, подъеме на монтаж;
- случайными боковыми ударами монтируемых конструкций по колоннам;
- смещением и несоосностью арматурных выпусков колонн, вызывающих внутренние напряжения в стыках арматуры при ванной сварке.

Отклонение колонн от вертикали создает дополнительные эксцентриситеты в приложении продольных сил, что может отрицательно сказаться на несущей способности и устойчивости каркаса здания. Для определения потребности в усилении конструкций и методе устранения дефектов монтажа колонн возникает необходимость в количественной оценке влияния отклонений продольной оси колонн от вертикали на эксплуатационные качества строительных конструкций.

Методика оценки влияния дефектов монтажа колонн на прочность и устойчивость каркаса здания. В статье приведен пример оценки влияния дефектов монтажа колонн на прочность и устойчивость элементов каркаса строящегося 90 квартирного жилого дома во 2-й очереди ВМР-5 г. Бреста.

Деркач Валерий Николаевич, заместитель директора филиала Республиканского унитарного предприятия «Институт БелНИИС» Научно-технический центр.

Фаев Юрий Владимирович, начальник отдела филиала Республиканского унитарного предприятия «Институт БелНИИС» Научно-технический центр.

Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267/2.

Белевич Валерий Николаевич, начальник отдела Республиканского унитарного предприятия «Институт БелНИИС».

Беларусь, г. Минск, ул. Ф.Скорины, 15Б.

Строительство и архитектура

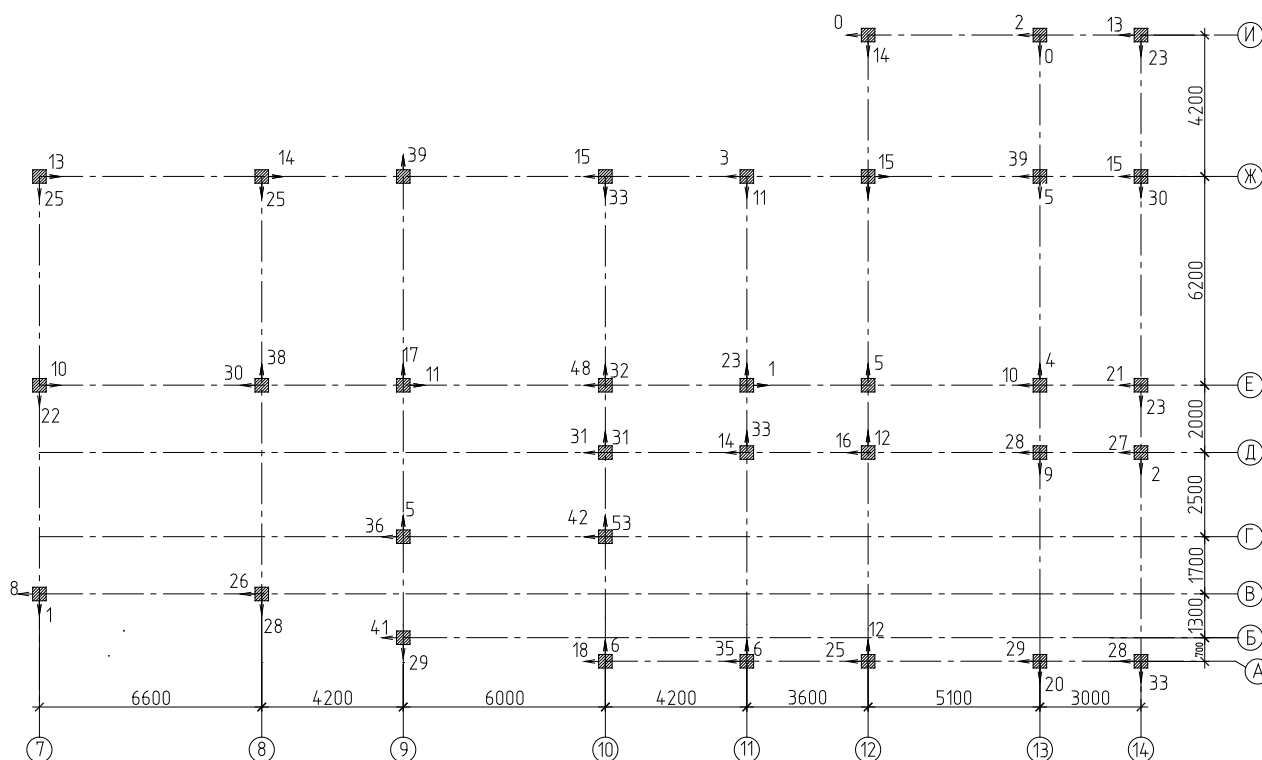


Рис. 1. Величина отклонений от вертикали верха продольной оси колонн 2-го этажа

Строящийся 90 квартирный жилой дом представляет собой 11-ти этажное здание с несущим сборно-монолитным железобетонным рамно-связевым каркасом по серии Б-1.020.-7* и поэтажно опертыми на диски перекрытий наружными стенами. Колонны каркаса сборные железобетонные квадратного поперечного сечения размером 400x400мм поэтажные и двухэтажной разрезки. Стыковка колонн выполнена на ванной сварке. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается наличием сборных железобетонных ядер жесткости в виде элементов лифтовых шахт, лестничной клетки и железобетонных плоских диафрагм жесткости. Толщина стенок элементов жесткости принята равной 200 мм. После возведения каркаса цокольного, первого и второго этажей здания, в ходе обследования строительных конструкций было установлено отклонение смонтированных колонн от вертикали на отметке +5.6м. Исполнительная геодезическая съемка отклонений колонн от вертикали в температурном блоке здания в осях «7-14» приведена на рис. 1.

Оценка влияния выявленных отклонений колонн от вертикали на прочность и устойчивость элементов каркаса здания выполнялась при помощи программного комплекса «STARK_ES» [2]. Расчетная схема здания создавалась путем предварительной подготовки конструктивной модели каркаса непосредственно в среде «STARK_ES», с последующей автоматической генерацией конечно-элементной модели. Для расчета усилий и перемещений в элементах каркаса применялась пространственная оболочечно-стержневая модель. В расчетной модели колонны и монолитные ригели представлены стержневыми элементами общего вида, многоспустотные плиты перекрытий, а также плоские элементы вертикальных диафрагм жесткости- элементами плоской оболочки, имеющей шесть степеней свободы в узле (рис. 2).

Средние линейные размеры конечных элементов оболочек в расчетах каркаса здания в целом составили порядка 1м. Для аппроксимации многоспустотных плит применялись ортотропные конечные элементы с жесткостными характеристиками, определяемыми в двух направлениях по соответствующим сечениям плит. Сопряжение элементов перекрытий в расчетной модели принималось жестким. Учет совместной работы колонн и ригелей перекрытий производился с использованием кинематической гипотезы (гипотезы Бернулли) о недеформируемых поперечных сечениях колонн. Такой подход поз-

воляет получать более корректные результаты при определении усилий и армирования в надколонных зонах ригелей, поскольку он смягчает нежелательный эффект сингулярности, который свойственен методу конечных элементов [3]. Надземная часть конструкций рассчитывалась с введением жестких опорных закреплений на уровне верха фундамента. Отклонение продольной оси колонн от вертикали задавалось нагружением «несовершенства» (рис. 3).

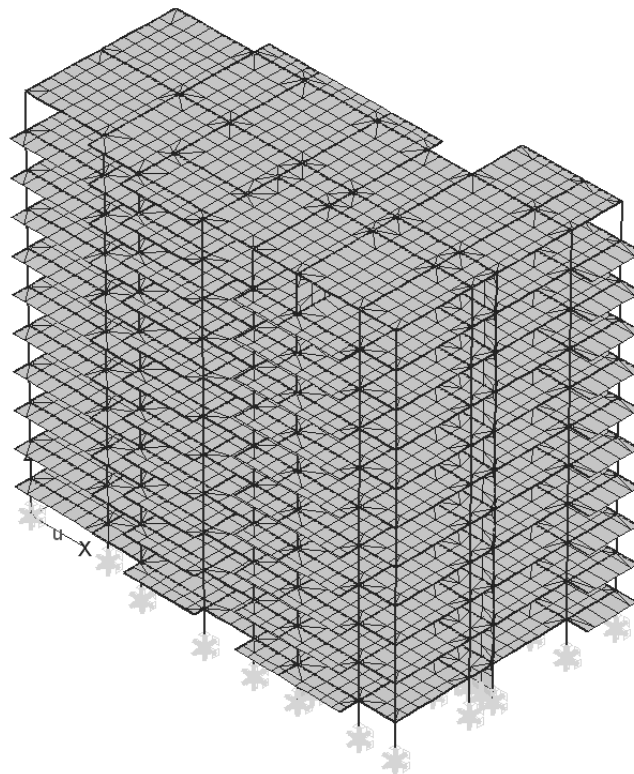


Рис. 2. Расчетная модель здания

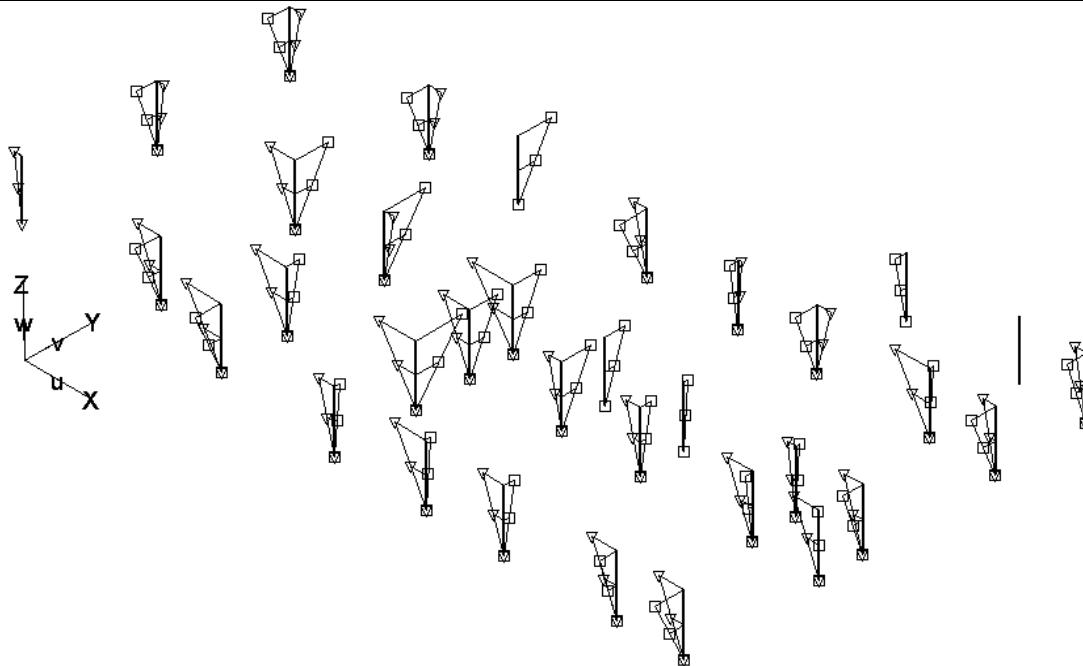


Рис. 3. Вид нагружения «несовершенства», М1:200

Расчет усилий в элементах сборно-монолитного каркаса выполнялся по деформированной схеме с учетом работы продольных усилий в поперечном направлении (теория больших перемещений и малых деформаций). Для оценки влияния дефектов монтажа колонн на напряженно-деформированное состояние элементов каркаса здания расчет производился по двум комбинациям нагружений, одна из которых включала «несовершенства» с коэффициентом сочетаний «1», вторая с коэффициентом сочетаний «0».

Геометрически нелинейным статическим расчетом не установлено изменяемости системы, что свидетельствует об обеспеченности устойчивости каркаса здания при существующих отклонениях колонн от вертикали, учитывая, что в вышележащих этажах дефекты колонн будут исключены. Деформированная схема модели здания показана на рис. 4.

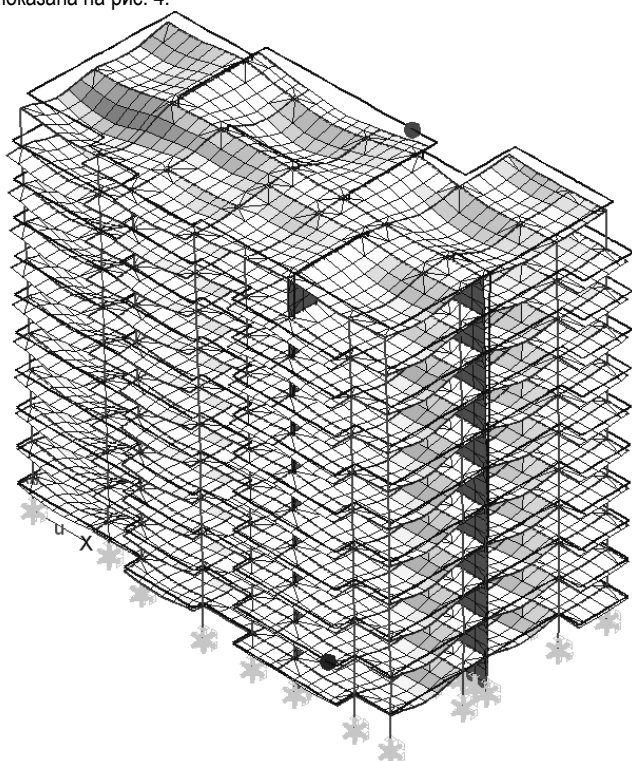


Рис. 4. Деформированная схема модели здания

Анализ результатов расчета показал, что при заданных отклонениях колонн от вертикали в элементах каркаса происходит перераспределение усилий. При этом наибольшее увеличение изгибающих моментов характерно для колонн имеющих минимальное отклонение от вертикали. Расчет армирования колонн свидетельствует, что при заданных значениях отклонений колонн от вертикали «несовершенств», продольное армирование колонны на пересечении осей «7-В» возрастает в 1.4 раза по сравнению с проектным. Учитывая, что дефекты монтажа колонн были выявлены на ранней стадии строительства, когда действующие в смонтированных колоннах усилия значительно ниже проектных, было решено строительно-монтажные работы на объекте не приостанавливать. При этом рекомендовано выполнить усиление колонны установленной на пересечении осей «7-В» на отм.+5.6м стальной обоймой.

Выводы

1. Сборно-монолитные железобетонные рамно-связевые каркасы серии Б-1.020.-7* имеют высокую степень надежности вследствие обеспеченности совместной работы всех конструктивных элементов каркаса: колонн, диафрагм жесткости, монолитных несущих и связевых ригелей, плит перекрытий.
2. При отклонении продольных осей колонн каркасного здания от вертикали, оценку их прочности и устойчивости следует выполнять с учетом работы дефектных колонн в составе каркаса, а не как отдельных элементов. Расчет усилий в элементах каркаса необходимо производить по деформированной схеме.
3. Для исключения отклонений продольных осей колонн от вертикали в зданиях серии Б-1.020.-7*, при проектировании каркасов, предпочтительно применять колонны с плоскими бесшовными стыками на резьбовых соединениях.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 3.03.01-87* Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР- М: ЦНИИОМТ Госстроя СССР, 1988. – 190с.
2. Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания STARK_ES. Руководство пользователя / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко – М: ООО «ЕВРОСОФТ», 2006. – 383с.
3. Симбиркин В.Н., Курнавкина С.О. Статический и динамический расчет железобетонных монолитных каркасов зданий с помощью программного комплекса STARK_ES. Учебное пособие / Под. ред. Назарова Ю.П. – М:ФГУП «НИЦ Строительство», ООО «ЕВРОСОФТ», 2007. – 158с.

Материал поступил в редакцию 10.01.08

УДК 547.044

Уласевич В.П., Уласевич З.Н., Якубовская О.А.

ОЦЕНКА ПРОЦЕССА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ДОБАВКОЙ STG-3 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Актуальность проблемы. Повышению качества конструкционного бетона и снижению энергозатрат на его производство способствуют технологии производства с применением различных химических добавок-модификаторов. Об актуальности этой проблемы свидетельствует то, что среди критических технологий в области строительства в приоритетных направлениях научно-технической деятельности в РБ на 2006 – 2010 годы названы технологии модификации бетонов и растворов химическими добавками.

Важным в области применения химических добавок является разработка их на основе отходов производства промышленных предприятий. В БрГТУ ведутся широкомасштабные исследования по возможности утилизации отходов торфопредприятий с целью получения суспензий торфяных гуминовых веществ (STG), пригодных для получения на их основе химических добавок для бетона. Результаты исследований позволили получить товарный продукт, аттестованный РУПП «Стройтехнорм» как продукт утилизации суспензии торфяных гуминовых веществ – добавку для бетонов STG-3 ТУ РБ 0271613.379-2004 (Опытная партия) [1].

Следует заметить, что разработка химической добавки для бетонов и разработка методики ее внедрения в технологию проектирования и производства модифицированных бетонов заданных свойств – единый интегрированный процесс, требующий больших затрат времени как на теоретические, так и на экспериментальные исследования. Экспериментальные исследования некоторых составов бетонов, модифицированных добавкой STG-3 [2], позволили установить следующие особенности:

- добавка способна улучшать реологические свойства бетонной смеси;
- по основному эффекту действия в бетоне и критериям эффективности, нормируемым СТБ 1112-98, добавка STG-3 является ускорителем твердения бетона;
- добавка в бетоне способствует повышению его водонепроницаемости и морозостойкости;
- стальная арматура в бетоне, модифицированном добавкой STG-3, находится в устойчивом пассивном состоянии, так как добавка практически не содержит ионов хлора.

Возможность ускорять процесс твердения конструкционных бетонов с добавкой STG-3 в нормальных условиях при способности сохранять стальную арматуру в устойчивом пассивном состоянии – важнейшее ее свойство, так как оно обуславливает увеличение долговечности железобетонных конструкций в процессе эксплуатации.

Краткая характеристика методов исследования. Авторами ставилась задача выполнить физико-химические исследования процессов твердения цементного камня, модифицированного добавкой STG-3, методом дифференциального термического анализа и методом качественного рентгеновского фазового анализа. Исследования выполнялись на оборудовании УП «НИИСМ».

Дифференциальный термический анализ успешно применяется при определении минерально-фазового состава цементного камня и бетона. Сущность метода состоит в том, что о фазовых превращениях, происходящих в материале при нагревании, судят по тепловым эффектам. Прибор измеряет с помощью платинородиевой термомпары и записывает разность температур между эталоном (прокаленный глинозем, не претерпевающий никаких изменений) и порош-

ком исследуемого материала. Температуру эталона откладывают на оси абсцисс, а дифференциальные термические кривые как функцию этой температуры и дифференциальную температуру – на оси ординат. Причем эндотермические процессы, связанные с поглощением тепла, дают на термограмме впадины, а экзотермические процессы, выделяющие тепло, – пики. Эндотермические эффекты на дифференциальной кривой возникают в результате дегидратации, диссоциации, некоторых полиморфных превращений или плавления исследуемого материала. Им соответствуют периоды потери массы. Экзотермические эффекты появляются вследствие окисления, образования новых соединений, перехода из неустойчивой модификации в устойчивую, или кристаллизации материала. Форма и размер термического эффекта позволяют судить о количестве минеральной фазы в полиминеральном образце. Дифференциально-термический анализ дает возможность изучить в цементном камне и бетоне кинетику развития гидратных новообразований и их изменения во времени; фазовые превращения материалов при нагревании; связывание извести активными добавками; степень гидратации цементного камня (по количеству гидратной воды) и др. [3, 4].

Рентгеновский фазовый анализ широко используется при определении состава цементного камня и бетона. Длина волны рентгеновского луча (0.5–2.5 Å) соизмерима с межплоскостными расстояниями в кристаллах. Сущность метода заключается в том, что рентгеновские лучи при входе в кристалл частично отражаются от группы параллельно расположенных плоскостей. Отражение лучей становится заметным в том случае, если между двумя соседними плоскостями d длина волны рентгеновского луча λ укладывается в целое число раз n . Это явление описывается уравнением Вульфа–Брега, по которому при известной длине волны λ и измеренным углам дифракции 2θ можно определить межплоскостное расстояние d в кристаллах. Каждое кристаллическое вещество показывает вполне определенные линии на рентгенограмме. Дифракционная линия характеризуется межплоскостным расстоянием d и интенсивностью I . Рентгенограммы снимают с порошка исследуемого материала при помощи рентгеновского дифрактометра. Рентгеновский минерально-фазовый анализ основан на том, что рентгенограмма полиминерального образца представляет собой сумму рентгенограмм отдельных фаз. Поэтому при расшифровке рентгенограммы следует обращаться либо к эталонным рентгенограммам составляющих минералов, либо к литературным данным. В справочных таблицах для каждого вещества даются перечень межплоскостных расстояний d в Å (в порядке уменьшения значений), соответствующие им интенсивности линий I (по 100- или 10-балльной шкале). Рентгеновский фазовый анализ базируется на зависимости между интенсивностью дифракционной линии и количеством соответствующего минерала. Рентгенофазовый анализ много дает при изучении цементов и цементного камня. Важно, что он позволяет подсчитать количество клинкерных минералов в цементе, а также объективно оценить степень гидратации цементного камня. Степень гидратации можно определить по уменьшению дифракционных линий клинкерных минералов на рентгенограмме цементного камня. Сравнение производят с рентгенограммой негидратированного цемента, содержание каждого минерала в котором принимают за 100%. Выбор основных аналитических линий весьма важен, так как линии продуктов гидратации перекрывают на рентгенограммах линии исходных клинкерных минералов.

Уласевич Вячеслав Прокофьевич, кандидат технических наук, доцент, профессор Брестского государственного технического университета.

Уласевич Зинаида Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент Брестского государственного технического университета.

Якубовская Ольга Александровна, аспирант Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.