

В разработанной конструкции гнутой полурамы эффективно используются прочностные свойства древесины: в зоне карнизного узла, где действует максимальный изгибающий момент, сечение полурамы максимальное, а в зонах, близких к опорным и коньковому шарнирам, где величина изгибающего момента значительно меньше, сечение полурамы уменьшено на 40 и 50% соответственно. Кроме того, нет необходимости дополнительно монтировать элементы ломаного карнизного узла в зоне сопряжения кровли и стен – штучный кровельный материал может быть уложен, например, по прогонам, установленным по прямолинейным участкам в нижней части рамы (рис. 2). Затяжка может быть использована в качестве опоры при монтаже технологического оборудования или элементов инженерных систем.

Разработанный способ изготовления деревянной гнутой рамы позволяет повысить несущую способность конструкции в 1,2–1,3 раза и снизить ее массу на 15–20% по сравнению с ранее разработанной гнутой полурамой [4].

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шишкин, В.Е. Конструкции из дерева и пластических масс / В.Е. Шишкин. – М.: Стройиздат, 1966. – 381 с.
2. А. с. 1477864 СССР, МКИ<sup>3</sup> Е 04 В 1/38, 1/58. Карнизный узел деревянной рамы / С.Б. Турковский [и др.] (СССР). – № 4231513/23 – 33; заяв. 17.04.87; опубл. 07.05.89. Бюл. № 17. – С.115.
3. Конструкции из дерева и пластмасс / Ю.В. Слишкоухов [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Карлсена, Ю.В. Слишкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с.
4. Способ изготовления гнутой полурамы: А. с. 1581830 СССР, МКИ<sup>5</sup> Е 04 С 3/42 / С.С. Ябуров, В.А. Огнев (СССР). – № 4494624/23 – 33; заявл. 29.08.88; опубл. 30.07.90. – Бюл. № 28. – С. 133
5. Гринь, И.М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: учеб. пособие для строительных вузов и факультетов. / И.М. Гринь. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев – Донецк: Вища школа. Головное изд-во. 1979. – 272 с.
6. Способ изготовления гнутой полурамы: пат. 18072 Респ. Беларусь, МПК Е 04 С 3/42 (2006.01) / В.В. Жук, Е.А. Деркач, Н.В. Черноиван; заявитель и патентообладатель УО "Брест гос. техн. ун-т". – № а 20111512; заявл. 14.11.2011; опубл. 30.04.2014 // Афишный бюл. / Нац. центр интелектуал. уласнасці. – 2014. – № 2 (97). – С. 93.

УДК 692.522.8

*Злобина Н.В., Коваленко А.А., Кремнева Е.Г.*

### **К ВОПРОСУ О НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗОНЕ КОНТАКТНОГО ШВА**

Сборно-монолитные конструкции сочетают в себе основные положительные качества как сборного, так и монолитного железобетона. В связи с этим возможно создание экономичной конструкции посредством рационального объединения сборных элементов заводского изготовления при помощи монолитного бетона, укладываемого в построечных условиях [1]. Это способствует эффективному применению их в различных областях строительства, в частности, мостостроении, промышленном и гражданском строительстве, при возведении гидротехнических сооружений и т.д. [2].

Данные конструкции находят всё более широкое применение в строительной отрасли Республики Беларусь, такие конструкции весьма многообразны в настоящее время. Одним из примеров применения современных технологий являются часторебристые сборно-монолитные перекрытия. В Беларусь технология устройства сборно-монолитных перекрытий пришла из Европы, где массовое строительство индивидуальных домов по этой технологии ведется уже свыше 50 лет. Наибо-

лее известные в Беларуси и странах СНГ европейские и отечественные технологии строительства с применением часторебристых сборно-монолитных перекрытий: польские перекрытия "TERIVA (ТЕРИВА)"; белорусские перекрытия "ДАХ", разработанные в УО «ПГУ» и адаптированные для Беларуси; российские сборно-монолитные перекрытия "Марко" и многие другие [3]. В общем виде система представлена на рисунке 1.

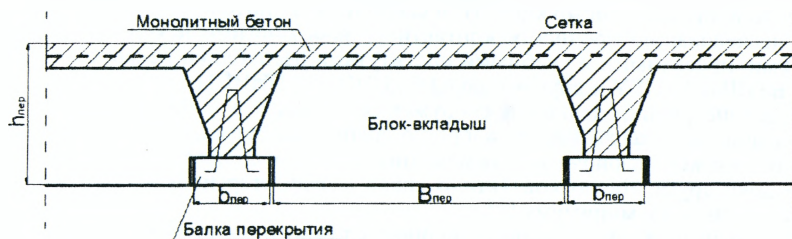


Рисунок 1 - Общая схема перекрытия

В состав всех этих сборно-монолитных перекрытий входят четыре элемента: балки с пространственным каркасом разного вида, блоки-вкладыши, сетка и скрепляющий слой монолитного бетона. Что касается применения легких армированных балок, они весьма сходны между собой. Отличия заключаются в конфигурации и материале блоков-вкладышей: поризованная керамика, керамзитобетон, пенобетон, пенополистиролбетон и т.д.

Использование сборно-монолитных перекрытий позволяет снизить вес перекрытий на 30–50% в сравнении со сборными и монолитными перекрытиями; вести монтаж перекрытий без использования крана; исключить устройство отдельного монолитного пояса на слабонесущих стенах; исключить устройство стяжки для выравнивания основания пола; доставить на строительную площадку одной машиной до 250 м<sup>2</sup> перекрытий; легко заменить деревянные и ослабленные перекрытия на железобетонные; перекрыть помещения сложной формы с эркерами и выступами; вести монтаж перекрытий в труднодоступных местах, в том числе в существующих помещениях; сократить на 30–40% затраты на устройство перекрытий, обеспечить несущую способность перекрытия до 1000 кг/м<sup>2</sup>; обеспечить высокие показатели перекрытия по теплозащите и звукоизоляции; доработать элементы перекрытия на строительной площадке (подрезать, укоротить, придать необходимую форму, использовать пустоты в перекрытиях для прокладки коммуникаций, использовать балки перекрытий для устройства мощных несущих перемычек) [3].

Исследования сборно-монолитных конструкций, проводящиеся на протяжении 50 лет, показывают, что при применении традиционных бетонов на основе портландцемента в качестве монолитной части в составном сечении создается дополнительное напряженно-деформированное состояние от несовместной усадки и ползучести бетонов разного возраста, приводящее к существенному снижению эксплуатационных характеристик конструкций [3].

В связи с этим возникает вопрос: влияет ли воздействие усадки на напряженно-деформированное состояние всей конструкции, в частности, при действии эксплуатационной нагрузки, и каким образом это следует учитывать при проектировании [1]? В литературе имеется большое количество исследований по данному направлению, однако результаты весьма противоречивы.

Целью исследования является теоретический анализ напряженно-деформированного состояния сборно-монолитных изгибаемых конструкций на стадии из-

готовления. При этом учитывается сцепление старого и нового бетонов и влияние усадки бетона монолитной части конструкции на напряжённо-деформированное состояние всей конструкции.

Исследованию сцепления бетонов посвящается большое количество отечественных и зарубежных работ. Эти работы проводились в связи с усилением методом намоноличивания, применением несъемной опалубки и исследованием сборно-монолитных конструкций. В последние годы интенсивно ведутся работы по исследованию прочности контактного шва многими научно-исследовательскими, проектными и учебными институтами республики Беларусь: БНТУ, БГТУ, БелНИИС, ПГУ и другими по СНГ: НИИЖБ, НИИСП.

При реконструкции зданий и сооружений, а также в новом строительстве (сборно-монолитном) возникает вопрос о сцеплении бетонов, так как контактный шов должен исключать перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга. Число контактных швов между старым и новым бетоном должно сводиться к минимуму [2].

Контактный шов обуславливает наличие сложного напряженно-деформированного состояния сборно-монолитной конструкции при нагружении, которое отличается от НДС «обычной» железобетонной балки либо плиты.

Контактные швы в конструкциях подвергаются различным силовым воздействиям, в том числе воздействиям изгибающих моментов, нормальных сжимающих и растягивающих сил, а также воздействиям сдвигающих сил.

Одним из наиболее важных и сложных вопросов является оценка сопротивления контактных швов действию сдвигающих сил, особенно при наличии арматуры, пересекающей контактный шов. При сдвиге контактные швы имеют весьма сложный характер работы, зависящий от многих факторов. В то же время от правильной оценки сдвиговой прочности контактного шва зависит совместная работа примыкающих к контактному шву элементов конструкции и несущая способность конструкции в целом [4].

Для установления влияния усадочных деформаций бетона монолитной части на сдвигающие усилия необходимо определить прочность контактного шва на протяжении твердения монолитного бетона.

Под усадкой в общем случае принято понимать объемное сокращение бетона (раствора цементного камня) в результате потери воды при твердении материала в неизменных во времени температурно-влажностных условиях [4].

На рисунке 2 представлена зависимость деформаций свободной усадки от времени твердения бетона.

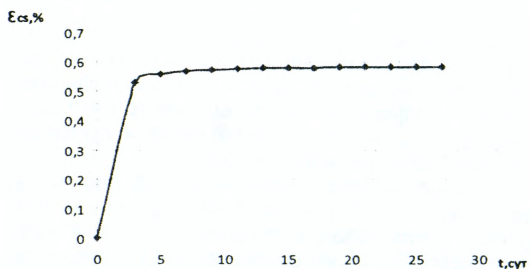


Рисунок 2 – Зависимость деформаций свободной усадки от времени

Расчёт прочности контактных швов старого и нового бетонов производится для сборно-монолитного перекрытия «TERIVA». Также определены усилия

сдвига в контактном шве сборно-монолитной конструкции на стадии изготовления, возникающие в результате разности усадочных деформаций монолитного и сборного бетонов, а также собственного веса конструкции (рис. 3).

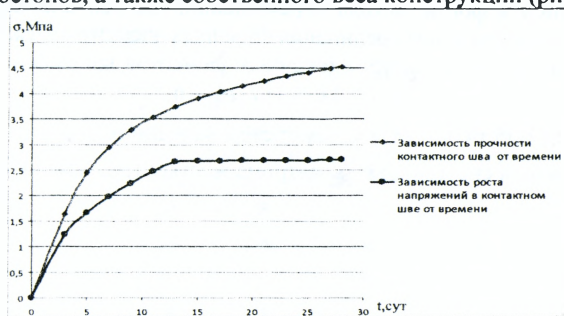


Рисунок 3 – Сопоставление полученных результатов

Полученные результаты проведённых исследований свидетельствуют о том, что прочность контактного шва от действия нагрузок в процессе твердения монолитного бетона обеспечена (прочность шва больше действующих касательных напряжений в среднем на 27%). В связи с этим можно утверждать, что усадочные деформации монолитного бетона передаются на сборную балку, тем самым влияя на напряженно-деформированное состояние всей конструкции. Однако остаётся нераскрытым вопрос о степени влияния данных деформаций на напряженно-деформированное состояние конструкции на стадии эксплуатации, что требует проведения дополнительных исследований.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чикалина, О.П. Усиление железобетонных конструкций намоноличиванием с применением модифицированных бетонов: магистерская диссер., 2003.
2. Гольшев, А.Б. Расчёт сборно-монолитных конструкций с учётом фактора времени / А.Б. Гольшев, В.П. Полищук, Ю.А. Колпаков. – М., 1969.
3. Современные строительные технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://parthenon-house.ru/content/articles/index.php?article=7649> – Дата доступа: 14.02.2014.
4. Тур, В.В. Прочность и деформации бетона в расчетах конструкций: монография / В.В. Тур, Н.А. Рак. – Брест, 2003.

УДК 681.3:519.3

*Игнатюк В.И., Калита Р.О.*

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В последние годы одним из основных и наиболее мощных инструментов численного исследования напряженно-деформированного состояния конструкций и сооружений при действии различных нагрузок и воздействий является метод конечных элементов (МКЭ) [1, 2], использование которого невозможно без современной компьютерной техники и соответствующих компьютерных программ, реализующих этот метод.