

# АНТИСЕЙСМИЧЕСКИЙ СБОРНО-МОНОЛИТНЫЙ ПОЯС И ОСОБЕННОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ «СТАРОГО» И «НОВОГО» БЕТОНА

*Аврел Думитрюк, Ион Руссу*

*Технический университет Молдовы*

## АННОТАЦИЯ

статья посвящена вопросам, связанным с обеспечением сейсмостойкости зданий с устройством сборно-монолитного антисейсмического пояса, новой конструкции. Предлагаемый пояс имеет ряд преимуществ, перед современными аналогами, позволяет обеспечить совместную работу сборного блока и монолитного сердечника, вплоть до разрушения.

*Ключевые слова:* сейсмостойкое здание, антисейсмический пояс, «старый» и «новый» бетон.

## Введение

Несущие стены и перекрытия здания, при сейсмических нагрузках, работают совместно. Для соединения их между собой, в каменных, армокаменных и крупноблочных зданиях, используются антисейсмические пояса. Они предусматриваются по капитальным стенам, в уровне перекрытий. В каркасно-каменных зданиях функции поясов выполняют ригели.

Аналогичную роль играют обвязки, в уровне перекрытий. Однако они менее жесткие. В отличие от пояса низ обвязки располагается в уровне перекрытия. В то время как низ пояса располагается под плитами перекрытия и является опорной площадкой для перекрытий.

Антисейсмические пояса повышают пространственную жесткость, устойчивость здания. Несущая способность здания, технологичность и эффективность строительства во многом зависит от конструктивного решения поясов.

Сборно-монолитные пояса относятся к разряду составных конструкций. Они состоят из заранее изготовленного сборного железобетонного элемента и позже замоноличенного сердечника.

Твердение бетона происходит при гидратация цемента, которая может происходить только в капиллярах, заполненных водой. Гидратация в бетоне может продолжаться только в том случае, когда количество воды,

находящееся в цементном тесте, по крайней мере, в два раза превышает количество уже связанной воды. В процессе твердения бетона происходит его усыхание – **усадка** (*сокращение объема бетона при его твердении*). Усыхание весьма существенно в смесях, в которых водо - цементное отношении В/Ц ниже 0,5.

В сборно-монолитных конструкциях проявляются свои особенности. В более «старом», сборном бетоне количество воды в капиллярах уменьшается, процесс гидратации цемента находится в стадии затухания. В более «молодом», монолитном бетоне капилляры заполнены водой, процесс гидратации цемента находится в активной стадии. Чем больше возрастная разница бетонов, тем хуже сила сцепления контактных поверхностей, существенно влияющая на совместную работу монолитного бетона со сборными стыкуемыми элементами.

Кроме того в элементах нагруженных механической нагрузкой, в течении 1,5-2 года, нарастают неупругие деформации - т.е. проявляется **ползучесть бетона** (*Границей линейной и нелинейной ползучести условно принимают напряжение от нагрузки  $0,5 \sigma_{max}$ , где  $\sigma_{max} = R_b$* ). И наоборот, при снижении во времени первоначальной напряжённой ползучести бетона, происходит **релаксация** (*Например, при одноосном напряженном состоянии ж/б стержней, вследствие передачи температур*).

На практике, надежная совместная работа монолитного бетона со сборными стыкуемыми элементами существенно зависит от способа их соединения между собой, от наличия арматурных выпусков и активных (шпоночных и др.) контактных поверхностей.

## **1. Анализ известных поясов, их достоинства и недостатки**

Как известно, без антисейсмических мероприятий и поясов, при ощутимом землетрясении повреждаются и разрушаются, даже одно и двух этажные здания и наоборот, выполненные с соблюдением современных норм многоэтажные здания выдерживают существенные сейсмические нагрузки.

Издавна известны антисейсмические пояса из дерева, в зданиях со стенами из самана.

В настоящее время наиболее распространены железобетонные пояса из сборного, монолитного и сборно-монолитного железобетона, применяемые при строительстве зданий каменной, каркасно-каменной и крупно - блочной конструкции.

Недостатком сборных железобетонных поясов является то, что они не обеспечивают прочный контакт с нижележащей кладкой стены, выполненной после возведения каркаса в каркасно-каменных зданиях 1-го типа и с перекрытием.

Вышеуказанного недостатка лишены монолитные пояса, выполненные после возведения стен, в зданиях 2-го типа. Однако при их применении необходимо устройство опалубки и двух стадийное бетонирование (до монтажа сборных плит перекрытия и после их монтажа), с технологическими перерывами необходимыми для твердения бетона.

Последнего недостатка лишены сборно-монолитные пояса. Известно сборно-монолитный антисейсмический пояс, применяемый на практике, по типовому проекту 5-ти этажного жилого дома 102 серии, разработанному институтом «Молдгипрострой». В указанном поясе не обеспечивается, в полной мере, совместная работа монолитного элемента, выполненного в виде обвязки, расположенной в уровне перекрытия, со сборным блоком и сборно-монолитного пояса в целом со стеной, так как не обеспечивается нормируемый контакт не менее 60% опорной площади монолитным бетоном пояса с нижележащей стеной.

Последнего недостатка лишены сборно-монолитные пояса, рекомендуемые нормами Молдовы: -НСМ F.03.02.-2005 (рис. 8, с.21[4]).

Однако в указанных поясах не обеспечивается в полной мере совместная работа монолитного бетона со сборным блоком, из-за отсутствия шпонок на гладкой контактной поверхности, препятствующих сдвиговым деформациям и отсутствия арматурных выпусков из сборных стенок, препятствующих расслоению бетона по швам контактных поверхностей. Редкое расположение тонких перемычек между стенками сборного блока, также не обеспечивает совместную работу стенок между собой и не обеспечивает жесткость сборного блока, необходимую при транспортных и монтажных нагрузках, особенно при увеличении его длины.

Составление разрезного пояса из коротких простеночных и перемычных блоков приводит к затратам при монтаже и снижению его несущей способности. Раздельное армирование сборного блока и монолитного сердечника приводит к перерасходу арматурной стали в поясе, к снижению его несущей способности - прочности и трещиностойкости.

Известно сейсмостойкий сборно-монолитный ригель французского каркаса «Сарет», освоенный на заводе ДСК в Чебоксарах, содержащий сборный железобетонный лоткообразный блок, со сплошным гладким днищем и вертикальными стенками, на которые опираются сборные плиты, сборно-монолитного перекрытия и монолитный железобетонный сердечник, с рабочей арматурой (рис. 2е, с. 69 [6]). При этом, на внутренней поверхности стенок лотка выполнены продольные углубления. Кроме того, выполнены выпуски из опорных граней стенок, заведенные в монолитную часть плиты перекрытия.

В указанном сборно-монолитном ригеле отсутствуют поперечно-направленные шпонки в стенках и какие-либо шпонки в днище, что не

обеспечивает, в полной мере, совместную работу монолитного сердечника со сборным блоком. Кроме того, сплошное днище блока не позволяет обеспечить плотный контакт монолитного сердечника со стеной здания, что ограничивает возможность использования данного ригеля в сейсмостойких зданиях с несущим стеновым заполнением.

Высокая прочность шва между простенком и поясом, его прижатие к простенку повышает несущую способность простенка и здания в целом, что подтверждается многочисленными экспериментальными исследованиями, в том числе в работах: С. М. Сафаргалиев - ЦНИИСК, С. В. Поляков, С. В. Кажаринов, Ю. В. Измайлов, Р. Мели (Мексика).

При работе в плоскости стены, в составе стен с простенками, при сейсмическом воздействии антисейсмические пояса наиболее напряжены, испытывают перекося и поворот, работают как не разрезные балки, воспринимают пролетные и опорные изгибающие моменты, и перерезывающие силы.

### **3 Цель работы**

Разработка высокотехнологичной конструкции антисейсмического пояса, обеспечивающей надежную стыковку, совместную работу стыкуемых элементов пояса между собой, с несущими стенами, и с перекрытиями, при эксплуатационных нагрузках, с учетом сейсмического воздействия.

### **4 Результаты исследований**

Разработанный автором А.Думитрюком (защищенный авторскими свидетельствами и патентом на изобретение [1, 2, 3, 5]) антисейсмический пояс из сборно-монолитного железобетона (рис. 1), содержит сборный блок со стенками, соединенными между собой перемычками. При этом, опирание перекрытия осуществляется на опорные стенки сборного блока. В отличие от известных решений сборный блок содержит часто расположенные, преимущественно, приподнятые над основанием перемычки, соединяющие стенки между собой, а также шпонки в стенках и арматурные выпуски, пронизывающие монолитный сердечник (рис.1).

Частое расположение перемычек позволяет обеспечить необходимую жесткость сборного блока, при транспортно-монтажных нагрузках, что в свою очередь позволяет выполнить блок длиной на пролет здания (7-8м.). Шпоночные элементы, перемычки и арматурные выпуски обеспечивают надежную совместную работу сборного блока с монолитным сердечником, вплоть до стадии разрушения, что подтверждается экспериментальными испытаниями.

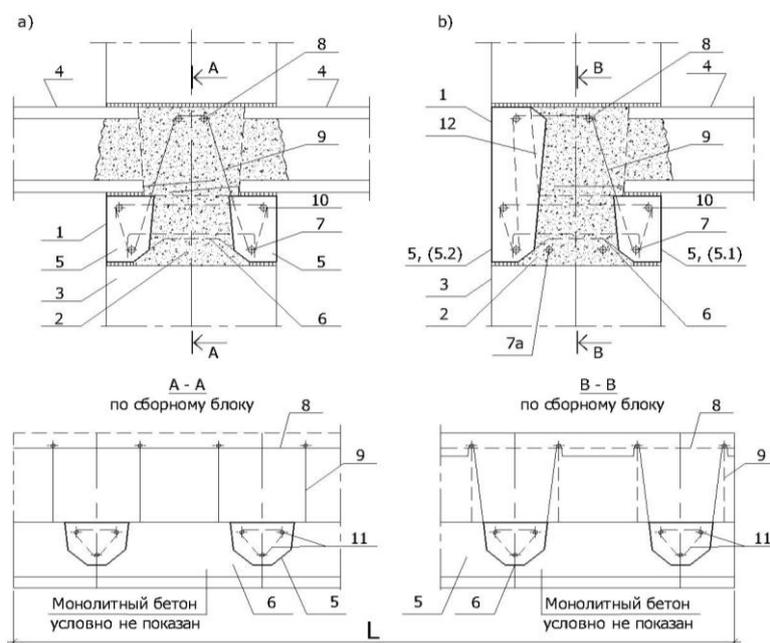


Рис.1 Антисейсмический сборно-монолитный пояс (ригель):  
*а) внутренних стен; в) наружных стен здания.*  
*1 - сборный блок; 2 - монолитный сердечник; 3 – стена здания; 4- перекрытие; 5, 5.1, 5.2 – стенки сборного блока; 6 – перемычки блока; 7, 7а, 8 - рабочая арматура; 9 – поперечная арматура; 10, 11 – конструктивная арматура; 12 – шпонки.*

Кроме того предлагаемый сборно-монолитный пояс обеспечивает площадь контакта монолитного бетона со стеной не менее 70-80% опорной площади, что не менее 60%, требуемых действующими нормами.

Данное предложение внедрено в строительстве 132-х квартирного жилого дома в г. Кишиневе, что позволило сократить сроки строительства на 20%, отказаться от опалубки стенок пояса и технологических перерывов бетонирования, сократить на 15% его арматуру, по сравнению с монолитными поясами.

### **Выводы**

1. Монтаж сборных плит перекрытий, осуществляется на смонтированные сборные поясные блоки, без технологических перерывов, необходимых для твердения бетона, в случае применения монолитных поясов. При

- этом замоноличивание сердечника пояса выполняется в одну стадию. Все это позволяет сократить сроки строительства до 20%;
2. Наличие монолитного бетона в конструкции сборно-монолитного пояса позволяет осуществить довольно прочный контакт их с кладкой стен. При этом площадь контакта монолитного бетона со стеной достигает 70-80% опорной площади, при нормативной - 60%;
  3. Поперечные перемычки, шпoночные элементы и арматурные выпуски обеспечивают надежную совместную работу сборного блока с монолитным сердечником, вплоть до стадии разрушения. Что повышает несущую способность сборно-монолитных поясов;
  4. Принцип армирования позволяет экономить до 15% арматуры поясов, по сравнению с монолитными поясами;
  5. Предложенная конструкция сборно-монолитного пояса соответствует основным действующим требованиям, предъявляемым к антисейсмическим поясам.

## Литература

1. А.С. 1749413 СССР, МКИ Е 04 с 3/28, 1992. Сборно-монолитная конструкция/ Думитрюк А.В. (СССР).-480739/33; Заявл. 04.07.92; Оpubл. 23.07.92, Бюл.№27.
2. А.С. 1795038 СССР, МКИ Е 04 с 3/28, 1990. Сборно-монолитная несущая конструкция/ Думитрюк А.В. (СССР).-4888956/33; Заявл. 10.12.1990; Оpubл. 15.02.93, Бюл.№6.
3. Заяв. Пат. изобр. 663 Р.Молдова, МКИ 461/NP/05/A/Z. Cladire cu mai multe etaje. Bloc-panou. Element de cofrare si armare a acoperisului. Blocul de centura a centurii antiseismice. Grinda. / А.Думитрюк. (Р.Молдова).-95-0447; Заявл. 29.12.1995; Notarare Nr. 1560, 21.01.1999, АGEPІ
4. NCM F.03.02-2005. Проектирование зданий с каменными стенами; Утв. Департаментом строительства и развития территории приказом №47, 19.04.2006 - Кишинэу: Агенство регион. развития Р. Молдова, 2005. - 64с.
5. Пат. изобр. 17854499 СССР, МКИ В 28 В 7/22. Устройство для формования бетонных изделий с полостями/ Думитрюк А.В. (СССР).-4888612; Заявл. 29.11.90; Оpubл. 30.12.92, Бюл.№48.
6. Семченков А. С. Пути выхода сборного домостроения из кризиса // Журнал ЖБИ и конструкции №2 2010, с.66-72, 77.