

Устройство узлов замоноличивания обеспечивает более или менее равномерную передачу усилий по контактными плоскостями стыкуемых панелей и достаточно надежно в отношении изоляции металлических соединений от коррозии. Такие узлы наиболее органично вписываются в конструкции последовательно монтируемых элементов здания и при грамотном выполнении создают благоприятные условия для работы здания на сейсмические воздействия.

### **ВЫВОДЫ**

1. Использование стеновых панелей, изготовленных на оборудовании фирмы «Elematic» в заводских условиях, обеспечивают высокий уровень индустриальности, уменьшают трудоемкость монтажа, сокращают срок строительства здания, что приводит к экономии материальных, трудовых, финансовых ресурсов. Все это в целом позволяет предоставить населению более дешевое, надежное и доступное жилье.

2. При выполнении стыков стеновых панелей используются шпоночные соединения, характерные и для панелей, изготавливаемых по технологии фирмы «Consolis», которые обеспечивают сейсмостойкость при интенсивности в 7 баллов [2]. Этот факт дает возможность говорить о сейсмостойкости панелей, изготовленных на оборудовании фирмы «Elematic».

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Elematic. Technical Guide & product manual.- Helsinki, 2005.
2. Панюков Э.Ф., Маскалик О.М. Обеспечение сейсмостойкости крупнопанельных зданий, возводимых по технологии фирмы “Consolis”// Строительство и техногенная безопасность.- выпуск 24-25. - Симферополь, 2008.
3. 07771-1-КЖ.1 «Комплекс жилой и общественной застройки по ул. Никанорова в г. Симферополе».- Консоль-Проект, г. Севастополь, 2008 г.

**УДК 624.012.41**

## **ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ МЕЖДУ ДВУМЯ БЕТОНАМИ В ДВУХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Чеботарева Е.Г., аспирант

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства*

**Рассматривается и анализируется вопрос трещиностойкости контактной зоны двухслойных конструкций как одной из основных характеристик, влияющих на несущую способность элемента в целом**

**двухслойные конструкции, контактная зона, трещиностойкость**

Главными задачами ускорения научно-технического прогресса в области строительства является снижение материалоемкости, стоимости и трудоемкости

строительства зданий и сооружений при высоких характеристиках их прочности, трещиностойкости и долговечности несущих элементов, внедрение в строительную практику прогрессивных облегченных конструкций. Широкие возможности для создания таких конструкций открываются в связи с использованием наряду с высокопрочными тяжелыми бетонами легких бетонов, которые могут нести в железобетонных элементах различную функциональную нагрузку. Поэтому комбинированные многослойные железобетонные элементы перспективны и прогрессивны, причем слой из тяжелого бетона обеспечивает высокую несущую способность, а слой легкого, увеличивая плечо внутренней пары сил, имеет теплоизолирующее и звукоизоляционное назначение.

Значительная экономия в массе, в расходах на транспортировку и монтаж делает применение двухслойных конструкций экономически эффективными и обоснованными.

Строительной и исследовательской практикой выявлены специфические особенности работы двухслойных элементов под нагрузкой:

- проявление дефектов структуры на границе слоев легкого и тяжелого бетонов;

- возможность образования магистральных трещин вокруг концентраторов напряжений, проникновение трещин из менее плотного в более плотный бетон;

- изменение механизма развития, траектории движения трещин;

- возможность развития контактных трещин, дефектов в слоях из тяжелого и легкого бетонов.

Перечисленные особенности исследованы недостаточно как теоретически, так и экспериментально. Это является причиной ряда ограничений, регламентируемых действующими нормативными документами и сдерживающих широкое комплексное применение двух- и трехслойных конструкций на основе легких бетонов.

Ограничения связаны в первую очередь с правильным учетом реальных физических закономерностей, обусловленных:

- структурно-технологическими факторами;

- нелинейностью и неупругостью деформирования материалов;

- образованием и развитием трещин, как в бетонах обоих слоев, так и на поверхности их контакта;

- видом и характером напряженного состояния, совместной работой бетона и арматуры.

Доказано, что важным фактором, влияющим на напряженно-деформированное состояние двухслойных элементов, является трещиностойкость контактной зоны [2], т.к. образование магистральных трещин критической длины в указанных элементах может привести к значительным изменениям в их работе под нагрузкой по сравнению с однослойными конструкциями.

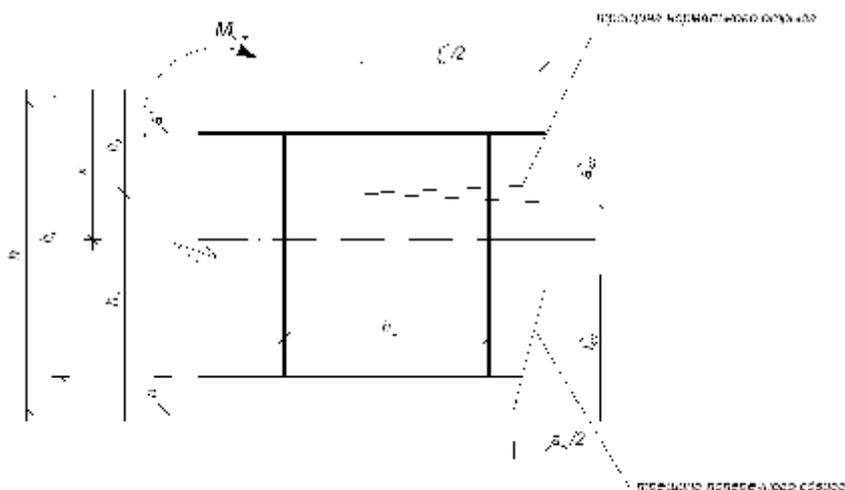
Развитие трещин по зоне контакта двух слоев бетона или двух любых разнородных материалов качественно отличается от распространения трещин

собственно в теле материала, особенно однородного. Причем сама зона контакта в бетонных и железобетонных конструкциях образуется:

- по границе крупного тяжелого заполнителя с матрицей;
- на контакте бетона и стальной арматуры;
- в усиленных конструкциях на контакте старого и вновь уложенного бетонов;
- в двух и многослойных конструкциях на границе двух смежных слоев;
- при проведении работ по реконструкции элементов зданий и сооружений;
- при восстановлении послеаварийных местных разрушений и дефектов;
- в сборно-монолитных элементах на границе сборного и монолитных участков;
- при выполнении звукоизоляционных и звукопоглощающих покрытий из легких бетонов.

Состояние предельного равновесия и кинетика процесса разрушения изгибаемых элементов наиболее полно могут быть представлены посредством механики деформированного твердого тела и определены методами механики разрушения, где разрушение бетона и железобетона рассматривается на энергетическом уровне как процесс зарождения, накопления и развития дефектов структуры, их объединение в микротрещины, роста их до предельных (критических) размеров и разрушения [3].

Сложность решения задач о распространении трещин по зоне контакта заключается в том, что концевая область трещины не обладает локальной симметрией из-за различия свойств материалов противоположных ее берегов. Кроме того, на некоторых контактах (в частности "матрица - тяжелый заполнитель") последний имеет сложную форму, вследствие чего сложная траектория движения трещины увеличивает сопротивляемость контактной зоны ее развитию.



**Рис. 1. Нормальное сечение двухслойного изгибаемого элемента  $h_u$ ,  $h_d$  – высота верхнего и нижнего слоя бетона, соответственно**

Основным параметром, характеризующим трещиностойкость контактной зоны, является  $K_{Ic}^{cz}$  - критический коэффициент интенсивности напряжений контактной зоны образованию и развитию трещин нормального отрыва по ее поверхности, а развитию трещин поперечного сдвига –  $K_{IIc}^{cz}$ . Причем эти величины зависят от физико-механических характеристик и параметров трещиностойкости обоих бетонов, соприкасающихся по контактной зоне (н., трещиностойкость легкого бетона при деформациях нормального отрыва и поперечного сдвига повышается с увеличением цементно-водного отношения и активности примененного цемента и уменьшается с увеличением количества пористого заполнителя в единице объема бетона, его диаметра).

На основании исследований, описанных в [1, 3] определено:

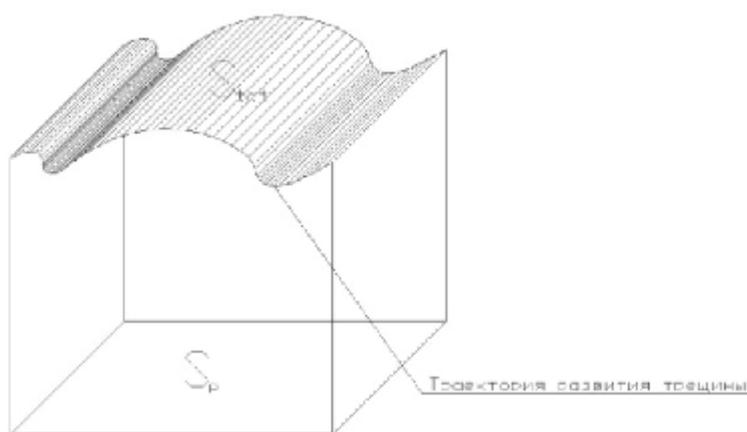
–при продольном сдвиге элемента с контактной трещиной распределение напряжений такое же, как и для однородной среды.

–трещиностойкость бетона на порядок и более превосходит трещиностойкость контактной зоны, что свидетельствует о значительном влиянии инициированных микро и мезодефектов структуры и концентрации отрывных и сдвиговых напряжений в вершинах на величины  $K_{Ic}^{cz}$  и  $K_{IIc}^{cz}$ .

Также на трещиностойкость контактной поверхности влияет общая площадь поверхности соприкосновения и ее шероховатость [1], комплексной характеристикой которой является удельная площадь поверхности контакта  $S_s$

$$S_s = S_{tot}/S_p \geq 1$$

где  $S_{tot}$  – общая площадь поверхности контакта;  
 $S_p$  – площадь ее горизонтальной проекции



**Рис. 2. К определению удельной площади поверхности контакта**

Для слойных конструкций и других, имеющих плоскую поверхность контакта,  $S_{tot} = S_p$  и  $S_s = 1$ . Для других контактных поверхностей (например, при восстановлении разрушенных и нослеаварийных конструкций) важно учесть

различный характер распространения трещин в легких и тяжелых бетонах, что отразится на конфигурации поверхности контакта, которая для легких бетонов будет иметь плоскостные очертания, а для тяжелых бетонов - волнообразную форму. В тяжелом бетоне траектория движения контактной трещины, а следовательно и величина  $S_{tot}$ , зависят от количества крупного заполнителя и его фракции.

В [3] приведена методика расчета трещиностойкости двухслойных элементах, в которой трещиностойкость рассматривается как момент образования трещин нормального отрыва и момент образования в сжатой части сечения трещин поперечного сдвига. Данная методика признана универсальной для расчета двухслойных элементов, учитывающей конструктивную форму элемента, местоположение тяжелого и легкого бетонов, физико-механические характеристики применяемых материалов, наличие поперечного армирования посредством экспериментально установленных коэффициентов.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Определяющим параметром несущей способности двухслойных элементов является трещиностойкость контактной зоны, зависящая от физико-механических характеристик материалов, количества и фракции крупного заполнителя, наличия поперечного армирования, пронизывающего шов, площади поверхности соприкосновения и ее шероховатости.

2. Качественное изменение напряженно-деформированного состояния происходит в момент образования трещин отрыва в сжатой зоне двухслойного элемента.

3. Расчет трещиностойкости, длины трещин, ширины их раскрытия предлагается вести по методике, изложенной в [3], являющейся универсальной и обеспечивающей высокую степень сходимости теоретических результатов с экспериментальными данными, полученными в [3].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доркин В.В., Пирадов К.А. Контактные трещины в разномодульных материалах. В сб. «Проблемы аксиоматики в гидрогазодинамике». Вып. 2, М., 1996 г., с. 110-112.

2. Харламов С.Л., Зайцев Ю.В., Гузев Е.А. Пирадов К.А. Расчет несущей способности двухслойных железобетонных элементов с нижним слоем из легкого бетона // Бетон и железобетон.-1998. - №3. – с. 13-15.

3. Харламов С.Л. Трещиностойкость, деформативность и несущая способность двухслойных железобетонных изгибаемых элементов с верхним слоем из тяжелого бетона. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 1999 г. – 119 с.