

УДК 624.012.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕМЫЧЕК В ЗАМКНУТОЙ ОБОЙМЕ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЧОК У ЗАМКНЕНІЙ ОБОЙМІ

EXPERIMENTAL STUDIES IN CLOSED JUMPER STRIPS

Азизов Т.Н., д.т.н., проф., Иваницкий А.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Азізов Т.Н., д.т.н., проф., Іваницький О.В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Azizov T.N., Doctor of Engineering, Professor, Ivanycky A.V. (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture)

Приведены результаты экспериментальных исследований газобетонных перемычек в замкнутой обойме из полипропиленовой упаковочной ленты, а также кирпичных перемычек с обоймой из стальной полосы. Показана жизнеспособность конструкций. Показаны преимущества таких перемычек и их недостатки.

Наведено результати експериментальних досліджень газобетонних перемичок в замкнутій обоймі з поліпропіленової пакувальної стрічки, а також цегляних перемичок з обоймою із сталеві смуги. Показана життєздатність конструкцій. Показано переваги таких перемичок і їх недоліки.

The results of experimental studies of gas-concrete bridges in the closed cage of polypropylene packing tape, as well as brick jumpers with a holder of the steel strip. Shows the viability of designs. The advantages of these jumpers and their shortcomings.

Постановка и задачи исследований.

Изгибаемые конструкции из штучных материалов, в качестве арматуры которых используется гибкая замкнутая обойма имеют ряд преимуществ [1-4]. Это в первую очередь отсутствие надобности устройства всевозможных анкерных устройств, т.к. практически арматура располагается по периметру балки; это возможность изготовления перемычек непосредственно на строительной площадке, возможность применения достаточно дешевой

упаковочной ленты в качестве армирования перемычек; это возможность одинаково надежно воспринимать как положительные, так и отрицательные изгибающие моменты.

В предыдущих работах авторов статьи [1-4] были разработаны методики расчета таких конструкций по прочности и деформативности. При этом учтено трение обоймы о материал перемычки, ее предварительное напряжение, нелинейные свойства материалов. Однако жизнеспособность таких конструкций требует экспериментальной проверки.

В связи с этим **целью настоящей статьи** являются экспериментальные исследования прочности перемычек из газобетонных блоков, в качестве обоймы в которых использована упаковочная полипропиленовая лента.

Изложение основного материала.

Перемычки из газобетонных блоков были изготовлены в пяти вариантах: 1) - из трех целых газобетонных блоков на всю высоту перемычки $h = 300$ мм размерами $600 \times 300 \times 200$ мм без перевязки швов (рис. 1).

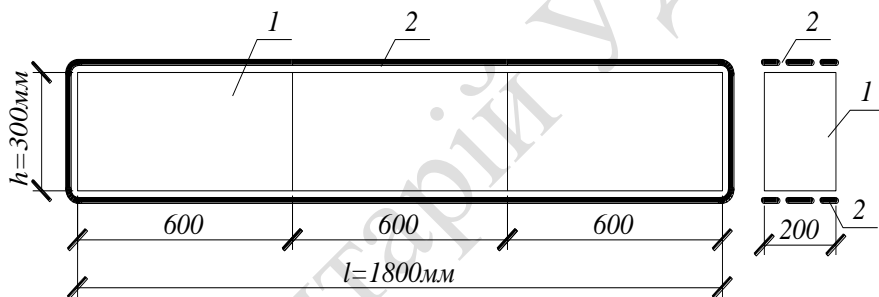


Рис. 1. Схема перемычек из трех газобетонных блоков без перевязки швов

При этом торцы блоков были скреплены раствором; 2) - из трех целых газобетонных блоков на всю высоту перемычки $h = 300$ мм размерами $600 \times 300 \times 200$ мм без перевязки швов (рис. 1), но без раствора по торцам блоков; 3) - из трех рядов газобетонных блоков толщиной 100 мм (размеры $600 \times 290 \times 100$ мм) с перевязкой швов (рис. 2);

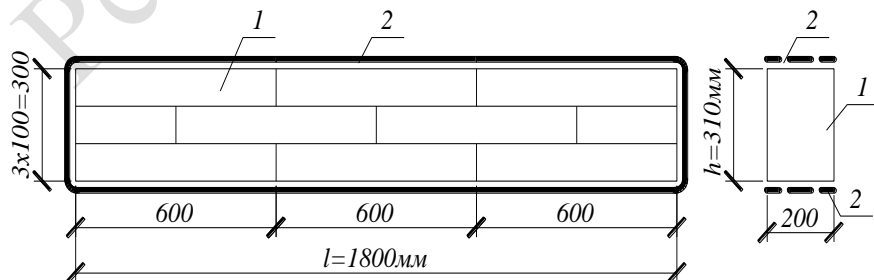


Рис. 2. Конструкция перемычки из газобетонных блоков с перевязкой швов

4) - комбинированная перемычка из газобетонных блоков размерами 600x300x200 мм без перевязки швов и верхним слоем из кирпича глиняного (рис 3);

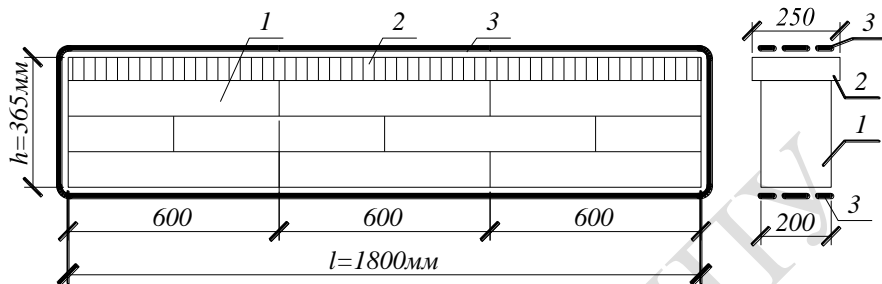


Рис. 3. Конструкция комбинированной перемычки из газоблоков и кирпича

5) - из трех рядов газобетонных блоков толщиной 100 мм (размеры 600x200x100 мм) с перевязкой швов без раствора (см. рис. 2). Обойма из трех замкнутых элементов (см. рис. 1-3) из полипропиленовой упаковочной ленты: размеры сечения 18.85x0.94 мм; разрывное усилие – 2.79 кН.

Перемычки из кирпича были изготовлены из стандартного кирпича глиняного 250x125x65 мм с перевязкой швов в замкнутой предварительно напряженной и ненапрягаемой обоймах из стальной полосы 40x4 мм (рис. 4). Высота сечения перемычек составляла 350(+10; - 5) мм.

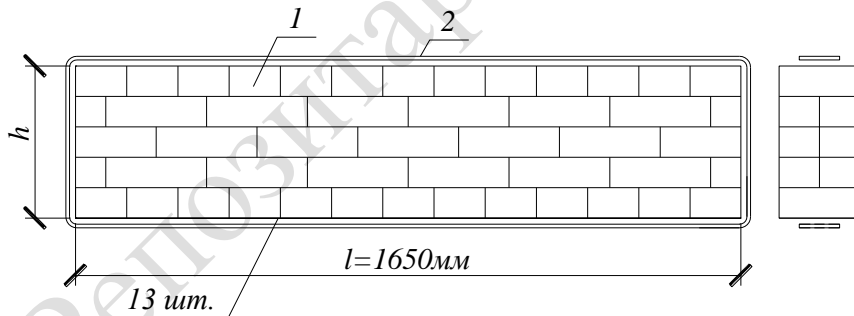


Рис. 4. Конструкция перемычки из кирпича глиняного в замкнутой обойме из стальной полосы

Реальные размеры кирпича 247x120x63.5 мм. Марка раствора – М100.

Прочность газобетона определялась испытанием образцов-призм, размерами 400x100x100 мм, выпиленных из блоков. Прочность полипропиленовой ленты и стальной полосы определялась испытанием их на растяжение на специально сконструированной установке для испытания.

Прочность кирпича и раствора определялась по результатам лабораторных испытаний.

При нагружении образцов, сложенных на растворе, следили за образованием трещин. Во всех образцах образовывалась одна нормальная трещина, как правило, в шве между двумя нижними блоками (рис. 5), которая могла пронизывать верхний блок.



Рис. 5. Общий вид образования нормальной трещины

При дальнейшем увеличении нагрузки другие трещины не образовывались, а развивалась и раскрывалась первоначальная трещина. Отсутствие других трещин объясняется тем, что после образования трещины конструкция делилась на два блока и ее работа напоминала работу трехшарнирной арки с затяжкой. Дальнейшее увеличение нагрузки приводило к смещению блоков, отделенных трещиной по вертикали друг относительно друга. Причем, в образцах из нескольких тонких слоев по высоте этот сдвиг был весьма малым, а в образцах из цельных блоков без перевязки швов – достаточно большим (5-7 и более мм). В связи с этим в реальных условиях строительной площадки предлагается использовать перемычки, сложенные из нескольких по высоте газобетонных блоков с перевязкой сечения.

При дальнейшем увеличении нагрузки в сжатой зоне образовывалась горизонтальная трещина отрыва, которая развивалась с каждым последующим этапом нагружения (рис. 6). Дальнейшее увеличение нагрузки приводило к разрушению сжатой зоны вследствие ее выкола. Общий вид разрушенного образца приведен на рис.7.

Работа образцов с перевязкой швов, но без раствора была практически аналогичной образцам с раствором. После образования трещин в образцах без раствора вместо нормальной трещины просто увеличивался зазор между двумя соседними блоками нижнего яруса. При этом наблюдается некоторое смещение нижнего среднего блока вниз по вертикали. Однако выпадения этого блока ни в одном из трех таких образцов не наблюдалось.



Рис. 6. Образование продольной трещины в сжатой зоне перемычки

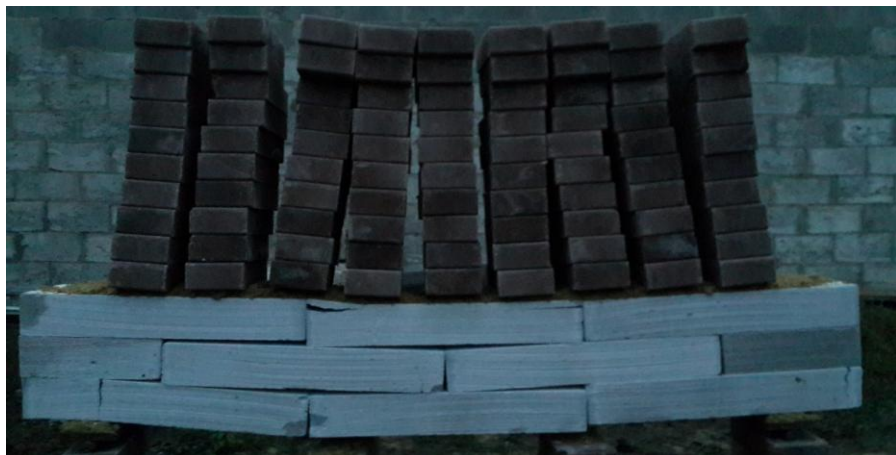


Рис. 7. Разрушение образца из трех слоев блоков без раствора

Таким образом, работа и однослойных, и многослойных с перевязкой образцов без раствора практически идентична работе образцов с раствором. Поэтому для изготовления перемычек на строительной площадке совсем не обязательно использовать раствор для связки отдельных блоков. Кроме того, экспериментальные исследования показали, что более эффективными являются перемычки из более тонких газобетонных блоков, изготовленных в несколько рядов по высоте с перевязкой швов.

Таким образом, экспериментальные исследования перемычек из газобетонных блоков, скрепленных предварительно напряженной замкнутой обоймой из полипропиленовой ленты, показали их жизнеспособность. Их работа схожа с работой железобетонных элементов с арматурой без сцепления с бетоном. Однако при этом имеется существенное отличие в том, что вся арматура (обойма), в том числе находящаяся в сжатой от изгиба зоне изгибаемой конструкции, в таких конструкциях является растянутой.

Учитывая данные экспериментов, для практического применения рекомендуется применять изгибаемые конструкции, в которых газобетонные блоки расположены в несколько рядов по высоте сечения. Т.е. эффективнее применять несколько слоев более тонких газобетонных блоков с перевязкой швов, чем один слой на всю высоту перемычки. Применение последних может быть обосновано в том случае, когда количество стержней обоймы и усилие ее предварительного напряжения подобраны таким образом, чтобы при работе под нормативной нагрузкой в нижней грани не образовывались нормальные трещины, что вполне реализуемо на практике.

Применение конструкций, состоящих из нескольких (по высоте) слоев газобетонных блоков с перевязкой швов, вполне допустимо без использования раствора для связки блоков друг с другом, т.к.

экспериментальные исследования показали практически одинаковую работу под нагрузкой перемычек как с использованием раствора, так и без раствора.

Экспериментальные исследования показали также, что использование в газобетонных перемычках верхнего слоя из кирпича не совсем эффективно. Такая конструкция может быть использована только в случае, когда необходимо существенное увеличение прочности, однако при этом следует предусматривать специальные меры по предотвращению отрыва верхнего кирпичного слоя от газобетонных блоков. Это возможно при использовании таких конструкций, в которых полезная нагрузка распределена равномерно по верхней грани балки.

Рассмотрим теперь результаты испытания перемычки из кирпича с обоймой из стальной полосы. Первоначально в обойме создавали предварительное напряжение с помощью двух болтов, расположенных в торце балки. При этом измеряли деформации в верхней, нижней и боковой частях обоймы с помощью индикаторов часового типа, прикрепленных с помощью специальных держателей, которые в свою очередь приварены к стальной обойме.

Далее в середине пролета балок прикладывалась нагрузка с помощью гидравлического домкрата.

При нагрузке, составляющей 35-40% от разрушающей образовывались нормальные трещины, которые развивались по ступенчатой линии в вертикальных швах между кирпичами. При этом происходил небольшой сдвиг блоков, отделенных трещиной по вертикали (рис. 8).



Рис. 8. образование нормальной трещины (образец Б-...)

Дальнейшее увеличение нагрузки приводило к развитию трещины в тело кирпича верхнего слоя кладки, существенному раскрытию трещины и заметному сдвигу блоков, отделенных трещиной (рис. 9). Раскрытие трещины происходило не только в продольном направлении, но в горизонтальных швах между кирпичами.

При этом напряжения в нижней ветви превышали предел текучести материала обоймы, а напряжения в верхней ветви оставались еще в пределах упругих деформаций.

Дальнейшее увеличение нагрузки приводило к образованию нескольких горизонтальных трещин в сжатой зоне балки, что предшествовало разрушению.

Последующее увеличение нагрузки приводило к разрушению образца с образованием трещины со стороны противоположной опоры и разрушением сжатой зоны.

Перед разрушением образца деформации в нижней ветви обоймы существенно превышали деформации, соответствующие текучести материала обоймы. Этот экспериментальный факт говорит о существенном отличии работы конструкций в замкнутой обойме от конструкций, армированных обычным способом, в которых после наступления текучести арматуры наступает разрушение образца. В кирпичных балках в замкнутой обойме деформации текучести наступали задолго до разрушения, после чего балка несла существенно большую нагрузку.



Рис. 9. Общий вид балки перед разрушением

Таким образом, экспериментальные исследования показали высокую несущую способность изгибаемых элементов из каменной кладки в гибкой замкнутой обойме из стальной полосы. Разрушение испытанных конструкций происходило от раздробления сжатой зоны элемента. При этом трещина проходила в теле кирпича, следовательно, при расчете следует принимать не расчетное сопротивление сжатию кладки, а расчетное сопротивление сжатию кирпича, которое существенно больше сопротивления сжатию кладки.

Экспериментальные исследования каменных конструкций в замкнутой гибкой обойме позволили также сделать весьма важный вывод о том, что в таких конструкциях можно допускать существенные пластические деформации в нижней ветви обоймы, т.к. после достижения предела текучести нижней ветви обоймы в ее верхней ветви напряжения находятся еще в упругой стадии. Так, в экспериментах в нижней ветви обоймы деформации перед разрушением образца имели значения, соответствующие условным напряжениям выше 500 МПа, что существенно выше предела текучести стали полосы, из которой выполнена обойма, равного 350 МПа.

Работа каменных элементов в замкнутой стальной обойме также как и газобетонных отличается от работы обычных железобетонных элементов без сцепления с бетоном тем, что после образования одной нормальной трещины, она практически становится единственной критической трещиной,

разделяющей конструкцию на два блока. Другие трещины в пределах блоков не образуются в связи с существенным уменьшением растягивающих напряжений, т.к. работа конструкции после образования трещины схожа с работой трехшарнирной арки с затяжкой, роль которой играет обойма.

Выводы и перспективы исследований. Экспериментальные исследования показали жизнеспособность таких конструкций на всех стадиях работы вплоть до разрушения. Они показали преимущества таких конструкций, заключающееся в отсутствии надобности устройства каких либо анкерных устройств, что существенно упрощает их изготовление и делает возможным их изготовление на строительной площадке. Обойма из полипропиленовой упаковочной ленты, которая является достаточно доступным и дешевым материалом, позволяет изготавливать перемычки без раствора непосредственно на строительной площадке.

Недостатком таких конструкций является факт сдвига блоков, отделенных нормальной трещиной, друг относительно друга по вертикали, что при практическом применении перемычек может привести к нарушению эстетических свойств. Однако эта проблема вполне решаема, т.к. при достаточно высоких нагрузках, но далеких от разрушающей, этот сдвиг еще минимален. При использовании же таких конструкций при усилении этот факт является несущественным и применение таких конструкций может быть вполне оправдано даже при очень высоких уровнях нагрузок, включая нагрузки, при которых более растянутая ветвь обоймы получает существенные пластические деформации.

В перспективе предполагается сравнение экспериментальных данных прочности и деформативности таких перемычек с ранее разработанными авторами статьи методиками расчета.

1. Азизов Т.Н. Использование стеклопластиковой обоймы для создания изгибаемых конструкций из штучных элементов // Современные строит. констр.из металла и древесины// Сб.научн. тр. ОГАСА. - №15. Часть 2, Одесса,2011. – С. 24-28.
2. Азизов Т.Н. Учет совместной работы каменной кладки с монолитным железобетонным поясом // Реставрація, реконструкція, урбоєкологія RUR-2011. Щорічник південно-українського національного комітету ICOMOS/ Одеса: Optimum, 2011. – С. 190-196.
3. Азизов Т.Н., Иваницкий А.В. К расчету несущих конструкций из штучных материалов в замкнутой обойме //Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 47 – Одеса: овнішрекламсервіс, 2012. – С. 11-15.
4. Азизов Т.Н., Иваницкий А.В. Расчет несущих конструкций из штучных элементов в замкнутой предварительно напряженной обойме //Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 24., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2012. – С. 55-61.