

КАМЕННЫЕ БАЛКИ В ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ЗАМКНУТОЙ ОБОЙМЕ

Азизов Талят Нурединович

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технико-технологических дисциплин Уманского государственного педагогического университета
E-mail: taljat@mail.ru

Иваницкий Александр Валерианович

соискатель кафедры железобетонных и каменных конструкций Одесской государственной академии строительства и архитектуры
E-mail: royalmotorsua@gmail.com

STONE BEAM IN PRESTRESSED CLOSED COLLARS

Azizov Taliat Nuredinovich

Doctor of Technical Sc., Professor, Head of the Department of Technical and Technological Disciplines, Uman State Pedagogical University

Ivanitskiy Aleksandr Valerianovich

graduate student of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

АННОТАЦИЯ

Приведен способ изготовления каменных балок в гибкой замкнутой обойме из различных материалов, а также способы предварительного напряжения обоймы. Приведена методика определения усилия предварительного напряжения обоймы с учетом ее трения о каменную кладку. Показаны преимущества предлагаемых балок.

ABSTRACT

An method for making stone beams in flexible closed cage made of different materials. Showing prestressing cage. The technique of determining the prestressing force of friction with the holder of the stonework. The advantages of such beams.

Ключевые слова: балка; замкнутая обойма; предварительное напряжение

Keywords: beam; closed cage; prestress

Постановка вопроса и задачи исследований.

Известно, что обоймы в каменных конструкциях используются только для усиления центрально и внецентренно сжатых элементов. Использование обойм для изгибаемых конструкций практически не встречается. Отдельные публикации описывают только принцип работы таких конструкций и не учитывают такие факторы как трение обоймы о кладку, предварительное напряжение обоймы и нелинейные свойства материалов, а также методику расчета усилия предварительного напряжения обоймы.

В работах [1-4] показано преимущество, принципы расчета и конструирования конструкций из штучных материалов в замкнутой обойме. Там же приведена методика расчета с учетом предварительного напряжения обоймы, а также с учетом нелинейных свойств материалов. Расчет предварительного напряжения замкнутой обоймы и включение ее в работу конструкции является важным этапом расчета. Такой расчет существенно отличается от расчета напряжения шпренгельных затяжек при усилении железобетонных конструкций в связи с тем, что в замкнутой обойме все ее ветви по периметру конструкции являются растянутыми и в углах теряется усилие предварительного напряжения за счет трения обоймы о кладку.

В связи с этим **целью настоящей статьи** является разработка методики расчета предварительного напряжения обоймы в несущих конструкциях из штучных материалов в замкнутой обойме.

Область применения каменных балок в замкнутой обойме – перемычки, рандбалки, конструкции висячих стен без балок. В качестве гибкой замкнутой обоймы может быть использована стальная проволока, стальная лента по ГОСТ 503-81, углеродная лента по ГОСТ 28006-88, углеродная лента "Sika".

Один из способов включения обоймы в работу или ее предварительного напряжения приведены на рис. 1. При этом натяжение обоймы производится взаимным стягиванием двух смежных ветвей обоймы с помощью стяжного устройства (поз. 3 на рис. 1).

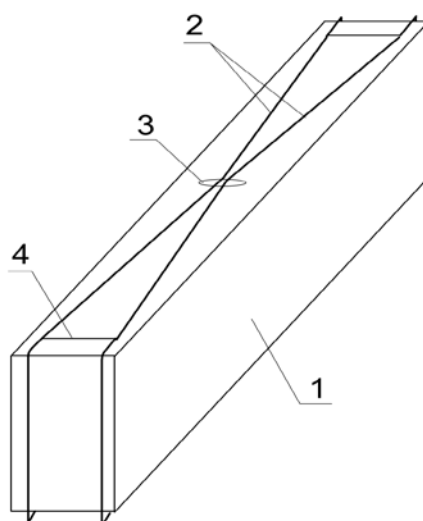


Рис. 1. Обойма из стальной проволоки (арматуры) при натяжении на продольной грани балки;
1 – каменная балка; 2 – обойма; 3 – стяжное устройство; 4 - распорка

Натяжение может быть не только на продольной грани элемента, но и на торцевой его грани. Кроме того, натяжение можно производить в два этапа: сначала на торцевой грани, потом – на продольной.

Выбор грани, на которой производится натяжение обоймы, является выбором проектировщика в зависимости от требуемого усилия обжатия и геометрии балки.

Описанный выше способ предварительного напряжения может быть применен при использовании в качестве обоймы стальной проволоки или арматуры небольшого диаметра.

Стяжное устройство может состоять как из болта с гайками, так и простой скрутки из проволоки. Расчет величины предварительного напряжения при взаимном стягивании ветвей обоймы приведен ниже. Распорки (поз 4 на рис. 1) предназначены для препятствия сближения смежных ветвей обоймы на гранях балки.

Возможно выполнение предварительного напряжения известным способом с помощью клиньев. Такой способ подходит как для обоймы из проволоки, так

и для обоев из стальных или углеродных лент, концы которых предварительно должны быть скреплены между собой сваркой, заклепкой или склейкой.

При применении обоев из стальной или углеродной ленты для предварительного напряжения удобно использовать плоский рычаг (рис. 2). При этом натяжение обоев может быть как с торца балки, так и на растянутой (от нагрузки) ее грани. Этот способ заключается в том, что между телом балки и обоем вставляется плоский рычаг в виде куска стального листа с приваренной рукояткой с рычагом для поворота. При этом рычаг 4 упирается в стальную прокладку 3 для предотвращения местного смятия.

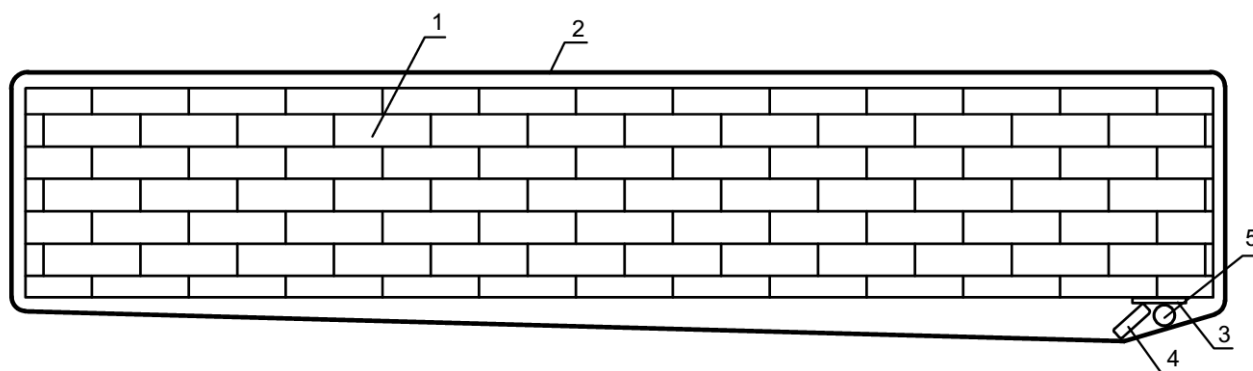


Рис. 2. Способ включения обоев в работу с помощью натяжного рычага. а) – при натяжении обоев в торце балки; б) – при натяжении на растянутой от нагрузки грани. 1 – каменная балка; 2 – гибкая замкнутая обойма; 3 – стальная прокладка; 4 – натяжной рычаг; 5 – стальной фиксатор

После поворота рычага на достаточную величину в зазор вставляется стальной фиксатор (поз. 5 на рис. 2) и рычаг поворачивается в обратную сторону. При этом обойма упирается в фиксатор и рычаг свободно высвобождается. При натяжении на растянутой грани процедура повторяется два раза с одного и второго краев балки.

Расчет усилия предварительного напряжения при включении обоев в работу заключается в вычислении разницы первоначальной и конечной длины обоев (подобно расчету предварительного напряжения шпренгельных затяжек, но с той особенностью, что удлиняется вся обойма по периметру). Кроме того учитывается трение в углах конструкции. Методика такого расчета приведена ниже.

Преимущество таких балок особенно проявляется в случае, когда балка является неразрезной. В этом случае растянутой может быть как верхняя, так и нижняя грань балки (рис. 3). При этом более растянутая ветвь обоймы и менее растянутая ее ветвь имеют одинаковое сечение, и балка может работать совершенно одинаково как на положительные изгибающие моменты, так и на отрицательные.

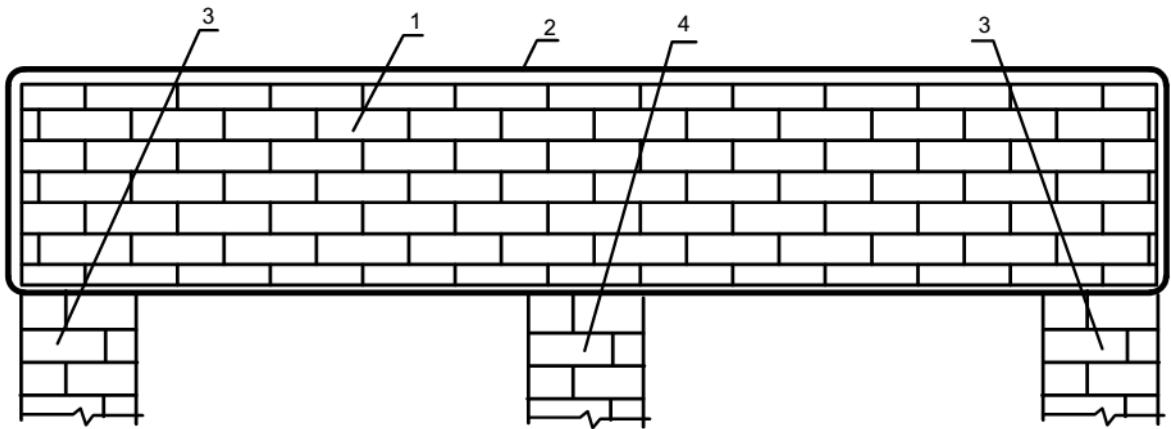


Рис. 3. Использование замкнутых обойм для неразрезных каменных балок
1 – неразрезная балка; 2 – обойма; 3 – крайние опоры; 4 – средняя опора

Рассмотрим теперь особенности расчета предварительного напряжения для случая, когда обойма напрягается по схеме, показанной на рис. 1. Отличие от расчета предварительного напряжения шпренгельных затяжек заключается в том, что все ветви обоймы удлиняются при предварительном напряжении.

На рис. 4 приведена схема продольной грани балки, на которой производится предварительное напряжение с помощью взаимного стягивания двух смежных ветвей обоймы. Через S на рис. 4 обозначено расстояние от торца балки до оси распорки между ветвями обоймы, которая служит препятствием сближению ветвей обоймы в углах конструкции.

Пусть для предварительного напряжения ветвь обоймы отклонена на величину C .

Рассмотрим, как распределяются усилия в ветвях обоймы с учетом трения. В работах авторов [3, 4] было показано распределение усилий в ветвях обоймы, если известно усилие в нижней (натягиваемой) ветви. Пусть

соответственно в нижней (там, где происходит натяжение), боковой и верхней ветвях обоймы.

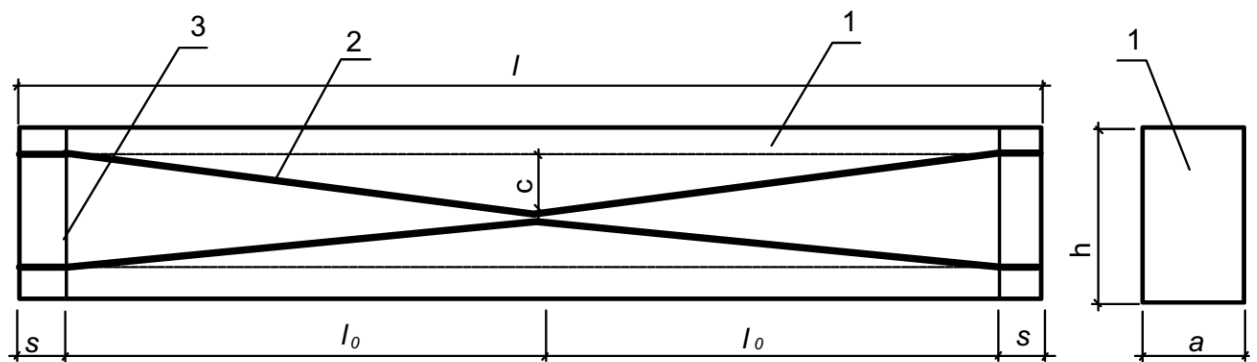


Рис. 4. Схема к расчету усилия предварительного напряжения обоймы
1 – тело балки; 2 – замкнутая обойма (две ветви); 3 – распорки; c –
величина отклонения ветви обоймы от оси.

Если через k_f обозначить коэффициент трения обоймы о кладку, то будем иметь [3, 4]:

Влияние жесткости тела балки показано в таблице 1, где по вышеприведенной методике расчета определено усилие N (остальные составляющие усилий определяются по 1) для балки сечением 300x300 мм, длиной 3000 мм. Расстояние S и C (по рис. 4) равны соответственно 100 и 70 мм. Коэффициент трения для всех вариантов принят равным 0.45. Модуль упругости материала обоймы 200000 МПа (стальная обойма).

Таблица 1

Влияние жесткости тела балки на усилия в обойме

№ п/п	Сечение обоймы (см ²)	Модуль упругости тела балки (МПа)	Усилие N_0 на нулевой итерации (кН)	Усилие N в конце итераций (кН)	Отношение N_0/N
1	1	1000	15.6	11.0	1.42
2	2	1000	31.3	17.1	1.83
3	1	10000	15.6	15.1	1.03
4	2	10000	31.3	29.0	1.07

Как видно из таблицы, для балок с малым модулем упругости (легкобетонные балки) следует учитывать деформацию тела балки. Для балок же более жестких (кирпич, бетонные блоки) можно не учитывать деформацию самой балки, т.е. условно считать ее абсолютно жесткой при определении усилия предварительного напряжения обоймы.

В заключении следует отметить, что усилие предварительного напряжения при других видах натяжения производится по тем же принципам с учетом удлинения обоймы и укорочения тела балки. Другими словами, если известна величина

Выводы и перспективы исследований. В статье приведена методика определения усилия в ветвях замкнутой обоймы с учетом ее трения о кладку. Показано, что деформацию тела балки можно не учитывать в случае изготовления из кирпича или бетонных блоков. В случае изготовления перемычек из легкогобетонных блоков учет деформаций кладки обязателен, т.к. усилия в обойме могут уменьшаться за счет этой деформации. Методика проверена экспериментальными данными авторов.

Перспективой исследований является разработка методики расчета с учетом пластических свойств материала обоймы.

Список литературы:

1. Азизов Т.Н. Использование стеклопластиковой обоймы для создания изгибаемых конструкций из штучных элементов / Т.Н. Азизов // 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 / Т.Н. Азизов // Реставрація, реконструкція, урбоекологія RUR-2011. Щорічник південно-українського національного комітету ICOMOS/ Одеса: Optimum, 2011. – С. 190-196.

3. Азизов Т.Н. К расчету несущих конструкций из штучных материалов в замкнутой обойме / Т.Н. Азизов, А.В. Иваницкий //Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 47 – Одеса: овнішрекламсервіс, 2012. – С. 11-15.

4. Азизов Т.Н. Расчет несущих конструкций из штучных элементов в замкнутой предварительно напряженной обойме / Т.Н. Азизов, А.В. Иваницкий //Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 24., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2012. – С. 55-61.