

а — для образца ПШ2-1-1; б — для образца ПШ4-1-1.

Рисунок 4 – Перемещение сечений образцов

Следует отметить, что при расчетных нагрузках (0,7 от разрушающей), погрешность при определении перемещений не превышает 15 %.

ВЫВОДЫ

1. Действующие методики расчета применительно к расчету железобетонных полушпал не учитывают их реального напряженно-деформированного состояния, при этом погрешность (в сторону запаса) достигает 100 %.
2. Для расчета на прочность и трещиностойкость железобетонных полушпал может быть использована разработанная БелНИИС объемная конечно-элементная расчетная модель, результаты расчета по которой хорошо согласуются с опытными данными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шепелевич Н.И., Бугаев А.Н. К определению внутренних усилий в железобетонных полушпалах рельсового пути грузоподъемного крана/ Новые идеи развития бетона и железобетонных конструкций. - Москва 2002.- С. 332-338.

УДК 62-216.6.

Гринев В.Д., Аражи Х.Р., Атрахимович В.И., Хаткевич А.М.

КОНСТРУКЦИИ КАМЕННЫХ КОЛОНН

История развития строительной техники связана с созданием материалов и конструкций, работающих преимущественно на сжатие (арки, колонны, пилоны и т.п.). При этом сжатые стойки создавали целые архитектурные ансамбли в виде колоннад.

И в настоящее время колонны из каменных материалов широко применяются в гражданском строительстве. Совершенствовать конструктивные решения колонн представляется актуальной задачей и является целью настоящей работы.

Прочность каменной кладки, по современным воззрениям, зависит от прочности и деформативности камней и раствора, пустотности, размеров камня, толщины швов, способа и глубины перевязки. Совместная работа кладки обеспечивается перевязкой вертикальных швов по высоте, которая может осуществляться за счёт сил трения, механического зацепления, когезии и адгезии раствора и соседних слоев, устройством связей с помощью перевязочных кирпичей, гибких и жёстких связей из арматуры, бетона и железобетона. При недостаточных связях по высоте сжатые элементы могут раслаиваться на отдельные вертикальные столбы (ветви, блоки). Разновидности вертикальных столбов, образующихся при предельных нагрузках, показаны на рис. 1. При этом расслоение может быть продольным, поперечным, смешанным и замкнутым.

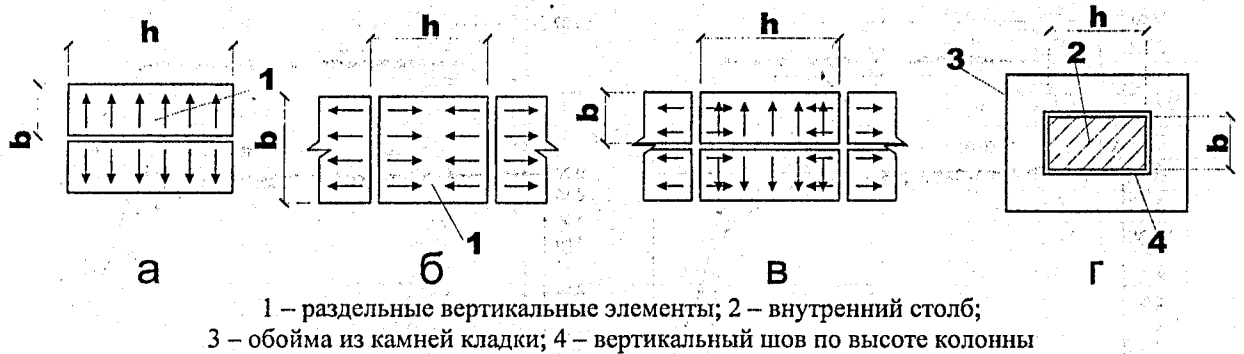


Рисунок 1 – Характерные формы в плане расслоенных вертикальных элементов

Размеры блоков $b \times h$, как правило, совпадают с отдельными вертикальными швами по высоте кладки и кратны ширине либо длине камня.

Нами был выполнен анализ разнообразных, имеющих место в строительной практике, сечений колонн (прямоугольных, квадратных, круглых и многоугольных) с целью выяснения влияния количества вертикальных швов на прочность кладки. При этом установлено:

- коэффициент $K = L/A$, характеризующий содержание вертикальных швов L на единицу площади сечения A , изменяется в пределах $0 \div 3,68$ в масштабе, кратном одному камню. При этом $K = 0$ для цельных колонн или колонн собранных, по вертикали из отдельных блоков;
- с увеличением количества кирпичей, камней в сечении коэффициент K возрастает;
- наличие маломерных камней – половинок, трехчетверток и т.п. – увеличивает величину коэффициента K ;
- для круглых колонн при их традиционной кладке коэффициент K больше, нежели для колонн прямоугольных, равновеликой площади; при этом в круглых колоннах используется большее количество маломерных камней;
- отдельные колонны при наличии в рядах трехчетверток и половинок и их отсутствии имеют по высоте разные значения коэффициента K , т.е. прочность по высоте колонн неодинакова.

Так как в стадии разрушения стены и колонны разделяются по высоте на отдельные блоки, то в конечном случае разрушение отдельного блока влечет за собой разрушение исходного образца.

Прочность блоков будет зависеть от их площади и гибкости. При этом правомочны следующие предпосылки:

- чем меньше количество возможных блоков, тем прочнее сжатый элемент;
- с увеличением размеров исходных камней увеличивается площадь блоков и несущая способность кладки;
- меньшее количество вертикальных швов равносильно меньшему количеству блоков при разрушении;
- разделение исходного образца на вертикальные блоки может происходить по высоте блока по раствору шву, по шву и камню, а также по камню.

На основании принятых предпосылок и гипотез нами были предложены новые конструктивные формы каменных колонн. При этом за основу проектирования приняты фигуры, основанные на форме правильных многоугольников и круга. По сравнению с прототипами предлагаемые конструкции колонн обладают рядом преимуществ:

- меньшим количеством камней в объёме кладки и меньшим количеством вертикальных швов;

- меньшей трудоёмкостью возведения;
- минимальным либо максимальным периметром;
- повышенной несущей способностью, по сравнению с традиционными конструктивными решениями колонн.

Ниже приведён ряд новых конструктивных решений колонн, на которые получены положительные решения от Национального Центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь.

1. Треугольная колонна (рис. 2, а). Каменная колонна выполнена в форме трехгранной призмы с поперечным сечением, состоящим из двух прямоугольных треугольников. Кладка сложена с трехрядной перевязкой с поворотом каждого ряда на 60° . Отличительными признаками колонны являются:

- форма выполнения колонны в виде трехгранной призмы с поперечным сечением, состоящим из двух прямоугольных треугольников;
- взаиморасположение элементов колонны, а именно расположение рядов перевязки колонн. Целью создания такой колонны служит получение колонны с максимальной площадью поверхности при наименьшей площади сечения[1].

2. Каменная колонна квадратного сечения (рис. 2, б). Колонна содержит каменную кладку с четырехрядной перевязкой, каждый ряд кладки выполнен из трех камней равновеликой площади. Два камня выполнены в форме прямоугольной трапеции, а третий - в форме равнобедренного треугольника с высотой, равной двум третьим размера его основания, благодаря чему все элементы имеют одинаковую площадь и соответственно вес. Стороны равнобедренного треугольника сопряжены с боковыми наклонными сторонами прямоугольной трапеции, а малые основания прямоугольной трапеции сопряжены между собой. Перевязка образована поворотом каждого ряда на 90° [2].

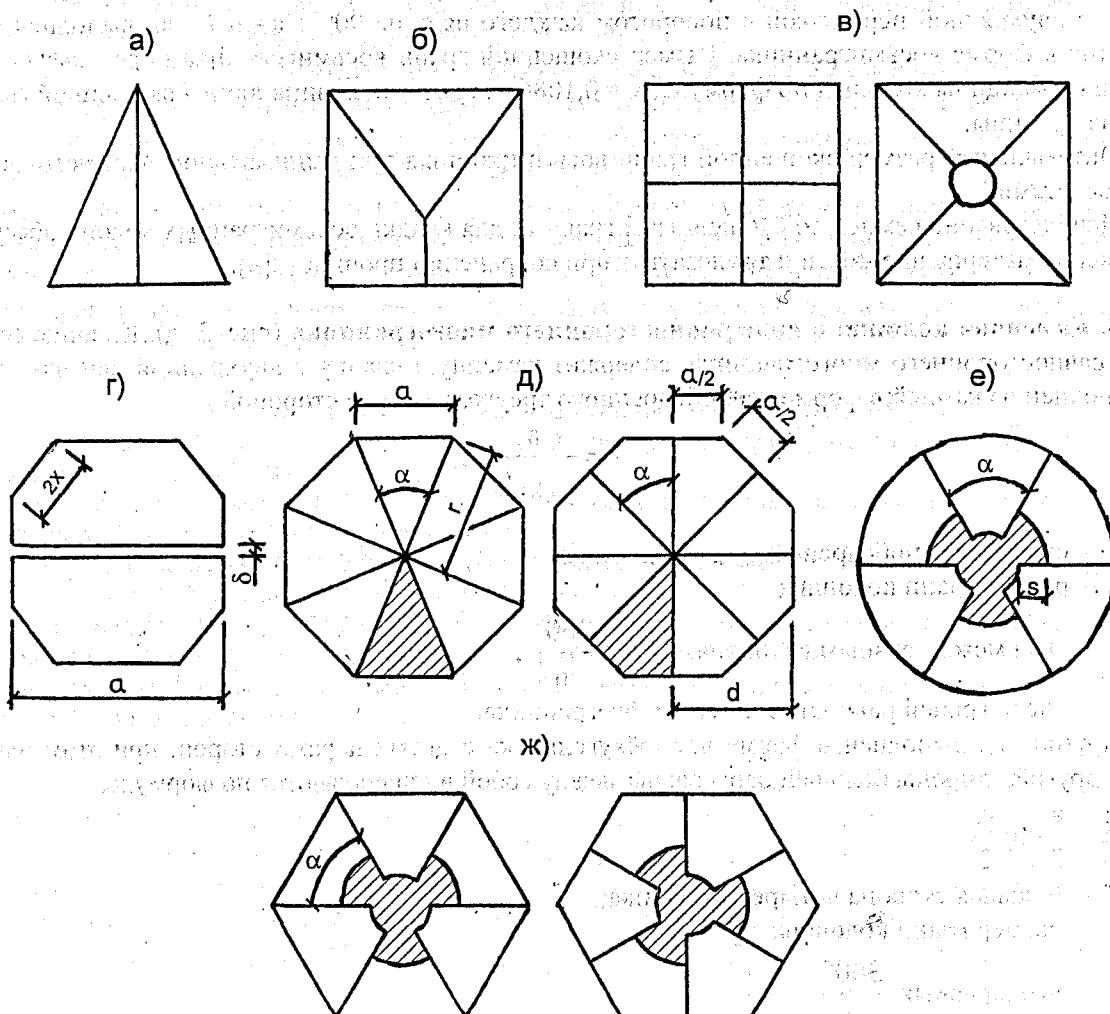


Рисунок 2 – Характерные формы в плане новых конструктивных решений колонн.

Отличительными признаками колонны являются:

- иная форма элементов колонны, а именно выполнение кладочных камней в форме прямоугольной трапеции и равнобедренного треугольника;
- взаиморасположение кладочных камней между собой;
- количество кладочных камней в каждом ряду, равное трем;
- размеры кладочных камней.

Использование малого количества камней - трех, вместо пяти и более - уменьшает объемное содержание вертикальных швов, а также отдаляет моменты трещинообразования и разрушения кладки в связи с образованием отдельных вертикальных разъединенных блоков.

Предлагаемая форма камней позволяет выполнить четырехрядную перевязку, в которой диагональные швы перекрываются по высоте дважды, а шов, параллельный сторонам сечения - трижды, что благоприятно влияет на монолитность и жесткость соединения кладки.

3. Каменная колонна квадратного сечения (рис. 2, в). Каменная колонна содержит двухрядную перевязку швов, выполненную из небольшого числа камней нестандартной формы. Первый ряд выложен из четырёх квадратных в плане камней. Второй ряд выполнен из четырёх трапециевидных камней и круглого сердечника.

Отличительным признаком каменной колонны является нестандартная форма и небольшое количество применённых камней.

Благодаря использованию малого числа камней при выполнении кладки уменьшается общее количество неперевязанных вертикальных швов и возрастает прочность кладки при сжатии, а также уменьшается трудоемкость[3].

4. Каменные колонны многоугольного сечения (рис. 2, г). Колонна содержит каменную кладку с двухрядной перевязкой с поворотом каждого ряда на 90°. Каждый ряд выполнен из двух элементов в форме восьмигранника. Размер скошенной грани восьмигранника определяется в зависимости от толщины колонны по формуле: $x = 0,1086 a$, где x - половина длины скошенной грани; a - толщина колонны.

Оптимальный размер скошенной грани восьмигранника при минимальном периметре подтвержден расчетами.

Использование камней со скошенными гранями для кладки восьмигранных колонн обеспечивает снижение материалоемкости и трудозатрат при сохранении прочности[4].

5. Каменная колонна в виде равностороннего многогранника (рис. 2, д). Колонна сечением в виде равностороннего многогранника, содержит каменную кладку с двухрядной перевязкой, один ряд выполнен из камней в форме равнобедренного треугольника со стороной r :

$$r = \frac{a}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

где r - сторона равнобедренного треугольника;

a - размер грани колонны;

α - угол между равными сторонами $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$;

n - число граней равностороннего многогранника.

Другой ряд выполнен в форме четырёхугольника с двумя парами сторон, при этом одна пара больше другой, стороны большей пары равны между собой и определяются по формуле:

$$d = \frac{a}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где d - большая сторона четырёхугольника;

a - размер грани колонны;

α - угол, равный $\frac{360^\circ}{n}$;

n — число граней равностороннего многогранника. Стороны меньшей пары также равны между собой и равны половине размера грани колонны.

Площадь сечения колонны находится из выражения: $A = a^2 \frac{n}{4} \operatorname{ctg} \frac{360^\circ}{2n}$.

Камни в виде треугольников и четырёхугольников укладываются на раствор в выбранном порядке с полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов.

Использование камней в виде треугольников и четырёхугольников для кладки многогранных колонн обеспечивает увеличение прочности каменной кладки и снижение материалоемкости при её изготовлении [5].

6. Каменная колонна круглого и шестиугольного сечений (рис. 2, е, ж). Каменные колонны содержат каменный сердечник, соединённый с лекальными камнями, и перевязку радиальных швов, выполненную поворотом каждого последующего ряда кладки на угол $\beta = 180^\circ/n$, где n — число наружных лекальных камней.

Сердечник имеет соединение с лекальными камнями типа шлицевого с высотой выступов сердечника s не менее 0,4 толщины лекальных камней и не менее 40 мм. Выбор высоты выступов сердечника обусловлен обеспечением надёжности перевязки вертикальных швов.

Отличительными признаками каменной колонны являются:

- форма выполнения соединений элементов в виде шлицевого;
- параметрами высоты выступов на сердечнике.

Благодаря шлицевому соединению сердечника с лекальными камнями обеспечивается перевязка круговых вертикальных швов. Поворотом каждого ряда кладки на угол $\beta = 180^\circ/n$ осуществляется одновременно перевязка как радиальных, так и круговых вертикальных швов. По такому же принципу набираются сечения многоугольных колонн, состоящих из каменной-сердечников, а также четырех и пятиугольных камней с одной криволинейной стороной (рис. 2, ж).

В настоящее время достигнуто соглашение с Обольским керамическим заводом об изготовлении опалубки и опытной партии камней для нескольких типов колонн. Намечается изготовление опытных образцов, их испытание в прессовом зале лабораторного корпуса Полоцкого государственного университета и разработка временных технических условий.

Предлагаемая методика даёт возможность проектировать сечения колонн максимальной несущей способности при минимальном количестве исходных кладочных камней. Разнообразие предлагаемых конструктивных решений колонн позволяет расширить их использование не только в гражданском строительстве, но и в архитектуре малых форм, в интерьере, при возведении оград, афишных тумб, стоек освещения и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каменная колонна. Заявка № И 20040139 от 25.03.04, решение о выдаче патента от 26.03.04 г. Гринёв В.Д., Лось Н.Н., Атрахимович В.И.
2. Каменная колонна. Заявка № И 20040212 от 3.05.04, решение о выдаче патента от 8.07.04 г. Гринёв В.Д., Хаткевич А.М., Атрахимович В.И., Аражи Х.Р.
3. Каменная колонна. Заявка № И 20040295 от 17.06.04, решение о выдаче патента от 20.08.04 г. Гринёв В.Д., Атрахимович В.И., Хаткевич А.М., Аражи Х.Р.
4. Каменная колонна. Заявка № И 20030521 от 5.12.03, решение о выдаче патента от 27.02.04 г. Гринёв В.Д., Аражи Х.Р.
5. Каменная колонна. Заявка № И 20040253 от 27.05.04, решение о выдаче патента от 4.08.04 г. Гринёв В.Д., Аражи Х.Р., Атрахимович В.И., Хаткевич А.М.