

УДК 624.014

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.Р. БОРОДИН, А.С. НЕФЁДОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЕВА)

Рассматриваются рамные конструкции различных форм. Приводится обобщенная классификация рам. Анализируются имеющиеся их виды, преимущества и недостатки. Показывается сравнение рам из различных материалов.

Рамные конструкции для покрытий зданий применяют при пролёте $L = 12 \dots 150$ м, при пролёте $L > 150$ м они становятся неэкономичными. Рамные конструкции бывают разного очертания и выполняются из разных материалов. Преимущества рамных конструкций по сравнению с балочными – это меньший вес, большая жёсткость и меньшая высота ригелей. Рамные конструкции эффективны при погонных жесткостях колонн, близких к погонным жесткостям ригелей, что позволяет перераспределить усилия от вертикальных нагрузок и значительно облегчить ригели. Недостатки – большая ширина колонн, чувствительность к неравномерным осадкам опор и изменениям температуры.

По статической работе различают рамы трёхшарнирные, двухшарнирные и бесшарнирные. Трёхшарнирная рама имеет наибольшее распространение в строительстве, так как в статически определимых системах не происходит перераспределения усилий при деформировании под длительно действующей нагрузкой, что обеспечивает соответствие их расчетным усилиям, однако в силу неравномерного распределения изгибающих моментов по своей длине наиболее материалоемка. Двухшарнирная рама имеет меньший распор, чем трёхшарнирная. Отличается более благоприятным распределением изгибающих моментов по своей длине, в силу чего часто используется в зданиях и сооружениях.

Бесшарнирная рама имеет более равномерное распределение моментов по длине, благодаря чему отличается своей лёгкостью, но она чувствительна к осадкам опор и температурным воздействиям.

При перекрытии больших пролётов применяют, как правило, двухшарнирные и бесшарнирные рамы самых разнообразных очертаний (рис. 1).

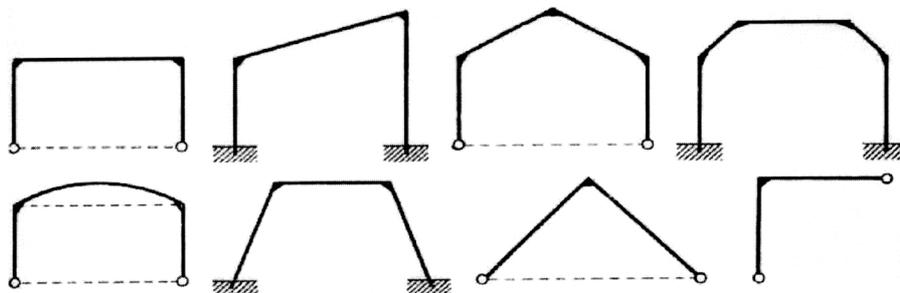


Рис. 1. Виды очертания рамных конструкций

Основными материалами для изготовления рам являются дерево и металл, возможен железобетон.

Достоинствами металлических конструкций по сравнению с конструкциями из других материалов являются: надежность, легкость, непроницаемость, индустриальность, а также простота технического перевооружения, ремонта и реконструкции зданий и сооружений с рамными конструкциями. К основным достоинствам древесины относятся: малый вес, прочность, деформативность, малая теплопроводность, химическая стойкость древесины, простота обработки.

Целью исследования рам является определение наиболее рациональной формы поверхности и материала конструкции. По форме поверхности принимались двухскатная форма верхнего пояса, односкатная и приблизительно арочной формы – полигональная. Исследования проводились на трёх видах рам пролётом 24 метра: трёхшарнирной, двухшарнирной, бесшарнирной, (рис. 2).

После выбора очертания рам, к ним прикладывалась единичная нагрузка, расчеты производились с помощью программы Raduga, далее выбирался вариант с наименьшими пиковыми усилиями в стержнях рам. Максимальные внутренние усилия, возникающие в таких системах, подсчитанные по программе Raduga, приведены в таблице 1.

По результатам исследования видно, что в плане очертания самым выгодным вариантом является третий (арочного очертания), так как там возникают меньшие усилия в узлах, чем в первом, а отсутствие моментов в опорах позволяет установить менее мощный фундамент, нежели во втором варианте.

По полученной оптимальной форме решается задача выбора материала рам: 1) дерево (клефанерная ферма, колонны из брусьев на болтах), 2) металл (стальные трубы). В качестве примера рассматриваются по конструкции рамы из колонн из брусьев на болтах и клефанерных ферм пролётом 24 м и рама из бесшовных горячекатаных труб пролётом также 24 м. Результаты проведения вариантного сравнения в ценах на 2006 г. представлены в таблице 2.

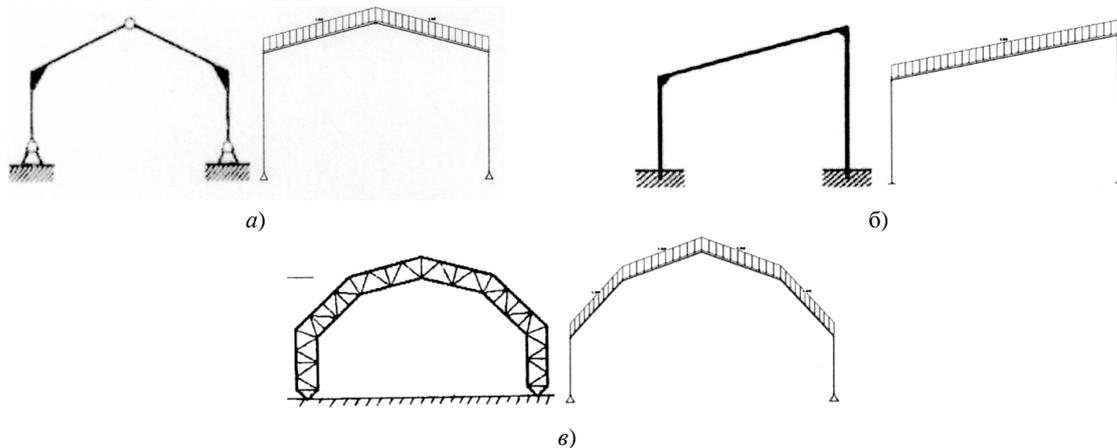


Рис. 2. Очертания рам, принятые для исследования с приложенными единичными нагрузками: а – трехшарнирная рама; б – бесшарнирная рама, в) – двухшарнирная рама

Таблица 1

Максимальные усилия в стержнях

| Варианты рам | M_{\max} (кН·м) | Q_{\max} (кН) | N_{\max} (кН) |
|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1 вариант | 23,29 | 6,75 | 7,76 |
| 2 вариант | 15,64 | 7,62 | 8,03 |
| 3 вариант | 11,38 | 3,67 | 9,92 |

Таблица 2

Сравнение вариантов по материалу

| Затраты | Материал | |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| | дерево | металл |
| Себестоимость СМР | 17388188 руб. | 6456156 руб. |
| Стоимость строительной техники | 386776 руб. | 1904731 руб. |
| Цены на материальные ресурсы | 20933093 руб. | 40357774 руб. |
| Итого прямых затрат | 38708057 руб. | 48718661 руб. |

Из таблицы 2 видно, что по прямым затратам металлическая конструкция полигонального типа обходится дороже деревянной, но из-за того, что нормативный срок службы такой конструкций составляет 30 лет – для деревянных и 75 лет – для металлических рам (согласно прил. Л ТКП 45-1.04-78-2007), экономия в сфере эксплуатации металлических рам за срок их службы становится равной 19904803 руб. (2006 г.).

Таким образом, в данном исследовании по форме и материалу выгоднее оказалась рама арочного очертания (полигональная) из стальных труб, с учётом большого срока эксплуатации металлических конструкций по сравнению с деревянными. Хотя на сегодняшний день при современной обработке древесины соответствующими веществами, в том числе и антипиренами, а также при постоянном уходе за древесиной такие конструкции могут прослужить не меньше металлических. Поэтому можно сказать, что деревянные рамы рациональней использовать при пролёте до 24...30 м, при больших пролётах эффективнее становятся рамы из металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлические конструкции. Общий курс: учебник для вузов / Е. И. Беленя [и др.]; под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд.; перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
2. Шмидт, А.Б. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры / А.Б. Шмидт, П.А. Дмитриев. – М.: Изд-во лит. по стр-ву, 2002. – 292 с.