

## ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОДНОЭТАЖНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ РАМНЫХ КАРКАСОВ

*Проведено обобщение и анализ конструктивных решений одноэтажных деревянных рамных каркасов промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий по авторским свидетельствам и патентам ведущих стран за последние 20 лет. Выявлены наиболее эффективные конструкции и направление их развития.*

### Постановка проблемы

В 70-80 годы 20 столетия в бывшем СССР получило широкое распространение одноэтажные деревянные рамные каркасы для промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий.

В настоящее время возникла необходимость выяснить какие изобретения и патенты разработаны за последние годы в ведущих странах в области эффективных конструкций одноэтажных деревянных рамных каркасов.

В связи с этим на кафедре компьютерных технологий строительства факультета аэропортов Национального авиационного университета было проведено обобщение и анализ эффективных конструкций одноэтажных деревянных рамных каркасов по авторским свидетельствам и патентам за последние 20 лет.

**Страны поиска:** Украина, Россия, б.СССР, Беларусь, Казахстан, США, Франция, Германия, Великобритания, Япония, ЭПВ. РСТ.

### Обобщение конструктивных решений рамных каркасов

**1. Бывший СССР. Сибирский НИИ типового и экспериментального проектирования (а.с. SU №894130), 1981.**

Цель изобретения – сокращение монтажа. Рама (рис. 1) включает стойку 1, ригель 2, соединенных между собой дополнительными крепежным элементом, в частности центрирующим болтом 3 и нагельными болтами 4. Центрирующий болт 3 дает возможность взаимного вращения ригеля и стойки и складывания

рамы без разъединения ее элементов в компактный пакет.

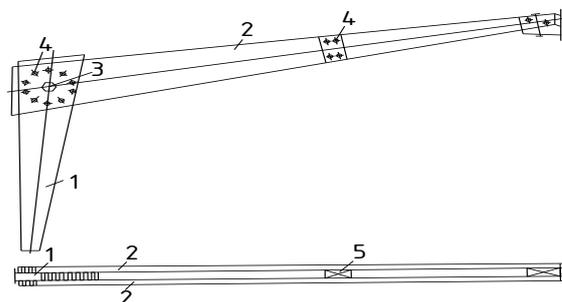


Рис. 1. Рама из прямолинейных элементов

Вокруг центрирующего болта в ригеле и стойке по окружности в заводских условиях рассверливают отверстия.

Ригель 2 рамы, составленный из двух брусьев, которые соединены в единое целое посредством нагельных болтов 4 и прокладок 5 и не имеют взаимной подвижности относительно друг друга, за счет чего не снижается жесткость и прочность, так как брусья разнесены относительно материальной оси и, следовательно, момент инерции и момент сопротивления относительно этой оси остаются неизменными при различных размерах зазора между брусьями и равными для элементов цельного сечения схожих размеров и вместе с тем позволяет целиком разместить внутри него стойку 1 при складывании рамы в пакет без взаимного смещения брусьев ригеля.

При действии эксплуатационной нагрузки на раму, центрирующий болт 3, ввиду его большой жесткости, может полностью воспринять продольные и поперечные силы, а нагельные болты 4 – только усилия от момента в карнизном

узле рамы.

Этим существенно улучшаются условия работы нагелей, расставленных по окружности и, следовательно, повышается эксплуатационная надежность рамы в целом и ее жесткость.

**2. Бывший СССР. Всесоюзный государственный проектный институт «Теплоэлектропроект» (а.с. № 958615), 1982.**

Цель – упрощение и удобство монтажа (рис2).

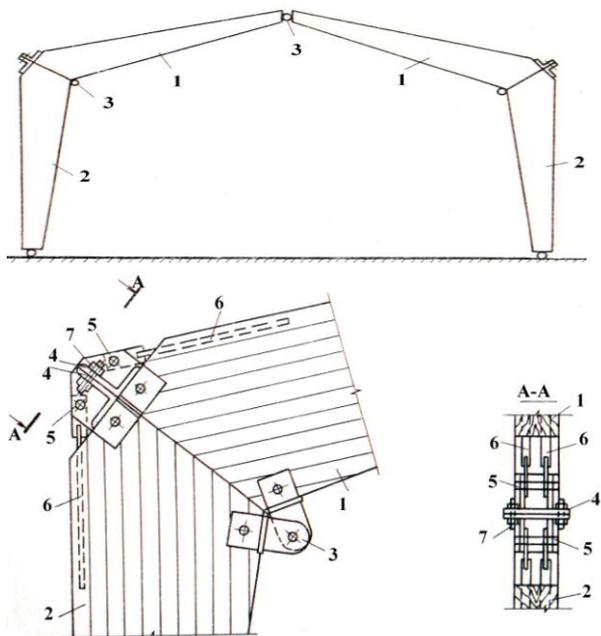


Рис. 2. Трехшарнирная рама

Трехшарнирная рама (рис. 2) включает ригели 1, стойки 2, съемные шарниры 3, позволяющие транспортировать и собирать раму из отдельных полурам. Карнизный узел рамы снабжен металлическими накладками 4 и арматурными стержнями 5, вклеенными в пази ригеля и стойки. Арматурные стержни 5 соединены шарнирно с помощью валика 6 с накладками 4.

При жестком сопряжении ригеля и стойки через накладки при помощи болтов 7 шарнирное соединение арматуры с накладками позволяет свободно обжиматься древесине в сжатой зоне по биссектрисной поверхности и исключает изгиб арматуры, вызывающий выкалывание древесины в растянутой зоне узла. Достоин-

ство такого конструктивного выполнения узлов трехшарнирной рамы наиболее очевидно обнаруживается при использовании ее для каркаса сборно-разборных зданий небольшой высоты, для которых решающим является сочетание нагрузок от собственного веса, крана и снега, обеспечивающее постоянство знака изгибающего момента в карнизном узле.

**3. Бывший СССР. Белорусский политехнический институт (а.с. № 998692), 1983.** Цель – снижения расхода материалов путем регулирования изгибающих моментов и создание предварительного напряжения в ригеле (рис3).

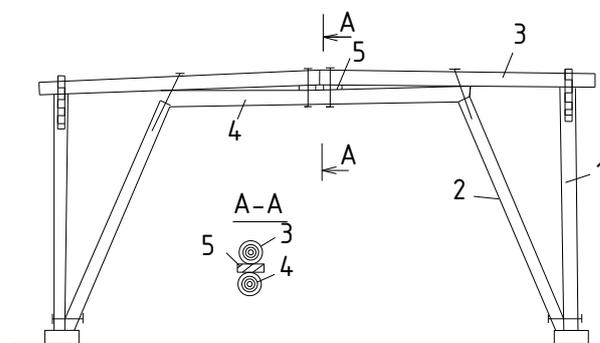


Рис. 3. Деревянная рама

Деревянная рама (рис. 3) включает стойки 1, подкосы 2, ригель 3, дополнительную балку 4, размещенную под ригелем, вкладыши 5. Все элементы рамы могут быть бревенчатыми, брусчатыми или клеенощатыми и могут соединяться между собой болтами, стальными полосами на ригелях, а также другими соединительными деталями.

Величина пролета для бревенчатых и брусчатых рам 9-12 м, для клеенощатых и комбинированных рам с клеенощатым ригелем до 24 м. Регулирование изгибающих моментов и напряжений в ригеле и выбор размеров поперечного сечения зависит от изменения высоты и расположения вкладышей 5. При увеличении или уменьшении высоты вкладышей 5, по сравнению с их требуемой геометрической высотой после сборки рамы и затяжки всех соединительных болтов происходит пред-

варительное напряжение ригеля. В результате этого под нагрузкой ригель может быть разгружен за счет балки.

Раздвижка вкладышей от места стыка позволяет дополнительно изменять соотношение напряжений в различных местах ригеля. Наличие вкладышей позволяет получить универсальный по очертанию, дешевый и простой по технологии безвырубочный каркас здания с рациональным использованием бревен разных диаметров.

#### 4. Бывший СССР. Якутский НИИ сельского хозяйства НПО «Якутское СО ВАСХНИЛ» (а.с.№ 1728401 АИ), 1992.

Цель изобретения – снижение трудоемкости изготовления за счет использования свойств древесины (рис 4).

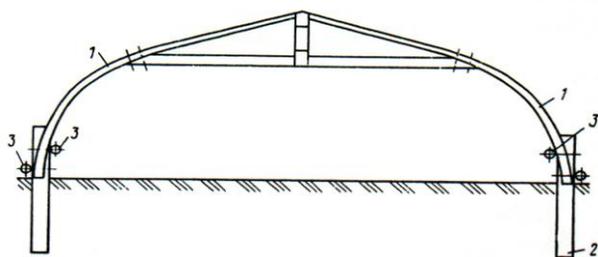


Рис. 4. Сооружение

Сооружение (рис. 4) состоит из деревянных полуарок 1 переменного сечения, которые установлены на фундамент 2 и соединены в коньке шарнирно. Полуарки выполнены из свежесрубленного круглого лесоматериала со сбегом, а фундамент – в виде свай-стоек с выступающей наземной частью. Сооружение снабжено прогонами 3, которые закреплены на наземной части свай-стоек с наружной и внутренней их стороны. Внутренний прогон размещен выше внешнего прогона, а опорные части полуарок защемлены между прогонами и закреплены к сваям.

Сооружение возводят следующим образом. На строй площадке в пробуренные отверстия устанавливаются сваистойки 2, закрепляют к ним болтами наружные и внутренние прогоны 3. Свежесрубленную заготовку полуарок 1 обрабатывают (ошкуривание, раскряжевка, свер-

ление отверстий) и опорным концом прикрепляют к наружному прогону болтами. Используя специальные устройства для изгиба полуарок и передвижную платформу, соединяют полуарки между собой заранее заготовленными затяжкой и стойкой с помощью болтов и плоских хомутов.

#### 5. Бывший СССР. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко (а.с.№ 767317), 1980.

Цель изобретения – сокращение материалоемкости, обеспечение надежности и прочности конструкции (рис 5).

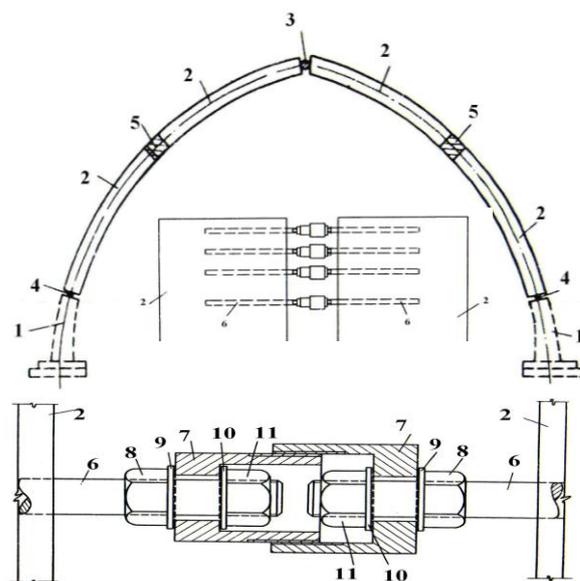


Рис. 5. Трехшарнирная деревянная арка

Трехшарнирная деревянная арка (рис. 5) включает опоры 1, полуарки, составленные из отдельных элементов 2, коньковый шарнир 3, опорные шарниры 4 и соединение 5. Соединение отдельных элементов осуществляется штырями 6, на которых размещены втулки 7, имеющие форму стакана, стенки которого имеют резьбу и входят одна в другую.

Конструкция работает следующим образом. Под нагрузкой соединение работает на изгиб со сжатием. В растянутой зоне растягивающие усилия, возникающие в металлических штырях 6, передаются через втулки 7 и воспринимаются шайбами 9 и гайками 8. При наличии бетона омоноличивания часть сжимающих усилий воспринимается полимербетоном.

Трехшарнирная арка предлагаемой конструкции позволяет расчленить конструкцию на четыре элемента 15,91 м. в плане, что удобно для транспортировки к месту возведения. При таком конструктивном выполнении исключается эксцентриситет при передаче усилий и осуществляется соединение в пределах поперечного сечения арки.

Предлагаемое техническое решение позволяет снизить расход стали в 3 раза по сравнению с известным. Достигается экономия в денежном выражении.

**6. Россия. Москалев Н.С., Козина Л.В. (патент RU № 2057857 С1), 1996.**

Цель – достижение экономии материалов за счет развитости общих габаритов рамы.

Рамная конструкция (рис. 6) состоит из ригеля 1 ломаного очертания, связанных с ним наклонных и горизонтальной затяжек 1, 4 и 5 соответственно, раскосов 6. Раскос 6 соединяет стык ригеля 1 с горизонтальной затяжкой 5 и вертикальную затяжку 3.

Каждая вертикальная затяжка 3 соединена с концом консоли ригеля и с опорной плитой 10 с наружной стороны стойки. Каждая наклонная затяжка 4 прикреплена концами к узлам соединения раскоса 6 с вертикальной 3 затяжками и раскоса 6 в одной точке.

Для фиксации стержневых элементов в узлах поставлены фасонки 7, приваренные к затяжкам 3, 4. В фасонках 7 имеются отверстия, соответствующие отверстиям в деревянных элементах для постановки фиксирующих болтов 8. К фасонкам приварены уголки 9, к которым приторцованы деревянные раскосы 6 и наклонные стойки 2 под углами, близкими к прямому. Такое соединение обеспечивает максимальное сопротивление древесины смятию при передаче усилий сжатия.

Очертание сжатых стоек 2, раскосов 6 и верхней части ригеля 1 образуют в вертикальной плоскости ломаную линию, соответствующую кривой давления, из-за чего достигаются минимальные усилия за

счет приближения моментов в стержневых элементах к нулю.

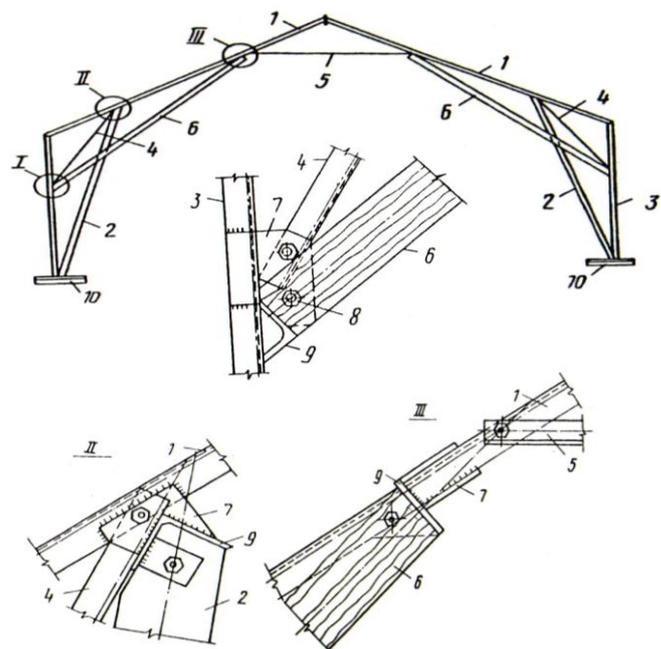


Рис. 6. Рамная конструкция

Таким образом, стержневые элементы рассчитывают только на центральные усилия без учета эксцентриситета и приложения нагрузки, который вызывается действием момента. Благодаря геометрии рамы достигаются минимальных значений усилий, что ведет к экономии используемого материала при изготовлении и уменьшает количество узлов соединения стержневых элементов, что обеспечивает быстроту и технологичность изготовления.

Предлагаемая конструкция позволяет достичь экономии материалов за счет развитости общих габаритов рамы, что снижает до минимума усилия, возникающие в элементах при любых сочетаниях нагрузки (экономия стали достигает 70% по сравнению с аналогичными стальными рамами), применение ходовых сечений для 50 мм), простоты изготовления (без врубок, без нагелей, без клеевой технологии), транспортабельности (перевозка пакетами), легкости монтажа (применение только анкерных болтов и фиксирующих болтов).

**7. Россия. Красноярская государственная архитектурно-строительная**

академия КрасГАСА (патент RU 2246598 C1), 2005.

Цель изобретения – более полное использование прочностных свойств конструкции за счет сохранения усилия предварительного напряжения.

Опорный узел предварительно напряженной рамы (рис. 7) включает металлическую пластину 1 с расположенными на ней упорами 2 и приваренными на концах валиками 3 и 4, стойку 5, установленную в башмаке 6 и закрепленную в нем посредством нагелей 7.

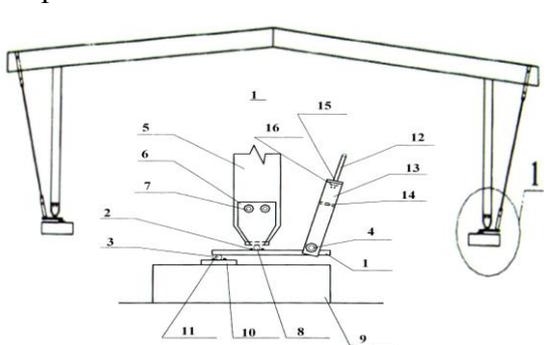


Рис. 7. Опорный узел предварительно напряженной рамы.

Башмак 6 снабжен шарниром 8 и оперт им на металлическую пластину 1 с возможностью свободного вращения между упорами 2. В свою очередь, металлическая пластина 1 шарнирно оперта одним концом посредством валика 3 на фундаментный блок 9, содержащий опорную пластину 10 с упорами 11, приваренную к закладным деталям блока 9, и также установлена с возможностью свободного вращения валика 3 между упорами 11. Другой конец металлической пластины шарнирно поддерживается контрфорсом 12. При этом на валике 4 установлена фасонная скоба 13, снабжена распоркой 14 и отверстием 15, через которое пропущен контрфорс 12, закреплен гайкой 16.

В процессе эксплуатации конструкции контрфорсом осуществляется регулирование усилия предварительного напряжения и сохранение его несмотря на ползучие и температурно-влажностные де-

формации в древесине и температурные деформации металла.

Использование предлагаемого изобретения по сравнению с прототипом сохраняет усилие предварительного напряжения в процессе эксплуатации.

**8. Россия. Оренбургский государственный университет (АНО НТП «Технопарк ОГУ») (патент RU № 2304671 C1), 2007.**

Цель - снижение трудоемкости изготовления и монтажа, сокращение расхода материалов на здание в целом, в том числе на фундаменты.

Пространственная сборно-разборная рама (рис.8) включает в себя два ригеля 1, две стойки 2 и четыре подкоса 3, при этом каждый ригель 1 и стойка 2 выполнены из ребристых плит П-образного поперечного сечения, состоящих из двух продольных ребер 4 и полки 5, ориентированной внутрь рамы и жестко соединенной с продольными ребрами 4.

Возможность сборки, разборки и поворота относительно друг друга элементов рамы обеспечивают, например, натяжные резьбовые устройства 6, расположенные на нижних концах подкосов 3, и накладные шарниры 7 в узлах сопряжения ригелей 1 и стоек 2. Полки 5 клееных ребристых плит стоек 2 в опорной зоне снабжены вставками 8 в форме прямоугольного треугольника. В отапливаемых зданиях в пределах высоты продольных ребер 4 на полках 5 размещается утеплитель 9.

Пространственная сборно-разборная рама работает следующим образом. При действии вертикальной и горизонтальной нагрузок происходит поперечный изгиб и сжатие ригелей 1 и стоек 2, при этом возникающие напряжения воспринимаются продольными ребрами 4 и полками 5 клееных ребристых плит ригелей 1 стоек 2 за счет жесткого соединения продольных ребер 4 и поло 5. Включение полки 5 в общую работу плит ригелей 1 и стоек 2 приводит к увеличению на 20...30% геоме-

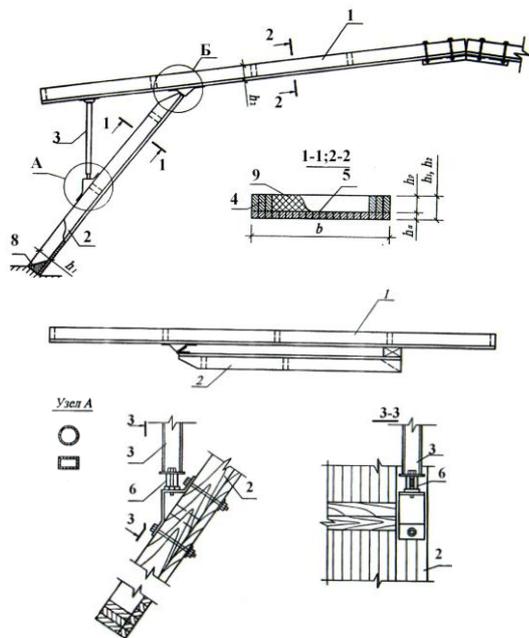


Рис.8. Пространственная сборно-разборная рама

трических характеристик поперечного сечения плиты и, таким образом, позволяет снизить расход клееной древесины на конструкцию, в частности, за счет отказа от дополнительных несущих массивных элементов. Кроме этого, за счет совмещения в плитах рамы несущих и ограждающих функций сокращается трудоемкость изготовления монтажа конструкции.

Таким образом предлагаемая конструкция пространственной сборно-разборной рамы позволяет снизить трудоемкость монтажа в 2...3 раза, облегчить все здание на 15...20%, отказаться от постановки связей, обеспечивающих пространственную жесткость здания, снизить трудоемкость изготовления конструкции на 20...30%, увеличить габарит помещений 4...7%, сократить расход материалов на здание в целом, в том числе на фундаменты на 20...35%.

#### Анализ исследований и публикаций

Всего проанализировано 8 изобретений (за период 1981 – 2008 гг), из них: бывший СССР – 5 шт (Россия – 4, Беларусь – 1), Россия – 3 шт.

Изобретения посвящены: конструкции карнизного узла, конструкции подкосов, конструкции затяжек в уровне минимальных моментов в ригелях, с наружной стороны стеновых панелей, конструкция арки.

В конструкции №1 карнизный узел образуется за счет центрирующего и нагельного болтов, а в №2 – металлическими накладками и клееными арматурными стержнями. Конструкция деревянной рамы №3 включает стойки, подкосы, ригель, дополнительную балку, размещенную под ригелем и вкладышами (рама в раме). Конструкция сооружения №4 состоит из двух полуарок с затяжкой и стойкой с помощью болтов и хомутов. Конструкция деревянной арки №5 состоит из отдельных элементов, которые соединяются между собой при помощи штырей и втулок. Конструкция рамы №6 которая состоит из ригеля, стоек, наклонных и горизонтальных затяжек и раскосов. В конструкции преднатянутой рамы №7 усилие распора воспринимается металлическим регулируемые затяжками, которые соединяют опорные узлы с консолями ригелей рамы. Пространственно сборно-разборная рама №8 включает два ригеля, две стойки и четыре подкоса, при этом каждый ригель и стойка выполнены из клееных ребристых П-образных плит, с натяжными резьбовыми устройствами в подкосах.

#### Выводы:

1. За последние 20 лет трехшарнирных деревянных рам и арок для каркасов одноэтажных зданий продолжают развиваться и совершенствоваться в России и Белоруссии.
2. Получило распространение конструкции различных затяжек для восприятия распора однопролетных зданий.
3. Особое внимание заслуживает конструкция №6 с наклонными и горизонтальными затяжками, №7 – с затяжками, соединяющими опорные узлы и консоли

ригелей, и № 8 – с натяжными резьбовыми устройствами в подкосах.

#### **Список литературы:**

1. Першаков В.М. «Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам»: Монографія.-К: Книжкове видавництво НАУ, 2007-301с.  
2. Офіційний патентний бюлетень України «Промислова власність» 1993-2007рр.  
3. Официальный патентный бюлетень России (СССР) «Изобретения. Полезные модели» 1993, 1994, 1996; 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007гг.

4. Официальный патентный бюлетень Евроазиатского патентного ведомства 1998-2006гг.

5. Реферативная база данных российских изобретений (RUABRU) Роспатент 1994-2007гг.

6. Спеціальна база даних “Винаходи в Україні” 1993-2007рр.

7. Патентная база данных «WORDWIDE» системы Esp@cenet.

8. Патентная база данных ЕАРАТІS Евроазиатского патентного ведомства 1998-2006гг.

