

8. Для предотвращения процесса разупрочнения, а именно теплового воздействия сварочной дуги на ответственные конструкции следует сварные швы выполнять электродами малых диаметров, сварочное оборудование выставлять на малые токи.

9. При сварке мелкозернистых, улучшенных сталей, а также упрочненных термомеханическим способом, необходима соответствующая технология выполнения сварных соединений.

10. При изготовлении крестообразного соединения К1 – необходимо жестко контролировать количество тепла вводимого в изделие (сварка на малых токах).

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Перри К., Лисснер Г. Основы тензометрии. Изд-во ИЛ, 1957.
2. Финк К., Рорбах Х. Измерение напряжений и деформаций. Маш-гиз, 1961.
3. Высокотемпературные тензодатчики. Сб. статей. Изд-во «Мир», 1963.
4. Полупроводниковые тензодатчики. Сб. Изд. ОНТИПрибор, 1967.
5. ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.
6. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
7. ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций.
8. ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций.
9. Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений. Г.А. Ажермачев, Э.М.Меннанов, А.З.Абдурахманов. Сб. докладов «Вісник». Выпуск 2009-4(78).

**УДК 624.011.1:674.028.9**

### **КЛЕЕННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Карунас О.А., Чернова К.В., Елькина И.И.**

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства*

В статье представлен обзор современного состояния производства и применения клееных деревянных конструкций в строительстве. Рассмотрены вопросы проектирования и эксплуатации данных конструкций. Также приведены примеры самых масштабных эксплуатируемых и проектируемых зданий и сооружений из дерева.

**Клееные деревянные конструкции, проектирование, производство, применение, сооружение**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Древесина — древнейший и ценнейший строительный материал. В истории развития строительства имеется множество примеров выдающихся зданий и сооружений с применением деревянных конструкций, успешно эксплуатирующихся 100 лет и более.

#### **АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ**

В статье рассмотрены научные работы Калугина А. В., зав. кафедрой строительных конструкций Пермского государственного технического университета.

#### **ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ**

Целью исследования является изучение основных технологических аспектов изготовления и эксплуатации КДК и рассмотрены крупнейшие примеры построенных и проектируемых зданий и сооружений с применением клееных деревянных конструкций по всему миру.

#### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования были проведены по следующим направлениям: производство КДК, пиломатериалы, синтетические клеи, технология изготовления, защитные составы, опыт эксплуатации. Также были рассмотрены наиболее выдающиеся здания и сооружения современности из дерева.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Основная номенклатура несущих КДК: Стрельчатые и А-образные арки пролетом 45 м., металлодеревянные арки, металлодеревянные фермы, стрельчатые арки, гнукотклеенные рамы, сегментные металлодеревянные фермы, клееные деревянные балки, конструкции индивидуального изготовления разнообразной формы.

Производство КДК. В производстве КДК первостепенное значение имеет обеспечение требуемого температурно-влажностного режима в помещении, правильное построение технологического процесса, строгое соблюдение режимов сушки пиломатериалов и склеивания конструкций, тщательный контроль качества на всех этапах. Изготовление КДК рентабельно только в специализированных цехах (рис. 1), входящих в состав деревообрабатывающих комбинатов, что позволяет рационально использовать лесоматериалы, оборудование и квалифицированный персонал, снизить накладные расходы. Попытки организации производства КДК в кустарных условиях на обособленных мелких предприятиях без собственных сушильных камер приводят только к дискредитации конструкций, которые через год эксплуатации начинают расслаиваться по клеевым швам.



Рис. 1. Завод по изготовлению КДК в г. Бердянске

Пиломатериалы. Для изготовления несущих КДК необходимо использовать пиломатериалы преимущественно 2-го сорта (пиломатериалы 1-го сорта до строительства не доходят) и в небольших объемах 3-го сорта (для укладки в среднюю по высоте сечения зону конструкций). Толщина слоев после острожки для прямолинейных элементов и криволинейных с большим радиусом кривизны (более 5 м) должна быть 33—34 мм, для армированных слоев 34—42 мм, для гнукотклеенных элементов 16—24 мм.

Синтетические клеи. В состав любого клея входят следующие компоненты: смола, отвердитель, наполнитель и технологические добавки. Все клеи классифицируют по типу смолы. Из отечественных клеев в основном используется фенолрезорциноформальдегидный клей ФРФ-50 и его различные модификации.

По результатам испытаний [1] наилучшие показатели прочности клеевых соединений по пласти достигаются при нанесении клея на обе склеиваемые поверхности, однако практически повсеместно используется одностороннее нанесение клея с помощью клееналивных станков. Широкое использование импортных двухкомпонентных клеев с разделным нанесением вначале отвердителя, затем смолы позволяет существенно упростить технологический процесс. Смешивание компонентов клея (смолы и отвердителя) происходит в основном при запрессовке многослойного пакета в прессе (рис. 2).



Рис. 2. Запрессовка многослойного пакета

Технология изготовления. Как уже отмечалось, от качественного выполнения всех операций технологического процесса изготовления КДК зависят надежность и долговечность конструкций. Например, прочность зубчатых шипов для сращивания первичных заготовок по длине зависит от многих факторов: качества фрезерования шипа, давления запрессовки, способа нанесения клея, вязкости клея и др. Расследование ряда аварий показало, что низкое качество стыков заготовок на зубчатых шипах, наряду с совмещением этих стыков в одном сечении конструкций, — одна из причин обрушения конструкций. Действующими инструкциями не регламентируется месторасположение стыков по длине отдельных слоев в конструкции, так как при массовом производстве длина первичных заготовок — величина случайная и вероятность совпадения в одном поперечном сечении элемента большинства стыков маловероятна. Однако при небольших объемах производства необходимо контролировать количество стыков слоев в поперечном сечении конструкции (не более 25 %).

Защитные составы. Для защиты от увлажнения на период транспортировки и монтажа в основном применяется быстросыхающий грунт, а также упаковка конструкций в полиэтиленовую пленку (рис. 3)

Выбор экономически целесообразного способа защиты КДК – сложная инженерная задача, которую решают в каждом конкретном случае индивидуально в зависимости от нормативного срока службы, функционального назначения объекта, степени агрессивности среды, климатического района и т. п.

Торцы и опорные части КДК, соприкасающиеся с металлическими конструкциями, дополнительно обрабатываются тиоколовыми или эпоксидными мастиками. Соприкосновения древесины с бетонными или каменными конструкциями необходимо избегать, используя подушки или прокладки из пропитанной древесины, бакелизированной фанеры марки ФБС или стеклотекстолита типа КАСТ-В.



Рис. 3. Подготовка КДК к транспортировке

**Опыт эксплуатации.** Снижение несущей способности конструкций в процессе эксплуатации происходит из-за механических повреждений, уменьшающих площадь поперечного сечения конструкций, коррозии стальных соединительных элементов и снижения прочности клеевых швов элементов из клееной древесины.

Наиболее характерные дефекты и повреждения КДК – расслоения по клеевым швам отдельных конструкций. Обычно расслоения встречаются вблизи опорных узлов в средней части сечения конструкций, а также в арках в местах появления радиальных растягивающих напряжений поперек волокон.

Случаев загнивания КДК очень мало. В частности, отмечены единичные случаи загнивания верхней зоны поперечного сечения арок, которые были укрыты сверху слоем рубероида для дополнительной защиты в случае протечек кровли.

Примеры масштабных зданий и сооружений из КДК.

Огромный «городской солнечный зонтик» накрыл целую площадь Плаза-де-ла-Энкарнасьон в испанском городе Севилья (рис. 4). Сотовая конструкция защищает от палящего солнца пешеходную зону и культурно-общественный центр. Сооружение под названием Metropol Parasol — творение немецкой компании J. Mayer H. Architects. Длина мегаструктуры составляет около 150 метров, ширина — 75, а высота — 28 м.

Внутри сооружения архитекторы разместили приподнятую над уровнем земли прогулочную зону, археологический музей, небольшой рынок, ресторан, а на самом верху — смотровую площадку с извилистыми дорожками.

Основной материал «зонтика» — панели из материала Kerto-Q от компании Finforest. Kerto-Q — это клееный брус из финской ели, фактически это нечто вроде фанеры, но только очень толстой, прочной, высокоплотной и с большим числом слоёв.

На «зонтик» ушло 3400 таких фигурных пластин толщиной от 68 до 311 миллиметров. Крупнейшие цельные элементы (детали несущих стволов) из Kerto-Q насчитывают в длину 16,5 метров. Общий объём деревянных деталей строения составил 2500 кубометров.

Еще один пример удивительных сооружений из дерева – 950-летняя Инсяньская пагода (рис. 5), особенность ее в том, что при строительстве древние мастера не использовали ни одного металлического гвоздя, ее конструкция исключительно деревянная. Высота пагоды составляет 67,31 м. - это высота современного 20-этажного здания.



**Рис. 4. Metropol Parasol в Севильи**



**Рис. 5. Инсяньская пагода**

Новый самый высокий дом из дерева теперь построят в Норвегии. Здание, которое собираются построить в центре города Киркенеса, будет называться Баренц-Хаус. Высота строения не сообщается. Конструкция будет насчитывать 16-17 этажей, построенных из натуральных материалов с применением инновационных и экологических решений во всех элементах конструкции. Предполагаемая площадь здания – 10 000 квадратных метров. Идея состоит в том, чтоб конструкция была нейтральной по выбросам углекислого газа в атмосферу и чтоб в ней сохранилась концепция смены природных циклов, - сказал архитектор Рейлуф Рамстад. Его архитектурное бюро известно необычными проектами

фолк-музеев в Ромсдале и Боргарсисселе, зданиями университета в Холдене, рядом эксклюзивных вилл. До этого звание самого высокого деревянного жилого здания принадлежало «сутягинскому небоскрёбу», 13-этажному зданию, построенному в девяностые годы в Архангельске (рис. 6). Однако в феврале 2009 года его разобрали по требованию пожарных.



**Рис. 6. Сутягинский небоскрёб**  
**ВЫВОДЫ**

Таким образом, можно сделать вывод, что применение КДК более эффективно в индивидуальных проектах спортивных, выставочных и других большепролетных общественных зданиях, что позволяет улучшить архитектурную выразительность объектов и получить определенный социальный эффект.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Калугин А. В. Деревянные конструкции. М. : АСВ, 2008. 288 с.
2. Калугин А. В. «Клееные деревянные конструкции в современном строительстве» // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 7(ч.2) . С. 32-37 .
3. Турковский С. Б. , Преображенская И. П. , Погорельцев А. А. Разработка стандартов «Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета» // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 8 . С. 34-35 .

**УДК 624.21.01**

### **ВЛИЯНИЕ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ТЕРРИТОРИИ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ**

**Шемшединова Е.А., студентка гр. ПГС-307, Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент**  
*Национальная академия природоохранного и курортного строительства*

Рассматривается влияние некачественных инженерно-геологических изысканий территории и гидротехнических условий на надежность сооружений.

**Грунты, неравномерность, увеличение напряжений, понижение уровня грунтовых вод, разрушение, повреждения конструкций, конструктивные мероприятия.**