



Казарновский Вадим Соломонович родился в 1933 г. в Новосибирске. После окончания средней школы в 1951 г. поступил в НИВИТ на факультет «Мосты и тоннели», который окончил в 1956 г. Затем три года занимался проектированием мостов в Казахстане. Среди объектов проектирования был и достаточно уникальный для своего времени мостовой переход через р. Урал в Уральске. В 1959 г. поступил в аспирантуру на кафедру мостов в МАДИ и окончил ее в 1963 г. Защитил кандидатскую диссертацию в 1965 г. Пять лет, с 1963 по 1968 гг., работал на кафедре «Мосты, основания и фундаменты», вначале доцентом кафедры, затем заведующим. В 1968 г. вернулся в родной институт, НИИЖТ, на кафедру «Строительные конструкции и здания на железнодорожном транспорте», где и работает до настоящего времени. В 1999 г. защитил докторскую диссертацию «Работоспособность сварных соединений замкнутых профилей в диапазоне климатических температур».

С 1990 г. по настоящее время заведует кафедрой.

Основные научные интересы связаны с проблемой надежности эксплуатируемых зданий и сооружений, в том числе в условиях низких отрицательных температур.

УДК 624.01:930.24

В.С. КАЗАРНОВСКИЙ

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ЗДАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ» — ОТ ЮБИЛЕЯ К ЮБИЛЕЮ

В статье приводятся краткие сведения об истории создания и развития кафедры, отражаются современные проблемы, решаемые кафедрой в области научно-исследовательской и научно-методической работы.

При создании Новосибирского путейско-строительного института инженеров железнодорожного транспорта первоначально были открыты специальности: «Ремонт и содержание пути»; «Постройка и изыскания железных дорог»; «Здания»; «Водоснабжение»; «Искусственные сооружения». Четыре из них связаны со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений железных дорог. Следовательно, наличие кафедры строительных конструкций и зданий было предопределено задачами, поставленными перед институтом.

Длительное время специалисты по строительным конструкциям входили в состав кафедры мостов и строительных конструкций, преподаватели-архитекторы — в состав кафедры изысканий, проектирования и постройки железных дорог. С развитием института и увеличением числа студентов преподаватели цикла строительных конструкций были выделены в отдельную кафедру — «Строительные конструкции и тоннели» (1949). После же образования факультета промышленного и гражданского строительства (1957), выросшего на базе двух специальностей — «Здания» и «Водоснабжение», была создана кафедра «Строительные конструкции и здания» (1959), объединившая конструкторов и архитекторов¹.

В разное время наш коллектив возглавляли: Михаил Михайлович Архангельский (1949–1955), Евгений Владимирович Платонов (1955–1957), Федор Федорович Краснов (1957–1979), Дмитрий Матвеевич Меркулов (1979–1984), Илья Борисович Лазарев (1984–1987), Ким Борисович Бобылев (1987–1989),

¹ В 1976–1988 гг. преподаватели цикла дисциплин «Здания» были выделены в отдельную кафедру.

Валентин Тимофеевич Горбачев (1989–1990), Вадим Соломонович Казарновский (с 1990 г.).

Длительное время на кафедре работали кандидаты технических наук, доценты: Федор Петрович Сивочкин, Валентин Иванович Саблин, Георгий Иванович Пирожков, Яков Самуилович Левенсон, Николай Николаевич Губонин, Игорь Георгиевич Чарушников, Федор Иванович Траутвейн, Николай Григорьевич Васильев, Раиса Македоновна Окунева, а также преподаватели: Ирина Матвеевна Тюленина, Виктор Леонидович Никитин, Нина Васильевна Барышникова, отдавшие много сил становлению кафедры, преподаванию учебных дисциплин на высоком уровне, воспитанию инженерных кадров.

Кафедра «Строительные конструкции и здания на железнодорожном транспорте» — одна из ведущих кафедр факультета ПГС, выпускающая специалистов со сроком обучения 5 лет и присвоением квалификации инженер по специальности:

- 270102 — Промышленное и гражданское строительство;
- 270115 — Экспертиза и управление недвижимостью.

Учебные занятия ведутся на факультетах: «Промышленное и гражданское строительство», «Строительство железных дорог», «Мосты и транспортные тоннели», заочном факультете.

Научные исследования на кафедре продолжают развиваться традиционно по следующим направлениям:

- эксплуатационная надежность несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений;
- методы реконструкции жилых, общественных и производственных зданий;
- история архитектуры и архитектурное пропорционирование;
- разработка учебно-методического обеспечения на основе информационных технологий.

В соответствии с указанными направлениями разрабатывались госбюджетные, хоздоговорные научно-исследовательские темы и темы по программе научно-технического сотрудничества с ОАО «РЖД». Продолжались исследования по научно-методической проблеме живучести эксплуатируемых стальных каркасов одноэтажных производственных зданий (ОПЗ). За пятилетие, прошедшее с 70-летия университета, на кафедре защитил кандидатскую диссертацию, посвященную совершенствованию подкрановых конструкций, А.А. Новоселов.

Надежное функционирование железных дорог обеспечивается наличием хозяйственной базы и развитой инфраструктуры. Очевидно, что в эффективной работе инфраструктуры огромную роль играет техническое состояние зданий и сооружений железнодорожного транспорта, составляющих значительную часть основных фондов ОАО «РЖД».

Здания и сооружения должны обеспечивать, наряду с бесперебойной и безопасной работой железнодорожного транспорта, здоровые и безопасные условия труда.

К сожалению, из-за спада в экономике, многие производственные здания оказались, по существу, без должного технического надзора. Низкий уровень технической эксплуатации производственных и гражданских зданий приводит к ускоренному износу и раннему выходу из эксплуатации несущих и ограждающих конструкций зданий, а иногда и к авариям. В последние годы резко снизилось также качество строительства, из-за этого участились случаи обрушения вновь возведенных зданий.

Типичными примерами сказанного могут служить обрушения покрытий локомотивного депо и участка вагонного депо на Западно-Сибирской железной дороге. Участвовали случаи так называемого прогрессирующего обрушения, которые можно проиллюстрировать следующим примером.

В марте 2000 г. обрушилось покрытие стального каркаса цеха литья алюминиевых сплавов Троицкого дизельного завода — шесть пролетов по 24 м длиной 108 м. Стропильные фермы пролетом 24 м с шагом 6 м опирались по крайним рядам на колонны, по средним — на колонны и подстропильные фермы. Причиной обрушения, по мнению комиссии, проводившей расследование, явилась потеря устойчивости опорного раскоса, выполненного с неправильной ориентацией полков уголков одной из ферм. Таким образом, возможное разрушение одной из ферм вызвало лавинообразное обрушение шестипролетного покрытия.

Приведенный пример подтверждают выводы многочисленных исследований — наиболее подверженными разрушению являются конструкции покрытия. Стропильные фермы, являясь решетчатой конструкцией, состоящей из гибких стержней со сложной конфигурацией сечений и наличием концентрации напряжений в узлах, чувствительны к местным и общим перегрузкам, механическим, температурным и коррозионным воздействиям. Поэтому вполне объяснимо, что наибольшее число дефектов и повреждений стальных каркасов производственных зданий (до 50 %) приходится на стропильные фермы. Основными дефектами и повреждениями стропильных конструкций, встречающимися в массовом количестве в стропильных фермах, являются общие и местные прогибы, некачественные сварные швы, коррозионное повреждение узлов и элементов.

В последнее время наметилась тенденция к росту экономики и оживлению промышленности России. Многие здания и сооружения после длительного простоя включаются в активную эксплуатацию. Обследование работоспособности несущих конструкций таких зданий и сооружений, повышение их эксплуатационной надежности, живучести являются весьма актуальными задачами.

Одним из способов повышения живучести статически неопределимых стальных сквозных конструкций может быть увеличение числа статической связности системы покрытия. В одноэтажных производственных зданиях эта задача может быть решена устройством в покрытии продольных вертикальных связевых ферм.

В зависимости от величины пролета и состояния покрытия возможна установка от одной до трех связевых ферм. Система покрытия становится много раз статически неопределимой, распределение усилий в элементах системы при наличии дефектов и повреждений становится более благоприятным. Вследствие увеличения числа статической связности момент образования локального механизма отодвигается.

Эффективность работы вертикальных связевых ферм подтверждена натурными испытаниями покрытий зданий авиационной промышленности, в которых продольные связевые фермы устраиваются для перераспределения нагрузки от вертикальных кранов между соседними стропильными фермами.

Подкрепляющие вертикальные связевые фермы могут быть усилены разгрузкой покрытия благодаря применению современных легких кровельных и теплоизоляционных материалов взамен старых «тяжелых» кровель, зачастую со

шлаковой теплоизоляции и бетонными стяжками. Нагрузка от кровли, как показывает опыт реконструкций, может быть снижена в некоторых случаях в 2–3 раза (рис. 1).

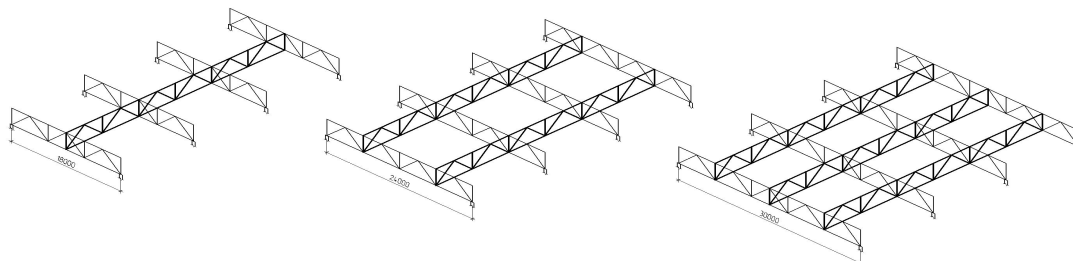


Рис. 1. Схема устройства продольных связевых ферм

Изложенное, таким образом, подтверждает, что повышение надежности стальных конструкций покрытия ОПЗ наиболее эффективно может быть обеспечено системой продольных связевых ферм. Расчетный анализ блока покрытий при моделировании отказа одной из стропильных ферм, выход из строя опорного раскоса или любого другого элемента показал, что живучесть покрытия обеспечивается системой связей. Стропильная ферма повисает на связевых фермах. При этом ее вертикальные перемещения не превышают 100 мм. Проблемой живучести стальных конструкций ОПЗ активно занимаются преподаватели кафедры, доц. Л.С. Васильева и аспирант Д.А. Михайлов.

Наряду с конструкциями покрытия в ОПЗ достаточно повреждаемыми элементами являются подкрановые балки, особенно при загрузении их мостовыми кранами тяжелого режима работы. Многочисленные обследования ОПЗ различного режима работы и грузоподъемности мостовых кранов показали, что в сварных составных балках двутаврового сечения, из трех листов, в зоне верхнего поясного шва возникают усталостные трещины.

Анализ работ, посвященных выявлению причин образования трещин и совершенствованию методики расчета подкрановых балок на усталостную прочность, позволил сделать вывод, что усталостная прочность верхних поясных швов и верхней зоны в традиционных подкрановых балках со сварным составным сечением в большинстве случаев не обеспечена.

Обзор конструктивно-технологических мероприятий, направленных на повышение долговечности подкрановых балок, позволил принять решение о целесообразности применения балок с верхним поясом из прокатного тавра.

На кафедре было проведено комплексное исследование конструктивной формы балок с верхним поясом из прокатных тавров. Исполнитель работы — А.А. Новоселов.

На первом этапе исследований был проведен детальный анализ напряженно-деформированного состояния балок с тавровым поясом и сварных составных из трех листов методом КЭ с использованием программного комплекса COSMOS/M (рис. 2).

Результаты расчетного анализа позволяют сделать следующие выводы:

— при близких значениях геометрии сечений местное напряженно-деформированное состояние в верхней зоне стенки в балках с поясами из прокатных тавров значительно ниже (до 25 %), чем у традиционной сварной балки;

— напряженное состояние в балках с поясами из широкополочного и колонного тавра имеют отличия — при одинаковых условиях нагружения напряжения в балке с широкополочным тавром ниже (около 12 %) как в уровне сварного шва, так и у начала закругления тавров; при этом напряжения в уровне сварного шва в обоих случаях снижаются более чем в 2,5 раза по сравнению с сечением у начала закругления.

Модели исследованных балок приведены на рис. 2.

Сравнение НДС сечений проводилось по точкам, показанным на рис. 3.

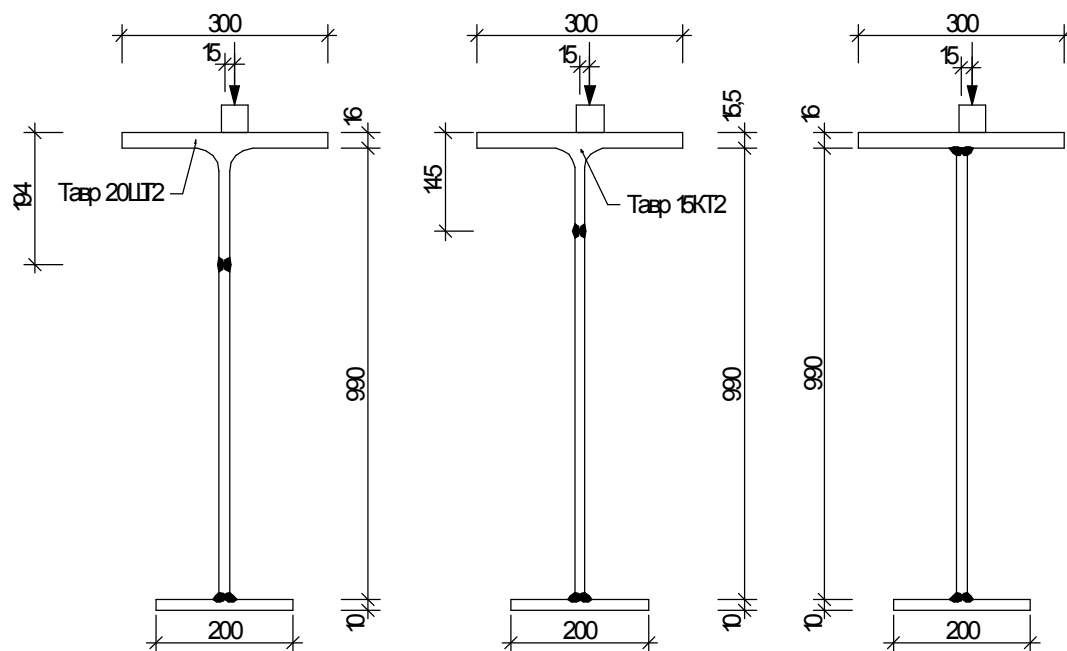


Рис. 2. Варианты сечения подкрановых балок для сравнения напряженного состояния

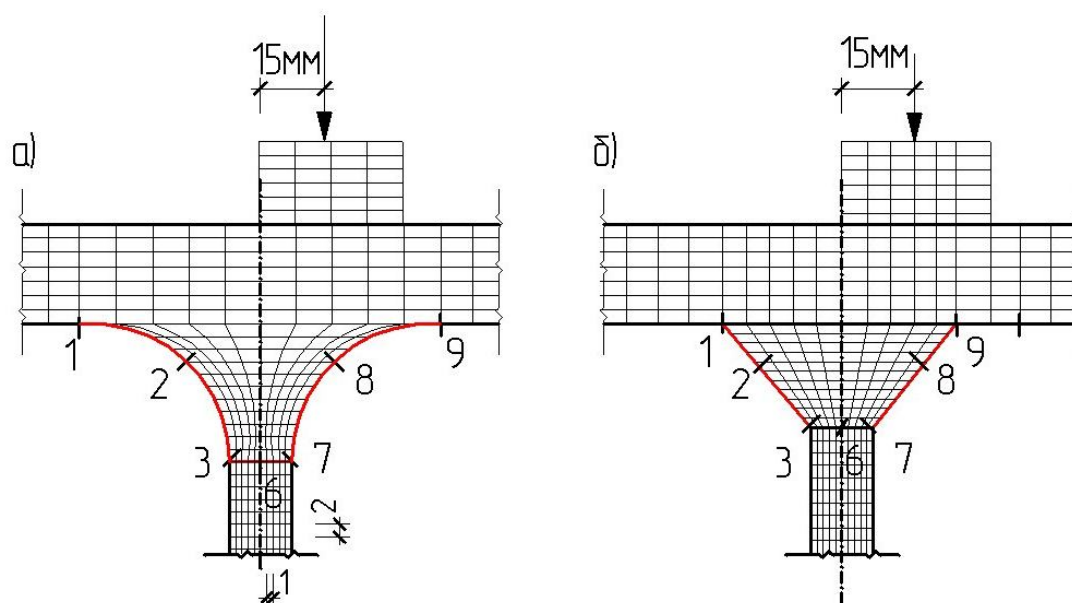


Рис. 3. Схема расположения расчетных точек: а — балка с тавровым поясом, б — балка с поясом из листовой стали

На рис. 4 показан график изменения напряжений σ_i для широкополочного и колонного тавра в уровне сварного стыкового шва ($\sigma_{i\text{шт(св)}}$ и $\sigma_{i\text{кт(св)}}$ соответственно) и у начала закругления тавра — на участке перехода стенки тавра в пояс ($\sigma_{i\text{шт(р)}}$ и $\sigma_{i\text{кт(р)}}$).

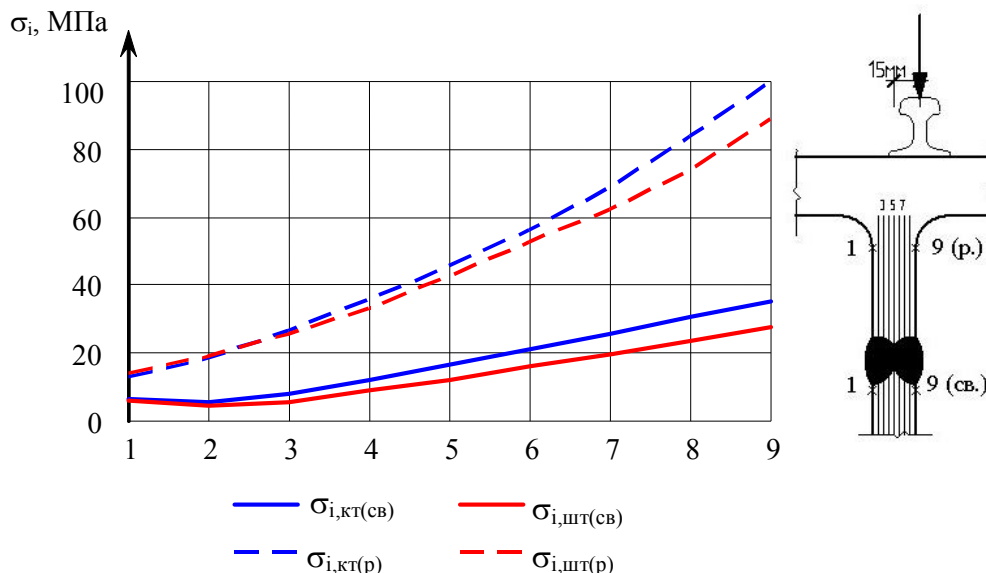


Рис. 4. Изменение интенсивности напряжений для колонного и широкополочного тавров в зоне сварного шва и у начала закругления тавров

На графике точка номер 9 соответствует поверхности стенки со стороны эксцентриситета, а точка номер 1 — поверхности стенки с обратной стороны.

Результаты расчетного анализа позволяют сделать следующие выводы:

- при близких значениях геометрии сечений местное напряженное состояние в верхней зоне стенки в балках с поясами из прокатных тавров значительно ниже (до 25 %), чем у традиционной сварной балки;
- напряженное состояние в балках с поясами из широкополочного и колонного тавра имеют отличия — при одинаковых условиях нагружения напряжения в балке с широкополочным тавром ниже (около 12 %) как в уровне сварного шва, так и у начала закругления тавров; при этом напряжения в уровне сварного шва в обоих случаях снижаются более чем в 2,5 раза по сравнению с сечением у начала закругления.

Как показано различными авторами (А.А. Васильевым, А.И. Кикиным, Б.Н. Кошутиним, И.И. Крыловым, А.Б. Патрикеевым и др.), долговечность подкрановых конструкций в значительной мере определяется несовершенствами технологического характера, дефектами сварного шва и другими факторами. В работе рассмотрено влияние основных из них на НДС подкрановых балок с верхним поясом из прокатных тавров.

На рис. 5 приведен график изменения интенсивности напряжений (σ_i) по высоте тавра на участках при непрерывном рельсе и под стыком рельса. Как видно из графика, в верхней зоне балки напряжения σ_i под стыком рельса почти в два раза больше, чем при непрерывном рельсе. Однако в зоне сварного шва напряжения практически не отличаются, т. е. влияние стыка рельса на долговечность зоны сварного шва практически не сказывается.

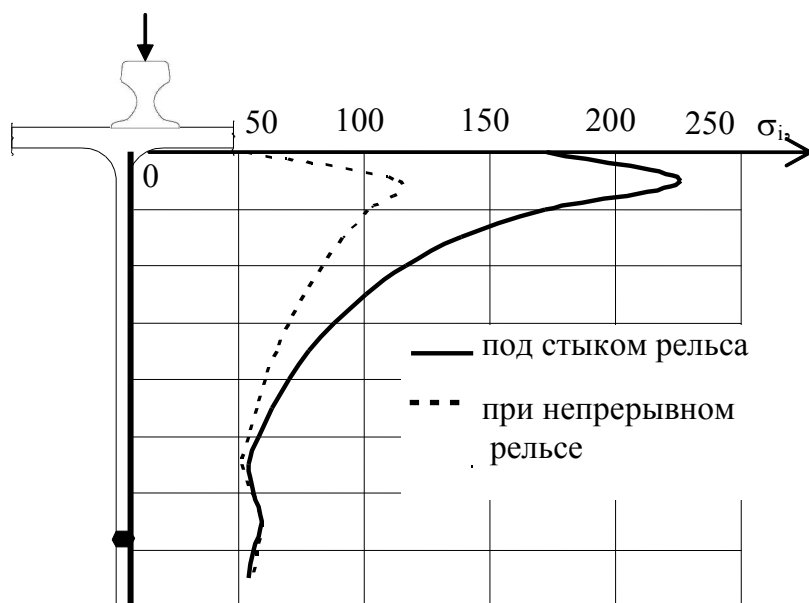


Рис. 5. Влияние стыка рельса на напряженное состояние подкрановых балок с верхним поясом из тавра

Ряд авторов — А.А. Васильев, А.И. Кикин, Б.Н. Кошутин, И.И. Крылов, А.Б. Патрикеев отмечают, что большое количество трещин в сварных подкрановых балках возникает от дефектов сварных швов (непровар, подрезы, поры), особенно в приопорной панели, так как в этой части подкрановых балок при изготовлении на заводе нарушается технология сварки из-за стесненных условий для сварочного автомата.

Для уточнения влияния дефектов стыкового шва в подкрановых балках с верхним поясом из тавра с помощью программного комплекса COSMOS/М был проведен расчет типовой подкрановой балки под мостовые краны 50/12,5 т. Верхний пояс был принят из колонного тавра. Нагрузка была подобрана таким образом, чтобы в зоне радиусов закругления тавра обеспечивалась выносливость основного металла, т. е. интенсивность напряжений равнялась $\sigma_i \approx 150$ МПа. При этом была рассчитана конструкция без дефекта и с тремя вариантами дефектов сварного соединения. Дефекты сварного шва были приняты в виде подреза в нижней зоне шва (снизу), в виде подреза в верхней зоне шва (сверху), а также с дефектом в виде непровара в центре сварного шва. Длина всех дефектов была принята равной 2 см, радиус дефектов 1,5 мм. Геометрические размеры сварного шва моделировались с учетом требований ГОСТ 8713–79. При этом все дефекты моделировались в сечении под нагрузкой. Схема расположения дефектов стыкового шва представлена на рис. 6. Результаты расчета приведены в таблице.

Максимальное значение напряжения σ_i в зоне сварного шва, МПа

Дефект в сварном шве			Без дефекта
Непровар	Подрез (снизу)	Подрез (сверху)	
99,6	93,4	76,4	71,3

Как видно из таблицы, интенсивность напряжений σ_i в балках с введенными дефектами возрастает по сравнению с бездефектным швом от 7 до 40 %. Максимальное увеличение напряжений имеет стыковой шов с дефектом в виде

непровара. Минимальное увеличение (7 %) зафиксировано в стыковом шве с верхним подрезом.

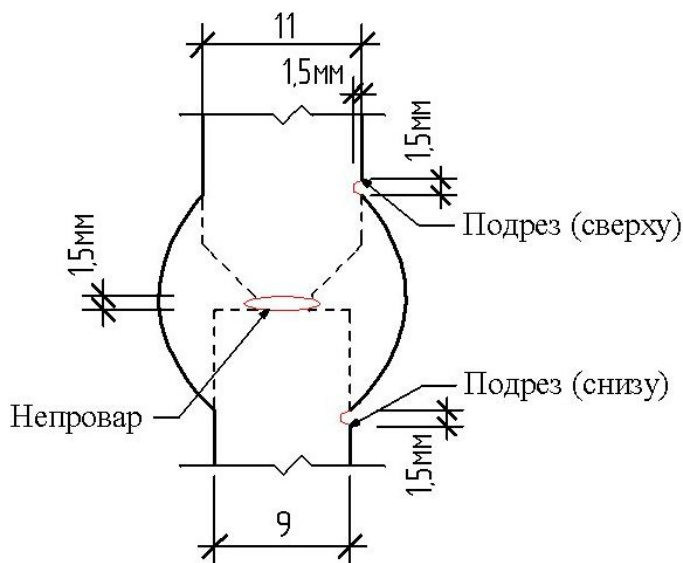


Рис. 6. Схема расположения дефектов в сварном стыковом шве

Следует отметить: несмотря на то, что местные напряжения в стенке тавра в уровне нижней плоскости верхней полки близки к предельно допустимым, максимальные напряжения по стыку не превышали 100 МПа. Последнее свидетельствует о повышенной долговечности зоны сварного стыка даже при наличии непроваров.

Большую работу по оценке технического состояния, определения степени износа строительных конструкций, надежности конструктивных элементов проводят сотрудники научно-исследовательской лаборатории строительных конструкций (НИЛ СК) (рук. доц. А.Я. Неустроев).

Научно-методическая работа кафедры за прошедшие пять лет была посвящена внедрению аудиовизуальных и дистанционных образовательных технологий в учебный процесс и компьютеризации графической подготовки инженеров.

Проведенный на кафедре анализ требований образовательных стандартов первого и второго поколений (1994 и 2000 гг.) к подготовке специалистов по промышленному и гражданскому строительству с точки зрения привития им знаний, навыков и умений в области информационных технологий, обзор средств создания мультимедийных учебных курсов, стандартов и требований к дистанционному обучению и электронным обучающим программам позволил сотрудникам кафедры создать ряд методических разработок, способствующих внедрению информационных технологий в учебный процесс и выработке у студентов профессиональных навыков работы со специализированным программным обеспечением.

Ниже приводится описание ряда методических разработок, позволивших создать сквозное обучение (начиная с 5-го семестра) студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» профессиональным программным продуктам (ArchiCAD, intab 13 — SCAD). При этом используется лицензированное программное обеспечение, а также созданные электронные учебные пособия по отдельным дисциплинам кафедры.

Владение программным комплексом ArchiCAD, который студенты специальности ПГС изучают в 5-м семестре, позволил им выполнять курсовые проекты по архитектуре на компьютере. Для этой цели разработаны методические указания к выполнению курсовых проектов № 1 и № 2 по дисциплине «Архитектура гражданских и промышленных зданий».

Главная цель выполнения архитектурного проекта на компьютере — подготовка студентов к самостоятельной практической работе в современных условиях. Работа над курсовым проектом является одним из основных условий развития у студента самостоятельного мышления, которое будет способствовать более глубокому и сознательному усвоению им теоретического курса.

При работе над первым курсовым проектом («Жилой многоэтажный дом») студент приобретает необходимые ему навыки решения творческих задач архитектурно-строительного проектирования применительно к многоэтажным жилым зданиям, а также навыки работы со специальной, справочной, нормативной литературой и каталогами промышленных строительных изделий, знакомится с санитарными и противопожарными требованиями проектирования жилых зданий.

Работа над вторым проектом («Архитектура промышленного здания») дает необходимые навыки решения творческих задач архитектурно-строительного проектирования применительно к зданиям промышленного назначения с разными конструктивными системами, а также навыки работы со специальной, справочной, нормативной литературой и каталогами промышленных строительных изделий.

Фрагменты выполняемых проектов представлены на рис. 7–9. Таким образом, использование профессиональной программы при курсовом проектировании не только делает работу над курсовыми проектами по архитектуре более плодотворной и интересной, но и подготавливает будущих специалистов к работе в современных условиях.

Сокращение аудиторных часов занятий у студентов очной формы обучения и практическое отсутствие таковых у студентов-заочников требует разработки методических материалов для плодотворной самостоятельной работы. В связи с этим на кафедре созданы по некоторым предметам электронные учебные пособия — по железобетонным конструкциям (доц. Ю.М. Редько), по деревянным конструкциям (доц. Л.С. Васильева). Наиболее совершенным, на наш взгляд, является электронное учебное пособие по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс».

При создании электронного учебного пособия по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» преследовались следующие цели:

- дать студенту полное представление об объеме изучаемого материала и сроках выполнения работ;
- поставить цели и задачи, которые преследует изучение дисциплины;
- показать последовательность изучения дисциплины для достижения наилучших результатов;
- познакомить с вопросами и задачами, включенными в промежуточное тестирование и экзаменационные билеты;
- привести теоретические основы проектирования и эксплуатации конструкций из древесины и пластмасс;



Рис. 7. Пример фасада жилого дома (3D)

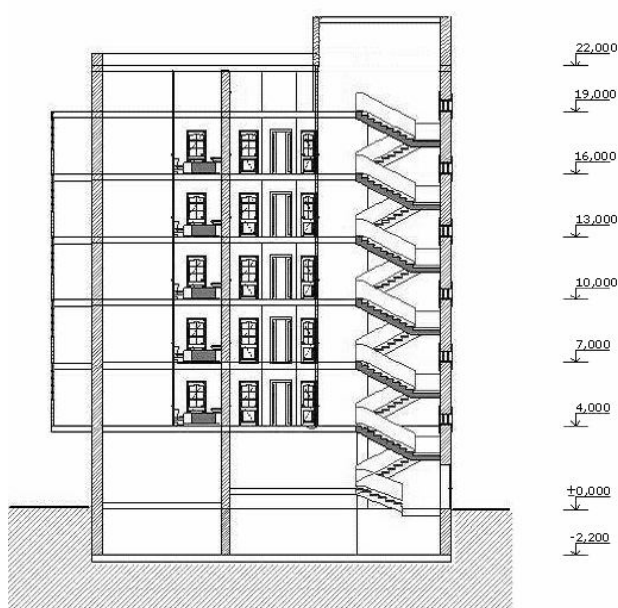


Рис. 8. Разрез жилого дома с плоской крышей



Рис. 9. Общий вид жилого дома («с высоты птичьего полета»)

- дать вопросы для самопроверки и практические задачи с методическими указаниями по их решению, для закрепления пройденного теоретического материала;
- познакомить с составом курсового проекта и дать методические указания по его выполнению;
- привести необходимые справочные данные, включая необходимые сортаменты и основные СНиПы.

Все вышеперечисленное является составом электронного пособия и отражено на начальной его странице, приведенной на рис. 10.

Пособие создано в формате HTML, что позволяет быстро загружать необходимые страницы по сети. Также данный формат дает возможность адаптировать излагаемый материал к большинству современных сетевых оболочек дистанционного обучения.

Страницы учебного пособия оформлены единообразно и открываются в браузере Internet, что делает пособие удобным для студентов и не требующим времени на дополнительное изучение интерфейса.

Модульное строение электронного учебного пособия позволяет постоянно расширять его и дополнять новыми задачами, справочным материалом, примерами расчета узлов и элементов.

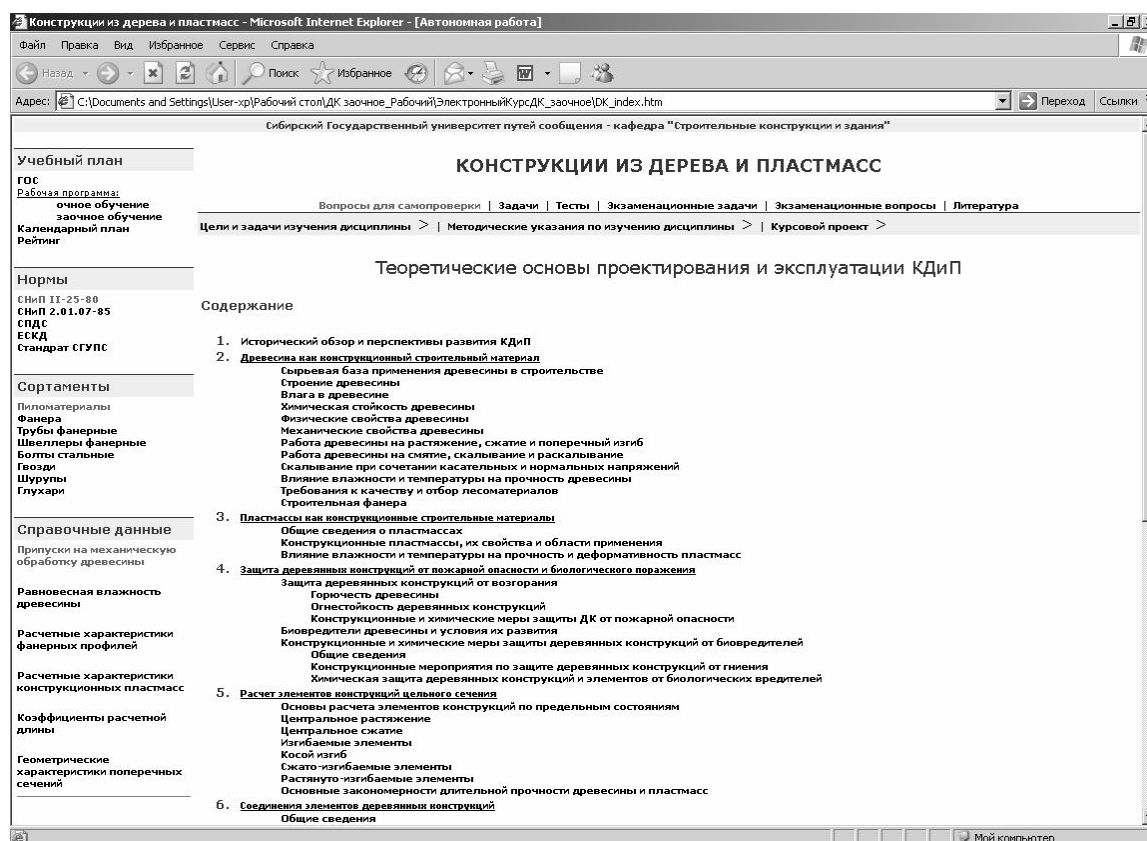


Рис. 10. Начальная страница электронного учебного пособия по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»

Одним из достоинств модульного строения электронного учебного пособия является возможность его применения задолго до полного окончания разработки (которое, по-видимому, никогда не наступит — нет предела совершенству).

Самые первые составляющие пособия, которые используются в учебном процессе с 2002 г., — это «Задачи» и электронный вариант СНиП II-25–80 «Деревянные конструкции». Их использование на практических занятиях очного отделения дает возможность с первого дня занятий активно вести учебный процесс, не дожидаясь, когда студенты получат необходимую литературу в библиотеке. В дальнейшем отпадает проблема «забывания» дома задачника и СНиП.

В электронный задачник входят задачи по всем разделам дисциплины. Каждая задача имеет набор исходных данных, как правило 20–30 вариантов, методические указания по решению задачи, проверку полученного результата (если это возможно).

Остальные модули электронного пособия используются студентами-очниками по желанию: они могут скачать пособие и пользоваться им дома или в компьютерном классе кафедры во время консультаций или вообще не пользоваться — обходиться бумажными вариантами пособия.

При заочной форме обучения электронное учебное пособие по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» может использоваться через сеть Internet, а также выдаваться студенту на компакт-диске.

Имеется опыт использования отдельных модулей пособия, таких как «Задачи» и «Электронные тесты», при аудиторной работе со студентами-заочниками во время экзаменационной сессии. На сессию отводится три дня и именно на эти дни приходится защита курсовых проектов большинством студентов-заочников. Поскольку преподаватель может работать одновременно лишь с одним студентом, остальные, как правило, теряют время впустую. Оказывается полезным загружать «свободных от преподавателя» студентов решением задач или прохождением электронных тестов с учебником в руках. Такая аудиторная работа дает очень неплохие результаты, в том числе и по оценкам самих студентов.