

**Секция СТРОИТЕЛЬСТВО, АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН**  
**Подсекция СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Заседания подсекции состоятся 25.04.07 г. 15<sup>15</sup> ауд. 401 пк  
26.04.07 г. 15<sup>15</sup> ауд. 401 пк

Руководитель подсекции Харламов И.В.  
Заместитель руководителя Кикоть А.А.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ ФЕРМ НА МЗП**

Колмагорова Е.А. – студент, Шмидт А.Б. – к.т.н., доцент, Соколова В.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Подсистема проектирования деревянных ферм на металлических зубчатых пластинах (МЗП) является составной частью системы обучающего учебно-информационного комплекса проектирования здания из клееной древесины и водостойкой фанеры (системы УИК-ДК), разрабатываемой на кафедре СК в течении последних шести лет.

Расчет конструкций на МЗП достаточно сложный, у него своя специфика. Чтобы произвести расчет необходимы знания строительной механики, а так же особенностей конструирования ферм на МЗП. Расчет деревянных ферм на МЗП отражен в немногих документах, таких как:

- “Пособие к СНИП II-25-80 ДК” (раздел «Соединения элементов»),
- “Eurocode 5. Design of timber structures.
- СТО 36554501-002-2006. “ДЕРЕВЯННЫЕ КЛЕЕНЫЕ И ЦЕЛЬНОДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. Методы проектирования и расчета”.

В последний документ добавлена информация по расчету деревянных ферм на МЗП. Вся глава полностью взята из документа «Eurocode 5. Design of timber structures», но содержит ошибки.

При самостоятельном проектировании деревянных ферм на МЗП студент столкнется с рядом трудностей, характерных для данного расчета:

- недостаточно информации по данному расчету,
- малый опыт практического применения конструкций на МЗП в России и полное отсутствие в Алтайском крае,
- нетрадиционность и определенная сложность расчета.

Данная подсистема в составе УИК ДК позволит студенту производить расчет ферм на МЗП в более короткий срок, без необходимости поиска информации в различных нормативных документах (все необходимое имеется в специальном помощнике, который содержит: методику проектирования, атлас деревянных конструкций, СНиПы, карты к СНиПам и прочие). Интерфейс программы приближен к хороши известным проектировщикам программам типа SCAD Office, Microsoft Office, Lira и прочие.

Студент имеет свободу выбора особенностей проектного и конструктивного решений, возможность анализа своих ошибок, корректировки промежуточных и конечных результатов и сравнения их с передовыми и современными техническими решениями.

Подсистема представляет собой альтернативу традиционному проектированию деревянных ферм на МЗП в составе курсового проекта по курсу “Конструкции из дерева и пластмасс”. Подсистема может работать как в автономном, так и в комплексном режиме, то есть в увязке с остальными конструкциями.

Функциональные возможности системы обеспечивают:

- проектирование деревянных ферм на МЗП: выполняется сбор нагрузок по двум вариантам загрузки с учетом подвесного потолка;
- выбор материалов, конфигурации и размеров конструкции для треугольной,

прямоугольной и пятиугольной ферм;

- конструирование узла, включающее размещение и позиционирование МЗП в нескольких вариантах в соответствии с существующими требованиями к проектированию;
- расчет по двум группам предельных состояний;
- вывод протокола расчета с построением эпюр внутренних усилий ( $M, Q, N$ ) и анализом несущей способности всех проектируемых узлов;
- расчет на огнестойкость.

Результат работы подсистемы представляет собой пояснительную записку, содержащую исходные данные, сбор нагрузок, подробный ход расчета и ссылки на использованные нормативные документы, список литературы, а так же чертеж конструкции фермы и запроектированных узлов в формате AutoCAD (\*.dwg).

Подсистема предназначена для конструирования ферм, представленных на рисунке

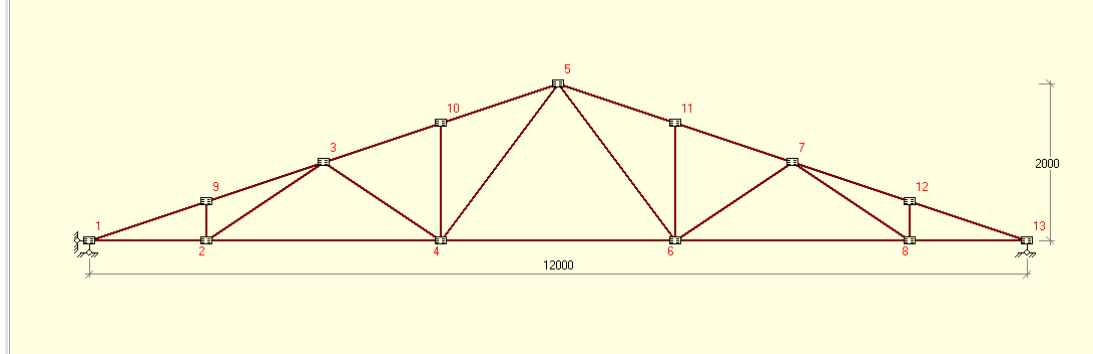


Рис1. Треугольная ферма с вертикальными стойками

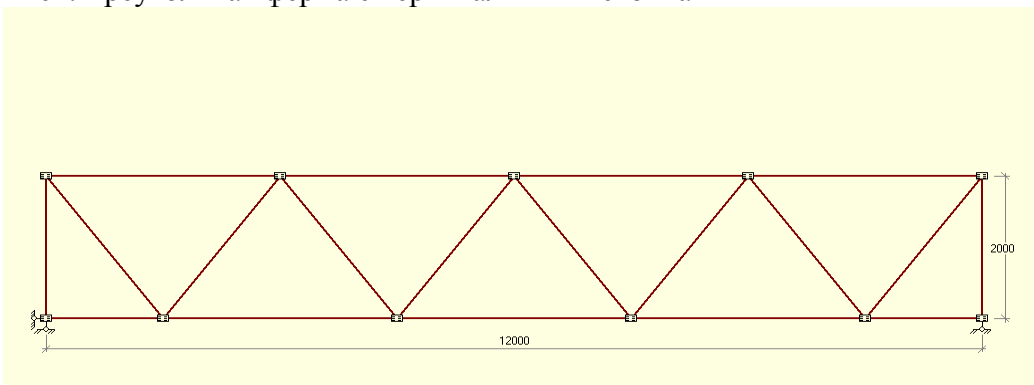


Рис2. Прямоугольная ферма

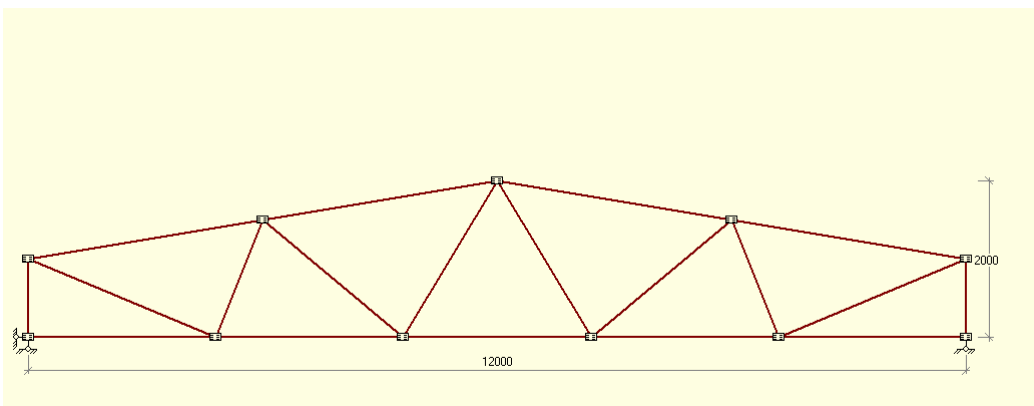


Рис3. Пятиугольная ферма

В УИК действует система мягких и жестких запретов, помогающая пользователю получить информацию по проектированию конструкций и выполнить курсовой проект в соответствии с нормами. При мягком запрете выдается сообщение о нарушении каких-либо норм проектирования и подсистема продолжает выполнение расчета. При жестком запрете подсистема сообщит об ошибке и не даст возможность продолжить проектирование, пока не

будет внесено какое-либо изменение в данные проекта. Сообщение о запретах выводится в виде бегущей строки внизу диалогового окна. Все мягкие и жесткие запреты собираются в протокол «Истории расчета», позволяющем отследить свои ошибки и отступления от норм.

На многих формах подсистемы расположены окна динамических сообщений, содержащих рекомендации и указания по проектированию.

При использовании УИК ДК студент может по выданному преподавателем заданию выполнить несколько вариантов курсового проекта за тот же срок. При этом время выполнения проекта сокращается в 5-10 раз. Так же данной подсистемой может воспользоваться проектировщик для расчета и конструирования реальных объектов.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА

Лапин Д.Б., Тухбатуллин Р.Р. – студенты,

Талантова К.В., Соколова В.В. – кандидаты техн. наук

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Сталефибробетон (СФБ) — композиционный конструкционный материал, свойствами которого можно управлять в достаточно широких пределах и применять его там, где это целесообразно [2].

Известно, что при возведении железобетонных конструкций наиболее трудоемкими являются арматурные работы. Изготовление сеток, каркасов, установка арматуры и ее закрепление в проектное положение, необходимость обеспечения защитного слоя бетона приводят к значительным затратам труда. Применение сталефибробетона дает возможность исключить из конструкций часть, а иногда и полностью отказаться от традиционной стержневой арматуры и заменить ее фибровой. Эффективность применения сталефибробетонных конструкций в этих случаях может быть достигнута за счет снижения трудозатрат на арматурные работы, сокращения расхода стали и бетона (за счет уменьшения сечения конструкций), совмещения технологических операций приготовления бетонной смеси и ее армирования, что, в конечном итоге, приводит к снижению трудоемкости изготовления конструкций на 35 – 40%. Помимо этого, повышенные физико-механические характеристики СФБ обеспечивают снижение массы конструкций от 15 – 20% до 5 -10 раз и являются основой высокой технико-экономической эффективности сталефибробетонных конструкций (СФБК) [2].

При проектировании СФБК открывается возможность на основе анализа работы элемента конструкции выбрать рациональный характер фибрового армирования, регулярного армирования, уточнить форму и размеры сечения.

Зависимости, используемые при проектировании, весьма громоздки и сложны. Это делает подбор эффективного фибрового армирования СФБК “вручную“ трудным и даже практически невозможным. Поэтому возникает необходимость создания системы для проектирования СФБК.

Система автоматизированного проектирования СФБК включает следующие этапы:

- Выбор конструкции:
  - плита междуэтажного перекрытия (тавр с сжатой полкой, двутавр, П-образное сечение);
  - плита чердачного перекрытия (тавр с сжатой полкой, тавр с растянутой полкой, двутавр, П-образное сечение)
  - колонна;
  - прогон.
- Выбор сечения и задание геометрии.

Пользователю предлагается возможность выбора/ввода геометрических характеристик. Кроме того, пользователь может не выбирать геометрические характеристики. В этом случае

программа на основе минимальных требований по конструированию сама подберет геометрию сечения.

- Сбор нагрузок.

Пользователю предлагается возможность выбора/ввода конструкции пола, покрытия, чердачного перекрытия, в зависимости от вида конструкции, и ввода полезной нагрузки на конструкцию.

- Формирование входного файла расчетной схемы конструкции для BK SCAD.

Для того чтобы программно можно было получить фибровое армирование, в зависимости от прочностных свойств СФБ, необходимо проектируемый элемент подвергнуть численному анализу методом конечных элементов (МКЭ) средствами BK SCAD.

- Получение полей напряжений.
- Анализ полей напряжений.

Для отдельных элементов сечения (сжатая, растянутая полка и ребро) находятся участки одинакового фибрового армирования.

- Подбор вариантов фибрового армирования для каждого участка на основании геометрических размеров и максимальных напряжений на данных участках.
- Выбор наиболее экономичного варианта фибрового армирования конструкции.
- Изменение в расчётной схеме жесткостных характеристик конечных элементов.
- Расчёт в BK SCAD.
- Конструктивный расчет по двум группам предельных состояний.

Результатом конструктивного расчета является вывод сообщения:

– о возможности применения конструкции с заданными геометрическими характеристиками, видом материала, параметрами фибрового армирования и регулярной арматуры.

– о не возможности применения конструкции с заданными геометрическими характеристиками, видом материала, параметрами фибрового армирования и регулярной арматуры, с рекомендациями по устранению причин вызвавших данный вывод.

- Протокол работы программы.
- Рабочие чертежи конструкций и армирования в AutoCAD.

Для подбора вариантов фибрового армирования использовались литературные данные, а также результаты испытаний лабораторных образцов, выполненных авторами с целью определения прочностных и деформативных свойств СФБ.

В экспериментах были использованы образцы - балочки 4x4x16 см, 10x10x40 см и кубы 10x10x10 см. В качестве исследуемых вариантов фибр были приняты предлагаемые на рынке типы: проволочная гладкая, листовая, фрезерованная и токарная. Образцы формовались с объёмными процентами армирования: 1,0%. 1,5%. 2,0%.

Статистическая обработка результатов испытаний выполнялась средствами BK Statistica. В результате обработки данных были найдены нормативные и расчётные значения сопротивлений СФБ сжатию, изгибу и раскалыванию. Кроме того, была проведена оценка пригодности существующих в настоящее время зависимостей для расчета сопротивлений СФБ сжатию и растяжению [2] для материала с исследуемыми типами фибр.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод конечных элементов в статике сооружений /Я.Шмельтер, М. Дацко, С.Добровичинский, М.Вечорек. Пер. с пол. М.В. Предтеченского. Под ред. В.Н. Сидорова. – М.: Стройиздат - 1986. – 220 с. – Перевод изд.: Metoda tiementów skończonych w statyce konstrukcji / J. Szmelter, M. Dacko, S. Dobrociński, M. Wiczorek. Arkady, Warszawa, 1979.
2. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций /НИИЖБ Госстроя СССР. - М.,- 1987.- 47 с.
3. Золотухин Ю. Д. Испытания строительных конструкций. Минск: Высшая школа, 1983.-208с.

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И САПР КРЫШИ И МАНСАРДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ФЕРМ ИЗ ХОЛОДНОГНУТЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ.

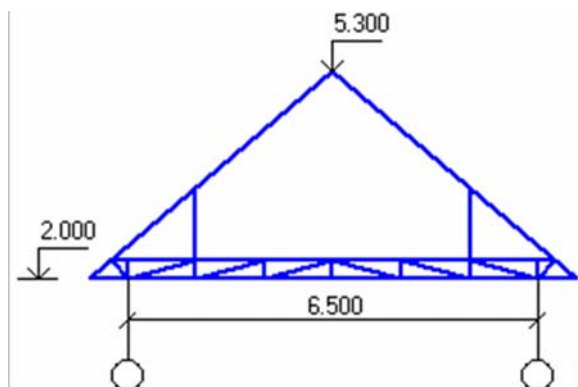
Кутафина Д.А., Пяшина Н.Ю. - студенты гр. ПГС-21

И.В. Харламов, к.т.н., зав. каф. СК – научный руководитель

Г.М. Бусыгина, к.э.н., доцент каф. СК – научный руководитель  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последние годы при строительстве малоэтажных зданий широкое применение находят холодногнутые стальные С-образные и U-образные профили, что обеспечивает новые технологические возможности в строительстве. Проектирование и расчет этих конструкций требуют затрат времени. Для сокращения этих затрат и облегчения проектирования создаются программный комплекс расчета и проектирования строительных конструкций, включающий в себя весь спектр задач, решаемых проектировщиком, начиная от создания предварительной модели до выпуска рабочих чертежей.

В данной работе на основе Рекомендаций по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО конструкций «БалтПрофиль» создается программное обеспечение для проектирования и проверочного расчета металлического каркаса чердака и мансарды, которые вписываются в двускатную крышу с вертикальными фронтонами. Основным несущим элементом является ферма. Обшивка мансардного этажа и чердака снизу выполняется из гипсокартона или гипсоволокнистых листов, прикрепляемых к металлическим потолочным профилям. В качестве утеплителя используется монолитный пенобетон с объемной плотностью  $300 \text{ кг/м}^3$ .



Кровля изготавливается из любых кровельных материалов с устройством подкровельного вентилируемого пространства и укладывается на сплошную или разреженную обрешетку. В скатах кровли предусматривается возможность использования мансардных окон.

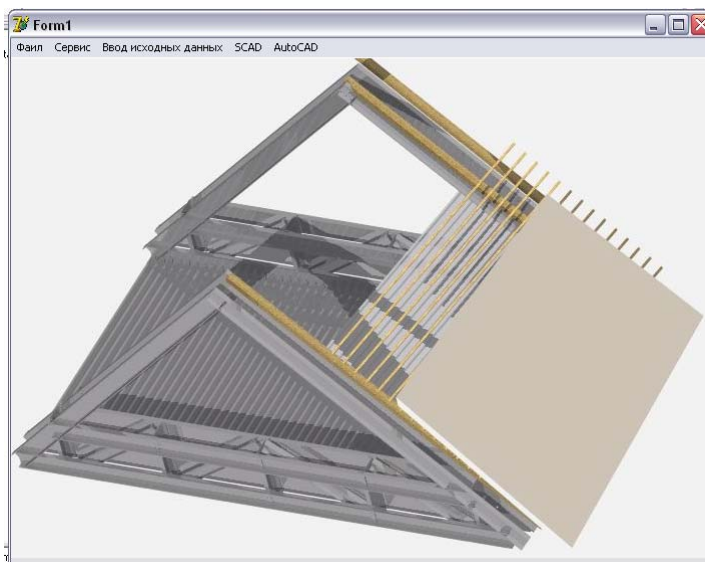
Основными несущими элементами фермы являются: холодногнутые оцинкованные С-образные и U-образные профили со сплошной стенкой. Соединение профилей друг с другом осуществляется на самонарезающих винтах.

Программное обеспечение разрабатывается на языке Borland Delphi 7. Вывод документации после окончания работы осуществляется при помощи MS Word как сервера автоматизации COM.

Вычерчивание чертежей осуществляется в программе AutoCAD с использованием функций AutoLisp.

Разработанное ПО выполняет следующие функции:

- Ввод исходных данных: район строительства; материалы



- конструкций; геометрические размеры фермы; назначение помещения.
- Организацию нормативно-справочной информации.
- Теплотехнический расчет.
- Сбор нагрузок.
- Статический расчет фермы.
- Проверка и подбор элементов фермы.
- Проверка и подбор элементов конструкций покрытия и перекрытия.
- Расчет узлов и определение требуемого количества самонарезающих винтов.
- Формирование протокола расчета.
- Формирование данных для чертежей.
- Вывод графической части: схема расположения ферм в плане; слои конструкции; поперечный разрез фермы; спецификация элементов фермы; отправочные марки всех элементов; схема фермы с номерами элементов; таблица (номер элемента, усилие в элементе, количество болтов для прикрепления элемента).

Таким образом, созданное программное обеспечение позволяет выполнять расчет и проектирование конструкции крыши и мансарды в виде крупногабаритной фермы из холодногнутых тонкостенных профилей и выдавать проектировщику пояснительную записку и чертежи.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРНИРНЫХ И ЖЁСТКИХ УЗЛОВ ОПИРАНИЯ БАЛОК НА КОЛОННУ

Пономаренко О.В., Рунг Ю.О. – студенты гр. ПГС-21  
Кикоть А.А., Корницкая М.Н. – научные руководители  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последние годы произошло увеличение объемов строительства, в том числе возросло количество объектов, строящихся из металлических конструкций. Проектирование и расчет узлов сопряжения этих конструкций - неотъемлемая часть любого проекта, и требуют затрат времени. Для сокращения этих затрат, упрощения проектирования разработано множество программ, автоматизирующих расчеты и проектирование как конструкций, так и узлов сопряжения этих конструкций. Создаются программные комплексы для расчета и проектирования строительных конструкций и сооружений, включающие в себя весь спектр задач, решаемых проектировщиком, начиная от создания предварительной модели до выпуска рабочих чертежей. Такие программы содержат всю информацию, необходимую проектировщику для работы.

На основе серии 2.440, разработанной ЦНИИПроектстальконструкций, в которой содержатся типовые узлы примыкания балок к колоннам, сделана попытка разработать программное обеспечение для проектирования и проверочного расчета жестких и шарнирных узлов опирания балок на колонну. Из этой серии выбраны наиболее часто используемые варианты узлов. Также выбран ещё один жесткий узел, на сварке, не представленный в данной серии, но часто используемый в строительстве.

Тип прикрепления балок определяется выбором конструктивной системы каркаса. При связевых системах используется шарнирное прикрепление, при рамных – жесткое прикрепление, проектировщику дана возможность выбора, в том числе и для рамно - связевой системы каркаса; в этом случае используется сочетание прикреплений различных типов.

Основной целью разрабатываемого программного обеспечения является автоматизация расчетов и проектирования шарнирных и жестких узлов опирания балок на колонну, что позволит:

- сократить затраты времени и ускорить процесс проектирования;
- повысить качество проектного решения, за счет исключения ошибок во время задания параметров узла или при расчетах;

- вариантность рассматриваемых параметров.

В программе уделено большое внимание следующему:

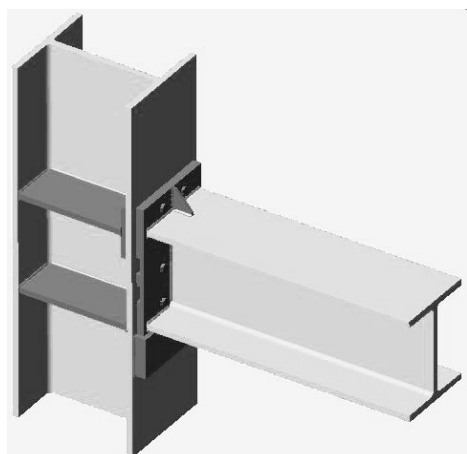


Рисунок 1 – Пример 3D модели.

- упрощению работы проектировщика, поскольку все расчеты выполняются специальным модулем, в котором учитываются нюансы каждого из узлов;

- предоставлению проектировщику всей необходимой информации для задания данных (базы данных – сортаменты, подсказки, эскизы конструктивных элементов и деталей);

- предоставлению проектировщику, для визуального контроля, возможности посмотреть готовый узел (после задания необходимых параметров) в трехмерном пространстве в виде 3D модели, например изображенной на рисунке 1.

Программное обеспечение разрабатывается на языке программирования Delphi. Вывод

документации после окончания работы осуществляется при помощи MS Word, как сервера автоматизации COM.

Вычерчивание чертежей и построение пространственных моделей осуществляется в программе AutoCAD, с использованием функций AutoLisp.

Интерфейс программы позволит проектировщику, с легкостью разобраться с возможностями системы.

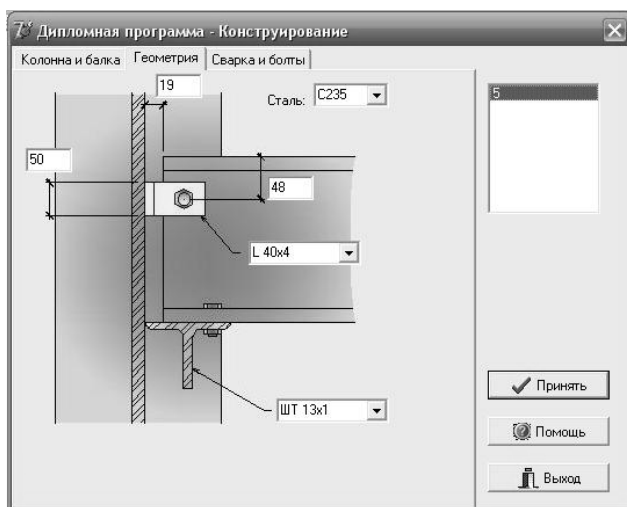


Рисунок 2 – Пример диалогового окна задания параметров узла

Работа программы начинается с загрузки главного окна, в котором пользователь либо создает новый проект, либо открывает существующий. В новом проекте первоначально необходимо задать следующие данные: стороны примыкания балок к колонне, вид их прикрепления (жесткое или шарнирное) с конструктивным решением для каждого из них. Далее, в диалоговом окне, представленном на рисунке 2, задаются параметры узла, и происходит возврат в главное окно. На этом этапе, имеется возможность выполнить проверочный расчет, визуализацию узла (как 3D модели) и вычерчивание чертежей с выводом необходимой документации.

Методики проверочных расчетов удовлетворяют требованиям СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Основные расчеты: болты – на срез, на смятие; сварные швы – по металлу шва, по металлу границы сплавления; детали конструктивных решений – на прочность, устойчивость. Усилия, используемые в расчетах, вводятся пользователем.

При удовлетворении запроецированного узла всем требованиям пользователя, осуществляется сохранение или вывод на печать результатов работы. Результирующие данные содержат: а) графическую часть, состоящую из двух проекций и плана узла; б) текстовую часть, которая содержит краткие результаты расчетов с выводом конечных параметров и эскиза узла.

Лапин Д.Б., Тухбатуллин Р.Р. – студенты,  
Талантова К.В., Соколова В.В. – кандидаты техн. наук  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Сталефибробетон (СФБ) — композиционный конструкционный материал, свойствами которого можно управлять в достаточно широких пределах и применять его там, где это целесообразно [2].

Известно, что при возведении железобетонных конструкций наиболее трудоемкими являются арматурные работы. Изготовление сеток, каркасов, установка арматуры и ее закрепление в проектное положение, необходимость обеспечения защитного слоя бетона приводят к значительным затратам труда. Применение сталефибробетона дает возможность исключить из конструкций часть, а иногда и полностью отказаться от традиционной стержневой арматуры и заменить ее фибровой. Эффективность применения сталефибробетонных конструкций в этих случаях может быть достигнута за счет снижения трудозатрат на арматурные работы, сокращения расхода стали и бетона (за счет уменьшения сечения конструкций), совмещения технологических операций приготовления бетонной смеси и ее армирования, что, в конечном итоге, приводит к снижению трудоемкости изготовления конструкций на 35 – 40%. Помимо этого, повышенные физико-механические характеристики СФБ обеспечивают снижение массы конструкций от 15 – 20% до 5 -10 раз и являются основой высокой технико-экономической эффективности сталефибробетонных конструкций (СФБК) [2].

При проектировании СФБК открывается возможность на основе анализа работы элемента конструкции выбрать рациональный характер фибрового армирования, регулярного армирования, уточнить форму и размеры сечения.

Зависимости, используемые при проектировании, весьма громоздки и сложны. Это делает подбор эффективного фибрового армирования СФБК “вручную“ трудным и даже практически невозможным. Поэтому возникает необходимость создания системы для проектирования СФБК.

Система автоматизированного проектирования СФБК включает следующие этапы:

- Выбор конструкции:
  - плита междуэтажного перекрытия (тавр с сжатой полкой, двутавр, П-образное сечение);
  - плита чердачного перекрытия (тавр с сжатой полкой, тавр с растянутой полкой, двутавр, П-образное сечение)
  - колонна;
  - прогон.
- Выбор сечения и задание геометрии.

Пользователю предлагается возможность выбора/ввода геометрических характеристик. Кроме того, пользователь может не выбирать геометрические характеристики. В этом случае программа на основе минимальных требований по конструированию сама подберет геометрию сечения.

- Сбор нагрузок.

Пользователю предлагается возможность выбора/ввода конструкции пола, покрытия, чердачного перекрытия, в зависимости от вида конструкции, и ввода полезной нагрузки на конструкцию.

- Формирование входного файла расчетной схемы конструкции для BK SCAD.

Для того чтобы программно можно было получить фибровое армирование, в зависимости от прочностных свойств СФБ, необходимо проектируемый элемент подвергнуть численному анализу методом конечных элементов (МКЭ) средствами BK SCAD.

- Получение полей напряжений.
- Анализ полей напряжений.



Для отдельных элементов сечения (сжатая, растянутая полка и ребро) находятся участки одинакового фибрового армирования.

- Подбор вариантов фибрового армирования для каждого участка на основании геометрических размеров и максимальных напряжений на данных участках.

- Выбор наиболее экономичного варианта фибрового армирования конструкции.
- Изменение в расчётной схеме жесткостных характеристик конечных элементов.
- Расчёт в BK SCAD.
- Конструктивный расчет по двум группам предельных состояний.

Результатом конструктивного расчета является вывод сообщения:

- о возможности применения конструкции с заданными геометрическими характеристиками, видом материала, параметрами фибрового армирования и регулярной арматуры.

- о не возможности применения конструкции с заданными геометрическими характеристиками, видом материала, параметрами фибрового армирования и регулярной арматуры, с рекомендациями по устранению причин вызвавших данный вывод.

- Протокол работы программы.
- Рабочие чертежи конструкций и армирования в AutoCAD.

Для подбора вариантов фибрового армирования использовались литературные данные, а также результаты испытаний лабораторных образцов, выполненных авторами с целью определения прочностных и деформативных свойств СФБ.

В экспериментах были использованы образцы - балочки 4x4x16 см, 10x10x40 см и кубы 10x10x10 см. В качестве исследуемых вариантов фибр были приняты предлагаемые на рынке типы: проволочная гладкая, листовая, фрезерованная и токарная. Образцы формовались с объёмными процентами армирования: 1,0%, 1,5%, 2,0%.

Статистическая обработка результатов испытаний выполнялась средствами BK Statistica. В результате обработки данных были найдены нормативные и расчётные значения сопротивлений СФБ сжатию, изгибу и раскалыванию. Кроме того, была проведена оценка пригодности существующих в настоящее время зависимостей для расчета сопротивлений СФБ сжатию и растяжению [2] для материала с исследуемыми типами фибр.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. Метод конечных элементов в статике сооружений /Я.Шмельтер, М. Дацко, С.Добровичинский, М.Вечорек. Пер. с пол. М.В. Предтеченского. Под ред. В.Н. Сидорова. – М.: Стройиздат - 1986. – 220 с. – Перевод изд.: Metoda tiementów skończonych w statyce konstrukcji / J. Szmelter, M. Dacko, S. Dobrociński, M. Wieczorek. Arkady, Warszawa, 1979.
5. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций /НИИЖБ Госстроя СССР. - М.,- 1987.- 47 с.
6. Золотухин Ю. Д. Испытания строительных конструкций. Минск: Высшая школа, 1983.-208с.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ БАЛКИ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ И ПРОФИЛИРОВАННОГО ЛИСТА

Кудымова С.И. – студент

Харламов И.В. – к.т.н., профессор

Трошкин А.Н. – старший преподаватель

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Как известно, металлические конструкции – самые легкие и прочные строительные конструкции. Из металлических конструкций наиболее экономичными по расходу стали являются конструкции из тонкостенных профилей. Эти положительные свойства тонкостенных профилей обуславливают все большее их использование в строительстве. В настоящее время при строительстве и реконструкции жилых зданий различной этажности

появилась тенденция к использованию металлических легких конструкций. Нами предлагается унифицированный элемент, который может использоваться для устройства ферм и балок.

Первоначально конструкция унифицированного элемента рассматривалась состоящей из стенки — профилированного листа с вертикальным расположением гофров, и поясов — парных швеллеров, соединенных саморезами в гофрах профлиста. Для поясов применяются холодногнутые оцинкованные профили фирм “БалтПрофиль” и “Канадский дом”, профилированный лист принимается по ГОСТ 24045-94. Было решено использовать профлист в качестве стенки вместо плоского стального листа, как в обычных балках, для гарантированного обеспечения местной устойчивости. Была построена расчетная модель в системе SCAD, проведено небольшое исследование, которое показало, что рассматриваемая конструкция обладает недостатками. Во-первых, при использовании профлиста с различной длиной верхних и нижних гофров возникает разница усилий в соседних поясах и конструкция получает большие деформации из плоскости. Во-вторых, в опорных участках нельзя было установить симметричные связи, что также выводило конструкцию из плоскости. Для устранения указанных недостатков было решено использовать профлист с симметричными гофрами, чему удовлетворяет в данном ГОСТе только профлист НС35, и во избежание взаимного смещения парных швеллеров друг относительно друга на профлист сверху и снизу между поясами надевать обрамляющий элемент в виде швеллера. Он воспринимает сдвигающие усилия и обеспечивает совместную работу поясов. Для установки корректных опорных связей стенка балки была дополнена опорными листами.

Особенностью балки является то, что профлист не способен работать в продольном направлении и все нормальные напряжения воспринимают пояса. Способность профлиста растягиваться и складываться в продольном направлении, как гармошка, а также податливость соединений – саморезов - является причиной высокой деформативности балки, и определяющим для нее становится расчет по II группе предельных состояний. Методики расчета подобной конструкции – с волнистой стенкой и на податливых связях – не существует, поэтому было решено построить подробную модель балки в SCAD, чтобы учесть все особенности работы конструкции. Подробная модель в SCAD строится следующим образом: профилированный лист и обрамляющий контур задаются плоскими трех- и четырехугольными элементами; пояса задаются схематично стержневыми элементами. Соединение профлиста, обрамляющего контура и поясов осуществляется в узлах в середине гофров с помощью конечного элемента типа 55 нулевой длины, моделирующего упругую связь, жесткостные характеристики которой задаются пользователем. Подробно, также пластинками, строятся опорные листы, необходимые для установки связей, балка моделируется как свободно опертая. Кроме того, необходимы горизонтальные связи, причем не только по верхнему сжатому поясу, но и по нижнему растянутому, так как вследствие сохраняющейся несимметричности расчетной схемы балка склонна к потере общей устойчивости. При деформации балки под нагрузкой гофры профлиста поворачиваются вокруг упругой связи, поэтому в тех узлах, где пояса препятствуют повороту гофров наружу, задано объединение перемещений из плоскости балки. Нагрузка на балку в SCAD задается равномерно распределенной на стержни верхнего пояса.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОПИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Копылов А. – студент, Павленко М. – студент, Ефременко Д. – студент,

Шмидт А.Б. – к.т.н., доцент, Соколова В.В. – к.т.н., доцент

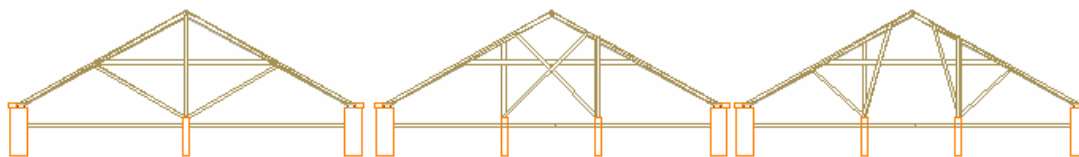
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Подсистема расчета и конструирования деревянных стропил является составной частью системы обучающего учебно-информационного комплекса проектирования здания из клееной древесины и водостойкой фанеры (системы УИК-ДК), разрабатываемой на кафедре СК в течении последних шести лет.

Подсистема предназначена для студентов строительных специальностей, выполняющих курсовые и дипломные проекты/работы по проектированию деревянных конструкций..

Проектирование стропильной системы включает:

1. Выбор конструктивной схемы:



а)

б)

в)

На рисунках показаны типовые схемы наслонных стропил из брёвен, применяемых для зданий с чердаками, с наружными и внутренними кирпичными стенами. Уклоны кровли под железную, стальную и другие кровли, требующих крутых скатов, составляет от 30 до 80%, под рулонную от 7 до 10%. Стропила, изготовленные по данным, схемам могут быть применены для каменных и деревянных зданий с продольными внутренними стенами.

2. Задание геометрии, основных параметров системы – пролёта между наружными стенами, расстояния от наружной до внутренней стены в случае несимметричного её расположения, угла наклона подкосных ног, высоты стоек.

3. Задание сечений всех элементов стропильной системы: стропильных ног, подкосов, стоек, прогонов и прочее. Выбор породы, сорта, влажности древесины.

4. Сбор нагрузок по выбранным ранее параметрам стропил в соответствии со СНИП.

5. Прочностной расчет по двум группам предельных состояний.

6. Протоколирование результатов расчета.

7. Автоматизированное получение чертежей в среде AutoCAD по результатам расчета.

Разрабатываемое программное обеспечение базируется на основных принципах объектно-ориентированного программирования.. Фундаментальным классом является базовый класс `TBaseStrop = class (TObject)`, содержащий свойства для хранения основных данных, необходимых при расчете простейших стропильных систем (односкатных наслонных стропил). Постановка задачи требует детальной прорисовки каждого типа стропильной системы в зависимости от основных геометрических размеров стропильной системы. С этой целью в базовом классе объявлено поле `Canvas` типа `TScaleCanvas`, являющегося потомком `TCanvas` и метод `Paint` для отрисовки той или иной стропильной системы на `Canvas`. Особенностью потомка `TScaleCanvas` является возможность масштабирования полученного изображения с целью корректного отображения на форме. Рисование произвольной стропильной системы с динамическими параметрами инструментами Delphi является трудоемкой задачей, поэтому в базовом классе предусмотрены методы, позволяющие рисовать отдельные типовые блоки (стены, подкосы, стойки, перекрытие, стропильные ноги). Базовый класс предназначен для порождения от него потомков, каждый из которых дополняется полями, характерными для того или иного типа стропильной системы (наличие или отсутствие ригеля, его параметры и прочее).

При использовании УИК ДК студент имеет возможность по выданному преподавателем заданию выполнить несколько вариантов курсового проекта за тот же срок. При этом время выполнения проекта сокращается в десятки раз.

Подсистема также может использоваться для проектирования реальных конструкций или при экспертизе существующих конструктивных решений.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ, ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ.

Черняк Г.Е. – студент, Талантова К.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Обращение с токсичными промышленными отходами (ТПО) на территории России представляет собой одну из самых злободневных проблем для государства. С одной стороны, российский рынок чрезвычайно привлекателен для других стран вследствие существующей разницы цен на удаление отходов в России и Западной Европе. С другой стороны, начиная с 1990 г., несмотря на падение ВВП в стране на 40 % и спад объема производства промышленной продукции вдвое, образование токсичных отходов увеличилось на 65 % [1].

В Алтайском крае сложилась чрезвычайная обстановка с утилизацией, обезвреживанием и захоронением ТПО. На большинстве предприятий не ведется учет накопления токсичных отходов, не налажено их обезвреживание, хранение и утилизация [3].

На предприятиях края ежегодно образуется примерно 505 тыс. т. (по данным статистики), из которых только четверть используется на производстве или обезвреживается. Темпы их накопления сегодня в несколько раз выше, чем темпы их утилизации. Неконтролируемое накопление токсичных промышленных отходов на складах и временных хранилищах создает серьезную угрозу для жизни и здоровья населения.

Общее количество отходов, образовавшихся на промышленных, сельскохозяйственных и других объектов Алтайского края составило более 11 млн. тонн, в том числе 6 тыс. тонн просроченных пестицидов и 635 тонн отходов 1 класса опасности [3].

Несмотря на усилия, предпринимаемые на федеральном и региональном уровнях, коренного улучшения в сфере обращения с ТПО не происходит. Так, принятая в 1996 г. Федеральная целевая программа (ФЦП) "Отходы"[4], согласно которой к концу 2001 г. в России должны были научиться цивилизованно обращаться с отходами производства и потребления, провести множество научных исследований, построить десятки предприятий по переработке и утилизации отходов с новейшими технологиями, была профинансирована и реализована только на 2 %. Остается надеяться, что подпрограмма "Отходы", вошедшая в ФЦП "Экология и природные ресурсы РФ на 2002-2010 гг." будет иметь достаточное финансовое обеспечение.

Сегодня крайне важно внедрение современных, в первую очередь, экономических механизмов (рычагов, при помощи которых государство регулирует отношения между участниками рынка) управления отходами, способствующих снижению накопления отходов и их негативного воздействия на окружающую среду.

Результаты изучения мирового опыта и научных исследований НПП "Кадастр" [[www.energo-resurs.ru/eg\\_tezis\\_2003\\_3.htm](http://www.energo-resurs.ru/eg_tezis_2003_3.htm) - 11k -] показали, что в современных условиях в наибольшей степени целесообразно использовать следующие платежи и налоги:

- на первично добытые сырьевые материалы;
- на выпускаемую продукцию;
- за сбор отходов;
- за размещение отходов;
- за утилизацию отходов;
- на сборы и выбросы, связанные с деятельностью в сфере обращения с отходами;
- компенсация ущерба.

В зависимости от региональных особенностей эффективность таких механизмов существенно различается. Именно поэтому выбор и реализация экономических механизмов управления отходами определяются всей совокупностью региональных особенностей. Для этого необходима оценка эффективности их применения в конкретных условиях территорий, которая выполняется на основе экспертных заключений специалистов в сфере управления отходами, организации природоохранной деятельности, управления природопользованием и развитием региона.

Разработка и применение экономических механизмов управления отходами позволит:

- ✓ повысить экономическую заинтересованность предприятий в необходимости объединения их усилий по проектированию и строительству полигонов для переработки, хранения и захоронения ТПО;

✓ уменьшить образование промышленных отходов на единицу выпускаемой продукции.

Проанализировав, ситуацию обращения с отходами в нашем регионе, можно прийти к выводу, что полигон для переработки, хранения и захоронения ТПО необходим на территории Алтайского края. Но для этого следует при помощи экономических механизмов заинтересовать предприятия края, а также привлечь социологов, экологов, средства массовой информации для работы с населением для повышения уровня его экологического образования и подготовки к строительству полигона.

Согласно протоколу от 21.02.1992г [3] на совещании по вопросу проектирования и строительства полигонов по захоронению промышленных отходов при администрации края было принято решение о начале проектирования полигонов вблизи городов Барнаул, Бийск, Рубцовск, Славгород. В дальнейшем выбор площадок для строительства полигонов вблизи указанных городов сдерживался негативным отношением населения к строительству полигонов и последующим экономическим спадом производств на территории Алтайского края и страны в целом. На сегодняшний день проблема обращения с отходами остается нерешенной и общее количество отходов значительно увеличивается с каждым годом, что подтверждает необходимость строительства полигона.

Целью данной работы является проектирование полигона для переработки, хранения и захоронения ТПО, а также подготовка инвестиционного предложения для строительства полигона с расчетом вложений денежных средств и получения доходов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мартемьянова Е.С. Концептуальные основы формирования региональной системы управления отходами производства и потребления / Е.С. Мартемьянова / Вестник МГТУ, том 8, №2, 2005
2. Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки = Industrial and Residential Wastes: Ways of Treatment and Recycling: Аналит. Обзоры/ Отв. ред. канд. хим. Наук В.С. Кобрин, ГПНТБ, НИОХ, ИХКиГ, Ин-т теплофизики Со РАН; Гидроцветмет; НПО «Техэнергохимпром». – Новосибирск, 1995 – 156с (Сер. «Энциклопедия» вып. 39).
3. Отчет по НИР разработка региональной документации по сбору, обработке и анализу информации по ведению государственного реестра объектов размещения отходов для Алтайского края/Рук. работы зав. каф. БЖД д.т.н., профессор МIRONENKO В.Ф. – Барнаул, 2001
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1098 «О федеральной целевой программе «Отходы» // <http://law.optima.ru/View.html0=4517&l=1>.
5. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп. от 29 декабря 2000 г., 10 января 2003 г.)

#### РЕСТАВРАЦИЯ АБАЛАКСКОГО МОНАСТЫРЯ

Суханов А.В. – студент, Халтурин Ю.В. – к.т.н., доцент Халтурина Л.В. – к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Социальные сдвиги последних десятилетий обусловили появление новых областей исследований и проектирования - например, связанных с проектированием реконструкции культовых сооружений. С 20 июля 2006 года ведутся научно-проектные работы по памятнику истории и культуры регионального значения – Монашескому (Братскому) корпусу. Данный объект разрабатывается в составе «Ансамбля Абалакского монастыря» в селе Абалак Тобольского района Тюменской области.

Село Абалак было основано более пятисот лет назад жившими здесь татарскими князьями. Свое название село получило от имени татарского князя Абалака, сына сибирского хана Мара.

В середине XVIII в. в Абалаке сформировался большой приходской комплекс, состоящий из главного (холодного) храма во имя Знамения Пресвятой Богородицы, церкви во имя Святителя Николая Чудотворца (отапливаемый храм) и колокольни. Такое разделение храмов на теплую и холодную церкви было характерно для крупных православных приходов русских городов. При каждой такой группе приходских церквей располагались колокольня, стоящая согласно установившейся традиции отдельно, кладбище и разнообразные хозяйственные постройки. Территория приходского комплекса была ограждена деревянным забором. Назывался приход по имени холодного храма.

В 1783 г. приход был закрыт и на его базе образован монастырский комплекс. Сюда был переведен Богоявленский мужской монастырь из Пермской губернии. Монастырь стал развиваться, а благодаря популярности Абалакской чудотворной иконы, быстро богатеть и вскоре занимал обширную территорию на крутом высоком берегу Иртыша.

Первый настоятель монастыря игумен Маргарит в 1786 г. построил вокруг монастыря дощатую ограду с башнями. В 1803 г. деревянную ограду снесли и на ее месте построили каменную.

Монашеский (Братский) одноэтажный каменный корпус был построен в 1844 г. в западной части Абалакского монастыря в небольшом отдалении от колокольни и каменного архиерейского дома и служил проходом на территорию комплекса. До его постройки на этом месте над каменными воротами была выстроена деревянная караулка, облик которой неизвестен. В 1851 г. корпус был надстроен и стал двухэтажным. Западный фасад второго этажа построен над бывшими проездными воротами монастырской ограды. В 1901 году на первом этаже были устроены кельи для братии и просфорная мастерская, на втором размещались паломники. После постройки в 1904 году каменной двухэтажной гостиницы за территорией монастыря, в здании разместились монашеские кельи. В 1906 г. с востока по всей длине и высоте к корпусу пристроили капитальную стену.

Местоположение монастыря одно из самых живописных. Если смотреть с возвышения, на котором он расположен, на расстилающуюся внизу от него к стороне Иртыша местность, то представляется прекрасный ландшафт. Две широкие, белеющие полосы старого («старица») и нынешнего Иртыша протекают в долине, теряясь в отдалении. Одна из них подходит к высокому, обрывистому берегу, омывая его основание плеском своих волн. За Иртышем находятся луговые места и кустарники, покрытые летом густою зеленью, а зимой представляющие необозримую белоснежную равнину. Открытое местоположение, занимаемое Абалакским монастырем, делает его видным издалека.

В 1923 году монастырь был закрыт, здания Абалакского монастыря признаны госфондом и переданы в ведение Уисполкома. С 1935 года в зданиях и хозяйственных постройках монастыря размещалась Абалакская МТС.

В 1961 г. по распоряжению исполкома Тюменского областного Совета депутатов трудящихся здания Абалакского монастыря были исключены из списка памятников истории и архитектуры.

Решением исполкома советов депутатов Тюменской области № 357 от 05.07.1976 г. комплекс зданий монастыря был поставлен на учет как памятник архитектуры и градостроительства местного значения.

Территория и здания монастыря возвращены церкви в 1993 г.

В настоящее время здание Братского корпуса представляет собой прямоугольный в плане объём с размерами в плане 9х29 метров, высотой 7 метров, выстроенный из кирпича, частично оштукатуренный, с чердачной скатной крышей, деревянными стропилами и стальной кровлей. Объём двухэтажный с подвалом, каменным цоколем, с западной части примыкает к монастырской стене. С восточной стороны (см. рисунок) по центру здания примыкает дополнительный объём ризалита, который перекрыт двускатной крышей. На коньке крыши находится небольшая главка. К ризалиту с северной и южной стороны примыкают одноэтажные деревянные объёмы входных тамбуров.



Здание имеет коридорную систему планировки, одну продольную и две поперечных капитальные стены. Поперечные стены расположены по центру объёма, что было связано с расположением здесь ранее сквозного прохода (до 1906 года). По всей длине здания каждого из этажей проходит освещаемый (по широкой стене) окнами продольный коридор, примыкающий к восточной стене. Через коридор осуществляется связь со всеми помещениями. Лестница, ведущая на второй этаж, расположена в южной части коридора.

Главный фасад симметричен, центральная ось подчеркнута ризалитом с треугольным фронтоном. Объём ризалита решен в три оси окон по второму этажу, первый этаж также ранее имел три проёма (два оконных и один дверной – ныне заложённый). Боковые части симметричны между собой и решены в три оси окон.

В декоративном отношении главный фасад решен разнообразнее остальных. Угловые части основного объёма и ризалита обрамлены лопатками. По верхнему полю восточного фасада проходит сухариковый пояс, в центральной части фасада имеется двойной междуэтажный карниз. Карниз оштукатурен, обработан простой полкой. Под карнизом подзоры. Окна первого и второго этажей лучковой формы.

Западный фасад встроен в стену ограды, на нем остались фрагменты декора стены, которые имеют частичные разрушения. Фасад диссимметричен, решен в семь осей окон, симметрию нарушает крупный оконный проём первого этажа. На фасаде сохранились результаты перестроек здания: лопатки, глухая арка, прямоугольные обрамления заложённых оконных проёмов и др.

Южный и северный фасады глухие по первому этажу, на втором этаже имеются по два оконных проёма. Весь объём здания опоясывает цоколь и карнизная тяга.

Объемно-пространственная композиция здания и скромный декор фасадов Братского корпуса, а также симметрия форм и деталей говорит о его классическом построении в стиле ампир, тем не менее, стилистически здание выражено слабо, несмотря на оштукатуренные карнизы и фронтоны ризалита. Соединение древнерусского стиля и классицизма при реконструкции привело к эклектичному симбиозу. Эклектические элементы содержатся в декоре главного фасада, в виде сухарикового пояса и лопаток.

Элементы декора утрачены. Интерьеры здания не сохранились.

Инженерное исследование с целью выявления фактического технического состояния и оценки сохранности конструктивных элементов стен Монашеского (Братского) корпуса проведено в июле-августе 2006 г. Исследование проводилось путем сплошного визуального обследования и выявления дефектов и повреждений по внешним признакам, а также с разработкой шурфов и зондажей.

Обследование проводилось в следующем объеме:

- а) ознакомление с конструкциями памятника;
- б) осмотр в натуре конструкций и определение состояния строительных материалов;

- в) выявление степени аварийности и фиксация деформаций;
- г) получение данных о состоянии скрытых конструкций и геологии;
- д) определение технического состояния отделки фасадов и интерьеров;
- е) оценка технического состояния и работоспособности фундаментов.

При обследовании было установлено:

1. Фундаменты под стенами устроены ленточными из керамического кирпича размером 29x14x8 см на известковом растворе. Глубина заложения фундаментов составляет 1,5-1,7 м. При вскрытии обнаружено, что кирпич поврежден трещинами и сколами. Известковый раствор в швах разрушился (и осыпался) на глубину до 50 мм. Гидроизоляция фундаментов не выполнена. Фундаменты влажные. Техническое состояние фундаментов можно оценить как ограниченно работоспособное. Отмостка с западного и северного фасадов отсутствует. Вдоль южного и восточного фасада устроена бетонная отмостка. Ее состояние неудовлетворительное.

Под подошвой фундаментов залегает суглинок с примесью строительного мусора. Грунтовых вод на глубине 1,7 м не обнаружено.

Расчеты показали, что фундаменты следует усилить. Предполагается выполнить усиление обоймой с последующим устройством вертикальной и горизонтальной гидроизоляции.

2. Цоколь здания выложен из керамического кирпича на известковом растворе, практически засыпан землей (кроме западного фасада) и находится в ограниченно работоспособном техническом состоянии.

3. Стены здания выполнены из керамического кирпича на известковом растворе, раствор выветрился на глубину до 15-20 мм. Отделка стен выполнена лекальным кирпичом. Венчающая часть стен - карниз местами разрушен. Стены находятся в работоспособном техническом состоянии. В процессе реставрационных работ необходимо выполнить: 100% очистку лицевой поверхности стен от поздних наслоений; местами глубинную вычинку лицевой поверхности кирпича, который имеет трещины и большие разрушения; докомпоновку утраченных фрагментов модифицированным составом «Лахта».

4. Элементы чердачного перекрытия значительно повреждены гнилью и их ремонт не возможен. Проектом предусматривается замена конструкций чердачного перекрытия на аналогичные.

5. Над зданием устроена вальмовая крыша с деревянными наслонными стропилами. Стропильные ноги - второго строительного периода установлены с шагом 2 м. Поврежденные элементы стропильной системы в соответствии с проектом подлежат ремонту. Поскольку шаг стропильных ног велик, то между существующими стропильными ногами предусмотрена установка дополнительных цельнодеревянных ферм заводского изготовления с соединением в узлах на металлических зубчатых пластинах.

Мауэрлат на большей части длины поврежден гнилью, частично вырезан. Обрешетка утрачена полностью и устроена вновь. Кровля - металлическая с желобами, отсутствующими на западном фасаде. Запроектирована замена поврежденных гнилью элементов стропильной системы. Запроектировано устройство новой кровли из медного кровельного листа.

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Сигель В.И., Халтурин А.Ю. – студенты, Халтурин Ю.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Строительный комплекс относится к числу ключевых отраслей и во многом определяет решение социальных, экономических и технических задач развития всей экономики России. В соответствии с объективными закономерностями выход России на экономический уровень передовых зарубежных стран возможен лишь при условии широкомасштабного повышения инвестиционной активности, роста объемов капитальных вложений в новое строительство,



реконструкцию и техническое перевооружение существующих основных фондов, с опережающим развитием производственного потенциала строительной отрасли и ее материально-технической базы.

Наряду со многими проблемами, стоящими перед строительной отраслью на этом пути, одной из основных является повышение уровня качества строительства. Увеличение технической и технологической сложности объектов строительства, возросшие объемы работ, рост количества специализированных работ предъявляют повышенные требования к системе управления качеством.

Как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, именно в этой области находятся наиболее действенные пути для повышения эффективности строительства, снижения себестоимости строительной продукции, уменьшения в последующем эксплуатационных расходов.

Надежность строительных конструкций и здания в целом при их проектировании, возведении и эксплуатации обеспечивается выполнением большого количества условий:

- правильным выбором основных расчетных схем и предпосылок расчета, в наибольшей мере соответствующих действительной работе конструкций в процессе возведения и эксплуатации;

- достоверностью и полнотой инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий;

- выбором проектных решений, отвечающих современным требованиям, технологическим процессам изготовления и возведения, а также условиям эксплуатации;

- выбором материалов с соответствующими характеристиками в зависимости от их назначения, района строительства, заданного срока службы конструкции и условий ее эксплуатации;

- защитой конструкций от коррозии (в зависимости от условий эксплуатации);

- учетом при проектировании природно-климатических, силовых и других воздействий, возникающих в процессах возведения и эксплуатации зданий;

- выполнением требований государственных стандартов на строительные материалы, изделия и конструкции, а также нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации;

- рациональными решениями сопряжений и соединений (узлов, стыков) элементов конструкций с учетом условий возведения и монтажа здания;

- строгим контролем качества при изготовлении материалов и конструкций, а также при производстве строительномонтажных работ и эксплуатации.

Нарушение одного или нескольких из вышеперечисленных условий приводит к снижению надежности строительных конструкций, зданий и сооружений, а зачастую к их разрушению. Основная причина в каждом конкретном случае своя: ошибка проектировщиков, неверная экспертиза, некачественное строительство, неправильная эксплуатация. Это больше всего и настораживает. Если аварии происходят по причинам, находящимся на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства, значит, вся система стала проблемной.

Почему сегодня вопросы качества строительства стоят особо остро, хотя существовали давно. Последние годы строительная система жила потенциалом, который достался ей с советских времен. В первую очередь это касается кадров: проектировщиков и строителей. Если советское строительство с точки зрения эстетики было спорным, то с позиции надежности его уровень был на достаточной высоте.

Резкое снижение объемов капитального строительства в конце прошлого века и последующий постепенный рост изменили лицо строительного рынка, в том числе и Алтайского края. Выяснилось, что на возросшие объемы строительства у нас нет квалифицированных кадров. Но рынок требует, и кадры находятся, в том числе и в соседних государствах – бывших республиках Союза. Однако это в основном это не специалисты, а люди, имеющие к строительству отдаленное отношение. Из-за отсутствия достойно

оплачиваемой работы в строители подались учителя, врачи, инженеры других специальностей, заводские рабочие.

Сегодня бурная фантазия архитекторов, инвесторов и чиновников, получивших свободу, привела к появлению зданий затейливых конфигураций, требующих воплощения в жизнь сложных конструктивных решений. Но сложности конструкции должны соответствовать качественные технология и организация строительства, а также высококвалифицированные строительные кадры. И, конечно, жесткий государственный надзор. В современной России и Алтайский край не исключение, эти требования полностью не обеспечены.

Как показывает анализ документов и материалов, профилактические меры по предотвращению аварий, обеспечению безопасности возводимых и эксплуатируемых объектов, принимаемые органами исполнительной власти и органами местного самоуправления, строительными и эксплуатационными организациями, являются недостаточными и неэффективными. Число аварий зданий и сооружений в России продолжает увеличиваться, постоянно возрастает число погибших и травмированных при авариях людей.

Так в 1998 году было зарегистрировано 34 аварии, число которых по сравнению с 1997 годом возросло на 26%. В результате аварий пострадали 56 человек, в том числе 27 человек погибли.

В 1999 году на территории Российской Федерации были зарегистрированы 43 аварии зданий и сооружений, число которых по сравнению с 1998 годом возросло на 21%. В результате аварий пострадали 57 человек, в том числе 27 человек погибли. При этом отмечается уменьшение количества аварий на строящихся объектах по сравнению с 1996-1998 годами. Основная доля аварий приходится на эксплуатируемые здания и сооружения и составляет 93% от общего количества зарегистрированных аварий.

В то же время аварии на эксплуатируемых объектах вызваны не только причинами, которые связаны с неудовлетворительной эксплуатацией зданий и сооружений. Анализ причин аварий на таких объектах свидетельствует о том, что на большинстве из них основной или сопутствующей причиной аварий явились нарушения, допущенные на стадиях проектирования или строительства объектов.

Учитывая значительный материальный и социальный ущерб, наносимый государству в результате аварий зданий и сооружений, необходимо организовывать изучение материалов по вопросам возникновения дефектов и аварийности в строительстве, выработать предложения и рекомендации по недопущению дефектов и предотвращению аварий и обеспечить их выполнение. Накопленный опыт контроля качества строительства и анализ характерных и часто допускаемых дефектов при выполнении различных видов строительно-монтажных работ дают возможность избежать и предупредить аналогичные дефекты при строительстве и реконструкции других строительных объектов. Конкретное рассмотрение конструктивных узлов, отдельных технологических операций, последовательности их выполнения и правил монтажа зданий и сооружений поможет специалистам принимать меры, предотвращающие негативные последствия допускаемых дефектов. Одни из способов уменьшать возможные ошибки — это своевременно и достаточно подробно ознакомить с ними строительную общественность.

Еще более 100 лет назад известный изобретатель Роберт Стефенсон, в то время президент Институтов гражданских инженеров Великобритании, сказал: "Нет ничего более поучительного для молодых инженеров, чем отчеты об авариях больших сооружений и о средствах, используемых для исправления повреждений. Добросовестное изложение этих происшествий и способов, которыми исправляли их последствия, имеет большую ценность, чем описание самых успешных работ. Старшее поколение инженеров обязано самой полезной частью накопленного опыта наблюдениям над авариями, происшедшими с их собственными и чужими сооружениями".

Основной принцип системы должен быть - "производить" качество, а не контролировать его, когда работа уже выполнена.

Необходимую надежность и долговечность зданий и сооружений и их эксплуатационные качества должно обеспечивать строгое соблюдение требований нормативных документов и государственных стандартов. Нормативные документы по проектированию и строительству и государственные стандарты устанавливают оптимальные требования к проектированию и возведению зданий и сооружений, к качеству строительных материалов, конструкций и изделий. Эти нормативные документы и государственные стандарты на основе результатов научных исследований, передового отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства систематически должны совершенствоваться и обновляться. По данным Международной организации по стандартизации - ISO, ежегодно должно обновляться не менее 10% действующих стандартов, иначе возникает стагнация экономики. Иными словами, срок действия стандарта, как правило, не может превышать 10 лет. Все ныне действующие евростандарты имеют конкретные сроки пересмотра. Ничего похожего в России не существует. Большая часть наших СНиПов не обновлялась по двадцать и более лет.

Закон "О техническом регулировании" установил новую систему нормативных документов, существенно отличающуюся от той, которой все отрасли народного хозяйства, в том числе и строительство, пользовались в течение многих десятилетий, а именно: технические регламенты, национальные стандарты, стандарты организаций. Судьба СНиП, СП и ТСН пока неясна хотя, есть основания полагать, что СНиПы, Своды правил и территориальные строительные нормы будут сохранены в системе нормативных документов. Ситуация с реформированием существующей нормативной базы явно не способствует повышению качества строительства и реконструкции. Основную нагрузку по обновлению нормативной базы строительства в этих условиях должны взять на себя стандарты организаций и их аналоги - территориальные строительные нормы.

Для повышения качества строительства необходимо:

- проводить текущий анализ данных об авариях зданий и сооружений на территории Российской Федерации, при необходимости готовить информационные письма и доводить данные до строительных и проектных организаций края;
- систематизировать накопленный различными органами и организациями (госстройнадзор и др.) опыт контроля качества строительства объектов, дать анализ характерных и часто допускаемых дефектов при выполнении различных видов строительномонтажных работ. На основе этого выпустить пособие (руководство) для практического использования его специалистами на различных стадиях строительства объектов и выполнения основных видов строительномонтажных работ;
- на краевом уровне создать своеобразный банк данных о всевозможных процедурах, приемах и правилах управления качеством;
- регулярно проводить краевые конференции и семинары по вопросам качества и аварийности в строительстве.
- обеспечить систематическое проведение учебы с рабочими по технологии выполняемых работ и по другим вопросам качества в строительстве;
- обеспечить проведение лабораторного контроля по всем видам материалов, изделий и конструкций, а также по всем выполняемым СМР
- разработать и применить систему регистрации фирм "проверенного качества". Цель этой системы заключается в предоставлении путем регулярной оценки и надзора гарантии того, что фирма, имеющая соответствующий сертификат, способна выполнять работу на должном уровне качества (т.е. происходит сертификация системы качества).

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАДСТРОЙКИ С ПЕРЕДАЧЕЙ НАГРУЗОК НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАРУЖНЫЕ ОПОРЫ

Сбитнева З.Н. – студентка, Халтурин Ю.В. – к.т.н., доцент, Халтурина Л.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Сегодня практически во всех крупных городах стоит проблема увеличения жилых и административных площадей в сложившейся городской застройке без её уплотнения. Причина – бурный рост потребности и цен на жилые и административные площади в центральной части городов. Одним из путей решения данной проблемы является надстройка дополнительных этажей над существующими зданиями различного функционального назначения. Возведение дополнительных этажей вызывает и дополнительные трудности, такие как необходимость устройства лифтов в зданиях высотой более пяти этажей. В то же время реконструкция ветхих зданий предусматривает не только расширение площадей, но и капитальный ремонт, что в конечном итоге становится выгодно и муниципалитету.

Существует два принципиально разных подхода к увеличению этажности существующих зданий: первый – возведение дополнительных этажей с использованием существующих несущих конструкций, за счёт резерва их несущей способности, и второй – надстройка дополнительных этажей на собственных несущих конструкциях, что позволяет не нагружать существующие вертикальные несущие конструкции.

При возведении дополнительных этажей над существующим строением могут возникать проблемы, такие как: отсутствие достаточного запаса прочности несущих конструкций здания для восприятия дополнительных нагрузок от надстраиваемых этажей, а так же возможное несоответствие строительных конструкций нормам и требованиям, предъявляемым в настоящее время.

Помимо этого на реконструкцию зданий в сложившейся застройке накладываются и архитектурные требования, как-то необходимость сохранения первоначального облика здания или поиск максимально приближенных к нему архитектурных решений.

Частным инвестором, косметическим салоном «Салон красоты «Домино», была поставлена задача: увеличить площадь салона за счёт перепланировки и обустройства существующего второго этажа и надстройки третьего этажа в условиях сложившейся застройки города Барнаула, в доме на пересечении проспекта Строителей и улицы Деповской.

Краткие сведения о здании: здание в плане прямоугольной формы с размерами 37х12м, кирпичное, двухэтажное, без подвала, крыша чердачная. Назначение здания – жилой дом. Год постройки – 1952. Общая полезная площадь – 773,2 м<sup>2</sup>. Строительный объём – 3345,0 м<sup>3</sup>. До 1996 года здание использовалось по прямому назначению. В 1997 году в части помещений первого этажа был размещён магазин продовольственных товаров. Эксплуатация магазина прекратилась в 1997 году, после пожара.

В 1998 году новым владельцем приобретены дополнительные площади на первом этаже. Было выполнено их объединение с бывшим магазином и реконструкция под косметический салон. Планируемая перспектива – расширение салона за счёт существующего второго этажа и вновь возведённого третьего.

В результате проведенного обследования было выявлено конструктивное решение здания, оценено техническое состояние строительных конструкций, принято решение о пригодности здания для дальнейшей эксплуатации, получены данные для обоснованных технических решений по ремонтно-восстановительным мероприятиям.

Было установлено, что конструктивная схема здания – бескаркасная, трехпролетная с несущими продольными наружными и двумя внутренними стенами. Пространственная жесткость обеспечивается внутренними поперечными кирпичными стенами и дисками перекрытий.

Фундаменты – ленточные кирпичные, из кирпича полнотелого керамического на цементно-песчаном растворе. За время эксплуатации здания из-за утечки воды из коммуникаций и замачивания грунта произошла неравномерная осадка фундаментов в центральной части стены дворового фасада и восточного торца здания. Техническое состояние фундаментов – ограниченно работоспособное.

Существующие стены здания наружные и внутренние – кирпичные, из керамического полнотелого кирпича толщиной 65 мм на цементно-песчаном растворе. Номинальная

толщина наружных стен – 640 мм, внутренних – 250 мм. Во всех наружных стенах выявлены трещины, сквозные и несквозные, косые и вертикальные с шириной раскрытия от 4-х до 25-ти миллиметров. Во внутренних стенах над перемычками дверных проемов образовались трещины с раскрытием от 4-х до 6-ти миллиметров. Продольные внутренние стены при реконструкции ослаблены новыми проемами. Техническое состояние стен – ограниченно работоспособное. Стены первого этажа усилены по ранее разработанному фирмой «Тектоника» проекту «Реконструкция помещений под косметический салон и входных узлов по проспекту Строителей, 7», шифр 98-12Л.

Перекрытия в здании устроены по деревянным балкам – спаренным в крайних пролетах и одинарным – в среднем. Накат из досок толщиной 40 мм устроен по черепным брускам. При обследовании выявлено, что до 40% балок имеют загнившие концы, примерно у 10% - концы отгнили полностью. В чердачном перекрытии у части балок крайнего пролета (со стороны проспекта Строителей) прогиб превышает предельный в три раза. На двух участках междуэтажного перекрытия прогибы превышают предельный более чем в два раза. Здесь при предыдущей реконструкции были выполнены местные подкрепления перекрытия путем подведения поперек деревянных балок перекрытия дополнительных балок из прокатных швеллеров №18. Очевидно, что данные балки были установлены без разработки технического проекта, в работу они включены не были и выполняют только функции страховочных опор. Техническое состояние перекрытий – недопустимое.

Крыша в здании чердачная с наслонными деревянными стропилами с неорганизованным водостоком. В результате многочисленных протечек деревянные элементы стропильной системы и обрешётки поражены гнилью на значительных участках. Техническое состояние крыши – недопустимое.

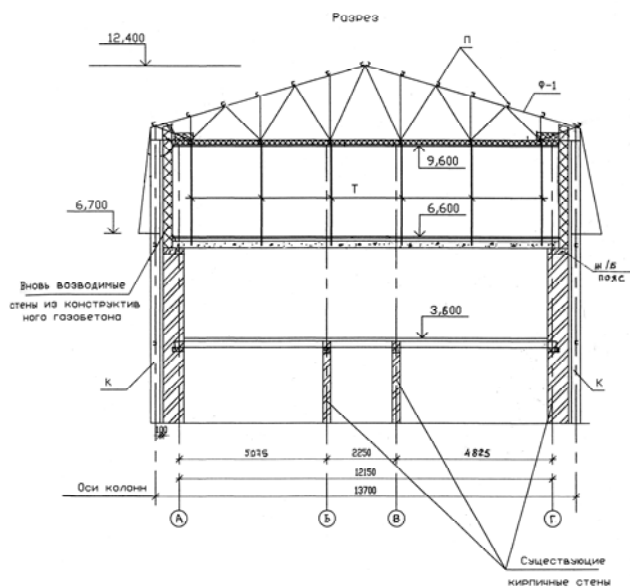
Функциональное назначение проектируемого объекта: салон «Домино» предназначен для предоставления косметических услуг. Бутик «Домино» со швейным цехом, располагаемый на первом и втором этажах, предназначен для торговли и пошива женской одежды. На втором и третьем этажах предусмотрено также размещение административных помещений.

При проектировании принимался во внимание архитектурный стиль здания.



Эскизный проект реконструкции фасадов  
салона «Домино» по  
пр. Строителей, 7

Проектирование надстройки третьего этажа велось с учётом действительной несущей способности существующих фундаментов и стен. Расчеты показали, что резервы несущей способности данных конструкций малы и недостаточны для восприятия нагрузок от дополнительного этажа. Пришлось прибегнуть к ненагружающей системе дополнительных конструкций типа «фламинго». Был применен наружный каркас, опирающийся на собственные фундаменты. Колонны наружного каркаса располагаются так, что повторяют очертания и контуры существующего здания.



Поскольку колонны каркаса должны располагаться в непосредственной близости от стен здания, то и фундаменты также должны находиться в непосредственной близости к существующим фундаментам. С учетом этого под наружный каркас были запроектированы свайные буронабивные фундаменты.

В качестве несущих конструкций наружного каркаса были применены колонны из прокатных двутавров и металлические треугольные фермы из спаренных прокатных уголков.

Оригинальным решением проекта является устройство подвесных перекрытий второго и третьего этажей. Данные перекрытия запроектированы по

металлическим балкам, подвешенным на тягах к нижнему поясу ферм покрытия.

В связи с большим физическим износом конструкций междуэтажного перекрытия была предусмотрена их замена. При этом запроектировано устройство нового перекрытия первого этажа над существующим, без его предварительного демонтажа.

Проектируемые стены третьего этажа: наружные – газобетонные блоки, внутренние – в санузлах – кирпичные, перегородки в кабинетах – каркасные гипсокартонные с заполнением минеральной ватой.

Все наружные стены здания утепляются жёсткими минераловатными плитами на базальтовой основе.

Покрытие – чердачная двухскатная крыша с организованным водостоком.

Кровля – из металлочерепицы.

Отмостка со стороны проспекта Строителей бетонная, сверху облицованная тротуарной плиткой, со стороны дворового фасада - асфальтобетонная.

Сейсмичность площадки строительства 6 баллов, поэтому разработка дополнительных антисейсмических мероприятий при реконструкции здания не требуется.

Производство работ по расширению салона «Домино» планируется вести без остановки деятельности салона и магазинов, расположенных на первом этаже. В связи с этим производство работ на фасадах по проспекту Строителей и ул. Дёповской предусматривается вести во вторую смену после окончания работы салона и магазинов.

Производство работ ведётся в стеснённых условиях. В связи со стеснённостью строительной площадки складирование строительных материалов и изделий предусматривается на промежуточном складе.

В связи с отсутствием приобъектного склада монтаж конструкций предусмотрен с колёс.

Точки подключения временных сетей электроснабжения и водоснабжения располагаются в здании.

Общая нормативная продолжительность строительства, с учётом коэффициента стеснённости, согласно указаниям СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства...», раздел 3, подраздел 1\*, поз.4, составляет 9,6 месяцев, в том числе подготовительный период 0,5 мес.

Воздействие на окружающую среду административных помещений салона «Домино» не увеличится, так как ранее на данных площадях располагались жилые помещения семейного общежития.

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В Г. РУБЦОВСКЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

Николаев Д.В. – студент, Кулигин С.А - к.т.н., доцент., Халтурин Ю.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Целью данной работы является оценка технического состояния конструкций незавершенного строительством жилого здания, выявление дефектов, допущенных при строительстве, и разработка рекомендаций по устранению выявленных дефектов. Дом расположен на пересечении пр. Ленина и пр. Рубцовский в г. Рубцовске.

Здание было запроектировано и начато строительством девятиэтажным, состоящим из шести блок-секций серии «86», со встроенно-пристроенным магазином продовольственных товаров и сберкассой, Г- образной конфигурации в плане. Строительство дома началось в 1988 году, затем было приостановлено. Впоследствии было принято решение уменьшить этажность здания до семи типовых этажей и над седьмым этажом возвести мансардный этаж. При возобновлении строительства, были демонтированы конструкции верхних этажей. В настоящий момент строительно-монтажные работы в здании не ведутся. На момент очередного приостановления строительства возведены все семь этажей и мансарда.

При обследовании установлено, что в соответствии с проектом в здании устроены свайные фундаменты из свай С60-35, С40-35с монолитными железобетонными ленточными ростверками. Под наружные несущие и внутренние поперечные стены схема расположения свай принята однорядной, под внутреннюю продольную несущую стену – двухрядной в шахматном порядке. После отытия шурфов выявлен размер поперечного сечения свай 350х350 мм, что соответствует проекту, дефектов и повреждений свай при обследовании не обнаружено. Проектом предусматривались сваи сечением 350х350 мм длиной 6 м с нагрузкой 60 т на одну сваю. По результатам динамических испытаний, выполненных в марте-мае 1998 года, семи пробных забитых свай сечением 350х350 мм их несущая способность составила не менее 75 т.

В связи с тем, что по результатам инженерно-геологических изысканий грунтовые воды обладают сильной степенью сульфатной агрессии к бетонам нормальной и повышенной плотности и слабой степенью углекислой агрессии к бетонам нормальной плотности, проектом предусматривалось использование свай из сульфатостойкого бетона. Выполнение данного требования проекта в исполнительной документации отражения не нашло.

Проектом предусмотрен свайный фундамент с низким расположением ростверка. Бетон ростверка по проекту класса В15 по прочности на сжатие. Было установлено, что ростверк выполнен в соответствии с проектом монолитным железобетонным высотой 500 мм и шириной: под наружные несущие и внутренние поперечные стены – 600 мм, под внутреннюю продольную несущую стену – 1100 мм. Отметка низа ростверка соответствует проектной – минус 2,65 м.

При обследовании ростверка выявлены следующие дефекты и повреждения:

- участки с прочностью бетона ниже проектной. Класс бетона по прочности на сжатие на данных участках был ниже проектного значения В15, (наименьшее значение - В10);
- трещины в теле ростверка: а) в блок-секции «Е» под центральной продольной несущей стеной, глубина раскрытия трещины – 58 мм; в) в блок-секции «Д» под центральной продольной несущей стеной, глубина раскрытия трещины – 196 мм;
- бетонные поверхности ростверка имеют раковины, поры и обнажения арматуры;
- размораживание защитного слоя бетона ростверка.

Техническое состояние фундаментов в соответствии с СП 13-102-2003 признано работоспособным.

Несущие стены здания выполнены в соответствии с проектом из модульного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе. Толщина наружных стен – 770 мм, внутренних – 380 мм. Наружная поверхность стен частично облицована бетонной плиткой

толщиной 35 мм.

При обследовании стен здания обнаружены следующие дефекты и повреждения:

- деформационный шов выполнен лишь на части высоты здания;
- перевязка кирпича выполнена с нарушениями требований п. 6.3, СНиП П-22-81. Согласно требованию СНиП, при кладке кирпичом толщиной 88 мм перевязка ложковых рядов тычковым должна выполняться не более чем через три ряда, фактически количество неперевязанных ложковых рядов местами достигает десяти.

- кладка выполнена с нарушениями п. 7.20 СНиП 3.03.01-87: раствором не заполнены вертикальные швы;

- отсутствует перевязка между продольными и поперечными стенами;
- трещины в кирпичной кладке;
- толщина швов кладки достигает 40 мм, что больше требуемых нормами 12 мм;
- повреждение кладки под опорами перемычек и балконных плит в виде трещин, раздробления кирпича или смещения кладки;

- следы увлажнения стен (на площади до 80 %);
- размораживание и выветривание кладки на глубину до 10 мм;
- под опорами прогонов лестничных площадок не устроены проектные распределительные железобетонные плиты;

- во внутренних несущих стенах выполнены непроектные проемы без установки конструкций усиления;

- стены ослаблены выполненными в них непроектными нишами глубиной 250 мм;
- отсутствуют выпуски арматурных сеток из кладки для контроля армирования;
- облицовочная бетонная плитка повреждена, разрушена, на отдельных участках стен отсутствует;

- часть стен разобрана.

В связи с изменением требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций произведен теплотехнический расчет наружных стен согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и сделан вывод о необходимости утепления наружных стен.

Техническое состояние стен выше отметки 0.000 признано недопустимым.

При обследовании перекрытий обнаружены следующие дефекты и повреждения:

- следы замачивания, высолы на поверхности плит;
- размораживание бетона части плит;
- некачественное уплотнение бетона при изготовлении плит;
- швы между плитами не замоноличены;
- толщина защитного слоя бетона рабочей арматуры меньше нормативной;
- разрушение защитного слоя арматуры, её оголение и коррозия;
- сколы, крупные выбоины бетона;
- поперечные и продольные трещины в плитах;
- часть перекрытий выполнена из рубленых многопустотных железобетонных сборных плит;

- между продольными гранями части плит перекрытий и параллельными им стенами имеются зазоры до 100-150 мм. Данные зазоры перекрыты путем напуска кирпича стен;

- опирание части плит выполнено на ложковые ряды кирпичной кладки, колотый кирпич.

Техническое состояние перекрытий признано ограниченно работоспособным. Состояние плит с некачественно уплотненным бетоном; рубленых плит и кирпичных заделок, плит с поперечными и продольными трещинами шириной раскрытия более 1 мм – недопустимым.

Над тремя блок-секциями устроена мансарда. Основными несущими элементами мансарды являются стропильные ноги из сосновых досок 50x200 мм, установленные с шагом 1200 мм. Снизу стропильные ноги обшиты досками толщиной 40 мм. Утеплитель и пароизоляция в конструкции мансарды при обследовании не обнаружены. На части здания выполнена кровля из металлочерепицы по деревянной обрешетке из досок толщиной 30 мм.



Смонтированные элементы мансарды и кровли находятся в работоспособном техническом состоянии.

Вдоль фасадов здания по пр. Ленина и пр. Рубцовский выполнена одноэтажная пристройка. Пристройка повторяет Г-образную конфигурацию здания, по конструктивной схеме является сооружением с неполным каркасом. Наружные и внутренние несущие стены выполнены из силикатного кирпича. Внутри пристройки смонтирован сборный железобетонный каркас.

Вертикальными несущими элементами каркаса пристройки являются колонны серии ИИ 04-2 сечением 400х400 мм, установленные на монолитные ростверки свайных фундаментов. На колонны оперты ригели серии ИИ 04-3 длиной 6 метров. Этаж перекрыт сборными железобетонными пустотными плитами длиной 6,3; 6,0; 5,7; 5,1 и 3,0 м. При монтаже вместо проектных связевых плит с вырезами под колонны были использованы непроектные с вырубленными опорными участками для пропуска колонн.

Оконные проемы фасада пристройки перекрыты прогонами длиной 6,0; 5,0 и 3,6 м, по серии 1.225-2. Простенки выполнены из силикатного кирпича марки 200 на растворе марки 100.

При обследовании конструкций пристройки выявлены следующие дефекты и повреждения:

- не выполнен проектный осадочный шов между многоэтажной частью и одноэтажной пристройкой;
- опирание плит покрытия пристройки произведено на стену многоэтажной части здания;
- узлы сопряжения ригелей с колоннами необетонированы;
- узлы сопряжения связевых плит с колоннами необетонированы;
- под опорами ригелей на стены не устроены проектные распределительные железобетонные плиты;
- продольные и поперечные трещины в ригелях;
- трещины в местах пересечения наружных стен многоэтажной части здания и стены одноэтажной частей здания.

Техническое состояние стен, ригелей, плит покрытия признано ограничено работоспособным, колонн - работоспособным.

Лестницы в здании в основном - сборные железобетонные, часть - сборные по металлическим косоурам с железобетонными ступенями и монолитными площадками.

При обследовании лестниц обнаружены следующие дефекты и повреждения:

- разрушение бетона, оголение и коррозия арматуры лестничных маршей;
- пробиты непроектные отверстия в плитах перекрытия лестничных площадок;
- трещины в лестничных маршах и площадках.

Техническое состояние лестничных маршей и площадок, поврежденных трещинами, с оголенной арматурой признано недопустимым, плит перекрытия лестничных площадок с пробитыми в них отверстиями – ограничено работоспособным.

Анализ показал, что основными причинами возникновения дефектов и повреждений конструкций здания являются:

- несоблюдение строительных норм и требований проекта при выполнении строительно-монтажных работ;
- невыполнение мероприятий по консервации здания на период приостановки строительства.

В результате этого на восстановление работоспособности строительных конструкций и всего здания в целом нужны значительные капиталовложения.

**О ВЛИЯНИИ ВЕЛИЧИН ОТКЛОНЕНИЙ ПРОЕКТНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ  
СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СООРУЖЕНИЯ**

Куколев А.В., Халтурин А.Ю. – студенты  
Кулигин С.А. - к.т.н., доцент, Халтурин Ю.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Целью данной работы является оценка технического состояния конструкций недостроенного здания стоянки с учетом дефектов, допущенных при монтаже конструкций, анализ возможности восстановления работоспособности каркаса здания и разработка рекомендаций по устранению выявленных дефектов.

Стоянка находится на пересечении переулка Ядринцева и улицы Папанинцев в Центральном районе г. Барнаула. Проект стоянки разработан ООО ПТМ Архитектора Башкирова в 2000-01 гг. Здание имеет в плане прямоугольную форму с размерами по крайним осям 49,2x54,0 м. Здание трехэтажное бесподвальное с железобетонным каркасным несущим остовом по серии 1.020-1/83. Каркас решен по связевой схеме с шарнирным сопряжением ригелей с колоннами. Пространственная устойчивость здания обеспечивается системой вертикальных жестких дисков, объединенных жесткими горизонтальными дисками перекрытий. Вертикальными жесткими дисками служат связевые панели, образованные сборными железобетонными диафрагмами жесткости. Для подъема автомобилей на верхние этажи в здании предусмотрен пандус. Для сообщения между этажами проектом предусмотрено устройство двух лестничных клеток.

При обследовании установлено, что в соответствии с проектом в здании смонтированы стыковые колонны сечением 400x400 мм многоэтажной разрезки. Колонны состоят из нижних одноэтажных и верхних двухэтажных колонн сечением 400x400 мм, продольная арматура – четыре стержня диаметром 20 мм класса А-Ш. При монтаже колонн допущены отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, которые квалифицируются как дефекты. Так отклонения от совмещения осей колонн от разбивочных осей (в нижнем сечении колонн) для 22 колонн составили 25-55 мм, что превышает предельные 20 мм, устанавливаемые СНиП 3.03.01-87 при длине колонн от 8000 до 16000 мм.

Отклонения осей колонн от вертикали более нормативных значений, безусловно, снижают прочность и устойчивость данных колонн и всего каркаса в целом. Однако, сборные железобетонные колонны в зданиях небольшой этажности, как правило, имеют большие запасы прочности. С целью выявления возможности (или невозможности) эксплуатации здания с данными дефектами, был выполнен расчет каркаса с учетом выявленных смещений и отклонений колонн от вертикали. Результаты расчетов показали, что при допущенных в процессе монтажа смещениях и отклонениях колонн от вертикали, прочность и устойчивость колонн обеспечены.

Установлено также, что конструкция монтажного узла соединения колонн по высоте не соответствует серии (узел 2-4 серии 1.020-1/83. 6-1 003). Сварка арматурных выпусков колонн выполнена не ванной сваркой по ГОСТ 14098-68-ВП-В, как указано в серии, а ручной дуговой сваркой с накладками из двух арматурных стержней класса А-Ш диаметром 20 мм, при этом сварка выполнена двумя фланговыми швами ручной дуговой сваркой. Длины накладок, ширина и высота сечения сварного шва соответствуют требованиям ГОСТ 14098-91. Требуемая прочность соединения рабочих продольных стержней колонн нижнего и верхнего ярусов при этом обеспечена. Однако в одном из стыков поставлено по одной накладке, при этом диаметр накладок всего 16 мм. Данный стык необходимо усилить.

Во всех стыках колонн по высоте не поставлены хомуты. В соответствии с серией 1.020-1/83 данные хомуты должны изготавливаться из четырех соединительных стержней МС-2 диаметром 10 мм. При омоноличивании стыков был использован бетон класса В15 и раствор марки М75, М50, между бетоном омоноличивания и нижней гранью верхней колонны выявлены зазоры 1-2 мм. В соответствии с серией 1.020-1/83 стык должен быть омоноличен бетоном марки 300 (класс В22,5), а узкие зазоры заделаны раствором марки М300.

В соответствии с «Классификатором основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов» дефекты «армирование замоноличиваемых узлов сопряжения конструкции с нарушением проекта» и «замоноличивание узлов сопряжения конструкции бетоном низкой марки» относятся к «критическим». Критический дефект подлежит безусловному устранению до начала последующих работ.

При монтаже допущено уменьшение проектной глубины опирания ригелей на консоли колонн. В соответствии с серией 1.020-1/83 (узлы 3-4, 4-4, 27-4) зазор между торцом ригеля и колонной должен составлять 20 мм. В 39 узлах этот зазор больше, указанного в серии. Увеличение зазоров ухудшают работу консолей колонн и снижают их несущую способность, снижается при этом и несущая способность ригелей. Проверочные расчеты показали, что условия прочности для консолей колонн выполняются при зазорах не более 40 мм. Консоли колонн с зазорами между торцом ригеля и колонной 45 мм и более (всего 2 шт.) должны быть усилены.

В соответствии с проектом в здании должно быть смонтировано 11 марок сборных железобетонных ригелей с опиранием на скрытые консоли колонн, из них два типа по чертежам завода, остальные серийные. Состояние ригелей по результатам обследования оценено как «исправное». Однако при монтаже ригелей допущены следующие дефекты:

1. Смещение осей ригелей в узлах их сопряжения с колоннами значительно превышает 8 мм - предельное отклонение устанавливаемое СНиП 3.03.01-87. Для отдельных ригелей эти смещения достигают 50 мм. Данные смещения, прежде всего, ухудшают условия работы колонн. Расчет каркаса с учетом выявленных смещений осей ригелей показал, что при имеющихся смещениях и отклонениях колонн от вертикали, сечения колонн удовлетворяют требованиям прочности и устойчивости.

2. Уменьшение проектной глубины опирания ригелей на консоли колонн, о которой сказано выше. Расчеты показали, что при имеющихся зазорах прочность ригелей обеспечена.

3. Снижение прочности сварных соединений в узлах сопряжения ригелей с колоннами по сравнению с проектной. По проекту сопряжение большинства ригелей с колоннами должно выполняться в соответствии с узлом 3-4 серии 1.020-1/83, при этом закладная деталь ригеля должны быть приварена к закладной детали колонны двумя фланговыми швами с катетом 8 мм. В сопряжениях ригелей с колоннами по торцевым осям и при опирании ригелей на стальные монтажные столики катеты фланговых швов должны быть 12 мм.

Установлено, что катеты большинства швов равны 5-6 мм, в некоторых стыках - 3-4 мм. В ряде стыков сварные швы вообще не наложены. Наложение дополнительных швов для получения сварных швов заданного катета требуется практически во всех узлах сопряжения ригелей с колоннами, как с закладными деталями колонн, так и с монтажными столиками.

4. Восемь проектных ригелей серии 1.020-1/83 заменено непроектными, серии ИИ-04 меньшей несущей способности. В узлах опирания ригелей на колонну в унифицированном каркасе ИИ-04 в узле осуществляется частичное защемление ригеля, обеспечивающее снижение момента в пролете и позволяющее таким образом уменьшить сечение ригеля. Опорный момент ригеля в этом решении строго фиксирован, что достигается специальной конструкцией монтажной детали – «рыбки», имеющей участок, на котором развиваются напряжения, соответствующие площадке текучести. «Рыбка» приваривается к закладной детали ригеля, установленной на его верхней грани и к закладной детали в колонне. «Рыбка» воспринимает верхнюю горизонтальную составляющую опорного момента, нижняя составляющая воспринимается приваркой закладной детали в опорной части ригеля к закладной детали консоли колонны. Опорный момент ригеля при таком серийном решении равен 54 кН·м.

В каркасе серии 1.020-1/83 данных закладных деталей в колоннах нет, поэтому при монтаже «рыбки» были просто обрезаны. В результате пролетный изгибающий момент в смонтированных ригелях серии ИИ-04 увеличился на 54 кН·м. Расчеты показали, что при полном нагружении данных ригелей временной распределенной нагрузкой они не удовлетворяют требованиям прочности. Требуется замена ригелей серии ИИ-04 проектными.

Было установлено, что перекрытия и покрытие выполнены из сборных железобетонных пустотных плит по типовому каталогу серии 1.041.1-2, их марки соответствуют проектным. Прогибов плит, превышающих предельные, или хотя бы близкие к ним; смещения плит относительно друг друга по высоте не обнаружено. Повреждений плит, снижающих их несущую способность, в перекрытиях нет. Анализ несущей способности плит показал, что даже при имеющихся минимальных площадках опирания плит на ригели несущая способность плит, в том числе по смятию на опорах, удовлетворяет требованию норм. Состояние плит перекрытий может быть оценено как «работоспособное». При монтаже пристенных плит допущены нарушения проекта. По проекту опирание пристенных плит (в месте выреза под колонну) должно производиться в соответствии с узлом 26-4 серии 1.020-1/83 на опорный столик МС-26, приваренный к закладной детали колонны. Данный монтажный столик выполняется из горизонтальной пластины толщиной 10 мм с размерами в плане 125x220 мм (125 мм – размер вдоль плиты перекрытия) и двух ребер жесткости толщиной 8 мм (длина ребра вдоль плиты 100 мм). Ребра должны привариваться к закладным деталям колонн односторонним швом катетом 8 мм длиной 80 мм. Горизонтальная пластина также должна привариваться односторонним швом.

Вместо проектных опорных столиков опирание пристенных плит выполнено:

1) В перекрытии первого этажа на столики из равнополочных уголков 75x8, длиной 90-100 мм, либо на столики из равнополочных уголков 100x10 длиной 90-115 мм. При таком решении опорного столика размеры опорной площадки в плане значительно меньше проектных (75x90÷100x115 мм при требуемых 125x220 мм).

В перекрытии первого этажа закладные детали колонн, предназначенные для приварки опорных столиков пристенных плит, находятся в уровне плит, поэтому уголки были приварены пером к верху (└). Плиты при этом опираются на горизонтальные полки уголков, под которыми не установлены ребра жесткости.

Расчеты показали, что при минимальной площадке опирания, равной 15 см<sup>2</sup>, прочности бетона пристенной плиты на смятие достаточно для восприятия действующего на столик вертикального усилия. Сварные швы соединения уголков с закладными деталями колонн обеспечивают заданную прочность при имеющихся длинах и катетах швов. Однако изгибная жесткость горизонтальной полки уголка явно недостаточна. Необходимо к вертикальной полке уголка снизу приварить пластину, опорный уголок при этом преобразуется в тавр (┌) и снизу сварить ребро жесткости по аналогии с проектным монтажным столиком.

2) В перекрытии второго этажа опирание связевых плит выполнено на столики, конструкции которых на разных колоннах и даже на одной колонне (установленные на противоположных гранях колонны) отличаются друг от друга. Большинство столиков выполнено из уголков, приваренных к закладным деталям колонн пером к низу (┐). При этом отличаются размеры сечения уголков, их длина, количество ребер (от 0 до 2). У всех монтажных столиков, не имеющих ребер жесткости, необходимо выполнить их установку.

3) В покрытии также установлены опорные столики пристенных плит различных размеров с одним ребром или без ребер. Все столики выполнены из уголков, приваренных к закладным деталям колонн пером к низу (┐). При этом отличаются размеры сечения уголков, их длина, количество ребер (0 или 1).

Как и в перекрытии первого этажа прочности бетона пристенной плиты на смятие достаточно для восприятия действующего на столик вертикального усилия. Сварные швы соединения уголков с закладными деталями колонн обеспечивают заданную прочность при имеющихся длинах и катетах швов. Однако изгибная жесткость горизонтальной полки уголка явно недостаточна. Необходимо сварить ребра жесткости по аналогии с проектным монтажным столиком.

Обследования показали, что даже при большом количестве критических и значительных дефектов монтажа, можно обеспечить работоспособность каркаса здания (имеющего большие запасы прочности при его возведении в соответствии с нормами и проектом) путем устранения данных дефектов, а не демонтировать каркас полностью или частично.

## ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОНОМИИ СТАЛИ НА КАРКАС ЗДАНИЯ ЗА СЧЕТ ЗАМЕНЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ

Альгина Т. В. - студент, Демидова Е.А. - студент, Харламов И. В. – к.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

### Анализ существующих конструкций

1. Для анализа возможности экономии стали на каркас здания был взят магазин «Мария-Ра», расположенный по адресу Павловский тракт 223 «А», г. Барнаул.

2. Архитектурно-конструктивное решение: каркасное здание с размерами в плане 75x18 м, представляющее собой 3 отдельных блока. Несущие конструкции: металлические фермы из 2-х уголков, ж/б колонны сечения 400x400 мм, шагом 6 м. Ограждающие конструкции – стеновые сэндвич-панели, совмещенная крыша с организованным наружным водостоком.

3. Для проверки усилий, возникающих в стержнях ферм, были взяты исходные нагрузки, в которых не был учтен вес подвесного потолка. Расчеты проведенные в SCADe показали, что исходные усилия в ферме Ф1 больше, чем полученные, а в ферме Ф2 меньше. Стержни ферм обладают большим запасом прочности, кроме опорных раскосов фермы Ф2 (перегружены на 103%). На основе полученных данных был сделан подбор сечений стержней ферм. В результате чего экономия металла в среднем составила 64% для Ф1, 32% для Ф2.

### Проектирование металлических конструкций

1. В целях уменьшения нагрузки на здание заменяем существующую конструкцию покрытия кровельными сэндвич панелями, уложенными по прогонам.

2. Исходя из того, что полученные нагрузки являются сравнительно небольшими, проектируем фермы из одиночных уголков с исходным очертанием. Т. к. раскладка прогонов осуществляется через 3м, меняем решетку ферм.

3. Полученные фермы Ф1 и Ф2 легче исходных Ф1 и Ф2 на 1845,05 кг и 633,51 кг соответственно, что составляет 53% для Ф1 и 46% для Ф2 экономии стали.

4. Проектируем металлические колонны. Т. к. требуемая площадь мала, принимаем сечение колонны конструктивно (из условия размещения болтов). Выбираем двутавр №20К1.

### Недостатки вновь запроектированных конструкций

1. Большой запас несущей способности колонн (80%).

2. Расчет ферм осуществлялся из условия гибкости (т.к. элементы имеют большие расчетные длины), поэтому некоторые элементы имеют большой запас прочности (90%).

3. Наличие у ферм Ф1 и Ф2 острых углов в некоторых узлах.

4. Большие размеры фасонок (1430x606 мм).

5. Уголки элементов ферм взяты в основном из полного каталога металлопроката.

### Альтернатива

1. Более рациональное использование материала колонн возможно при замене двутавра гнутыми трубами квадратного сечения.

2. Изменение геометрии фермы Ф1 (замена треугольного очертания трапецевидным).

3. Переход на использование сокращенного сортамента.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ШЕСТНАДЦАТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Искуснов С.А. – студент, Плотников М.О. – студент,  
Харламов И.В. - к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

• По способу восприятия горизонтальных воздействий схема каркаса- рамно-связевая. Для экономии материала по высоте здания сечение колонн переменное. Всего четыре

типоразмера. Начиная с отметки 0,000 до +7,500 колонны выполнены из двутавра колонного 40К3 по ГОСТ 26020-83. Далее по высоте 40К2, 35К1 и 30К1. Колонны разделены на отправочные марки из условия транспортирования. Монтажные стыки колонн находятся на высоте 1 м относительно уровня пола этажа. Это обусловлено тем, что изгибающий момент в этом уровне минимален.

- Базы колонн - шарнирно неподвижные опоры.
- Система горизонтальных и вертикальных связей гарантирует геометрическую неизменяемость здания в целом.
- Вертикальные связи представлены раскосами, выполненными из спаренных равнополочных уголков L160x8 по ГОСТ 8509-93.
- Кроме того, особенностью здания является то, что ригели в смежных рамах находятся на разных уровнях, что позволяет включить в работу плиты перекрытия. Одной опорой плита помещается на верхнюю полку ригеля, другая опора заводится между нижней и верхней полками ригеля смежной рамы. В связи с тем, что контур здания имеет округлые очертания, выполняются монолитные участки, которые участвуют в создании единого диска жёсткости.
- Соединение плит с ригелями осуществляется посредством анкеров, приваренных к монтажным петлям плит перекрытия. Зазоры между плитами замоноличиваются бетоном.
- Все ригели здания выполнены из двутавра колонного 30К1 из условия опирания плит перекрытия. Стык ригеля с колонной выполнен посредством консоли, входящей в отправочную марку колонны. Консоль - сварной двутавр, нижняя полка которого выступает на величину 300 мм, по отношению к верхней полке и стойке. Ригель укладывается на выступ и выполняется монтаж. В связи с тем, что по высоте здания колонны меняют сечение, а консоли варьируются по длине, ригели остаются унифицированными.

Стык ригеля и консоли находится на расстоянии порядка 500 мм в соответствии с эпюрой изгибающих моментов.

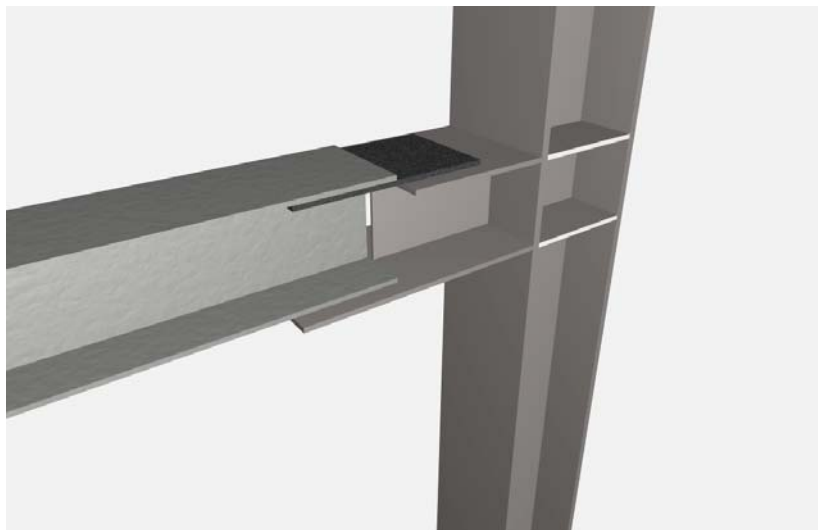


Рисунок 1- Узел опирания ригеля на колонну

Конструктивной особенностью узла опирания ригеля на колонну является то, что все горизонтальные сварные швы выполняются в нижнем положении.

#### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОШИБКИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ТЦ «ЁЛОЧКА».

Анисимова Т.П. – студент, Мельникова О.А. – студент, Харламов И.В. - к.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Металлические конструкции, использованные при строительстве здания торгового центра Ёлочка по адресу Павловский тр.251в были перенесены с объекта кирпичного завода в г. Заринске. Здание имеет размеры в осях 98м\*108м. В обоих направлениях выполнены температурные швы. В результате обследования каркаса здания были выявлены следующие недостатки.

1) В зданиях с металлическим каркасом температурный шов необходимо выполнять при пролетах свыше 120 м. Следовательно, температурные швы в данном здании выполнять не требуется. При исключении температурных швов из конструкции здания экономия металла составит около 20 тонн;

2) Стропильные и подстропильные конструкции представляют собой фермы с параллельными поясами. Система решеток ферм треугольная с нисходящими опорными раскосами. Пролет стропильной фермы – 24м, величина панели – 3 м., уклон  $i = 0,015$ , высота – 2м. Все элементы фермы выполнены из стальных гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по ГОСТ 25577-83\* 100\*4

Пролет подстропильной фермы – 12м, величина панели – 4 м., уклон  $i = 0,015$ , высота – 2м. Все элементы фермы выполнены из стальных гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по ГОСТ 25577-83\* 100\*4.

Проверочные расчеты показали, что коэффициенты использования несущей способности элементов стропильных конструкций составляют:

- для верхнего пояса в плоскости фермы 2,65;
- для нижнего пояса 1,15.

Коэффициенты использования элементов подстропильных конструкций составляют для верхнего пояса 2,98, а нижний пояс перегружен в 1,53 раза.

Таким образом фермы должны иметь другие размеры поперечных сечений. При этом лучше принять сечения элементов из разных типоразмеров.

3) Металлические конструкции не защищены от огня. Более того, антикоррозийное покрытие выполнено из легковогоараемого материала;

4) Балки перекрытия 1-ого этажа выполнены из спаренного двутавра, что ведет к усложнению узлов опирания балок на колонну, также при таком решении необходимы дополнительные работы по устройству ребер жесткости; Менее затратно воспользоваться прокатными балками требуемого сечения;

5) Неграмотно расставлены ребра жесткости в узлах опирания балок перекрытия на колонны, что может привести к потере местной устойчивости;

6) Площадь сечения просчитанных нами сварных колонн на 35% превышает требуемую. Конструкции колонн сварные, хотя экономнее и надежнее было бы принять прокатный профиль;

7) Базы колонн запроектированы шарнирно закрепленными, из-за чего весь каркас принимает геометрически изменяемую схему;

8) Неграмотное устройство мягкой кровли, возможен «эффект флаттера».

#### АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ.

Жандаров В.В. – студент, Круглов А.С. - студент, Кашкаров А.В. – студент,  
Харламов И.В. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Изучена конструктивная схема здания базы строительных материалов ЗАО «СДЛ-Плюс» (Арсенал).

Здание каркасного типа состоит из двух блоков, размером в плане 101,4х63,4 м, высотой до низа стропильных конструкций 6,200 - 7,240 м. С торца к центральному блоку примыкает пристройка, размером в плане 60,4 х 15,4 м. Высота пристройки до низа стропильных конструкций 4,89-6,01 м.

Несущим остовом здания является металлический каркас, основная несущая часть которого поперечная рама. Пространственная жесткость в продольном направлении обеспечивается вертикальными и горизонтальными связями и жестким диском перекрытия, в поперечном направлении жесткость обеспечивается самой рамой, так как она имеет жесткие рамные узлы. Все элементы каркаса выполнены из сварного профиля переменного по длине сечения (толщина и высота стенок, толщина и ширина полок). Узлы сопряжения колонн с ригелями фланцевые на высокопрочных болтах.

Покрытие запроектировано трехслойным полистовой сборки из стальных профилированных листов с эффективным утеплителем. Первый слой профилированных листов укладывается на Z-образные холодногнутые профили к которым он крепится самонарезающими винтами. Сами Z-образные прогоны крепятся самосверлящими болтами. К нижнему профнастилу крепятся  $\Omega$ -образные элементы. По профнастилу укладываются минераловатные маты. Затем на  $\Omega$ -образные элементы укладываются прогоны на которые кладется верхний слой профилированных листов.

Расчетная схема здания сформирована в программном комплексе SCAD. Расчет конструкций выполнен по двум предельным состояниям.

Проанализировав результаты расчета конструкций здания мы пришли к следующим выводам:

а) За счет использования в конструкциях здания профилей сварного типа переменного сечения с тонкой стенкой существенно снижена их металлоемкость (в сравнении с отечественными проектами).

б) В здании имеется максимальный пролет 22м, который перекрывается ригелем ломаного очертания. Такая конструкция является выгодной по отношению к прямолинейной балке или ферме.

в) Недостатком здания является наличие снегового мешка, образующегося из-за перепада высот (3м) в месте сопряжения основной части здания с торцевой пристройкой. Это заставило в течении зимы дважды убирать снег.

## УТОЧНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОГО КАРКАСА АДМИНИСТРАТИВНОГО КОРПУСА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Репина О. В. – студент, Харламов И. В. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

При проектировании строительных стальных конструкций важным этапом является оценка технологичности конструкции. Технологичными считают конструкции, которые характеризуются наименьшими затратами материала, времени и труда при их проектировании, изготовлении (включая транспортировку), монтаже и эксплуатации<sup>1</sup>.

Актуальность данной темы заключается в том, что одним из важных условий при разработке конструкции является обеспечение наименьшей стоимости и массы конструкции за счет применения экономичных марок сталей, эффективных профилей, рационального раскроя заготовок. Затраты на сталь и другие материалы, требующиеся на возведение объекта из металла, в денежном выражении составляют 40-50% от суммарных затрат.

В качестве объекта курсового проекта нам был предложен административно-бытовой корпус производственной базы «Новэкс», который представляет собой двухпролетное, трехэтажное здание, в плане имеющее прямоугольную форму с размерами по крайним осям 10,6×54 м. По конструктивной схеме здание является каркасным, каркас металлический. Шаг колонн 6 м.

Согласно проекту административно-бытового корпуса производственной базы «Новэкс» для междуэтажного перекрытия в середине здания используются балки составного поперечного сечения, которое состоит из двутавра №45 и швеллера №24, уложенного на полку двутавра внутренней плоскостью стенки и приваренного к полке. Данный вид сечения был выбран для более эффективного использования металла. В результате проверки сечения



балки на прочность, предварительно определив инерционные характеристики, было установлено, что несущая способность балки использована только на 26%. Поэтому перед нами стояла задача – уточнить размеры составных элементов междуэтажной балки, не меняя вид сечения. После неоднократных приближений, мы подобрали для нашего сечения балки двутавр №27 и швеллер №16 с запасом прочности 7%, что для прокатных профилей допустимо. После подбора поперечного сечения по несущей способности необходимо было проверить его по второй группе предельных состояний, то есть сравнить прогиб в середине пролета балки с допустимым. В результате этой проверки мы установили, что необходимая жесткость принятого сечения балки обеспечена.

В ходе выполнения курсового проекта также нам необходимо было проверить поперечное сечение крайней междуэтажной балки, которое представляет собой двутавр №33. После сбора нагрузок, действующих на балку, и расчета балки на несущую способность мы получили запас прочности 64%. Следующей задачей было произвести подбор поперечного сечения балки по несущей способности и обеспечению требуемой жесткости. В итоге мы подобрали в качестве поперечного сечения балки двутавр №22, запас прочности которого составил 9%, но по условию второй группы предельных состояний он не проходит, так как возможный прогиб балки на 0,8 см превышает допустимый. Таким образом, мы вынуждены принять двутавр №24 с использованием несущей способности только на 73%.

Итак, мы предлагаем использовать в качестве междуэтажных перекрытий балку, состоящую из двутавра №27 и швеллера №15, а также балку из двутавра №24, в результате чего мы добьемся значительной экономии металла на изготовление самих балок, а также на изготовление фасонок, с помощью которых выполняется сопряжение балок с колоннами, так как размеры фасонок тоже уменьшаться. Также мы придем к более легким конструкциям, что позволит снизить затраты на транспортировку и монтаж конструкций, а также уменьшить трудоемкость.

Экономия металла по всему зданию при замене запроектированных балок на предложенные выше составляет 7,6 т.