



**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА
АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ**

Украина: scad@scadgroup.com
Россия: scad-soft@mtu-net.ru

Украина, 03186, Киев, Чоколовский бульвар, 13, к.508, т/ф: (044) 243 83 51
Россия, 107082, Москва, ул.Б.Почтовая, 18/20, корп.12, к.12, т/ф: (095) 267 40 76

SCAD Soft

Новости SCAD

SCAD news

Сентябрь 1998

Этот выпуск журнала Новости SCAD продолжает постоянную серию информационных материалов, которые мы будем готовить для наших пользователей. Журналы будут выходить одновременно с новыми версиями системы и содержать краткую информацию об особенностях новой версии, рекомендации по работе с системой, сообщения об обнаруженных ошибках и способах их обхода. В каждом выпуске Вы найдете ответы на вопросы пользователей, описание нетрадиционных приемов, позволяющих существенно ускорить синтез сложных расчетных схем, узнаете о внутреннем мире системы и планах ее развития. Мы надеемся на Ваше активное участие в формировании следующих выпусков и ждем от Вас предложений по развитию SCAD, критические и дискуссионные материалы.

Разработчики SCAD

Что нового

Раздел содержит информацию о новых функциях и изменениях, которые были введены в различные версии

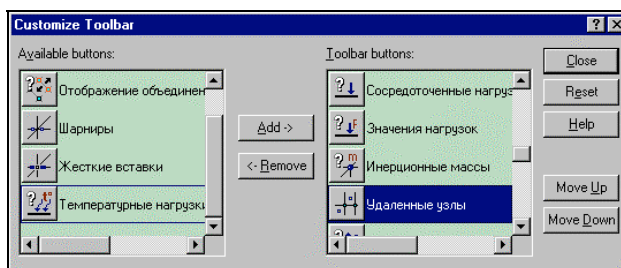
Версия 7.25

Процессор

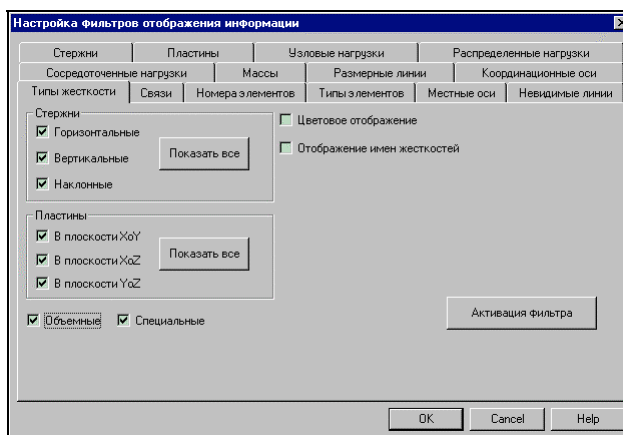
- реализован новый процессор, позволяющий выполнять расчет задач, включающих до 65000 узлов и элементов;
- повышена производительность процессора;
- расширены возможности управления расчетом.

Управление

- в диалоговом окне **Настройка графической среды** добавлена возможность переключения интерфейса SCAD в режим отображения кнопок в стиле MS Internet Explorer (плоские кнопки);
- в раздел меню **Опции** введен режим пользовательской настройки панелей фильтров отображения и визуализации (диалоговое окно Customize Toolbar), позволяющий разместить на панели только необходимые кнопки и в удобной для пользователя последовательности; режим можно вызвать из раздела меню **Опции** или двойным кликом мыши по свободной от кнопки области панели (если, конечно, такая область есть);



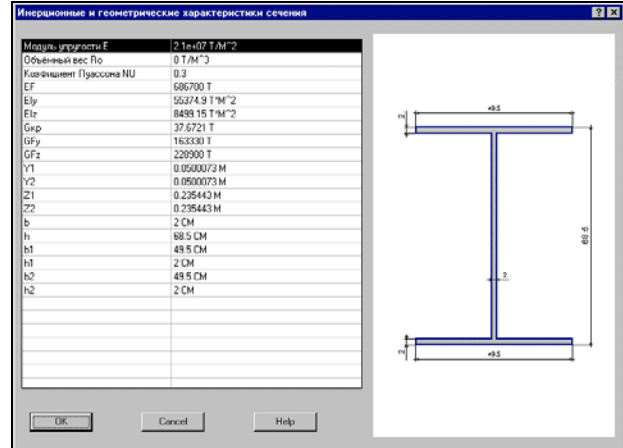
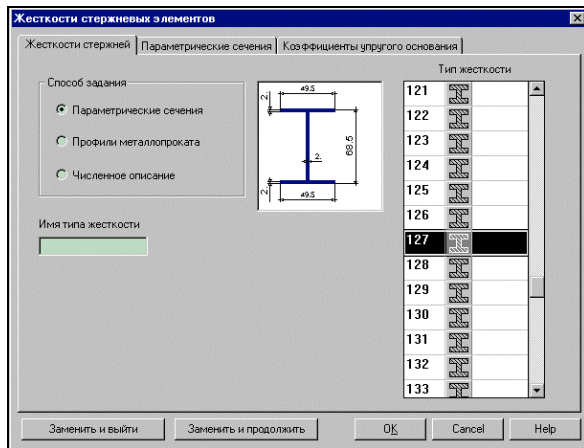
- все функции настройки фильтров отображения сведены в одно многостраничное диалоговое окно, что позволяет не только выполнить настройку нескольких фильтров одновременно, но и активизировать нужные фильтры в процессе настройки;






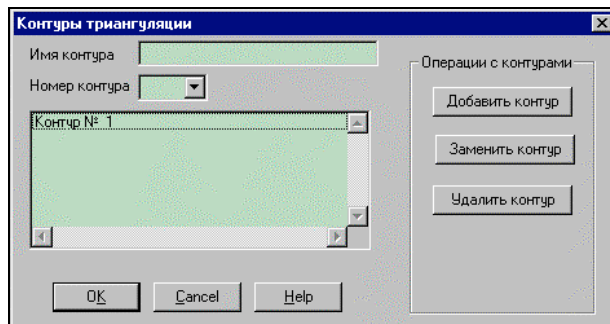
- в раздел меню **Опции** добавлена операция, позволяющая изменить стиль и размеры шрифта отображения закладок в окнах пре- и постпроцессора.

Препроцессор

- в режиме задания жесткостей стержневых элементов используется многостраничное диалоговое окно, в котором список типов жесткости включает изображение сечений, использованных для каждого типа, предусмотрена возможность просмотра размеров сечений;

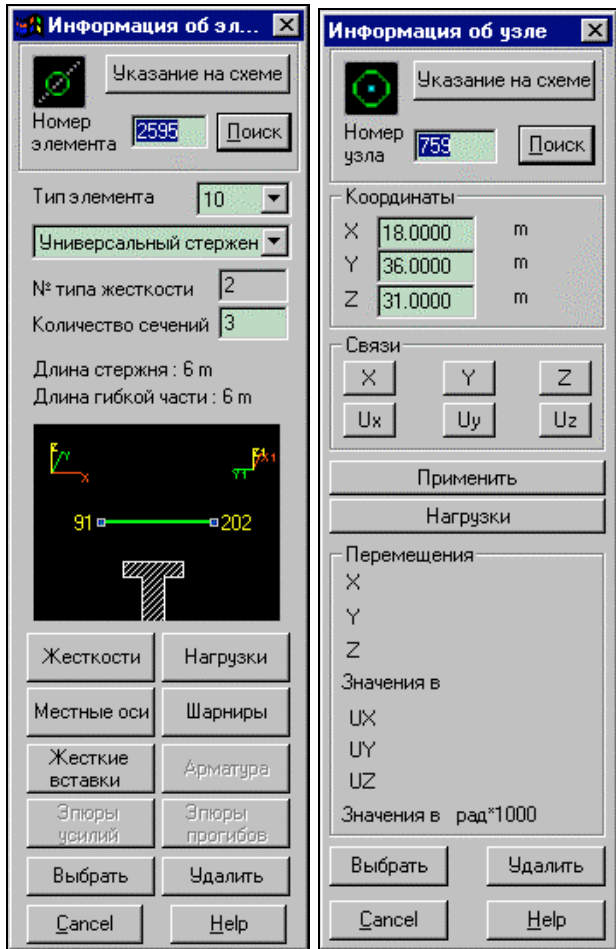


- для параметрических сечений и сечений, заданных из базы металлопроката, предусмотрена возможность получения основных геометрических и инерционных характеристик;
- в базу металлопроката введены неравнополочные уголки с зеркальным расположением полок;
- расчет коэффициентов упругого основания и деформативности основания вызывается непосредственно из диалоговых окон задания жесткостей, а значения коэффициентов постели автоматически переносятся в соответствующие поля ввода;
- в раздел **Назначение** введена операция удаления дублирующихся типов жесткости ;
- функция сборки схемы из подсхем обеспечивает выполнение сборки с одной или несколькими группами элементов ;
- в раздел **Схема** введена функция задания координационных (разбивочных) осей, которые могут использоваться в операциях ввода, сборки и фрагментации ;
- в раздел **Узлы и Элементы** введена операция ввода узлов на пересечении заданных координационных осей, введенные узлы доступны всем функциям формирования расчетной схемы ;

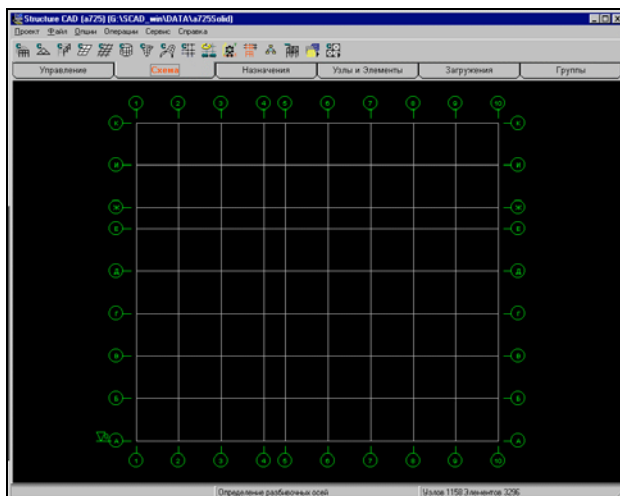


- в раздел **Узлы и Элементы** добавлена операция ввода одного объемного элемента;
- расширены возможности функции ввода узлов по координатам, куда добавлена возможность переноса начала общей системы координат в последний введенный узел и операция изменения направления ввода новых узлов;
- в режиме формирования треугольной сетки конечных элементов на плоскости добавлена возможность сохранения, корректировки и удаления контуров.

Фильтры



- в окне **Информация об элементе** введена возможность корректировки и назначения шарниров, жестких вставок, углов ориентации главных осей инерции, а также удаление и выбор анализируемого элемента;
- в режиме графического анализа результатов в окне **Информация об элементе** предусмотрена возможность вывода графического представления результатов подбора арматуры для анализируемого элемента;
- в окне **Информация об узле** предусмотрена возможность удаления или выбора анализируемого узла;
- введена новая операция, позволяющая определить расстояние между двумя выбранными узлами и заменить координаты узла;



- введена операция построения линеек с размерными линиями по границам рабочего поля, операция доступна для проекций расчетной схемы или ее фрагмента на плоскости основной системы координат;
- введена операция отображения координационных (разбивочных) осей и соответствующая страница настройки фильтра;
- на панель фильтров перенесена кнопка гашения маркированных узлов и элементов.



Управление отображением

- введена операция инвертирования выделенного фрагмента при фрагментации с помощью курсоров-рамок и сечений в заданной плоскости.

Графический анализ результатов

- при анализе изополей перемещений на фрагменте значения перемещений масштабируются в рамках фрагмента;
- в настройку графической среды введен параметр, позволяющий задать степень пологости оболочки; значение параметра учитывается при построении изополей и изолиний силовых факторов и позволяет выполнить корректное сопряжение изолиний на соседних элементах.

Печать результатов

- в Документатор введен режим экспорта графического представления таблиц в форматы RTF, что позволяет загрузить таблицы в MS WORD.

Подбор арматуры

- для модуля армирования 2 (пространственные стержни) введена возможность подбора арматуры по первому предельному состоянию для тавровых, двутавровых и кольцевых сечений;
- табличное представление результатов подбора арматуры может экспортироваться в форматы RTF, что позволяет загрузить таблицы в графическом формате в MS WORD.

Руководство пользователей

- подготовлено к печати новое руководство пользователей, в котором приводится более полная информация по управлению комплексом.



Исправлены многочисленные старые

и внесены не менее многочисленные новые ошибки 

Планы на будущее

Калькулятор для проектирования стальных конструкций «КРИСТАЛЛ»

Завершается работа по созданию калькулятора для проектирования стальных конструкций в соответствии со СНиП II-23-81. Этот программный продукт предполагается сперва выпустить как автономный, затем его основные функции будут представлены в качестве специальных пре- и постпроцессоров комплекса SCAD. Ниже мы анонсируем основные особенности разработки, которая поступит на рынок уже в этом году.*

Калькулятор **Кристалл** предназначен для выполнения проверок элементов и соединений стальных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования». Кроме этого при создании **Кристалл** использовались связанные со СНиП II-23-81* государственные стандарты, а также «Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / ЦНИИСК им. Кучеренко». При разработке калькулятора использовались некоторые положения подготовленных, но еще не введенных в действие проектов новых норм (СНиП 53—1-96) и «Общих правил проектирования элементов стальных конструкций и соединений (СП 53-101-96)».

В первой версии **Кристалл** выполняет только проверки предлагаемых ему конструктивных решений, но не создает такие решения самостоятельно. Впоследствии предусмотрено создание режимов подбора сечений балок, колонн и элементов ферм, однако режим проверки остается основным, поскольку имеется возможность создать его более универсальным. Проектировщику представляется возможность гибко и оперативно реагировать на результаты выполненных проверок на основе представляемых ему сведений о результатах всех выполненных проверок.

Поскольку любой набор нормативных требований может быть представлен в форме списка неравенств вида

$$F(S, R) \leq 1,$$

где F — функция основных переменных, S — обобщенные нагрузки (нагрузочные эффекты). R — обобщенные сопротивления, то ориентируясь на значения функции F вводится понятие о **коэффициенте использования ограничения (K)**, а критерий проверки представляется в форме

$$\max K \leq 1.$$

Само значение **K** при этом определяет для элемента (узла, соединения, сечения и т.п.) имеющийся запас прочности, устойчивости или другого нормируемого параметра качества. Если требование норм выполняется с запасом, то коэффициент **K** равен относительной величине исчерпания нормативного требования (например, **K = 0,7** соответствует 30% запасу). При невыполнении требований норм значение **K > 1** свидетельствует о нарушении того или иного требования, т.е. характеризует степень перегрузки.

Все значения коэффициентов **K** в соответствии с проведенными проверками приводятся в полном отчетном документе, который создается калькулятором **Кристалл**. В диалоговых окнах оперативно выводится значение **K_{max}** — максимального (т.е. наиболее опасного) из обнаруженных значений **K** и указывается тип проверки (прочность, устойчивость, местная устойчивость и т.п.), при которой этот максимум реализовался.

Поскольку в СНиП II-23-81* не приводятся рекомендации для всех возможных проектных решений (например, способы определения критического значения изгибающего момента для сечения из одиночного уголка), то в некоторых случаях **Кристалл** не может выполнить необходимую проверку. В большинстве случаев система управления не допускает создания такого запроса. В случаях когда такая ситуация возникает об этом сообщается в отчетном документе, а на экране появляется соответствующее предупреждение.

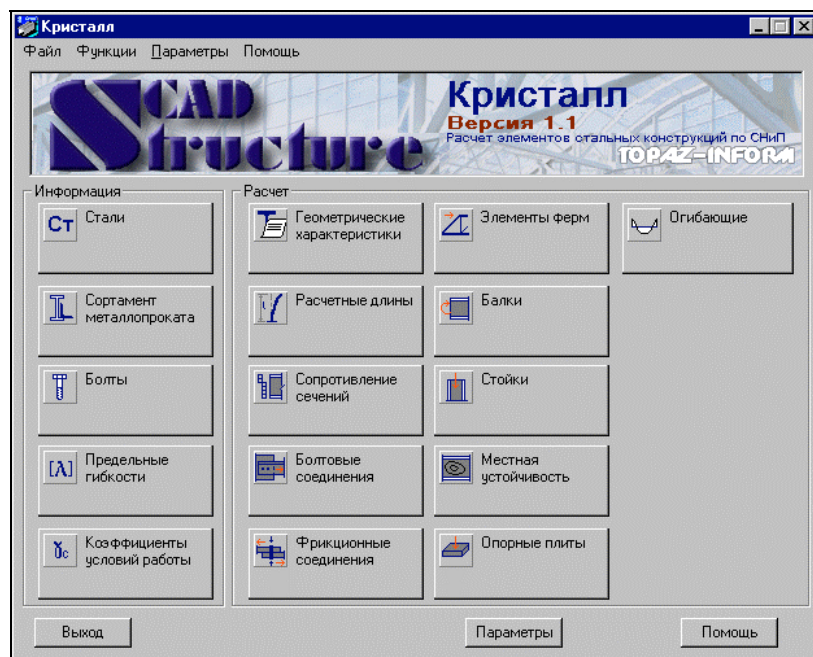


Рис.1

В главном окне калькулятора (рис.1) расположены кнопки выбора режима работы. Первые пять режимов являются в некотором смысле вспомогательными. Они должны обеспечить пользователю помощь при поиске информации. Поскольку объем результирующей информации обычно невелик (часто — одно число), то может быть ее автоматический перенос в другие функциональные режимы и не обязателен.

Стали — основной задачей является реализация рекомендаций СНиП по выбору марок стали (табл.50*), при этом учитывается подход, заложенный в проект нового СНиП. Кроме того, выдаются справки о соответствии классов стали по СНиП (по ГОСТ 27771-88) маркам стали по ГОСТ или ТУ (табл.51,б) и справочные данные о механических характеристиках (табл.51*).

Сортамент металлопроката — режим дает возможности просмотра сортаментов.

Болты — режим должен дать возможность просмотра сортамента болтов с указанием их класса.

Предельные гибкости — режим предназначен для просмотра и выбора значений предельных гибкостей по рекомендациям СНиП (табл.19* и 20*).

Коэффициенты условий работы — режим предназначен для просмотра и выбора значений коэффициентов условий работы элементов (γ_c) и соединений (γ_c , γ_{wf} , γ_{wz} , γ_b) по рекомендациям СНиП (табл. 6*, 35*, 44*, 46 и 48).

Последующие режимы являются собственно функциональными и предназначены для проверки конструктивных решений стальных конструкций и соединений на соответствие требованиям СНиП по прочности, устойчивости и гибкости или же для реализации некоторой части таких проверок, имеющей самостоятельный интерес.

Геометрические характеристики — этим режимом реализуется вычисление всех геометрических характеристик поперечного сечения. Для вычисления крутильной жесткости I_t и секториальной жесткости I_ω привлекаются формулы Еврокода-3.

Расчетные длины — здесь реализованы рекомендации из табл. 11, 12, 13* и 17,а из СНиП, кроме того имеется возможность воспользоваться рекомендациями Еврокода-3 по определению расчетных длин стоек для рамной конструкции.

Сопrotивление сечений — в этом основном режиме работы калькулятора определяются коэффициенты использования ограничений для любого из пятнадцати типов поперечных сечений (рис.2) сплошной и сквозной конструкции (четыре типа прокатных профилей, три типа сечений, сваренных из листов, и восемь типов составных сечений, набираемых из прокатных профилей). Проверки выполняются по всем пунктам раздела 5 СНиП, по плоской и пространственной схемам нагружения при действии произвольных усилий. Кроме расчета на

вполне определенное нагружение имеется возможность построить кривые взаимодействия для любых допустимых комбинаций пар усилий (рис.3).

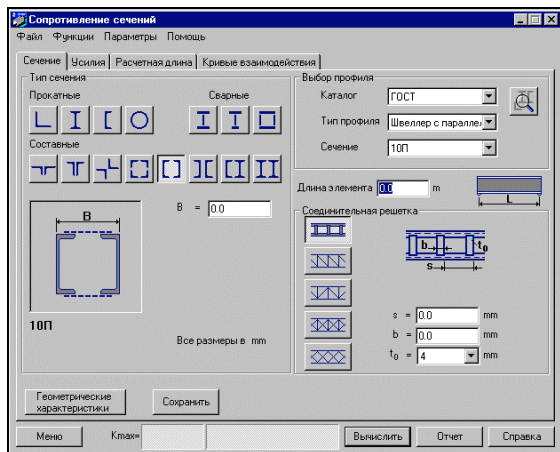


Рис.2

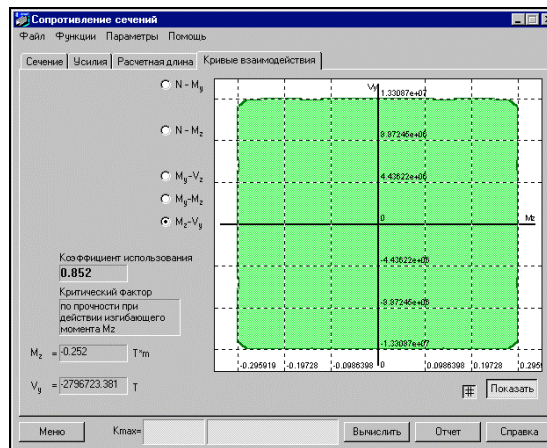


Рис.3

Калькулятор автоматически запрещает работу с конструктивно неудачными сечениями, конфигурациями узловых соединений. С этой целью предусматривается входной контроль задаваемых данных.

Болтовые соединения — для определенного числа наиболее часто используемых конструктивных решений болтовых соединений (присоединение уголков к фасонкам, соединение на накладках и др.) определяются коэффициенты использования ограничений и строятся кривые взаимодействия для любых допустимых комбинаций пар усилий.

Фрикционные соединения — аналогичен предыдущему режиму, но с набором конструктивных решений, характерным для соединений этого типа.

Элементы ферм — этот режим реализует все необходимые проверки элементов балочных ферм с решетками различных конфигураций на прочность и устойчивость, при этом работа начинается с определения расчетных значений усилий от задаваемых внешних нагрузок для схем конструкции, наиболее часто используемых на практике. Предусмотрено создание варианта работы с подбором сечений из заранее составленного сортамента поперечных сечений.

Балки — режим аналогичен предыдущему, но ориентирован на рассмотрение двутавровых (сварных и прокатных) однопролетных балок с различными условиями опирания (шарнирные, с защемлениями, консольные). Строятся эпюры моментов и поперечных сил, реализуется построение огибающих, выполняются все проверки прочности и устойчивости, включая проверку местной устойчивости стенок и полок.

Стойки — режим аналогичен предыдущему, но ориентирован на рассмотрение колонн и стоек различного поперечного сечения.

Местная устойчивость — этот режим реализует проверки местной устойчивости стенок и поясных листов изгибаемых и сжатых элементов для двутавровых стержней без ребер или с поперечными ребрами жесткости.

Опорные плиты — рассматриваются части пластины базы колонны при различных вариантах их окаймления ребрами.

При настройке общих параметров работы калькулятора имеется возможность выбрать:

- единицы измерений;
- используемые каталоги металлопроката;
- язык общения, на котором будут представлены все тексты в управляющих окнах и оформлены результаты работы;

- формат представления данных — количество значащих цифр при представлении данных в форме с десятичной точкой или экспоненциальном представлении;

- стиль отображения результатов — полное документирование с выдачей результатов промежуточных расчетов или короткий текст, в котором приводится только конечный результат расчета и ссылки на использованные пункты СНиП.



Имеется возможность просмотреть текст создаваемого отчета на экране и отредактировать его, для этого используется приложение, ассоциированное с форматом RTF файла (например, WORDPAD или WORD).

Система проектирования железобетонных ребристых монолитных перекрытий

Общие положения

Система предназначена для автоматического проектирования железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и(или) стены. Все элементы проектируемой конструкции, а также колонны и стены могут быть произвольно расположены на ортогональной сетке узлов. Система разработана в соответствии с требованиями действующих норм [1,4], пособий и руководств по проектированию железобетонных конструкций [2,3].

Данная версия системы предусматривает армирование конструкций сварными каркасами и сетками, изготавливаемыми с помощью точечной сварки соединений стержней. При этом максимальный размер арматурных изделий (сеток) может быть задан пользователем. При отсутствии таких указаний максимальная ширина сварных сеток принимается по умолчанию равной 3.0 м.

Результатом работы системы является необходимый комплект рабочих чертежей перекрытия: опалубочный план с характерными сечениями, планы верхней и нижней арматуры плиты (раскладка арматурных сеток и отдельных доборных стержней), арматурные чертежи балок, чертежи сварных каркасов и сеток, использованных для армирования плит и балок. Ко всем чертежам даются спецификации и ведомости расхода стали, приводятся необходимые примечания.

Общая схема перекрытия

Общая схема перекрытия komponуется на ортогональной сетке узлов, имеющих последовательную нумерацию. Узлы располагаются в местах пересечения конструктивных элементов перекрытия - балок, стен, колонн.

Плиты перекрытия постоянной толщины приняты расположенными в уровне верхней грани балок. Балки прямоугольного сечения (таврового с полкой у верхней грани) подразделяются на второстепенные, воспринимающие равномерно распределенную нагрузку от плит перекрытия и главные, несущие нагрузку от второстепенных балок перпендикулярного направления.

Опорами перекрытия служат несущие стены здания и(или) колонны монолитного каркаса. При этом условия опирания перекрытия на стены определяются материалом стен: кирпичных, предусматривающих свободное безмоментное опирание балок и плит, и бетонных, монолитно связанных с перекрытием и обеспечивающих жесткое, моментное сопряжение балок и плит с опорной конструкцией.

Все несущие элементы сооружения (стены, колонны, балки) могут быть размещены эксцентрично относительно осей, соединяющих узлы разбивочной сетки.

Отверстия в перекрытии (круглые диаметром до 500 мм и прямоугольные с большим размером до 500 мм) обрамляются дополнительной арматурой по периметру отверстия. Отверстия большего размера должны быть окаймлены специальными ребрами, включаемыми в систему балок перекрытия, и рассматриваются как участок последнего, в котором отсутствует плита.

Плиты

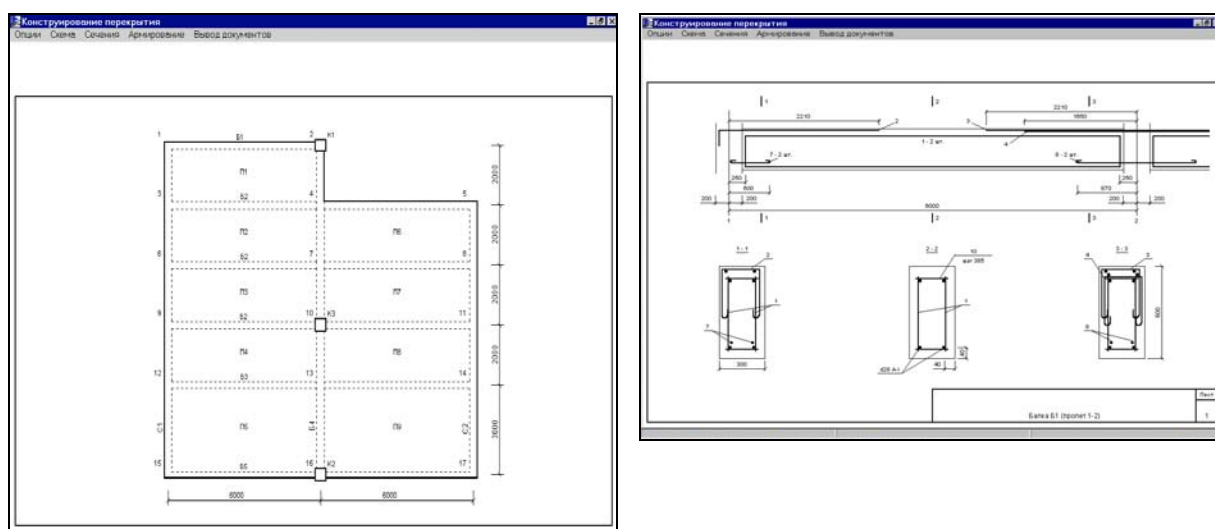
Плиты перекрытия армируются в пролете и на опорах плоскими сварными сетками с рабочей арматурой в одном или двух направлениях в зависимости от условий работы данного участка плиты.

Сечение рабочей арматуры ($\text{см}^2/\text{м}$) принимается не менее $0.05 * h_p$, где h_p - толщина плиты в см. Расчетные арматурные стержни укладываются с шагом не более 200 мм при толщине плиты до 150 мм и не более $1.5 * h_p$ при h_p более 150 мм. Стержни распределительной арматуры сеток (если в этом направлении арматуры по расчету не требуется) назначаются по условиям сварки по данным табл.4 [3].

Пролетная арматура плиты, укладываемая понизу в пределах участка, ограниченного примыкающими балками или стенами, осуществляется в зависимости от размеров участка и предельной ширины сеток в виде одной или нескольких сварных сеток, стыки сеток выполняются внахлестку в направлении меньшего сечения арматуры сетки.

Глубина опирания плит на кирпичные стены может быть задана пользователем. Если это указание отсутствует, глубина опирания принимается по умолчанию равной 120 мм. В местах свободного опирания плит на кирпичные стены пролетные сварные сетки заводятся за грань опоры. Опорное армирование плит осуществляется укладываемыми поверху плиты плоскими сварными сетками.

В местах монолитного сопряжения плит с примыкающими конструкциями стен или балок на крайних опорах (одностороннее примыкание плиты) опорные сетки заводятся за грань опоры на величину анкеровки (см. пп. 5.14 и 5.15 [1]). При этом в случае необходимости концы сеток отгибаются.



Балки

Необходимое сечение продольной A_s (см^2) и поперечной A_{sw} ($\text{см}^2/\text{м}$) арматур в главных и второстепенных балках задается на отдельных участках (не менее трех) по длине пролета балки. В пределах участка армирование предполагается постоянным. Армирование на опорах определяется сечением арматуры, заданным на приопорных участках. При задании пяти и более участков по длине пролета конструирование выполняется с учетом рационального распределения материала (переменный шаг поперечных стержней и обрыв пролетной арматуры на участках, где ее полное сечение не требуется).

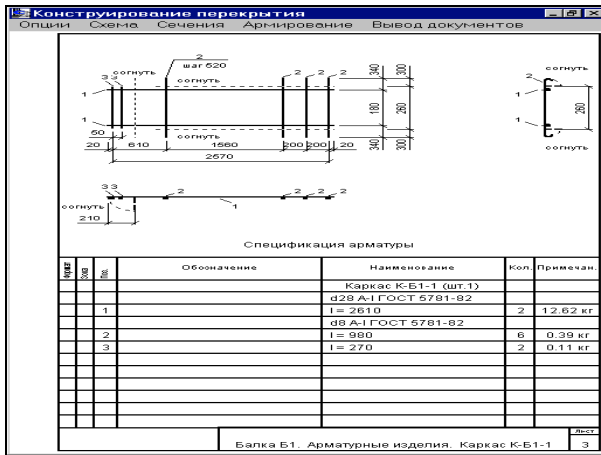
Балки перекрытия армируются в пролетах плоскими сварными каркасами, объединяемыми в пространственные блоки путем приварки поперечных стержней. При ширине балки до 150 мм в пролете может быть установлен один каркас. При большей ширине в пролете балки устанавливается два и более сварных каркасов в зависимости от требуемого по расчету сечения арматуры и условий ее размещения.

Диаметр и шаг поперечных стержней каркасов назначаются по результатам расчета с учетом конструктивных ограничений.

Глубина опирания балок на кирпичные стены может быть задана пользователем. Если это указание отсутствует, глубина опирания принимается равной: для главных балок - 380 мм, а для второстепенных - 250 мм. В местах свободного опирания балок на кирпичные стены пролетные каркасы заводятся за грань опоры.

Главные балки на опорах армируются плоскими сварными каркасами, аналогичными конструкции пролетных каркасов но с верхним расположением рабочих стержней. Верхние стержни каркасов на крайних опорах заходят за грань опоры на требуемую для данного диаметра стержня величину анкеровки. При необходимости эти стержни отгибаются.

В местах примыкания второстепенных балок (см. п. 3.43 [1]) у боковых граней главной балки устанавливаются дополнительные сетки, обеспечивающие передачу сосредоточенных нагрузок в верхнюю сжатую зону балки.



Конструирование перекрытия

Опции Схема Сечения Армирование Вывод документов

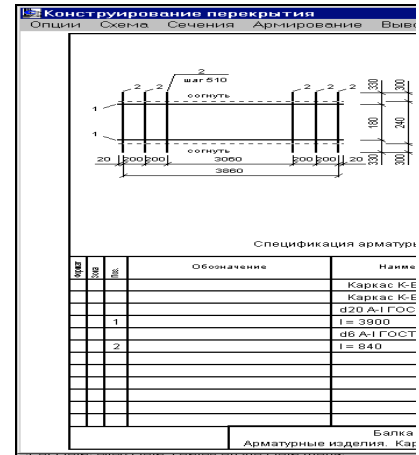
СПЕЦИФИКАЦИЯ

№№	№№	№№	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Сборочные единицы		
				Каркасы арматурные		
1			Лист 2	К-Б1-1-2	2	36,70 кг
2			Лист 3	К-Б1-1	1	27,48 кг
3			Лист 4	К-Б1-2-а	1	21,29 кг
4			Лист 4	К-Б1-2-б	1	21,29 кг
5			Лист 6	К-Б1-2-3	2	36,70 кг
6			Лист 7	К-Б1-3	1	21,90 кг
				Детали		
7*				д10 А-I ГОСТ 5781-82 l = 700	2	0,34 кг
8*				д28 А-I ГОСТ 5781-82 l = 2600	2	10,54 кг
9*				д14 А-I ГОСТ 5781-82 l = 890	2	0,81 кг
10				д8 А-I ГОСТ 5781-82 l = 280	92	0,11 кг
				Материалы		
				Бетон класса В3,5		2,02 м ³

Примечание: Поз., отмеченные знаком *, см. "Ведомость деталей" на листе 8

Лист 10

Спецификация Балка Б1 узлы 1-3



Документация

Результатом работы системы является соответствующая требованиям [4] необходимая проектная документация, включающая:

- пояснительную записку;
- опалубочный план перекрытия и необходимые его сечения — сечения, размеры, отверстия, если они есть, маркировка элементов, привязка линий узлов расчетной сетки к разбивочным осям здания;
- план раскладки нижних сеток плиты — стыки, маркировка, доборные стержни в местах опирания на кирпичные стены, спецификация арматурных изделий;
- то же верхних сеток — маркировка, спецификация арматурных изделий;
- чертежи балок перекрытия — конструкции многопролетных балок перекрытия изображаются на чертежах попролетно, на чертеже приводятся также поперечные сечения балки в данном пролете: у левого конца пролета, в его середине и у правого конца;
- спецификации арматурных изделий — сварные каркасы и отдельные стержни имеют сквозную нумерацию в пределах всей балки, спецификация арматурных изделий дается на каждую балку;
- чертежи арматурных изделий — каждый сварной каркас или сетка изображены на отдельном чертеже, содержащем также спецификацию деталей изделия;
- спецификации арматуры;
- ведомости расхода стали — ведомость расхода стали содержит выборку арматурной стали по классам и диаметрам и составлена для каждого конструктивного элемента перекрытия..

Чертежи выполняются на листах формата А4, что позволяет использовать наиболее распространенные типы принтеров.

Литература



1. Бетонные и железобетонные конструкции. Строительные нормы и правила. СНиП 2.03.01-84.
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры. - М.: ЦИТП, 1989. - 193 с.
3. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). - М.: Стройиздат, 1978.- 175 с.
4. ГОСТ 21.503 - 80. Система проектной документации для строительства. Конструкции бетонные и железобетонные. Рабочие чертежи. Введ. 01.07.81.

Мы ждем Ваших предложений, вопросов и пожеланий

Интернет: <http://www.scadgroup.com>