



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ РЕБРИСТЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ

# МОНОЛИТ

**Р**ациональное проектирование железобетонных конструкций, несмотря на традиционность большинства применяемых конструктивных решений, представляет собой довольно трудоемкий творческий процесс. Реализация присущего этим конструкциям эффективного объединения несущих и ограждающих функций требует соединения элементов разной измеримости, жесткости и конфигурации (стержневые элементы, пластины, подкрепленные ребрами плиты и т.п.). Последнее однозначно приводит к образованию сложных, многократно статически неопределимых железобетонных систем, в элементах которых реализуются разные виды напряженного состояния. Известно, что расчет подобных систем может быть выполнен лишь с привлечением современных методов строительной механики и средств вычислительной техники.

В связи с необходимостью учета специфики работы железобетонных конструкций (образование трещин и реологические процессы в бетоне, а также связанное с ними перераспределение усилий, возможность пластического и хрупкого разрушения и т.п.) как общее решение конструкций, так и геометрические размеры элементов, которые их составляют, могут при проектировании варьироваться в довольно широких границах. Поэтому инженер, как правило,

назначает их интуитивно — на основании своего опыта проектирования. Вместе с тем выполнение условий нормированных предельных состояний достигается благодаря соответствующему насыщению конструкций арматурой. При этом возникает потребность учесть целый ряд конструктивных ограничений, которые обеспечивают технологичность и эксплуатационную надежность запроектованных конструкций. Это также предполагает использование современных методов строительной механики и средств вычислительной техники.

В этих условиях целесообразно создание системы автоматизированного проектирования железобетонных конструкций, которая выполняет не только прочностные расчеты конструкций, но и, во-первых, расчеты их отдельных элементов (в том числе поперечных сечений) соответственно требованиям действующих норм, во-вторых, конструирование арматурных изделий и, в-третьих, обеспечивает выпуск рабочих чертежей конструкций и необходимой сопроводительной документации в объеме и форме, которые предусмотрены ГОСТ 21.501-

93, ГОСТ 21.101-97 и др. (спецификации, выборки и т.п.). Указанные задачи решаются с помощью интегрированной системы SCAD Office, в состав которой входят программы подбора арматуры и проектирования железобетонных конструкций.

Программа МОНОЛИТ предназначена для автоматизированного проектирования железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, которые опираются на колонны и/или стены. При этом все элементы проектируемой конструкции, а также колонны и стены могут быть расположены произвольно на ортогональной сетке узлов.

Программа разработана в соответствии с требованиями действующих норм (СНиП 2.03.01-84\*), а также пособий и руководств по проектированию железобетонных конструкций. В ее состав включена разнообразная справочная информация (сортаменты арматуры, механические характеристики материалов, ряд нормативных параметров и др.).

Программа работает в автономном режиме. Для ввода исходных данных применяются универсальные таблицы. Для сокращения объ-

ема входной информации в таблицах широко используются повторители. Объем как входных, так и выходных данных может быть сокращен и путем ввода унифицированных групп балок и плит. В настоящее время в разработке находится система связи с препроцессором **ФОРУМ** (Формирование укрупненных моделей), который оперирует теми же понятиями, что и программа **МОНОЛИТ**: колонна, стена, балка, перекрытие.

В процессе ввода исходных данных и при выполнении расчета развитая система диагностики контролирует информацию на каждом шаге работы программы, сообщает о формальных и расчетных ошибках (структурные несогласования, невозможность размещения необходимого количества арматуры в определенных пользователем сечениях элементов и т.п.), а также выдает рекомендации относительно их исправления.

В программе **МОНОЛИТ** реализовано армирование балок сварными каркасами. Плиты перекрытия могут армироваться как сварными сетками, так и отдельными стержнями без отгибов. В исходных данных предусмотрено задание максимально допустимой ширины сварных сеток в зависимости от используемого сварочного оснащения. При этом, в зависимости от размеров участка плиты и принятой максимальной ширины сварной сетки, в пролете плиты размещаются в одной плоскости одна или несколько сеток со стыками внахлест. Рабочая арматура сеток может быть расположена в одном или двух направлениях — это определяется условиями работы конкретного участка плиты.

При проектировании сеток предусмотрена унификация арматурных стержней. Участки плиты ранжируются по необходимым сечениям арматуры, новое сечение вводится лишь если оно более чем на 20% отличается от ранее принятых. В противном случае сохраняется использованный на другом участке плиты диаметр арматурных стержней с изменением (в случае необходимости) их шага. Предусмотрено приваривание к сеткам дополнительных анкерных стержней на свободных крайних опорах плит на кирпичные стены, где глубина защемления плит

не позволяет выполнить нормативные требования относительно необходимой анкерной рабочей стержней пролетных сеток.

Армирование плиты на опорах выполняется аналогично. На крайних опорах при соединении плиты с узкими балками или стенами могут использоваться гнутые сетки: это делается в тех случаях, когда ширина (толщина) опор не обеспечивает нужную анкерную рабочую стержней верхних сеток с помощью их простого запуска за грань опоры. Если раскладка сеток выполняется по длине опорных элементов конструкции, то они укладываются вплотную без напуска или сваривания распределительной нерабочей арматуры.

Задача армирования плит в пролетах и на опорах отдельными стержнями решается аналогично армированию сетками.

Балки перекрытия в пролете армируются плоскими сварными каркасами, объединенными в пространственные блоки благодаря привариванию поперечных стержней. При двурядном расположении в каркасе рабочих стержней предусмотрен обрыв верхнего стержня на расстоянии от опор, которое определяется алгоритмически по огибающей эпюре изгибающих моментов. Поперечные стержни каркасов имеют переменный шаг по длине (уменьшенный возле опор) в соответствии с распределением поперечных сил в пролете балки. Второстепенные балки на опорах армируются сварными сетками, а главные — плоскими каркасами. Опорные каркасы и сетки на промежуточных опорах устанавливаются со сдвигом, чтобы обеспечить обрыв верхней арматуры в соответствии с огибающей эпюрой моментов в зонах опор. Армирование балок выполнено с учетом особенностей и размеров сопряженных конструкций (монолитные и кирпичные стены, колонны, балки).

Результаты работы программы представлены в виде комплекта рабочих чертежей перекрытия, которые включают опалубочный план с заданными сечениями, планы верхней и нижней арматуры плиты (раскладка арматурных сеток и отдельных дополнительных стержней), арматурные чертежи балок, чертежи

## TIPS & TRICKS

### 3D Studio VIZ. Как изменить цвета Командной панели (Command Panel)

В меню *Tools* выберите пункт *Options*. На закладке *3D Studio VIZ* можно изменить цвета заголовков Командной панели или выбрать цветовую схему.

### 3D Studio VIZ.

#### Ввод точных координат

Чтобы ввести точное значение при перемещении, повороте или масштабировании объекта, достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на соответствующей пиктограмме. В появившемся окне слева задаются абсолютные координаты и отображается текущее положение объекта, справа вводятся относительные координаты.

### 3D Studio VIZ R3(i).

#### Конфликт драйверов видеокарты

Конфликты в работе драйверов видеокарты могут вызывать сбои программы при открытии диалоговых окон "Materials Editor" и "Render". В этом случае необходимо либо обновить драйвер устройства, либо применить стандартный HEIDI-драйвер с использованием "Software Z Buffer".

### 3D Studio VIZ. Импорт файлов MicroStation

MicroStation/J была последней версией, файлы которой 3D Studio VIZ импортирует своими средствами. Чтобы вставить в сцену файлы более поздних версий MicroStation, необходимо предварительно сохранить их в форматах .dwg, .dxf или .3ds средствами пакета MicroStation.

### 3D Studio VIZ. Все объекты создаются в начале координат

Это связано с тем, что для параметра "Position" присвоен контроллер по умолчанию "Path".

Для решения проблемы проделайте следующее:

- Выберите только что созданный объект.
- Перейдите на закладку *Motion*.
- В разделе *Parameters* в списке *Assign Controller* выберите *Position transform*.
- Нажмите кнопку *Assign Controller* и измените контроллер с "Path" на "Linear" или "Bezier".
- Нажмите *Make Default* вместо *OK*.

### 3D Studio VIZ. Один из способов создания рельефа местности

При создании рельефа местности с использованием модификатора *Displace* удобно применять в качестве изображения картинку, созданную в программе Photoshop с применением фильтра *Rendered* → *Clouds*.

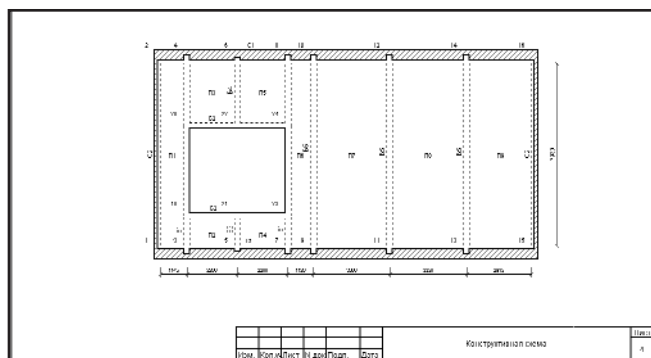


Рис. 1

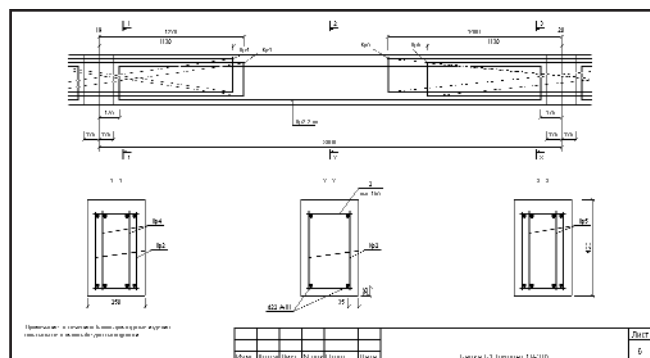


Рис. 2

сварных каркасов и сеток. Ко всем чертежам прилагаются спецификации и ведомости расхода стали, выдаются необходимые примечания. Чертежи выполняются на листах формата А4 и А3, что позволяет использовать наиболее распространенные типы принтеров. Ограничение формата чертежей продиктовано условиями их оформления — например, многопролетные балки перекрытия изображаются попоперечно, при этом система сносков охватывает на каждой форматке опоры и пролет. Сводные ведомости расхода стали и спецификации выдаются как на весь проект в целом, так и отдельно — по перекрытиям и балкам.

В качестве примера, который иллюстрирует работу программы МОНОЛИТ, рассмотрим перекрытие (рис. 1). Трехпролетная главная балка Б1 проходит через узлы 3, 19, 20 и 4. В этих же узлах расположены опоры балки. В узлах 3 и 4 балка опирается на кирпичную стену, а в узлах 19 и 20 на нее опираются второстепенные балки Б2. На рис. 2 представлена схема размещения арматурных каркасов одного из пролетов балки Б1, а на рис. 3 — схема армирования второстепенной балки Б4.

На рис. 4 изображена надопорная сетка второстепенной балки со спецификацией, а на рис. 5 — спецификация по всем балкам перекрытия.

Исходные данные содержат информацию о проектируемой конструкции, включающую перечень узлов и их координаты в плане, местоположения и геометрические размеры конструктивных элементов (плит, балок, колонн и несущих стен). При этом положение элемента определяется списком принадлежащих ему узлов, расположенных в углах прямоугольного участка плиты или в точках пересечения с балкой или стеной. Таким образом, большая часть информации о геометрических характеристиках конструкции берется из расчетной модели и не дублируется. Информация о структуре системы отображается в привычной для конструктора форме — в виде плана перекрытия, на котором выделены элементы, подлежащие конструированию. Например, на рис. 1 показана схема нумерации узлов и расположения балок в перекрытии.

Кроме данных о структуре системы задаются классы бетона и арматуры — рабочей и распределительной в пли-

тах, продольной и поперечной в балках. Для участков плит вводятся данные о площадях арматуры в обоих направлениях в пролете и на опорах. В балках площадь арматуры задается для каждого участка (сечения) балки. Значения площади арматуры могут быть получены как с помощью вычислительного комплекса SCAD, так и посредством других программ.

Для стен, которые являются опорами перекрытия, указывается их материал, который определяет конструкцию узлов опирания плит и балок. При этом для кирпичных стен, если это не указано специально, принимается глубина опирания плиты 120 мм, а для второстепенных или главных балок — соответственно 250 или 380 мм.

Инна Белокопытова,

Игорь Гавриленко

SCAD Soft

Тел.: (095) 261-3510

E-mail: scad@scadgroup.com;

scad-soft@mtu-net.ru

Internet: <http://www.scadgroup.com>

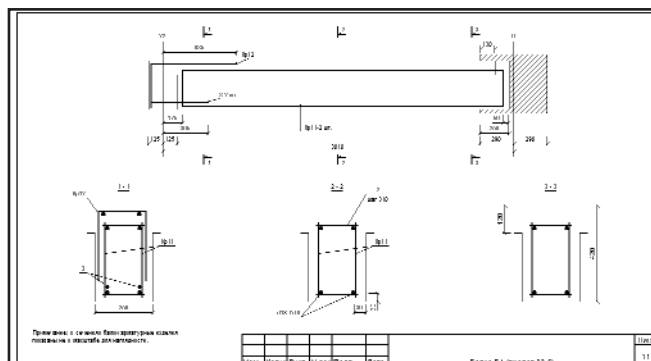


Рис. 3

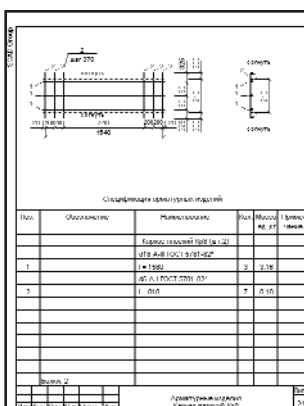


Рис. 4

№	Обозначение	Материал	Площадь	Объем	Длина
1	Узел 1-1	Бетон	4	10,10	
2	Узел 1-2	Бетон	4	10,10	
3	Узел 2-1	Бетон	4	10,10	
4	Узел 2-2	Бетон	4	10,10	
5	Узел 3-1	Бетон	4	10,10	
6	Узел 3-2	Бетон	4	10,10	
7	Узел 4-1	Бетон	4	10,10	
8	Узел 4-2	Бетон	4	10,10	
9	Узел 5-1	Бетон	4	10,10	
10	Узел 5-2	Бетон	4	10,10	
11	Узел 6-1	Бетон	4	10,10	
12	Узел 6-2	Бетон	4	10,10	
13	Узел 7-1	Бетон	4	10,10	
14	Узел 7-2	Бетон	4	10,10	
15	Узел 8-1	Бетон	4	10,10	
16	Узел 8-2	Бетон	4	10,10	
17	Узел 9-1	Бетон	4	10,10	
18	Узел 9-2	Бетон	4	10,10	
19	Узел 10-1	Бетон	4	10,10	
20	Узел 10-2	Бетон	4	10,10	
21	Узел 11-1	Бетон	4	10,10	
22	Узел 11-2	Бетон	4	10,10	
23	Узел 12-1	Бетон	4	10,10	
24	Узел 12-2	Бетон	4	10,10	
25	Узел 13-1	Бетон	4	10,10	
26	Узел 13-2	Бетон	4	10,10	
27	Узел 14-1	Бетон	4	10,10	
28	Узел 14-2	Бетон	4	10,10	
29	Узел 15-1	Бетон	4	10,10	
30	Узел 15-2	Бетон	4	10,10	
31	Узел 16-1	Бетон	4	10,10	
32	Узел 16-2	Бетон	4	10,10	
33	Узел 17-1	Бетон	4	10,10	
34	Узел 17-2	Бетон	4	10,10	
35	Узел 18-1	Бетон	4	10,10	
36	Узел 18-2	Бетон	4	10,10	
37	Узел 19-1	Бетон	4	10,10	
38	Узел 19-2	Бетон	4	10,10	
39	Узел 20-1	Бетон	4	10,10	
40	Узел 20-2	Бетон	4	10,10	
41	Узел 21-1	Бетон	4	10,10	
42	Узел 21-2	Бетон	4	10,10	
43	Узел 22-1	Бетон	4	10,10	
44	Узел 22-2	Бетон	4	10,10	
45	Узел 23-1	Бетон	4	10,10	
46	Узел 23-2	Бетон	4	10,10	
47	Узел 24-1	Бетон	4	10,10	
48	Узел 24-2	Бетон	4	10,10	
49	Узел 25-1	Бетон	4	10,10	
50	Узел 25-2	Бетон	4	10,10	
51	Узел 26-1	Бетон	4	10,10	
52	Узел 26-2	Бетон	4	10,10	
53	Узел 27-1	Бетон	4	10,10	
54	Узел 27-2	Бетон	4	10,10	
55	Узел 28-1	Бетон	4	10,10	
56	Узел 28-2	Бетон	4	10,10	
57	Узел 29-1	Бетон	4	10,10	
58	Узел 29-2	Бетон	4	10,10	
59	Узел 30-1	Бетон	4	10,10	
60	Узел 30-2	Бетон	4	10,10	
61	Узел 31-1	Бетон	4	10,10	
62	Узел 31-2	Бетон	4	10,10	
63	Узел 32-1	Бетон	4	10,10	
64	Узел 32-2	Бетон	4	10,10	
65	Узел 33-1	Бетон	4	10,10	
66	Узел 33-2	Бетон	4	10,10	
67	Узел 34-1	Бетон	4	10,10	
68	Узел 34-2	Бетон	4	10,10	
69	Узел 35-1	Бетон	4	10,10	
70	Узел 35-2	Бетон	4	10,10	
71	Узел 36-1	Бетон	4	10,10	
72	Узел 36-2	Бетон	4	10,10	
73	Узел 37-1	Бетон	4	10,10	
74	Узел 37-2	Бетон	4	10,10	
75	Узел 38-1	Бетон	4	10,10	
76	Узел 38-2	Бетон	4	10,10	
77	Узел 39-1	Бетон	4	10,10	
78	Узел 39-2	Бетон	4	10,10	
79	Узел 40-1	Бетон	4	10,10	
80	Узел 40-2	Бетон	4	10,10	
81	Узел 41-1	Бетон	4	10,10	
82	Узел 41-2	Бетон	4	10,10	
83	Узел 42-1	Бетон	4	10,10	
84	Узел 42-2	Бетон	4	10,10	
85	Узел 43-1	Бетон	4	10,10	
86	Узел 43-2	Бетон	4	10,10	
87	Узел 44-1	Бетон	4	10,10	
88	Узел 44-2	Бетон	4	10,10	
89	Узел 45-1	Бетон	4	10,10	
90	Узел 45-2	Бетон	4	10,10	
91	Узел 46-1	Бетон	4	10,10	
92	Узел 46-2	Бетон	4	10,10	
93	Узел 47-1	Бетон	4	10,10	
94	Узел 47-2	Бетон	4	10,10	
95	Узел 48-1	Бетон	4	10,10	
96	Узел 48-2	Бетон	4	10,10	
97	Узел 49-1	Бетон	4	10,10	
98	Узел 49-2	Бетон	4	10,10	
99	Узел 50-1	Бетон	4	10,10	
100	Узел 50-2	Бетон	4	10,10	

Рис. 5