

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования «Оренбургский государственный университет»

С.Б.КОЛОКОЛОВ, О.В.НИКУЛИНА

# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЛОЧНОЙ ПЛОЩАДКИ

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский  
государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по программам высшего профессионального образования по  
специальностям направления 653500 – «Строительство»

Оренбург 2004

ББК 38.54я7  
К61  
УДК 624.014:004 (07)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент М.И.Климов

**Колоколов С.Б, Никулина О.В.**

**К61 Автоматизированное проектирование балочной площадки: Учебное пособие, - Оренбург: ОГУ, 2004.- 119с.**

**ISBN**

В пособии приводится диалоговая система автоматизированного проектирования балочной площадки, теоретические основы и практические рекомендации к выбору проектных решений.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальностям направления 653500-Строительство, выполняющих курсовое проектирование по дисциплине «Металлические конструкции».

3305000000  
К-----

ББК 38.54я7

ISBN

© Колоколов С.Б, Никулина О.В., 2004  
© ГОУ ОГУ, 2004

## Введение

Проектирование балочной площадки является классическим способом приобретения опыта проектирования. При проектировании составных балок, узлов сопряжения балок, монтажных стыков приходится выполнять математическое моделирование практически всех основных видов напряженного состояния элементов и их соединений. Определение оптимальных параметров балочной площадки в целом и входящих в неё элементов связано с большим количеством вычислений, в процессе которых неоднократно возникает необходимость выбора решений, оптимальность которых не очевидна, возникают ситуации, когда требуется изменять ранее принятые решения, возвращаться при этом назад и проверять расчеты с измененными характеристиками. При «ручном» проектировании, т.е. при выполнении расчетов вручную, значительная часть времени уходит на рутинную вычислительную работу, что не позволяет в полной мере обеспечить творческий характер проектирования. В то же время достаточно эффективная математическая база проектирования балочной площадки позволяет полностью автоматизировать этот процесс с помощью современной компьютерной техники. Ясно, что с точки зрения обучения проектированию использование автоматизированных систем, решающих эту задачу без участия проектировщика, совершенно неприемлемо.

Авторами разработана учебная автоматизированная система проектирования балочной площадки, при работе с которой студент, выступающий в роли проектировщика, практически избавлен от ручной вычислительной работы (ее за него выполняет компьютер), но в диалоговом режиме осуществляет последовательное, согласованное с нормами проектирования, принятие проектных решений и может непосредственно оценить их эффективность.

В настоящем пособии приводится описание работы с разработанной программой, осуществляющей проектирование, диалоговая система (перечень запросов компьютера и маршрут проектирования), а также теоретическое обеспечение в виде комментариев, позволяющих принимать осмысленные проектные решения, обоснование которых в последующем должно быть изложено в пояснительной записке к курсовому проекту (работе). В приложении приведена информационная база проектирования в виде таблиц.

Пособие предусмотрено для использования студентами строительных специальностей при курсовом проектировании в рамках дисциплины «Металлические конструкции».

## 1 Общие сведения о балочных площадках

**Балочные** площадки под тяжелое стационарное оборудование выполняют в виде самостоятельных сооружений, расположенных внутри производственного корпуса. Такие площадки представляют собой систему несущих балок (**балочную клетку**) с настилом, опирающуюся на отдельные колонны. Балки, непосредственно поддерживающие настил, называются **балками настила**, а балки, ориентированные в направлении большего шага колонн и опирающиеся на колонны, называются **главными**. Если в состав балочной клетки входят только два вида балок (балки настила и главные балки), то она составляет конструктивную основу балочной площадки **нормального типа**. При нормативной нагрузке на площадку более  $10 \text{ кН/м}^2$  или при расстоянии между главными балками более 9 м может оказаться более эффективной балочная клетка **усложненного типа** с введением третьего (промежуточного) яруса балок – **вспомогательных**. Схемы балочных клеток определяются прежде всего расположением оборудования и типом настила. Кроме того, при выборе компоновочной схемы стремятся к наименьшим затратам материала (стали) и наиболее простому пути передачи нагрузки на колонны.

В качестве **настила** площадок используют стальные листы из плоской толстолистовой или рифленой стали с подкреплением их ребрами жесткости в виде одиночных уголков, приваренных одной полкой, или полос стали толщиной 6 мм. Другими вариантами конструктивных решений настилов являются плиты из сборного или монолитного железобетона, а также сталежелезобетонный настил из монолитного железобетона с несъемной опалубкой из стального профилированного листа. В курсовом проекте (работе) балочная площадка проектируется цельнометаллической, поэтому рассматривается только один вариант настила – с использованием стальных листов.

**По статической схеме** балки в площадках проектируют разрезными и неразрезными. Разрезные балочные конструкции безусловно получаются тяжелее, но значительно проще в изготовлении и монтаже, чем неразрезные. В курсовом проекте (работе) для балок настила, вспомогательных балок и главных балок реализована разрезная статическая схема: все балки рассматриваются как однопролетные шарнирно опертые стержни.

**Способы сопряжений** балок между собой также могут быть различными: **этажное** сопряжение, **в одном уровне и пониженное**. Реализация первых двух способов возможна при любом варианте компоновки площадки, а пониженное сопряжение может быть использовано только в балочной площадке усложненного типа.

**Сечения балок** настила и вспомогательных балок проектируются из прокатных двутавров (обыкновенных или с параллельными гранями полок типа Б или Ш), а сечения главных балок – составными из трех листов, так как при пролетах более 8 м применение прокатных профилей становится нерациональным.

**Колонны**, поддерживающие площадку, представляют собой сплошные или сквозные стержни, шарнирно соединенные с главными балками площадки и с фундаментом. Сплошное сечение колонн проектируется либо прокатным (из двутавров с параллельными гранями полок типа К), либо составным (из трех листов). Стержень сквозных колонн выполняют из двух ветвей (прокатные швеллеры либо двутавры) или из четырех ветвей (прокатные уголки). Соединительную решетку в сквозных колоннах проектируют по безраскосному или раскосному варианту. В первом случае ветви соединяют между собой плоскими стальными полосами (планками), а во втором случае роль соединительных элементов выполняют диагонально расположенные раскосы из одиночных уголков либо из тавров.

**Геометрическая неизменяемость** всего сооружения обеспечивается системой вертикальных связей, устанавливаемых вдоль крайних рядов колонн. При шаге колонн до 8 м принимается крестообразная схема связей, а при большем шаге – портальная.

Последовательность работ по проектированию элементов балочной площадки следующая:

- компоновка двух вариантов ячеек балочной площадки: **нормального (I) и усложненного (II)** типов (назначение расстояний между балками настила и вспомогательными балками);
- подбор сечения балки настила первого варианта компоновки (с проверками прочности и жесткости);
- подбор сечения балки настила второго варианта компоновки;
- подбор сечения вспомогательной балки второго варианта компоновки (с проверками прочности, жесткости и общей устойчивости);
- определение расхода стали на квадратный метр поверхности площадки по двум вариантам компоновки и выбор наиболее экономичной схемы (с минимальным расходом стали);
- компоновка сечения главной балки (назначение высоты сечения, толщины стенки, ширины и толщины полок);
- проверка местной устойчивости сжатого пояса главной балки;
- расстановка поперечных ребер жесткости в стенке главной балки;
- проверка местной устойчивости стенки главной балки в зоне ограниченного развития пластических деформаций;
- проверка прочности скомпонованного сечения главной балки по нормальным напряжениям;
- изменение сечения главной балки по ее длине;
- проверка прочности уменьшенного сечения главной балки по касательным напряжениям;
- проверка прочности стенки главной балки по приведенным напряжениям;
- проверка общей устойчивости главной балки в середине ее пролета и на опоре;
- проверка местной устойчивости стенки главной балки в упругой области;