

Гвоздулин Г. Н., Белова Е. М.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАСЧЕТА И АРМИРОВАНИЯ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ СИСТЕМЫ КУБ 2,5**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2009/6/13.html](http://www.gramota.net/materials/1/2009/6/13.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2009. № 6 (25). С. 42-46. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2009/6/](http://www.gramota.net/materials/1/2009/6/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

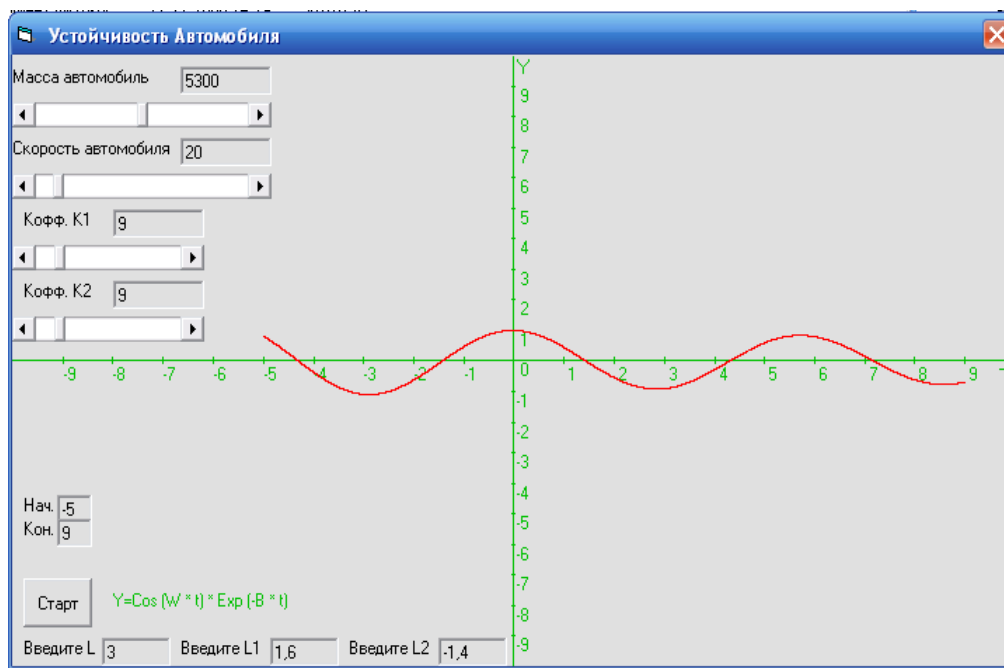


Рис. 3. График зависимости кинематического возмущения от времени для случая, когда амплитуда возмущения не меняется пограничный случай между устойчивым и неустойчивым движением

Программа позволяет исследовать влияние вводимых параметров, а также соотношения между параметрами, на устойчивость движения автомобиля и определять критические значения параметров, при которых может развиваться неустойчивость. Под критическими понимаем значения параметров, соответствующие случаю, когда амплитуда кинематического возмущения не изменяется со временем (Рис. 3).

Применение этой программы для компьютерного эксперимента, влияния скорости движения автомобиля на развитие неустойчивости, дало следующие результаты. При малых скоростях движения автомобиля от 0 до некоторого значения, зависящего от неизменяющихся вводимых параметров, в основном от массы и положения центра масс, амплитуда возмущения равна нулю.

Например, для легкового автомобиля массой равной 1 тонны, положение центра тяжести посередине между колесными осями, при значении, когда коэффициент сопротивления уводу задних колес больше, чем передних.

При скорости от 0 до 20 км/ч - амплитуда возмущения близка к 0; от 20 км/ч до 72 км/ч - незначительно возрастает; от 72 км/ч до 200 км/ч - амплитуда неограниченно растет.

Отсюда вывод, что автомобилям с недостаточной поворачиваемостью грозит развитие неустойчивости при высоких скоростях движения.

Компьютерный эксперимент по исследованию влияния коэффициентов сопротивления боковому уводу (того же самого автомобиля) при средних скоростях показал, что от значения коэффициентов сопротивления уводу влияют на амплитуду кинематического возмущения. Чем меньше этот коэффициент, тем раньше и быстрее возникнет неустойчивость.

При одинаковых средних значениях коэффициентов сопротивления уводу график развития неустойчивости имеет вид аperiodического затухающего процесса.

Положение центра инерции автомобиля между колесными осями так же влияет на развитие неустойчивости.

Разработанная программа может так же использоваться в качестве лабораторной работы для студентов, специализирующихся по безопасности дорожного движения.

#### Список использованной литературы

1. Теория колесных механизмов и машин / под ред. А. В. Смирнова. М.: Высшая школа, 1979.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАСЧЕТА И АРМИРОВАНИЯ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ СИСТЕМЫ КУБ 2,5

Гвоздулин Г. Н., Белова Е. М.  
КузГТУ, г. Кемерово

В настоящее время широкое распространение при возведении объектов различного функционального назначения получило безбалочное перекрытие системы КУБ 2,5.

Целью наших исследований является поиск оптимального варианта армирования панелей, статический расчет которых производится для безбалочного перекрытия четырехэтажного здания гаража-стоянки на 300 автомобилей. При этом выполнено технико-экономическое сравнение вариантов армирования средних панелей перекрытия системы КУБ 2,5 на основе проведенных расчетов панелей в упругой и в упруго-пластической стадии их работы.

При расчете панелей в упругой стадии работы используется методика, учитывающая воздействие сплошной равномерно распределенной постоянной и временной нагрузки без учета шахматного или пологового расположения временной нагрузки. В основу статического расчета безбалочного перекрытия положено простое соображение: если имеется многопролетная балка со сплошной нагрузкой, то в любом пролете полусумма абсолютных величин моментов на опорах плюс момент в пролете дают в сумме момент, равный моменту свободно лежащей балки с тем же пролетом и с той же нагрузкой. Определяется сумма абсолютных величин положительных и отрицательных моментов в четырех расчетных сечениях средних панелей перекрытия (Рис. 1) по формуле:

$$M_c = 0,125ql^2 \left(1 - \frac{2c}{3l}\right),$$

где  $q$  - равномерно-распределенная нагрузка на перекрытие,  $\kappa H$ ;

$l$  - пролет перекрытия (шаг колонн),  $m$ ;

- ширина колонны, в которой опорные реакции распределяются по закону треугольника с максимальной ординатой у грани колонны, отсюда в формуле для определения суммарного момента расчетная длина пролета равна:  $l_p = l - \frac{2}{3}c = l \left(1 - \frac{2c}{3l}\right)$ .

Распределение величины суммарного изгибающего момента в сечениях средних панелей (Рис. 1) производится умножением на соответствующие коэффициенты:  $M_0 = -0,5M_c$ ,  $M_1 = 0,2M_c$ ,  $M_2 = -0,15M_c$ ,  $M_3 = 0,15M_c$ .

На основе вычисленных изгибающих моментов произведены расчеты требуемого количества арматуры для полос перекрытия (Рис. 1), при допущении их независимой работы.

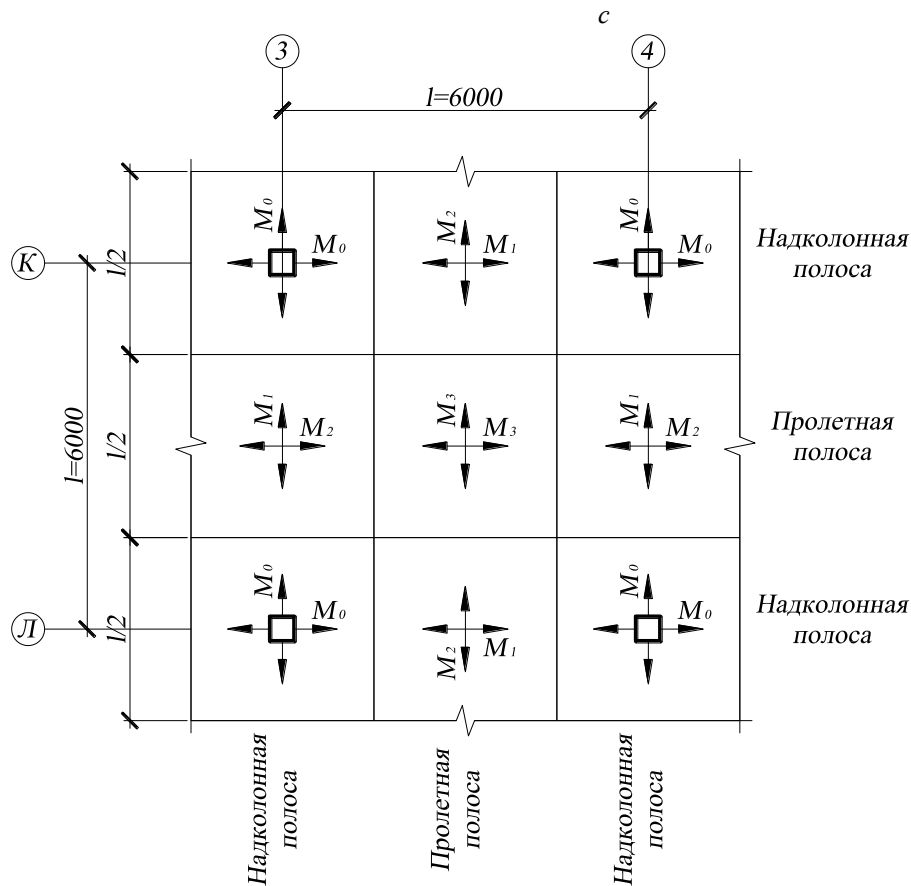


Рис. 1. Схема распределения расчетных изгибающих моментов в безбалочном перекрытии системы КУБ 2,5

В упруго-пластической стадии работы учитывается образование пластических шарниров и перераспределение усилий, в результате чего происходит выравнивание опорных и пролетных моментов. Панели перекрытия рассчитываются по методу предельного равновесия. Перекрытие рассматривается как система зве-

ньев, соединенных между собой линейными пластическими шарнирами (Рис. 2).

При сплошной нагрузке в пролетах средних плит образуются пластические шарниры, параллельные рядам колонн (Рис. 2.1), разделяющие перекрытие на четыре жестких звена АБВГД. Над каждой колонной образуются четыре опорных линейных пластических шарнира, оси которых обычно располагаются под углом  $45^\circ$  к рядам колонн; в пролетных пластических шарнирах трещины раскрываются вниз, а в опорных вверх плиты.

Расчет выполняется исходя из условий равновесия моментов всех сил, приложенных к жесткому звену АБВГД (Рис. 2.1) - относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения в месте опорного линейного пластического шарнира ВГ и расположенной в его плоскости. При этом предельная нагрузка на четверть панели (звено АБВГД) составляет  $\frac{1}{4}ql^2$ . Центр тяжести нагрузки удален от пластического шарнира, повернутого под углом  $45^\circ$  к осям панели на расстояние  $\left(\frac{l}{4} - \frac{c}{2}\right) \frac{1}{\sqrt{2}}$ , где  $c$  - ширина колонны, м.

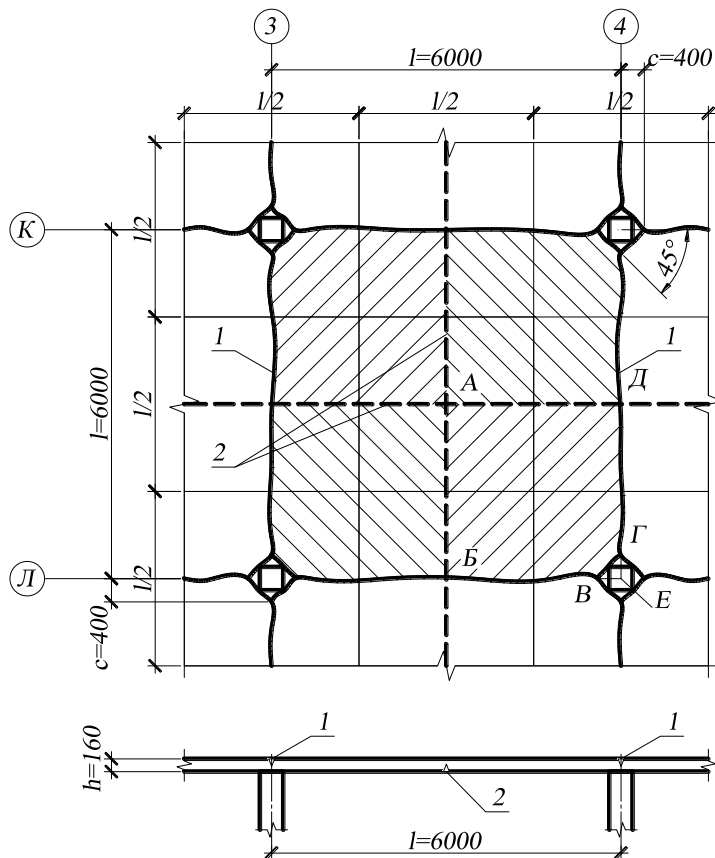


Рис. 2. Схема расположения пластических шарниров в перекрытии в предельном состоянии. 1 - опорный пластический шарнир; 2 - пролетный пластический шарнир

Момент внешней нагрузки относительно опорного шарнира определяется по формуле:

$$M_1 = \frac{ql^2}{4} \left( \frac{l}{4} - \frac{c}{2} \right) \frac{1}{\sqrt{2}} R_s$$

Опорный пластический шарнир ВГ откалывает от четверти панели треугольник ВГЕ, остающийся неподвижным вместе с колонной, поэтому к полученному моменту необходимо прибавить дополнительный момент от нагрузки, действующей на угловой треугольник  $M_d = \frac{qc^2}{2} \cdot \frac{2c}{3\sqrt{2}} = \frac{qc^3}{3\sqrt{2}}$ .

Тогда суммарный момент внешних сил равен:

$$M = M_1 + M_d = \frac{q}{\sqrt{2}} \left[ \frac{l^2}{4} \left( \frac{l}{4} - \frac{c}{2} \right) + \frac{c^3}{3} \right]$$

Момент внутренних сил, действующих в пластических шарнирах по контуру рассматриваемого жесткого пятиугольного звена АБВГД относительно опорного пластического шарнира равен:

$$M_u = \frac{R_s}{2\sqrt{2}} (A_{sup} z_{sup} + A_{sp} z_{sp}),$$

где - расчетное сопротивление арматуры, Н/см<sup>2</sup>;

$A_{sup}, A_{sp}$  - соответственно, площади сечения арматуры в опорном и пролетном пластических шарнирах, см<sup>2</sup>;

$z_{sup}, z_{sp}$  - соответственно, плечи внутренних пар сил в опорном и пролетном пластическ  $\theta_{sp} = 0,33...0,5$  их шарнирах, см.

В целях упрощения расчета в формулу для отыскания момента внутренних сил вводим коэффициенты:

$$\theta_{sup} = \frac{A_{sup}}{A_{s1}} \text{ и } \theta_{sp} = \frac{A_{sp}}{A_{s1}},$$

где  $A_{s1} = A_{sup} + A_{sp}$  - суммарная площадь сечения арматуры, тогда момент внутренних сил равен:

$$M_u = \frac{1}{2\sqrt{2}} R_s A_{s1} z_{sp} \left( \theta_{sup} \frac{z_{sup}}{z_{sp}} + \theta_{sp} \right).$$

Условие равновесия моментов внешних и внутренних сил выглядит следующим образом:

$$\frac{ql^3}{8} \left( 1 - 2\frac{c}{l} + \frac{16}{3} \left( \frac{c}{l} \right)^3 \right) \leq R_s A_{s1} z_{sp} \left( \theta_{sup} \frac{z_{sup}}{z_{sp}} + \theta_{sp} \right).$$

Из этого условия можно найти требуемую суммарную площадь арматуры, принимая  $\theta_{sup} = 0,5...0,67, .$

Суммарная площадь арматуры распределяется на ширину, равную пролету - 6000мм (Рис. 2):  $A_{sup} = \theta_{sup} A_{s1},$

$A_{sp} = \theta_{sp} A_{s1}.$  Для определения требуемого количества стержней в каждой панели перекрытия допускаем, что

изгибающий момент, возникающий в опорном сечении, распределяется поровну между надколонной и межколонной панелью, а изгибающий момент в пролетном сечении - между пролетной и межколонной панелью. При этом межколонная панель испытывает растягивающие напряжения в верхней зоне сечения, перпендикулярного пролету, и растягивающие в нижней зоне сечения, перпендикулярного осям колонн. Отсюда арматура в опорном сечении распределяется поровну между надколонной и межколонной панелью, арматура в пролетном сечении - между пролетной и межколонной.

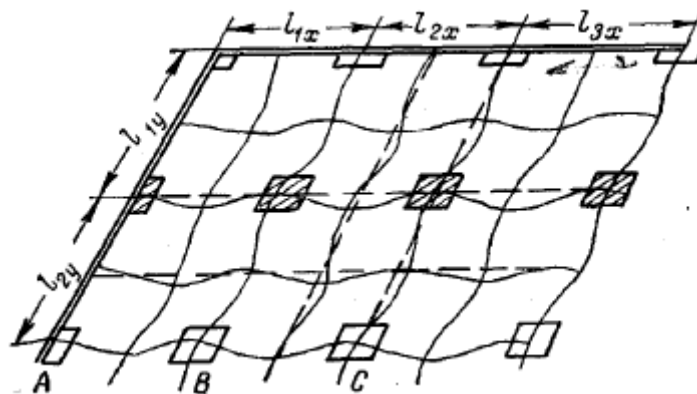


Рис. 3. Деформационная схема безбалочного перекрытия

На Рис. 3. приведена деформационная схема безбалочного перекрытия от равномерно распределенной нагрузки, которая дает наглядное представление о характере его работы, и показывает, в какую зону сечения, верхнюю или нижнюю, необходимо поставить рабочую арматуру.

На основе конструирования надколонной, межколонной и пролетной панелей в упругой и в упруго-пластической стадии работы и составленных спецификаций арматуры и арматурных изделий вычислены технико-экономические показатели вариантов армирования колонн (вариант 1 - армирование панелей в упругой стадии работы, вариант 2 - армирование панелей с учетом ограниченного развития пластики).

Таблица 1. Показатели вариантов армирования панелей перекрытия

Наименование показателей	Вариант-1	Вариант-2
Расход стали на $1\text{ м}^2$ , $\text{кг}/\text{м}^2$	15,92	13,64
Расход стали на $1\text{ м}^3$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	99,51	85,27

Анализ показал, что вариант армирования панелей перекрытия с учетом ограниченного развития пластических деформаций оказывается более выгодным, с точки зрения расхода арматурной стали. Ее расход снижается на 14,3% по сравнению с панелями, армированными с учетом упругой работы.

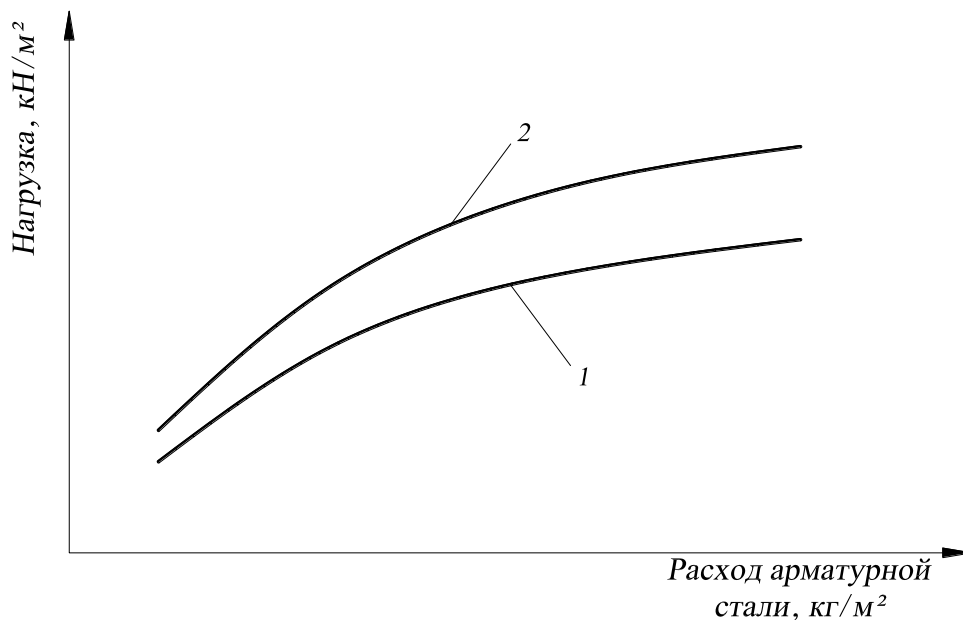


Рис. 4. График зависимости расхода арматурной стали на перекрытие: 1 - в упругой стадии работы; 2 - в предельном состоянии

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ТЭС В МАССОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Глязидинова Н. В., Жилка Ю. К.

ГОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет»

На территории Кузбасса действуют девять тепловых электростанций (ТЭС), на которых скопилось значительное количество ежегодно пополняемых запасов золошлаковых отходов мокрого удаления. Выход золошлаковых смесей составляет 2,8 млрд. т в год. Занимая огромные площади, отвалы омертвляют большие территории земли, пригодной для народно-хозяйственного использования и требуют больших затрат на содержание. Кроме того, они наносят большой вред, загрязняя окружающую среду.

Известно, что на основе вторичных продуктов сжигания угля можно организовать производство ряда строительных материалов и конструкций, однако практическое использование золошлаковых отходов для нужд строительства носит неоправданно малый объем.

Проведенный анализ использования попутных продуктов и отходов ТЭС и других предприятий промышленности для производства строительных материалов показывает необходимость принятия действенных мер по организации крупномасштабной утилизации отходов и вторичного сырья и внедрения на их основе производства прогрессивных строительных материалов, изделий и конструкций. Целью разрабатываемых для этого мероприятий должна быть реализация генеральных направлений в области строительства и строительной индустрии по созданию новых поколений зданий и сооружений, конструкций, изделий и технологий для ускоренного решения жилищной проблемы, сокращения инвестиционного цикла в строительстве, повышения производительности труда, сокращения расхода металла, цемента, топлива.

В связи с интенсификацией в последние годы жилищного строительства, а также прекращением наращивания в стране мощностей по производству портландцемента, все с большей остротой встает проблема дефицита основных вяжущих веществ.

Будет ли достигаться экономия цемента при изготовлении сборных и монолитных железобетонных конструкций используя в качестве мелкого заполнителя бетона золошлаковую смесь ТЭС?

Для ответа на этот вопрос было проведено исследование, задачей которого, ставилось подобрать состав легкого керамзитобетона с использованием в виде мелкого заполнителя золошлаковую смесь. Полученный бетон должен отвечать требованиям предъявляемым к прочности, плотности и структуре поверхности стан-