

20
E 70

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
имени М.И.КАЛИНИНА

На правах рукописи

ЕРЕМЕЕВ Валерий Павлович

624 81.093

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ МОСТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ
ОРТОТРОПНЫХ ПЛИТ

Специальность 05.23.15

(Мосты и тоннели и другие строительные сооруже-
ния на железных и автомобильных дорогах)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск

1978

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена на кафедре "Мосты" Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта имени М.И. Калинина.

Научный руководитель

Заслуженный деятель науки СССР доктор технических наук
профессор Н.Г.БОНДАРЬ

Консультант

кандидат технических наук доцент Р.Е.ГЕЙЗЕН

Официальные оппоненты:

доктор технических наук профессор Я.Д.ЛИВШИЦ,
кандидат технических наук В.И. КИРЕЕНКО

Ведущая организация ГипродорНИИ.

Защита состоится "28" декабря 1978 г. в 14 часов
на заседании специализированного совета К 114.07.02 Днепро-
петровского института инженеров железнодорожного транспорта
имени М.И.Калинина по адресу: 32001С, Днепропетровск, ул.Уни-
верситетская, 2, ДИИТ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

НТБ
ДНУЖТ

Актуальность проблемы. Теория статических и динамических расчетов мостов находится в непосредственной связи с потребностями, продиктованными практикой проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений.

Определяющими факторами развития теории пространственных расчетов являются: массовость строительства, методы возведения, конструктивные решения сооружений, используемые строительные материалы, природно-климатические характеристики районов строительства; характеристики транспортных потоков: интенсивность движения, грузоподъемность транспортных средств, скорость перемещения.

За последние годы создано значительное количество методов пространственного расчета сооружений, однако, большая их часть ориентирована на расчет одного или нескольких типов конструкций, имеются и достаточно общие, но и весьма трудоемкие методы, что в определенной мере сдерживает их распространение.

Благодаря появлению нового поколения ЭВМ, обладающих высокими быстродействием и расширенными возможностями запоминающих устройств, появилась возможность создания автоматизированных систем проектирования сооружений /АСПС/. Необходимым элементом АСПС является подсистема для пространственных расчетов. Достаточно совершенная система АСПС кроме задач собственно расчета должна решать задачи оптимального проектирования. В этих условиях создание системы простых и надежных программ и алгоритмов для пространственных расчетов может иметь определяющее значение.

В решении повседневных задач расчета и проектирования мостов внедрение простых, надежных и достаточно универсальных программ и алгоритмов способствует более рациональному ис-

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА

Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
Імені академіка В. Лазаряна

пользованию вычислительной техники, сокращает сроки разработки проектной документации, способствует повышению технико-экономических показателей конструкций.

Цель работы:

-разработка решений теории ортотропных плит для создания программ и алгоритмов пространственных расчетов пролетных строений автодорожных мостов;

-алгоритмизация существующих решений теории полубезмоментных плит;

-обоснование области применимости разработанных или алгоритмизированных способов расчета применительно к конкретным типам пролетных строений с помощью экспериментальных и расчетно-теоретических исследований;

-создание и отработка пакета программ для пространственных расчетов пролетных строений мостов;

-сравнительный анализ разработанной методики и алгоритмов с наиболее распространенными и достаточно строгими методами пространственных расчетов.

Методы исследования. Поставленная перед работой цель достигнута с помощью расчетно-теоретических исследований с применением ЭЦВМ "Одра-1204", "Минск-32", "ЕС-1020" и "ЕС-1033", а также экспериментальных исследований на идеализированных моделях.

"Одра-1204" использовалась для отладки и отработки программ на АЛГОЛе, "Минск-32" и "ЕС-1020" применялись для отработки отдельных промежуточных алгоритмов, "ЕС-1033" — для отладки программы на ФОРТРАНе.

Экспериментальные исследования имели целью обоснование применения теории полубезмоментных плит в пространственных

НТБ
ДНУЖТ

расчетах конструкций, состоящих из объединенных продольными линейными шарнирами плитных или балочных элементов.

Теоретическая часть работы базируется на положениях технической теории плит.

Научная новизна. Разработан аналитический вариант метода конечных полос /МКП/. В отличие от известного полуаналитического МКП /автор И.К.Чанг/ используются точные аналитические решения, описывающие напряженно-деформированное состояние отдельных элементов пролетного строения и всей конструкции в целом. Условия сопряжения смежных элементов-ортотропных полос удовлетворяются точно, что позволяет в едином алгоритме рассматривать не только жесткое /полуаналитический вариант/, но и шарнирное сопряжение элементов. Кроме того, кромки полос могут быть усилены бортовыми элементами.

Разработан комплект рабочих программ, являющийся основой системы пространственных расчетов пролетных строений автодорожных мостов.

Подробно исследовано напряженно-деформированное состояние конструкций, составленных из блоков с шарнирным объединением вдоль пролета, на действие сосредоточенной силы. На конкретных примерах иллюстрируется сходимость всех записанных решений.

Разработана методика расчета мостов эстакадного типа.

Практическая ценность работы. Впервые разработанные или алгоритмизированные теоретические решения доведены до уровня отлаженных рабочих программ, записанных на массовых алгоритмических языках высокого уровня АЛГОЛ и ФОРТРАН, доступных для реализации на широком классе ЭЦВМ, снабженных соответствующими трансляторами. Программы легко видоизменяются в зависимости от конкретных целей расчета, могут совершенствоваться в процессе

эксплуатации.

Простота расчетных схем и методики делает доступным применение программ в учебном процессе подготовки инженеров транспортных строительных специальностей.

Объем диссертации листов. В том числе: основной текст /без библиографии/ 112, рисунки 32 и приложения 41 лст. Нумерация рисунков и таблиц последовательная, формул - по главам.

На защиту выносятся. Методика пространственных расчетов простейших строений мостов с использованием теории ортотропных плит, алгоритм расчета и пакет программы РМ.

Аннотация работы. Основное содержание диссертации опубликовано в шести научных статьях. Вопросы применения программ пакета РМ для расчета сборных перекрытий из железобетонных панелей коробчатого профиля рассматривались в докладе на

Всесоюзной конференции по статике и динамике пространственных конструкций в октябре 1978 г. /г. Киев/.

Основные результаты работы были доложены и одобрены в отделе искусственных сооружений ЦНИИСа, заседаниях кафедры «Мосты» ДИИТА.

Внедрение. Программы пакета РМ внедрены в учебный процесс и использовались в научно-исследовательской работе в Казахском инженерно-строительном институте, внедрены в Научно-исследовательской лаборатории динамики мостов ДИИТА и др.

В первой главе дан анализ существующих методов пространственного расчета мостов. Принята их классификация по типу расчетной схемы. Все методы условно разделены на четыре боль-

группы. Это методы: Х.Хомберга, В.П.Назаренко /метод балочного ростверка/; И.Гийона, Ш.Массоне, В.Г.Довченко, Р.Е.Гейзена /ортотропной и полубезмоментной плиты/; Л.В.Семенца /энергети-

НТБ
ДНУЖТ

ческий/; В.Е.Улицкого, А.В.Александрова /методы сил и перемещений/; О.С.Зенкевича, И.К.Чанга /метод конечных элементов и конечных полос/, а также различные варианты и модификации названных методов.

Метод балочного ростверка применяется в расчетах балочных решеток и панелей стальных ортотропных плит.

В методе ортотропной и полубезмоментной плиты упругие свойства конструкции описываются приведенными жесткостными характеристиками ортотропной плиты. Решение, в виде функций влияния прогибов и внутренних усилий, записывается при интегрировании дифференциального уравнения изгиба ортотропной или полубезмоментной плиты. Методы применяются для расчета плитных и ребристых конструкций регулярного вида.

Наиболее полно разработаны методы третьей группы, использующие методы строительной механики отержневых систем в сочетании с решениями технической теории пластин. Расчетная схема принимается дискретной. Применяются в расчетах большинства типов пролетных строений, характеризуются высокой трудоемкостью расчетов.

Наиболее интенсивно за последние годы развивались методы четвертой группы: МКЭ, МКП, конечных призм и конечных панелей. Существует аппарат расчета на их основе большого числа типов пролетных строений. Реализуется на ЭЦВМ с высоким быстродействием. Трудоемкость расчетов весьма высокая.

Сформулированы выводы о направлениях развития теории пространственных расчетов и задачах диссертационной работы:

-Теория пространственных расчетов развивается в направлении создания расчетных комплексов и систем пространственного расчета-основой части автоматизированных систем расчета и

проектирования сооружений.

—Представляется целесообразным создание пакетов узкоцелевых программ, ориентированных на расчет строго обоснованного класса конструкций пролетных строений.

—Универсальные программы и алгоритмы пространственных расчетов мостов могут быть созданы на основе методики, сочетающей в себе положительные качества методов второй, третьей и четвертой групп: дискретную расчетную схему и простоту реализации аналитических методов.

—Система не должна быть консервативной, т.е. должна быть обеспечена возможность ее дальнейшего совершенствования и развития.

Во второй главе рассматривается конечный элемент—плита, эксцентрично усиленная продольными бортовыми элементами. Опиравшие по балочной схеме. Решены две задачи: а/ расчет элемента при изгибе; б/ расчет в плоском напряженном состоянии.

Дифференциальное уравнение, описывающее напряженно-деформированное состояние элемента при изгибе, принято в виде

$$D_x W_{,x^4} + 2HW_{,x^2y^2} + D_y W_{,y^4} + N_x W_{,x^2} + N_y W_{,y^2} = 0.$$

(Обозначения общепринятые в теории пластин). Такой подход позволяет в едином алгоритме учитывать усилия предварительного напряжения, рассчитывать плиты на упругом основании, решать задачи устойчивости.

В соответствии с решением М.Леви уравнение упругой поверхности после подстановки $W = \sum_m Y_m \sin \lambda x$ приводится к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений.

$$Y_m'' - \alpha_m Y_m'' + \beta_m Y_m = 0.$$

Здесь $\alpha_m = (2H\lambda^2 - N_y) D_y^{-1}$; $\beta_m = \lambda^2 (D_x \lambda^2 - N_x) D_y^{-1}$;

α —расчетный пролет; $\lambda = m\pi/\alpha$; $m = 1, 2$

Записаны три варианта общего решения в соответствии с типом корней характеристического уравнения. Произвольные постоянные определяются из граничных условий на краях элемента

$$D_y [W_{,y}^3 + (H + 2D_k) D_y^{-1} W_{,xy}^2] = \pm E_i (J_i + 0,5 S_i h) W_{,x}^4,$$

$$D_y (W_{,y}^2 + \mu W_{,x}^2) = \pm G J_{ki} W_{,xy}. \quad (i = 1, 2)$$

Здесь E_i J_i — соответственно модуль упругости и момент инерции концевой балки относительно собственной нейтральной оси; h — толщина плиты; S_i — статический момент подкрепляющего ребра относительно центра тяжести всего сечения; $G_i J_{ki}$ — жесткость ребра при кручении.

Приведенные условия позволяют учитывать эксцентricность расположения бортовых элементов относительно срединной поверхности плиты.

Разрешающая система уравнений формируется с учетом граничных условий, условий нагружения и сопряжения по условным линиям: а/ жесткое сопряжение элементов

$$W_i = W_{i+1}, \quad W_{i,y} = W_{i+1,y}, \quad (M_y)_i = (M_y)_{i+1} = m(x), \\ (Q_y^{np})_i = (Q_y^{np})_{i+1} = q(x),$$

б/ шарнирное

$$W_i = W_{i+1}, \quad (M_y)_i = (M_y)_{i+1} = 0, \quad (Q_y^{np})_i = (Q_y^{np})_{i+1} = q(x).$$

Здесь $q(x)$ и $m(x)$ — функции распределения интенсивности поперечной или моментной нагрузки.

Напряженно-деформированное состояние отдельного элемента определяется матричным уравнением

$$[a_m] \vec{C} = b_m \vec{d}$$

Здесь $[a_m]$ — матрица 4x4 коэффициентов при произвольных постоянных; $\vec{C}$ — вектор констант; $\vec{d}$ — вектор, элементы которого

го вычисляются по формулам:

$$d_1 = \sqrt{D_y}^{-2} \quad d_2 = d_4 = \mu(D_y \lambda^2)^{-1} \quad d_3 = \sqrt{D_y}^{-2} \quad V_i^* = \pm E_i (J + 0,5 S_i h);$$

b_m - коэффициент разложения Фурье равномерно распределенной по ширине и произвольно распределенной по длине элемента нагрузки.

Записаны выражения для внутренних усилий в плите и ребрах элемента. Показано, что ортотропная плита, усиленная концевыми балками, может применяться в качестве самостоятельной расчетной схемы. Разработана соответствующая рабочая программа РМ-2.

Плоское напряженное состояние элемента преодолевается при интегрировании дифференциального уравнения относительно функции напряжений

$$A_1 F_{,x^4} + 2A_2 F_{,x^2 y^2} + A_3 F_{,y^4} = 0.$$

Здесь A_1, A_2, A_3 - жесткостные характеристики.

Решение уравнения записано аналогично решению уравнения изгиба в тригонометрических рядах /решение Л. Файлона/. Произвольно постоянные определяются из граничных условий на краях элемента:

при $y = 0, b_1 \quad / \quad b_1$ - ширина элемента/

$$\sigma_y \quad \sigma_x(x) \quad \tau_{xy} \quad \tau_x(x)$$

или

$$v = v(x) \quad u \quad u(x) \quad (i = 1, 2).$$

Здесь $\sigma_x(x), \tau_x(x)$ - функции распределения нормальных и касательных напряжений; $v(x), u(x)$ - перемещения кромок.

Разрешающая система уравнений записывается с учетом граничных условий, условий сопряжения элементов и условий по узловым линиям в случае приложения полосовых нормальных $\sigma_j(x)$ и касательных $\tau_j(x)$ нагрузок:

НТБ
ДНУЖТ

при $y = \eta_j / \eta_j$ - ордината узловой линии/

$$\{G_y\}_j = \{G_y\}_{j-1} = G_j(x), \{G_{xy}\}_j = \{G_{xy}\}_{j-1} = G_j(x), \psi_j = \psi_{j-1}, \omega_j = \omega_{j-1}$$

Численная реализация расчетов проводится на основе специальных программ. Приведены примеры расчета. Результаты расчета двух П-образных плитно-балочных конструкций сравнивались с данными, полученными с использованием метода Б.Е. Улицкого и полuanалитического МКП. Отмечено практическое совпадение результатов расчета.

На конкретных примерах иллюстрируется сходимость записанных решений. Сходимость решения М. Леви демонстрируется на примере расчета плиты, нагруженной сосредоточенной силой, решения Л. Файлона - на примере расчета балки-стенки, нагруженной сосредоточенной и распределенной нагрузкой. Рассчитывались значения прогибов и внутренних усилий /изгиб/ в точках, расположенных в узлах сетки с шагом $1/20$ ширины, до достижения практически точного результата по сходимости. Результаты представлены в виде графических зависимостей величин относительного уточнения при увеличении числа членов ряда в наиболее характерных точках плиты, а также зависимости сходимости рядов от расстояния между точкой вычисления и точкой приложения сосредоточенной силы. Показано, что с удалением от места приложения нагрузки сходимость рядов значительно улучшается. Решение немонотонно сходится по всей площади плиты. Для достижения точности по сходимости порядка 0,5% достаточно использовать 13+15 членов ряда. Максимальная погрешность по сходимости для прогибов при минимальном числе членов ряда не превышает 10%. Аналогично проведено исследование сходимости решения Л. Файлона. Построены графические зависимости сходимости рядов от расстояния между точкой вычисления и местом приложения сосредоточенной силы.

по направлениям координатных осей. Установлено, что для достижения точности по сходимости порядка 0,5% необходимо использовать 35-40 членов ряда.

В третьей главе рассматривается возможность использования теории полубезмоментных плит в пространственных расчетах некоторых типов пролетных строений.

Анализ жесткостных характеристик наиболее распространенных типов бездиафрагменных пролетных строений показывает, что величина относительной поперечной жесткости /отношение поперечной изгибной жесткости к продольной/ колеблется в пределах от 1/100 до 1/180. Полубезмоментный характер работы сборных плитных пролетных строений предопределяется конструктивными особенностями сопряжения элементов, исключающими возможность передачи поперечных изгибающих моментов.

Приведены сведения о работах отечественных и зарубежных авторов в области развития теории конструктивно полубезмоментных плит.

Записаны основные соотношения теории полубезмоментных плит. По аналогии с решением второй главы в расчетную схему введены концевые балки. Численная реализация расчетов проводится на основе специально составленной программы РМ-1М. Применение программы иллюстрируется примерами расчета. Результаты расчета сравниваются с данными эксперимента, полученными в НИЛ динамики мостов ДИИТа, а также расчетными данными, полученными с использованием программы РМ-2. Отмечено удовлетворительное согласие расчетных и экспериментальных данных по прогибам. Значительные расхождения отмечены в значениях внутренних усилий. В этой связи рекомендовано использовать полубезмоментную расчетную схему для определения общего деформированного состоя-

ния бездиафрагменных пролетных строений. Внутренние усилия в ребрах следует определять с использованием выражений для внутренних усилий в подкрепляющих ребрах, приведенных во второй главе.

Определены границы области применимости полубезмоментной расчетной схемы в зависимости от величины относительной поперечной жесткости конструкций. Для этого проведены расчеты бездиафрагменных пролетных строений с пролетами 16,8; 18; 21,5 и 32,3 м. Получены количественные зависимости относительной погрешности расчета от величины относительной поперечной жесткости.

Для определения пределов применимости полубезмоментной расчетной схемы в расчетах сборных плитных пролетных строений в зависимости от относительных размеров сборных элементов были проведены экспериментальные исследования на идеализированных моделях. Первая модель была изготовлена в виде обычной изотропной пластины, вторая — двухсекционная, третья и четвертая — соответственно из трех и пяти составных элементов. Нагрузка /сосредоточенная сила/ прикладывалась в центре моделей. Для ее создания использовалось механическое прессовое устройство. Модели испытывались при двух вариантах закрепления кромок: а/ свободно опертые по контуру; б/ опертые по балочной схеме. Диапазон изменения нагрузки: от 0 до 32,36 и от 32,36 до 0 с шагом $\pm 6,472$ кГ. Все испытания трехкратно дублировались. /Эксперимент проведен совместно с Р.Е. Гейзенем/.

По результатам экспериментальных исследований построены графические зависимости величины относительной погрешности расчета в зависимости от относительных размеров составных элементов. Показано, что с уменьшением относительной ширины

элементов погрешность расчета немонотонно убывает.

На конкретном примере проиллюстрирована сходимость записанных решений. Ряды сходятся по всей площади конструкции.

В четвертой главе сформулированы основные положения методики расчета плитных и плитно-балочных пролетных строений как составных конструкций:

-Расчетная схема пролетных строений принимается в виде ортотропной плиты или системы ортотропных полос, жестко или шарнирно соединенных между собой.

-Полосы /пластины/ могут иметь отличные друг от друга жесткостные характеристики.

-Каждая полоска может быть усилена произвольно расположенными относительно срединной поверхности плиты концевыми ребрами.

-Каждая полоска в отдельности и вся конструкция в целом может быть загружена усилиями предварительного напряжения по главным направлениям.

-Нагрузка произвольная учитывается с использованием принципа суперпозиции.

Положения методики реализует программа РМ-3.

Расчет в плоском напряженном состоянии проводится по программе РМ-4. Программы РМ-3 и РМ-4 реализуют матричный алгоритм расчета составных конструкций. Приведены примеры расчета.

Программа РМ-3 использовалась для расчетно-теоретического исследования работы конструкций, составленных из объединенных продольными линейными шарнирами плитных элементов. Последовательно рассчитывались составные конструкции с одним, двумя,

..., десятью промежуточными продольными линейными шарнирами. Условия нагружения, геометрические размеры и жесткостные ха-

характеристики плитных элементов соответствовали параметрам опериментальных моделей /гл.3/. Промежуточные шарниры располагались на равном расстоянии друг от друга. Получена достаточно полная картина эволюции напряженно-деформированного состояния при уменьшении относительной ширины составного сечения конструкций вплоть до весьма близкого к полубезмоментному. Совпадение результатов расчета с данными эксперимента удовлетворительное. Построены графические зависимости относительной погрешности расчета с использованием полубезмоментной расчетной схемы по отношению к точному расчету от относительных размеров составных элементов.

Резьбистые пролетные строения рассчитываются как составные. При этом используется П /Г/-образный конечный элемент. По программе РМ-3 рассчитаны двух, трех, пяти и восьмибалочные бездиафрагменные пролетные строения или их модели. Результаты расчета сравнивались с данными, полученными по методу В.Е. Улицкого. Отмечено практическое совпадение результатов. Оценен эффект учета эксцентричности расположения подкрепляющих ребер относительно срединной поверхности плиты проезда бездиафрагменных пролетных строений. Значения максимальных прогибов уточняются на величину порядка 10+20%.

В заключительном параграфе показаны возможные направления дальнейшего развития методики расчета на примере расчета неразрезного трехпролетного путепровода рамно-неразрезной системы показана возможность объединения методики расчета, приведенной в работе, с методами строительной механики стержневых систем.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В диссертации приведены результаты комплексных расчетно-теоретических и экспериментальных исследований, направленных на создание простой и эффективной системы пространственных расчетов пролетных строений автодорожных мостов на основе теории ортотропных плит. Сделаны следующие выводы.

1. Разработанная методика расчета пролетных строений мостов о помощью аналитического варианта метода конечных полос позволяет рассчитывать широкий класс конструкций пролетных строений с открытым контуром поперечного сечения:

- плитных монолитных пролетных строений;
- сборных и сборно-монолитных плитных пролетных строений;
- ребристых пролетных строений с диафрагмами и без таковых;
- ребристых пролетных строений из П-образных блоков, объединенных продольными линейными шарнирами /шпонками/.

2. В расчетах могут учитываться изменения жесткости и геометрических характеристик продольных сечений, а также усилия предварительного напряжения.

3. Метод ортотропной плиты дополнен приемами для расчета усилий в главных балках и плите проезда бездиафрагменных пролетных строений.

4. Приведены расчетные соотношения, описывающие напряженно-деформированное состояние конструкций пролетных строений и отдельных элементов, находящихся под воздействием сложной системы усилий, действующих в срединной плоскости, и поперечных нагрузок, в плоском напряженном состоянии и при изгибе.

5. Решение проектно-конструкторских задач может проводиться о использованием системы пространственных расчетов в ви

пакета программ, каждая из которых используется для расчета строго обоснованного класса конструкций:

-в расчетах пролетных строений разрезных систем с диафрагмами и бездиафрагменными, не имеющих значительных локальных изменений жесткости, может применяться метод ортотропной плиты, вариант которого приведен в работе;

-метод ортотропной плиты может применяться в расчетах бездиафрагменных пролетных строений регулярного вида с любым числом главных балок /от 2^X и более/;

-пролетные строения, составленные из шарнирно объединенных между собой блоков /при относительной ширине блока по отношению к расчетному пролету менее 0,278/, могут рассчитываться с использованием полубезмоментной расчетной схемы;

-в расчетах конструкций, имеющих нерегулярно расположенные подкрепляющие элементы, а также значительные локальные изменения жесткости, применяется алгоритм расчета составных конструкций в полном объеме;

-детальные расчеты плитных и балочных элементов с учетом основных конструктивных особенностей проводятся на основе общего алгоритма расчета составных конструкций.

6. Для практической реализации пространственных расчетов разработан пакет программ РМ /программы РМ-1М, РМ-2, РМ-3, РМ-4, РМ-5/.

7. Проведены расчетно-теоретические и экспериментальные исследования по определению характера пространственной работы составных конструкций на сосредоточенные нагрузки.

8. На конкретных примерах проиллюстрирована сходимость решений, описывающих плоское напряженное состояние и изгиб при нагружении конструкций сосредоточенной силой.

17
Днепропетровский
институт
жел. дор. транспорта
им. М. И. Калинина
БИБЛИОТЕКА
Основной отдел

9. Показана возможность дальнейшего совершенствования методик программ пакета РМ в соответствии с конкретными целями расчета:

- оценить эффект учета эксцентричности расположения продольных ребер относительно срединной поверхности плиты в ребристых конструкциях;

- показано, что использование метода сил в обычной форме позволяет достаточно точно и просто решать задачи расчета неразрезных конструкций.

10. Проведен сравнительный анализ результатов расчета по программам РМ с экспериментальными данными и результатами расчета с использованием методов: Б.Е. Улицкого, Л.В. Семейца, С.С. Зенковича, И.Н. Чанга, Ш. Массоне, Я. Баласа и др. Установлено, что разработанная методика и названные методы при обоснованном применении дают результаты равного порядка точности.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Гайзев Р.Е., Еремеев В.П. Учет взаимодействия балочных пролетных строений автодорожных мостов с податливыми опорами в пространственных расчетах. Труды ДИИТа, вып. 186/21. Днепропетровск, 1977.

2. Еремеев В.П. Алгоритм реализации решения М. Леви в пространственных расчетах пролетных строений автодорожных мостов. Труды ДИИТа, вып. 200/22. Днепропетровск, 1978.

3. Еремеев В.П. Пакет программ для пространственных расчетов мостов и строительных конструкций. Информационный листок Татарского межотраслевого ЦНТИ №333-78 г.

4. Еремеев В.П. О расчете ребристых пролетных строений как

НТБ
ДНУЖТ

эксцентрично подкрепленных плит. Днепропетр. ин-т инж. жел.-дор. транспорта. Днепропетровск, 1978. (Рукопись деп. в ЦНИИТЭИ МПС № 778/78).

5. Еремеев В.П. Пространственные расчеты автодорожных мостов неразрезных систем на основе теории ортотропных плит. Днепропетр. ин-т инж. жел.-дор. трансп. Днепропетровск, 1978. (Рукопись деп. в ЦНИИТЭИ МПС № 777/78).

6. Герасимов И.Н., Ахметзянов Ф.Х., Еремеев В.П. К пространственному расчету перекрытий из железобетонных панелей коробчатого профиля. Тезисы доклада на IУ Всесоюзной конференции по статике и динамике пространственных конструкций. Киев, 1978.

Корректурa автора

Подписано к печати 3.XI 1978 г.
ПФ 13228
Заказ 894

Тираж 150
Формат 1/16
Объем 1,25 п.л.
Бесплатно

Офсетная лаборатория КИСИ.
420043, Казань, Зеленая, 1.

Сканировала Камьянская Н.А.

НТБ
ДНУЖТ