

- 1) короткие сроки ремонта и возможность сократить убытки, связанные с ограничением трафика движения;
- 2) не требуется специальная техника и оборудование;
- 3) усиление не увеличивает массу пролётного строения;
- 4) наличие готовых технологических карт для усиления деревянных, железобетонных, каменных, металлических конструкций;
- 5) такое усиление не вносит критических изменений в архитектуру сооружения.

#### Список использованных источников

1. Чернявский В.Л., Хаютин Ю.Г., Клевцов В.А. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. – М.: ООО «Интераква», 2007.
2. Шилин А.А. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. – М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2004.

УДК 539.3

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА ОПИРАНИЯ БАЛКИ НА ЧЕТВЕРТЬПРОСТРАНСТВО

Скачек П.Д., Босаков С.В.

Белорусский национальный технический университет

***Abstract.** The article discusses the solution of the contact problem for the hinge assembly of the single-span beam. The main goal is to determine the stress state of the beam bearing area on the walls. This solves the problem of constructing surfaces and isolines of reactive pressures in the area of direct contact of the beam and walls, determining the design span of the beam, the influence of the size of the contact zone on the maximum bending moment in the middle of the span of the beam, determining the contact area at various flexibilities, and building vertical isolines wall movements. The calculation is carried out by the B.N. Zhemochkin method, the implementation of which for this problem corresponds to the mixed method of structural mechanics. As an example, the calculation is performed on a concentrated load applied in the middle of the span of the beam.*

Рассматриваются шарнирные узлы опирания балок на стену (рис. 1). Задачами расчета являются: определить область контакта, построить поверхности контактных напряжений и вертикальных перемещений при различных показателях гибкости, установить зависимость между максимальным изгибающим моментом в балке от размеров контактной зоны.

Принимаются следующие допущения:

- для балки справедливы гипотезы изгиба;
- стены моделируются в виде упругого четвертьпространства;
- связи Б.Н. Жемочкина принимаются односторонними, работающими только на сжатие;
- в зоне контакта не учитываются касательные напряжения.

На расчетной схеме балка изображается ее продольной осью. В местах контакта со стенами балка заменяется срединными плоскостями  $ABCD$  и  $KFGH$ , жесткость которых в направлении оси  $Y$  принимается бесконечной. Расчет выполняется методом Б.Н. Жемочкина. Для этого область контакта разбивается на прямоугольные участки (участки Б.Н. Жемочкина) (рис. 1). Предполагается, что контакт балки и стен осуществляется через жесткие односторонние связи, устанавливаемые в середине каждого участка Б.Н. Жемочкина. Принимается, что усилия в связях Б.Н. Жемочкина вызывают равномерное распределение контактных напряжений по участку Б.Н. Жемочкина. В середине пролета балки вводится условное защемление, препятствующее вертикальному перемещению и угловым перемещениям относительно осей  $X$  и  $Y$  соответственно.

Полученная статически неопределимая система считается смешанным методом строительной механики, где за основные неизвестные принимаются усилия в связях Б.Н. Жемочкина и перемещения во введенном защемлении.

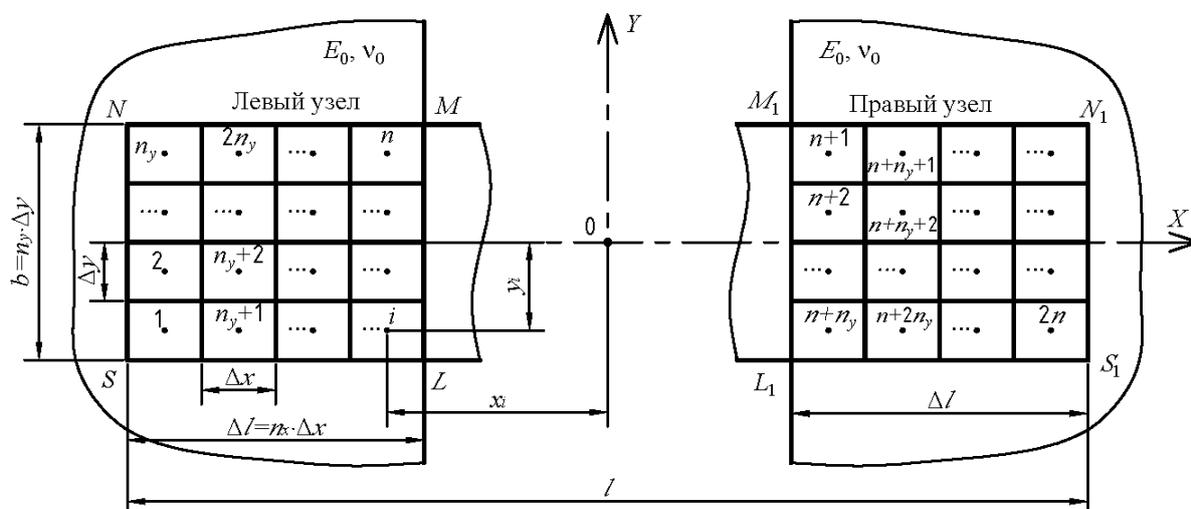


Рисунок 1 – Расчетная схема узлов балки

По расчетной схеме составляется система линейных алгебраических уравнений смешанного метода строительной механики. После вычисления коэффициентов и свободных членов, формируется матрица и вектор-столбец свободных членов системы уравнений. Далее решается СЛАУ матричным методом. В результате имеем найденный вектор-столбец неизвестных, в котором первые  $2n$  компонент – усилия в связях Б.Н. Жемочкина, а оставшиеся три компоненты – перемещения во введенном защемлении.

Среди первых  $2n$  компонент будут как положительные, так и отрицательные. Первые свидетельствуют о том, что усилие в связи Б.Н. Жемочкина – усилие сжатия, вторые – усилие в связи Б.Н. Жемочкина – усилие растяжения. Однако, согласно введенному допущению, что связи односторонние, работающие только на сжатие, следует «отрицательные» связи исключить из работы. Так как расчетная схема балки статически неопределимая, то выключение из работы одной из связей вызывает перераспределение усилий в других связях. Таким образом, итерационный процесс состоит в последовательном «выключении» из работы «отрицательных» связей с пересчетом вектора-столбца неизвестных на каждой итерации. Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока первые  $2n$  компонент вектора не примут неотрицательные значения и на границе отрыва не будут тождественно равняться нулю.

По картине оставшихся связей Б.Н. Жемочкина судят о фактической области контакта балки и стен. Для построения поверхности напряжений равномерно распределяют найденные усилия по соответствующему участку Б.Н. Жемочкина.

Результаты выполненного исследования:

1. Приведен итерационный процесс определения области контакта, основным критерием останова которого являются положительные компоненты найденного вектора неизвестных.
2. Получены решения контактной задачи при различных показателях гибкости и установлено, что с увеличением данного показателя фактическая область контакта опираемых конструкций уменьшается.
3. Построены изолинии вертикальных перемещений точек поверхности упругого четвертьпространства. Установлено, что в предельном случае при решении соответствует вдавливанию жесткого штампа в упругое четвертьпространство.

4. Численно установлено влияние размеров области контакта на величины расчетного пролета балки и максимального изгибающего момента.

#### Список использованных источников

1. Александров, А.В. Основы теории упругости и пластичности: уч. для строит. спец. вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш.шк., 2002. – 400 с.

2. Босаков, С.В. Действие сосредоточенной силы на упругое четвертьпространство / С.В. Босаков // Теорет. и прикл. механика: междунар. научно-техн. сб. / БПИ. – Минск: Вышэйшая школа, 1988 – Выпуск 15 – С. 100-108.

3. Горбунов-Посадов, М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова, В.И. Соломин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 680 с.

4. Жемочкин, Б.Н. Практические методы расчетов фундаментных балок и плит на упругом основании / Б.Н. Жемочкин, А.П. Сеницын. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Госстройиздат, 1962. – 240 с.

УДК 721.012

### ОТКРЫТИЕ НОВОГО ТЕАТРА В КИТАЕ: БОЛЬШОЙ ТЕАТР В СЫЧУАНЬ КАК ОБРАЗЕЦ ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Хао Цянь

*Белорусский государственный университет культуры и искусств*

**Аннотация.** Автор рассматривает архитектурно-декоративное решение Большого театра в провинции Сычуань (Китай), который был открыт в августе 2019 г. В статье выявляются инновационные приемы современной китайской театральной архитектуры.

**Abstract.** The author considers the architectural and decorative solution of the Bolshoi Theater in Sichuan (China), which was opened in August 2019. The article reveals innovative techniques of modern Chinese theater architecture.

Строительство Большого театра провинции Сычуань было начато в 2016 г. Его открытие состоялось 8 августа 2019 г. постановкой современного балета «Волна, которая никогда не исчезала». Разработку проекта осуществил Китайский Юго-Западный архитектурный проектно-исследовательский институт. В архитектурно-декоративном решении театра сосредоточено соединение национальных китайских и европейских традиций, что является ведущей тенденцией в современной художественной практике Китая.

Большой театр Сычуань – это многофункциональный комплекс, два театральных зала которого размещаются на втором и третьем этаже здания. Первый и цокольный этажи отданы под кинотеатр и вспомогательные помещения; третий и четвертый подземные этажи – паркинг на 381 место. Экстерьер сооружения представляет собой правильный квадрат, который объединяет композицию из трех частей стиле древнекитайской архитектуры – крыша (иншань), основное пространство (с облицовкой традиционной китайской плиткой с орнаментацией и иероглифами на ее поверхности) и цоколь (по аналогии с высоким опорно-столбовым стилобатом, характерным для архитектуры Древнего Китая).

На двух внешних стенах размещен декор в виде изысканной решетки, напоминающей ажурные деревянную сквозную резьбу, которой украшались парапеты сцены, оконные проемы, двери и другие архитектурные элементы в традиционных национальных китайских театрах. В интерьере сквозь данный декор проникает свет в помещение, формируя грандиозные стилизованные орнаменты, которые отдаленно напоминают китайские иероглифы. Авторы театральной архитектуры нарочито ушли от точного изображе-