

- 1) предварительное напряжение дополнительной арматуры  $\sigma_{sp}$ , МПа (200; 350; 500);
- 2) уровень нагрузки на панели до усиления по отношению к предельной  $P/P_u$ , % (20; 40; 60);
- 3) толщина слоя бетона наращиваемого сечения  $h_d$ , мм (40; 70; 100).

Каждый варьируемый фактор исследуется в диапазоне рациональной области изменений и при различных их сочетаниях. Значение предварительного напряжения дополнительной арматуры, для реализации его в эксперименте, вычисленных из зависимости его от величины отклонения стержня (C) при натяжении (рис.1) вычисленной по средней формуле [2].

$$C = \frac{ml_1}{2n} \sqrt{\left(\frac{l_1 \cdot \sigma_{sp}}{l_1 \cdot E_s} + 1\right)^2 - 1}$$

где:  $l$  — полная длина ветви затяжки;  
 $l_1$  — длина отклоняемого участка ветви затяжки между крайними упорами;  
 $\sigma_{sp}, E_s$  — предварительное напряжение и модуль упругости затяжки;  
 $n$  — количество стяжных болтов на отклоняемом участке;  
 $m$  — количество отклоняемых участков, разделенных горизонтальными участками.

В результате экспериментально-теоретических исследований предполагается разработать методику расчета нормального сечения усиленных плит перекрытия на основе использования реальных диаграмм деформирования бетона и арматуры, получить конкретные и обоснованные рекомендации к проектированию и осуществлению данного способа усиления, что позволит снизить расход материалов при обеспечении достаточной несущей способности и надежности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазовский Д.Н. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых строительных сооружений / Новополоцк: Изд-во ПГУ, 1998 - 198 с.
2. Пособие П1-98 к СнИП 2.03.01-84\*. Усиление железобетонных конструкций. — Минск, 198. — 189 с.

УДК 624.073:681.3

Севостьянова И.И.

### О РАСЧЕТЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (МКЭ)

В машиностроении широко используются сварные балки коробчатого сечения с приваренными к ним накладками различной формы. Практика эксплуатации таких конструкций показывает, что сварные соединения накладок с балкой являются концентраторами напряжений и могут явиться причиной разрушений (изломов, трещин). Для расчета соединений подобного рода перспективным представляется использование МКЭ. При этом возможно рассчитывать накладки любого очертания с отверстиями и без них, приваренные к балке по всему или части контура. Жесткий контакт между накладкой и балкой осуществляется только по определенному контуру (сварной шов). Перемещения точек балки и накладки в этом месте принимаются одинаковыми, на этом основании определяется напряженно-деформированное состояние

узла на основе линейной теории упругости. Определяя перемещения точек произвольно очерченного контура на балке и принимая их за известные перемещения контурных точек накладке, выясняется и напряженное состояние накладки и сварного шва. Деформации и напряжения балки и сварного шва определяются методами сопротивления материалов. Выяснение напряженно-деформированного состояния накладки сводится к решению плоской задачи теории упругости со смешанными граничными условиями при известных перемещениях в точках, лежащих на контуре шва. В других точках контура, где нет жесткого контакта накладки и балки, известны усилия, но неизвестны перемещения. Расчеты выполняются методом конечных элементов в варианте метода перемещений, который обладает большей универсальностью, простотой алгоритмизации и программирования. В качестве конечных элементов используются треугольные с узлами в вершинах треугольников. Положение элементов полностью определяется заданием шести компонентов узловых перемещений. Учет смешанных граничных условий приводит к разделению матриц разрешающих уравнений МКЭ и самих уравнений на две группы, из которых и определяются неизвестные перемещения и усилия в узлах контура накладки. Расчет сварного шва производится по найденным усилиям в узлах контура накладки.

УДК 624.074

Сухарев А.А., Колчунов В.И.

## РАСЧЕТ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОСВЯЗНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Приводится методика инженерного расчета железобетонных панелей перекрытий многосвязного поперечного сечения, построенная на энергетической основе с применением теории составных стержней в форме метода сил. Расчетная схема панели представлена в виде двухэлементного составного стержня. Получены аналитические выражения для определения изгибающих моментов в каждом из элементов стержня, а также зависимость для определения коэффициента податливости шва  $\xi$ . Коэффициент  $\xi$  предложено вычислять через изгиб конструкции — легко определяемый экспериментально. Структуры построенных расчетных зависимостей таковы, что сравнительно просто позволяет учитывать в расчете физическую нелинейность и трещиностойкость в железобетоне используя современные физические деформирования железобетонных стержневых элементов, а также учитывать особенности эффекта преднапряжения в рассматриваемых конструкциях.

Сычевский Н., Хомчик П.

## ВЛИЯНИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НЕЗАГРУЖЕННОГО КОНЦА НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БРУСЬЕВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

В Польше ширина железнодорожного пути составляет 1435 мм. Применяются рельсы типа S-49 и S-60 (или UIC 60). Брусья для стрелочных переводов являются балками различной длины, в пределах 2200-5000 мм. В последнее время в Польше