

УДК 624.012.45

М.Ю.ИЗБАШ, д-р техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рассматриваются пути повышения эффективности сталежелезобетонных изгибаемых элементов.

Розглядаються шляхи підвищення ефективності сталезалізобетонних згинальних елементів.

The ways of increase of efficiency are examined steelferroconcrete the bent elements.

Ключевые слова: локальное предварительное напряжение, изгибаемые элементы, сталежелезобетон.

Сталежелезобетонные конструкции широко применяются в зарубежной и отечественной строительной практике в перекрытиях и покрытиях, пролетных строениях мостов и др. Принципы их проектирования приведены в Eurocod 4 [1]. Являясь в основном сборно-монолитными, они достаточно технологичны, что предопределило их востребованность как в новом строительстве, так и в реконструкции, когда работы ведутся внутри помещений, в стесненных условиях. Однако при пролетах увеличенной длины требуется использование в сталежелезобетонных перекрытиях стальных балок достаточно больших высот сечений.

Уменьшение высоты сечений, снижение металлоемкости при обеспечении требуемой жесткости конструкций обычно достигается их предварительным напряжением. Однако предварительному напряжению сталежелезобетонных элементов до настоящего времени должное внимание не уделялось.

Разработаны локально предварительно напряженные сталежелезобетонные изгибаемые элементы и предложения по повышению их эффективности, расширению возможностей.

Предварительному обжатию изгибаемый элемент подвергается не по всей его длине, а локально – только в зоне действия максимальных изгибающих моментов (рис.1). Оно осуществляется внешними стержнями из свариваемой арматуры повышенной прочности, например, стали класса A500C.

Так как прочность арматуры выше, чем у стали двутавра, представляется возможным снижение металлоемкости, собственной массы стальной балки сталежелезобетонной конструкции. Более эффективно

обжатие осуществлять до бетонирования железобетонной полки.

Перед осуществлением обжатия к стенке стальной балки с двух ее сторон привариваются два арматурных стержня.

Участок между точками закрепления l_{sp} является подвергающимся предварительному напряжению.

Затем оба стержня одновременно оттягиваются с помощью специального ручного винтового двухветвевго домкрата, т.е. без затраты электроэнергии.

Выворачиваемый по резьбе винт домкрата упирается в полку двутавра, вследствие чего оттягиваются одновременно оба напрягаемых стержня (рис.1, а). Затем привариваются упоры (рис.1, б). Схема действия усилий обжатия после удаления домкрата показана на рис.1, в.

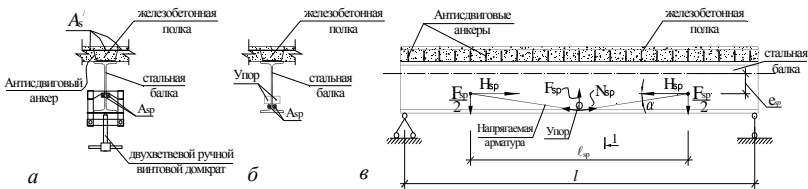


Рис.1 – Локальное обжатие сталежелезобетонной балки:
 а – оттягивание арматуры; б – фиксация положения упором; в – усилия обжатия.

Положение оттянутых стержней фиксируется упорами в виде отрезков труб, привариваемых с двух сторон стенки балки (рис.2).

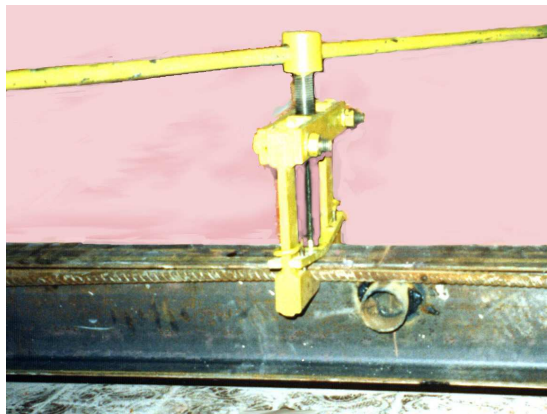


Рис. 2 – Локальное предварительное напряжение стальной балки до монтажа непосредственно на объекте (в перевернутом положении)

Некоторые сложности возникают, когда арматурные стержни необходимо пропустить через ребра жесткости. В данном случае в ребрах предусматриваются прорези (рис.3).



Рис.3 – Пропуск арматуры через прорезь в ребре жесткости балки

Следует отметить, что локальное предварительное напряжение повышает не только несущую способность, но и жесткость конструкции. Для создания натяжения арматуры N_{sp} необходимо приложить силу оттягивания

$$F_{sp} = N_{sp} \sqrt{\frac{8N_{sp}}{E_{sp}A_{sp}}}, \quad (1)$$

где E_{sp} и A_{sp} – соответственно модуль деформации и суммарная площадь поперечного сечения стержней напрягаемой арматуры.

В случае использования арматуры класса А500С имеет место соотношение $F_{sp} \approx 0,13N_{sp}$, что и позволяет производить оттягивание ручным винтовым домкратом.

Стрелка оттягивания определяется по зависимости

$$f_{sp} = l_{sp} \sqrt{0,5\varepsilon_{sp}},$$

где ε_{sp} – деформация напрягаемой арматуры в результате оттягивания.

На участке длиной l_{sp} возникают продольная сила обжатия

$$H_{sp} = N_{sp} \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

и выгибающий балку момент

$$M_{sp} = \frac{N_{sp} \cdot l_{sp} \cdot \sin \alpha}{2} + N_{sp} \cdot e_{sp} \cdot \cos \alpha, \quad (3)$$

где α – угол оттягивания арматуры; e_{sp} – расстояние точек крепления до физической оси элемента.

Повышенная технологичность обеспечивается возможностью осуществления локального предварительного напряжения до монтажа, внизу, с надежным контролем создаваемого натяжения напрягаемой арматуры. Одновременно к верхней полке стальной балки привариваются противосдвиговые анкера. Работы могут проводиться и вне строительной площадки, на монтаж поступает уже готовая локально обжатая стальная балка. Стальные элементы должны быть защищены от воздействий огня и коррозии.

Для обеспечения совместной работы железобетонной плиты и стальной балки предложены противосдвиговые анкера, эффективность которых повышается за счет использования работы бетона на смятие.

Расстановка по длине конструкции и диаметры арматуры анкеров определяются расчетом по разработанной методике.

Практическая значимость предлагаемых анкеров состоит в том, что они могут изготавливаться из отрезков арматуры А300С и др. с осуществлением гнутья на механических участках либо непосредственно на стройплощадках.

Предложена конструкция узла крепления арматурных стержней к стенке балки, новизна которой защищена патентом Украины №59242А. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили его эффективность. Разработана методика расчета.

Предложена методика расчетной оценки потерь напряжений в напрягаемой арматуре от обжатия стальной балки, ползучести и усадки бетона. Благодаря шпренгельной схеме работы арматуры потери напряжений меньше, чем при прямолинейном очертании напрягаемой арматуры. Потери от релаксации напряжений определяются как для стержневой арматуры железобетонного обжатого механическим способом элемента.

Разработана методика определения параметров локального обжатия сталежелезобетонных балок с нижним поясом криволинейного очертания, которые встречаются в практике (рис.4).

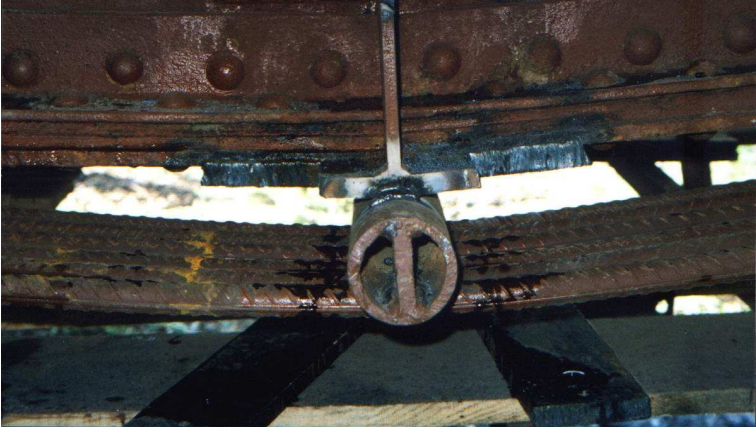


Рис.4 – Цилиндрический упор, фиксирующий оттянутое положение напрягаемой арматуры при обжатии сталежелезобетонной балки с нижним поясом криволинейного очертания

Получено уравнение, связывающее необходимую величину стрелки оттягивания f_{sp} при начальной стрелке нижнего пояса балки f_0 со значением требуемого усилия натяжения арматуры N_{sp} для случая оттягивания силой F_{sp} , приложенной в середине длины участка обжатия l_{sp} . Оно позволяет при заданных значениях f_0 , l_{sp} , E_{sp} , A_{sp} определять величину стрелки оттягивания f_{sp} , необходимой для создания усилия натяжения N_{sp} .

Величина силы оттягивания F_{sp} , приложенной в середине длины напрягаемой арматуры и необходимой для создания усилия натяжения N_{sp} , определяется по зависимости

$$F_{sp} = 2N_{sp} \frac{f_0 + f_{sp}}{\sqrt{(f_{sp} + f_0)^2 + \frac{l_{sp}^2}{4}}}, \quad (4)$$

отсчет f_0 и f_{sp} от линии, соединяющей точки крепления арматуры.

Упрочнение напрягаемой арматуры А500С вытяжкой предложено как технологически простой путь уменьшения ее расхода в локально предварительно напряженных сталежелезобетонных изгибаемых элементах.

При этом предлагается осуществлять упрочнение арматуры класса А500С ее вытяжкой непосредственно в конструкции до контролируемого удлинения 3%.

Первый этап – достижение заданной величины стрелки оттягива-

ния f_{sp1} (рис.5), при которой значение напряжения в арматуре превышает величину предела текучести; второй этап – разгрузка, третий – заданное локальное предварительное напряжение.

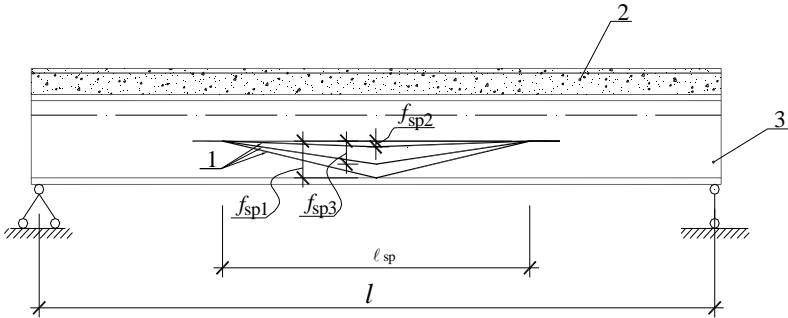


Рис.5 – Упрочнение напрягаемой внешней арматуры непосредственно в конструкции:
 f_{sp1} – максимальное оттягивание; f_{sp2} – после разгрузки;
 f_{sp3} – в результате задаваемого локального предварительного напряжения.

Ввиду того, что после разгрузки длина арматуры увеличивается по сравнению с первоначальной, возникает провис с величиной стрелки

$$f_{sp2} = l_{sp} \sqrt{\frac{\varepsilon_{sp0}}{2}}. \quad (5)$$

Для создания задаваемого предварительного напряжения σ_{sp3} необходима стрелка оттягивания

$$f_{sp3} = l_{sp} \sqrt{\frac{\varepsilon_{sp0} + \varepsilon_{sp3}}{2}}, \quad (6)$$

где ε_{sp0} и ε_{sp3} – соответственно деформации разгрузки и локального обжатия.

Отсчет величины стрелок оттягивания ведется от прямой, соединяющей точки крепления напрягаемой арматуры к стенке балки.

Таким образом, предложен эффективный класс несущих конструкций – сталежелезобетонные локально предварительно напряженные изгибаемые элементы.

Повышенные несущая способность и жесткость достигаются предварительным обжатием стальных балок сталежелезобетонных конструкций дополнительной (в отличие от традиционных железобетонных) внешней арматурой не по всей их длине, а только в зоне дей-

ствия максимальных изгибающих моментов. Металлоемкость конструкции снижается также благодаря тому, что прочностные показатели напрягаемой арматуры, например, класса А500С в два раза выше, чем у стали двутавра.

Дополнительный эффект состоит в том, что после осуществления обжатия напрягаемые арматурные стержни совместно с упорами образуют шпренгельное подкрепление, которое по мере роста нагрузки создает дополнительное локальное обжатие.

Проведенные эксперименты позволили выявить, что благодаря шпренгельной схеме работы напрягаемой арматуры потери напряжений в ней вследствие деформаций ползучести, усадки бетона и обжатия меньше, чем при прямолинейном расположении стержней.

Предложен сталежелезобетонный изгибаемый элемент с напрягаемой арматурой класса А500С, упрочняемой непосредственно в конструкции; разработана методика расчетного определения параметров вытяжки арматуры, назначения величин стрелок ее оттягивания на различных этапах вытяжки.

1. Eurocode 4: Расчет и конструирование комплексных несущих конструкций из стали и бетона. ENV 1994-1-1: Пер. с нем. – Полтава: ПГТУ, 1997. – 180 с.

Получено 09.12.2010

УДК 624.042.42

Б.А.КУТНИЙ, канд. техн. наук, І.В.МОЛЬКА

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТАНЕННЯ СНІГУ НА ПОКРІВЛІ

Запропоновано математичну модель танення снігу на покрівлі за рахунок надходжень тепла з приміщення. Виконано порівняння розрахункових даних з експериментальними. Викладена методика може використовуватися для розрахунків інтенсивності танення снігу на покриттях з різними теплотехнічними характеристиками. Результати досліджень можуть бути корисні для аналізу несучої здатності та теплового режиму будівельних конструкцій.

Предлагается математическая модель таяния снега на кровле за счет поступлений тепла из помещения. Выполнено сравнение расчетных данных с экспериментальными. Изложенная методика может быть использована для расчетов интенсивности таяния снега на покрытиях с разными теплотехническими характеристиками. Результаты исследований могут быть полезны для анализа несущей способности и теплового режима строительных конструкций.

The mathematical model of snow thawing on the roof at the expense of heat coming from a premise is offered. Comparison of calculated data with the experimental one is executed. The stated technique can be used for calculations of intensity of snow thawing on roofs with different heat engineering characteristics. Results of researches can be useful to the analysis of bearing ability and the building constructions thermal mode.