

УДК 624.012

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ ЗОНЫ ПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н.Д. РЯБЕНКО

(Полоцкий государственный университет);

д-р техн. наук, проф. В.В. ТУР

(Брестский государственный технический университет)

Рассматривается актуальный в настоящее время вопрос определения длины зоны передачи напряжений с предварительно напряженной арматуры на бетон. С целью определения длины зоны передачи напряжений, а также длины зоны анкерования как характеристик сцепления предварительно напряженной арматуры с бетоном предложены два варианта модифицированной установки, принятой в методике ECADA. Методика ECADA базируется на измерении и анализе усилий в предварительно напряженной арматуре на стадиях напряжения и передачи усилия обжатия. Оба варианта, представленные в данной работе, имеют свои достоинства и могут быть использованы для определения вышеуказанных характеристик. Наиболее приемлемый вариант модифицированной установки был запроектирован и изготовлен. Также был проведен пробный эксперимент с целью подтверждения возможности использования данной установки для определения свойств сцепления арматуры с бетоном, в частности длины зоны передачи напряжений.

Ключевые слова: железобетонные элементы, предварительно напряженная арматура, зона передачи напряжений, зона анкерования, измерение усилий.

Определение длины зоны передачи напряжений. Передача предварительного напряжения с арматуры на окружающий ее бетон происходит благодаря сцеплению, которое существует по границе контакта арматуры с бетоном. Свойства сцепления предварительно напряженной арматуры с бетоном характеризуются величиной длины зоны передачи предварительного напряжения при ее отпуске и длиной зоны анкерования в предельном состоянии. В соответствии с терминологией, принятой в Model Code 2010 [1], а затем и в ТКП EN 1992-1-1 [2], длина зоны передачи напряжений определяется как длина участка, на котором напряжения в напрягающем элементе (канате, стержне, проволоке) изменяются от нуля до установившихся эффективных значений.

Ученые предлагали различные экспериментальные методики определения длины зоны передачи напряжений предварительно напряженной арматуры на бетон (рисунок 1). Одной из них является измерение продольных деформаций бетона при отпуске предварительно напряженной арматуры на длине зоны передачи напряжений (рисунок 1, в). Из-за низкой точности и зависимости от толщины слоя бетона над арматурой данная методика не находит применения в современных экспериментальных исследованиях. Недостаток методики измерения деформаций в предварительно напряженной арматуре по длине зоны передачи напряжений состоит в том, что крайне сложно произвести измерения размещенными в арматуре датчиками, не нарушив сцепления арматуры с бетоном (рисунок 1, з).

При использовании методики измерения величины вытягивания арматуры из тела бетона со стороны загруженного торца элемента не воспроизводятся условия, имеющие место при передаче усилия обжатия с напрягающих элементов на бетон за счет сил сцепления, и не воспроизводится эффект Хойера для предварительно напряженной арматуры, который заключается в увеличении площади поперечного сечения арматуры до своего первоначального значения после отпуска со стороны торца элемента, у которого производился отпуск арматуры (рисунок 1, а) [3].

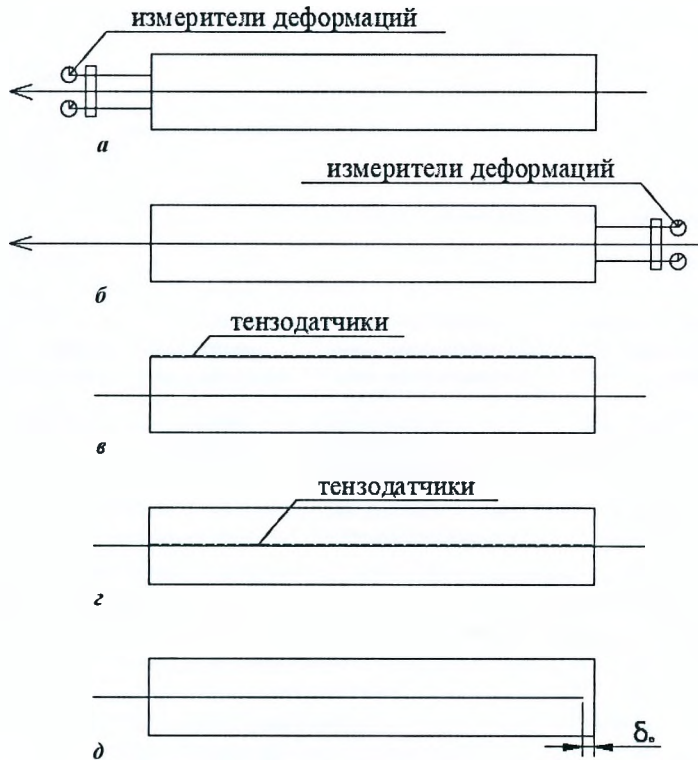
Большинство методик экспериментального определения длины зоны передачи напряжений предварительно напряженной арматуры базируется на получении величины вытягивания арматуры на конечном участке элемента по отношению к окружающему ее бетону как косвенного показателя (рисунок 1, б) [4].

Формула, предложенная Гийоном, связывает величину вытягивания на конечном участке элемента с длиной зоны передачи напряжения и включает в себя коэффициент α [5].

$$l_{pi} = \alpha \frac{\delta_e}{\varepsilon_{p,i}}, \quad (1)$$

где l_{pi} – длина зоны передачи напряжений; δ_e – величина вытягивания арматуры на свободном торце изделия (рисунок 1, д); $\varepsilon_{p,i}$ – относительная деформация арматуры непосредственно перед передачей усилия обжатия; α – коэффициент, зависящий от принятого закона сцепления и, соответственно, распределения напряжений в арматуре по длине зоны передачи напряжений.

Коэффициент α зависит от формы эпюры распределения касательных напряжений сцепления арматуры с бетоном по длине зоны передачи напряжений. Проблема состоит в правильном определении величины коэффициента α . Многие ученые, базируясь на своих экспериментально-теоретических исследованиях, предлагали различные значения этого коэффициента – от $\alpha = 1$ до $\alpha = 4$ [6]. Также если говорить о производстве предварительно напряженных железобетонных конструкций по стендовой технологии безопалубочного формования в слипформерах, следует учитывать, что отпуск предварительно напряженной арматуры при нарезке железобетонных элементов происходит мгновенно, и известные экспериментальные методики определения длины зоны передачи напряжений не соответствуют требованиям. В связи с этим стоит вопрос о нахождении иной методики экспериментального определения длины зоны передачи напряжения как характеристики сцепления предварительно напряженной арматуры с бетоном, свободного от названных недостатков известных методик.

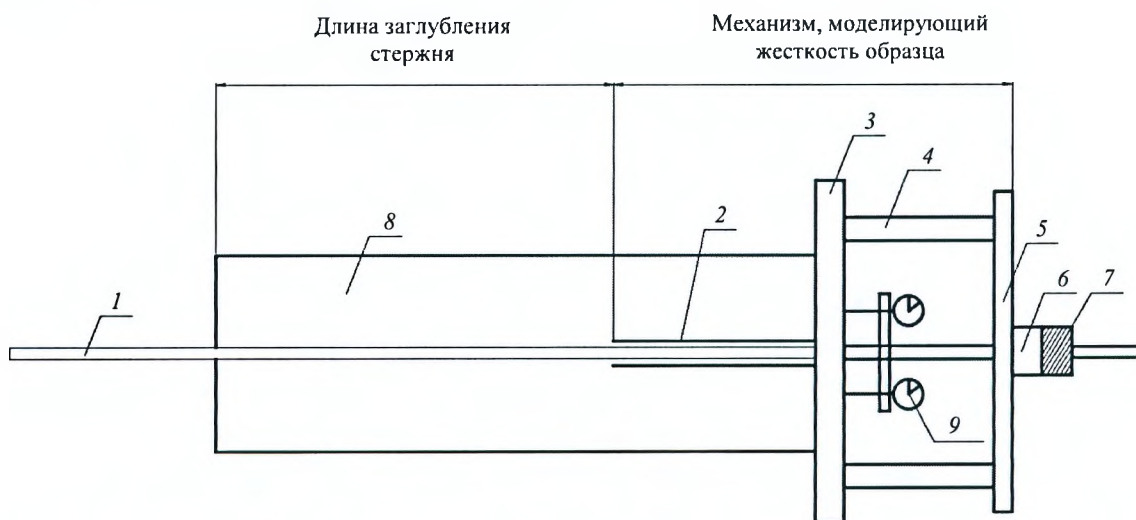


a – методика вытягивания арматуры из тела бетона; **б** – методика определения втягивания арматуры;
в – методика определения продольных деформаций бетона; **з** – методика определения деформаций в арматуре;
д – величина втягивания арматуры на свободном конце изделия

Рисунок 1. – Схематическое изображение экспериментальных методик определения длины зоны передачи напряжений

Методика ECADA. Marti Vargas, J.R. из Политехнического Университета Валенсии предложил принципиально новую методику определения длины зоны передачи напряжений и длины зоны анкеровки. Эта методика получила название ECADA «Ensayo para Caracterizar la Adherencia mediante Destesado y Arrancamiento» – «Метод определения характеристик сцепления при отпуске и вытягивании [7–10]. Данная методика позволяет производить измерения усилия предварительного напряжения в арматуре в железобетонном элементе на всех стадиях работы железобетонного элемента, включая отпуск предварительного напряжения. Усилие в предварительно напряженной арматуре измеряется силовым динамометром внутри механизма, моделирующего жесткость железобетонного образца. Кроме того, может производиться измерение деформаций арматуры со стороны нагруженного конца образца (рисунок 2, поз. 9). При этом при одних и тех же начальных условиях рассматриваются элементы с различной длиной заделки арматуры в тело бетона. Длина железобетонного элемента, в котором фиксируется уменьшение первоначального усилия предварительного напряжения, соответствует длине зоны передачи напряжений. В методике ECADA испытание опытных образцов предлагается начинать с наименьшей длины заделки арматуры в тело бетона и затем пошагово увеличивать ее пока не будет достигнута длина зоны передачи напряжений. Данный метод отличается тем, что часть бетонного элемента с предварительно напряжен-

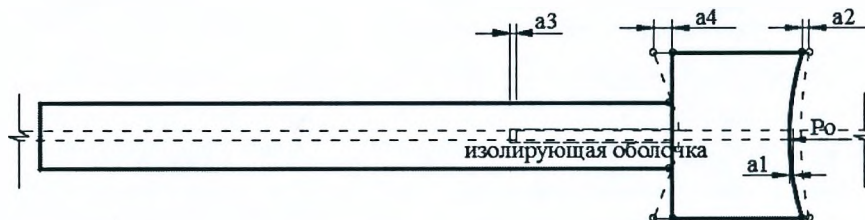
ной арматурой заменяется механизм, моделирующим жесткость элемента при растяжении (рисунок 2) Изолирующая оболочка на некоторой длине контакта арматуры с бетоном необходима для того, чтобы исключить влияние эффекта обоймы, создаваемого пластиной концевой рамы.



1 – предварительно напряженная арматура; 2 – изолирующая оболочка установленной длины; 3 – пластина концевой рамы; 4 – опоры концевой рамы; 5 – анкерная пластина; 6 – силовой динамометр; 7 – анкер; 8 – железобетонный элемент; 9 – измеритель деформаций [7; 8]

Рисунок 2. – Схема конструкции испытательной установки для определения длины зоны передачи напряжений и длины анкеровки по методике ECADA [7]

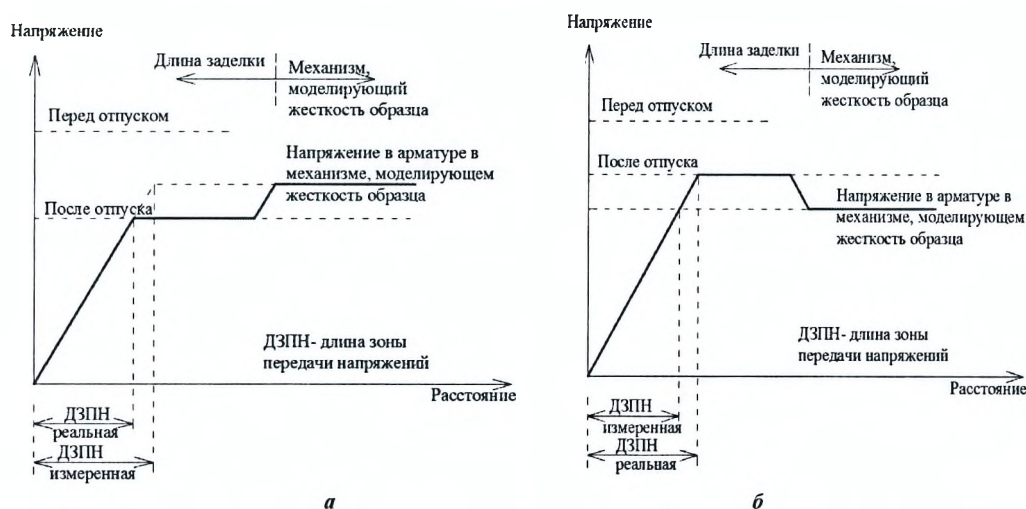
Механизм представляет собой две стальные пластины толщиной до 100 мм (рисунок 2, поз. 3, 5) с опорами концевой рамы (поз. 4). Железобетонный элемент с предварительно напряженной арматурой имеет размеры поперечного сечения меньше, чем расстояние в свету между опорами концевой рамы. Поэтому пластина концевой рамы при передаче усилия с железобетонного элемента и ее опирании на опоры концевой рамы также испытывает изгиб (рисунок 3). Жесткость механизма в направлении усилия предварительного напряжения моделируется названными стальными пластинами, испытывающими изгиб, и опорами концевой рамы, испытывающими продольное сжатие. Подбор требуемой жесткости механизма осуществляется экспериментально или расчетом с использованием программных комплексов на основе метода конечных элементов. Характеристики механизма, моделирующего жесткость железобетонного элемента данной методики ECADA, приведены в [7; 8; 10].



a_1 – изменение прогиба анкерной пластины после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»;
 a_2 – изменение укорочения опор концевой рамы после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»;
 a_3 – изменение длины бетонного элемента (участок с изолирующей оболочкой) после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»;
 a_4 – изменение прогиба концевой пластины после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»

Рисунок 3. – Изменение прогибов и длин элементов системы после отпуска предварительно напряженной арматуры в базовой установке по методике ECADA

Для получения наиболее точных результатов механизм, моделирующий жесткость заменяемого элемента, должен иметь равную с ним жесткость. При этом более предпочтительным является случай когда жесткость механизма больше жесткости заменяемого элемента (рисунок 4, а). Случай, при котором жесткость механизма меньше жесткости заменяемого образца, является наихудшим вследствие того что будет иметь место занижение значения длины зоны передачи напряжений (рисунок 4, б).

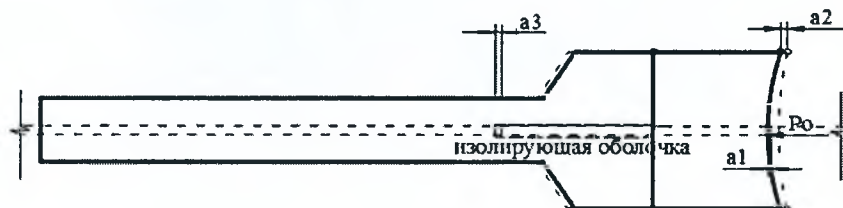


а – завышение значения длины зоны передачи напряжений (ДЗПН);
б – занижение значения длины зоны передачи напряжений (ДЗПН) [7]

Рисунок 4. – Схематическая диаграмма распределения напряжений в предварительно напряженной арматуре после отпуска по методике ECADA

Предлагаемая методика испытаний. Авторами усовершенствована установка для реализации методики экспериментального определения длины зоны передачи напряжений для предварительно напряженной арматуры железобетонных элементов ECADA, то есть при ее использовании измеряется усилие в предварительно напряженной арматуре и ее деформации со стороны загруженного конца в некотором количестве образцов различной длины при отпуске предварительного напряжения. Целью усовершенствования являлось упрощение механизма, моделирующего жесткость железобетонного образца, создание возможности выполнять расчет его жесткости для каждого конкретного железобетонного элемента.

Главное отличие механизма, моделирующего жесткость образца, от представленного в методике ECADA состоит в том, что в предлагаемой модификации плитные элементы концевой рамы заменены балочными из прокатных профилей (*вариант 1*). Изменяя поперечное сечение балок, можно проще и более точно моделировать жесткость испытываемого железобетонного образца при отпуске предварительного напряжения в арматуре. Расчет деформаций шарнирно опертой балки, работающей на изгиб, при действии сосредоточенного усилия предварительного напряжения в арматуре является более простым по сравнению с расчетом прямоугольной плиты, жестко опертой по углам на опоры концевой рамы при действии того же сосредоточенного усилия в центре плиты. Кроме того, с целью исключения деформирования стальных балок из прокатных профилей, заменяющих в усовершенствованной установке пластину концевой рамы и неконтролируемого обмятия ребер железобетонного образца в месте его опирания при отпуске предварительного напряжения предложена новая форма испытываемых образцов с утолщениями в месте опирания на концевую раму (*вариант 2*). Ширина утолщений определяется расстоянием в свету между опорами концевой рамы (рисунок 5). Утолщение железобетонного элемента рекомендуется выполнять короче, чем длина изолирующей оболочки, чтобы предотвратить влияние сжимающих напряжений, возникающих в поперечном сечении элемента из-за утолщения образца.



a1 – изменение прогиба анкерной балки после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»;
a2 – изменение укорочения опор концевой рамы после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»;
a3 – изменение длины бетонного элемента (участок с изолирующей оболочкой) после отпуска по сравнению с положением «до отпуска»

Рисунок 5. – Изменение прогибов и длин элементов системы после отпуска предварительно напряженной арматуры в предлагаемой установке по методике ECADA

Как было отмечено выше, производство многопустотных железобетонных плит в слипформерах предполагает мгновенный отпуск арматуры. Именно поэтому в усовершенствованной установке методики ECADA предусматривается возможность перерезания алмазным инструментом предварительно напряженной арматуры железобетонного образца при мгновенном отпуске арматуры (как в реальных конструкциях безопалубочной технологии). В данном варианте предлагается начать испытание опытных образцов с наибольшей предполагаемой длиной заделки арматуры в тело бетона. После испытания образца предлагается укорачивать его перерезанием алмазным инструментом и испытывать повторно. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет определена длина зоны передачи напряжений. Таким образом возможно снизить материальные и временные затраты на проведение эксперимента.

Учитывая новую предложенную конструкцию установки, можно аналитически описать изменение усилия (ΔP_{est}) в предварительно напряженной арматуре (рисунок 6) после ее отпуска (длина заделки арматуры в тело бетона равна или больше длины зоны передачи напряжений) в зависимости от модификации (вариант 1 или вариант 2) следующими формулами:

$$\Delta P_{est,1} = A_p \cdot E_p \cdot \Delta \varepsilon_{p,sist} = \frac{A_p \cdot E_p}{L_{sist}} \cdot \left[\Delta L_m - \Delta P_{est} \left(\frac{L_{eff,1}^3}{48 \cdot E_s \cdot I_{s,1}} + \frac{L_{sep}}{A_s \cdot E_s} \right) \right], \quad (2)$$

$$\Delta P_{est,2} = A_p \cdot E_p \cdot \Delta \varepsilon_{p,sist} = \frac{A_p \cdot E_p}{L_{sist}} \cdot \left[\Delta L_m + \frac{P_{ki} \cdot L_{con}^2 \cdot (L_{eff,2} - L_{con})}{4 \cdot E_s \cdot I_{s,2}} - \Delta P_{est} \left(\frac{L_{eff,1}^3}{48 \cdot E_s \cdot I_{s,1}} + \frac{L_{sep}}{A_s \cdot E_s} \right) \right], \quad (3)$$

где $\Delta P_{est,1}$ – изменение усилия в предварительно напряженной арматуре после отпуска (вариант 1); $\Delta P_{est,2}$ – изменение усилия в предварительно напряженной арматуре после отпуска (вариант 2); A_p – площадь поперечного сечения предварительно напряженной арматуры; E_p – модуль упругости предварительно напряженной арматуры; $\Delta \varepsilon_{p,sist}$ – изменение относительных деформаций в механизме, моделирующем жесткость образца; L_{sist} – полная длина механизма, моделирующего жесткость образца; ΔL_m – изменение длины участка арматуры в оболочке после отпуска; $L_{eff,1}$ – эффективная длина анкерной балки; E_s – модуль упругости анкерной балки, опор концевой рамы и балки концевой рамы; $I_{s,1}$ – момент инерции анкерной балки; $I_{s,2}$ – момент инерции концевой рамы; L_{sep} – длина опор концевой рамы; A_s – площадь поперечного сечения опор концевой рамы; L_{con} – длина консоли концевой рамы; $L_{eff,2}$ – эффективная длина концевой рамы; P_{ki} – усилие обжатия, передаваемое на бетон.

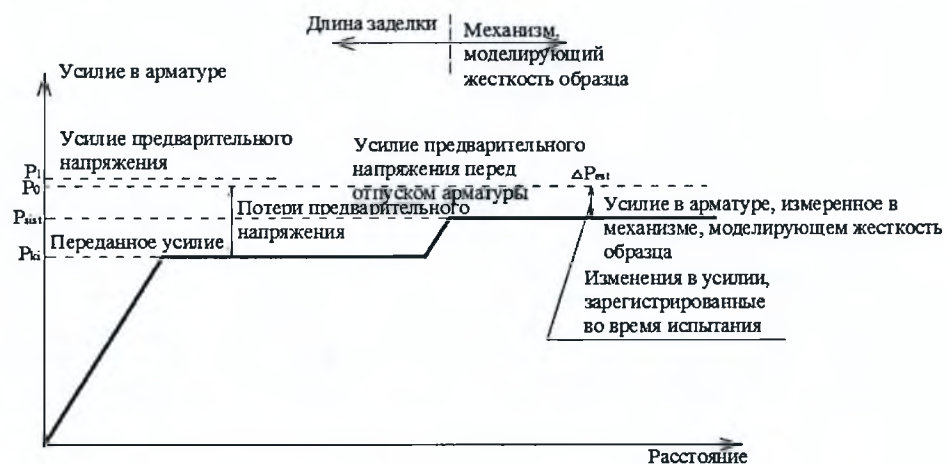


Рисунок 6. – Схематическая диаграмма усилия, возникающего в арматуре

С другой стороны, усилие обжатия, передающееся на бетон (P_{ki}) и изменение длины участка, на котором отсутствует сцепление арматуры с бетоном (ΔL_m), могут быть найдены по формулам:

$$P_{ki} = \frac{P_0}{1 + \left(\frac{A_p \cdot E_p}{A_c \cdot E_c} \right)}, \quad (4)$$

$$\Delta L_m = L_m \cdot \varepsilon_c = L_m \cdot \frac{P_{ki}}{\nu \cdot E_c \cdot A_c}, \quad (5)$$

Здесь, в формулах (4) и (5), P_0 – усилие предварительного напряжения перед отпуском; E_c – модуль упругости бетона; A_c – площадь поперечного сечения бетонного элемента по длине изолированного участка; L_m – длина изолированного участка; ε_c – относительные деформации бетона на участке, не имеющем сцепления с арматурой; ν – коэффициент распределения напряжений, где имеет место уширение бетонного образца ($\nu = 2$ – для варианта 1; $\nu = 1$ – для варианта 2). Коэффициент ν получен методом конечных элементов с помощью программного комплекса SCAD.

Подставляя выражения (4) и (5) в выражения соответственно (2) и (3) получаем

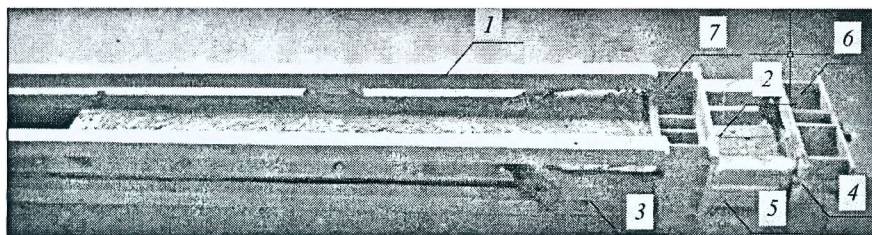
$$\Delta P_{est,1} = \frac{P_0 \cdot L_m}{\nu \cdot (A_c \cdot E_c + A_p \cdot E_p) \cdot \left(\frac{L_{sist}}{A_p \cdot E_p} + \frac{L_{eff,1}^3}{48 \cdot E_s \cdot I_{s,1}} + \frac{L_{sep}}{A_s \cdot E_s} \right)}, \quad (6)$$

$$\Delta P_{est,2} = \frac{\frac{P_0 \cdot A_c \cdot E_c}{(A_c \cdot E_c + A_p \cdot E_p)} \cdot \left(\frac{L_m}{A_c \cdot E_c} + \frac{L_{con}^2 \cdot (L_{eff,2} - L_{con})}{4 \cdot E_s \cdot I_{s,2}} \right)}{\left(\frac{L_{sist}}{A_p \cdot E_p} + \frac{L_{eff,1}^3}{48 \cdot E_s \cdot I_{s,1}} + \frac{L_{sep}}{A_s \cdot E_s} \right)}. \quad (7)$$

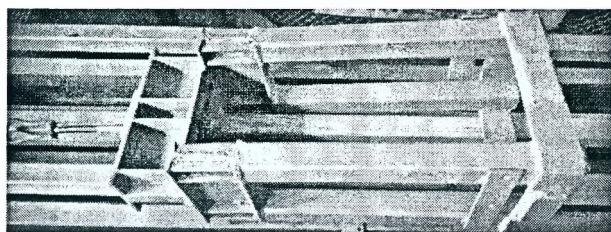
Изменения (потери) усилия предварительного напряжения в арматуре в предлагаемом механизме, моделирующем жесткость образца, вычислены при помощи выражений: (6) – для варианта 1; (7) – для варианта 2. Выполнено сравнение с данными исходной установки [7] при сопоставимых начальных условиях.

Оба варианта предлагаемой установки, как следует из расчетов, дают минимальное завышение значения длины зоны передачи напряжений (в пределах 5,1%). Принимая во внимание меньшее значение завышения длины зоны передачи напряжений и упрощение расчета (отсутствие одного из слагаемых), целесообразно применение варианта 2 предлагаемой установки для определения длины зоны передачи напряжений предварительно напряженной арматуры железобетонных элементов.

Опытная установка для проведения испытаний. После анализа двух вариантов модифицированной методики была запроектирована и изготовлена конструкция для проведения испытаний (рисунок 7, а), состоящая из жесткой рамы 1, содержащей на торце отверстия для арматуры 2. Жесткая рама выполнена из квадратных труб с длиной стороны 50 мм. Внутри жесткой рамы размещена съемная опалубка 3, выполненная из балок швеллерного сечения высотой 100 мм с расширением на одном конце к торцевому элементу жесткой рамы.



а



б

1 – жесткая рама; 2 – предварительно напряженная арматура; 3 – опалубка; 4 – механизм, моделирующий жесткость образца; 5 – опоры концевой рамы; 6 – анкерная балка; 7 – концевая балка

Рисунок 7. – Установка для определения длины зоны передачи напряжений (а) с механизмом для натяжения предварительно напряженной арматуры железобетонных элементов (б)

Механизм, моделирующий жесткость испытуемого образца 4, выполнен с возможностью отделения от жесткой рамы. Изготовлен из металлических балочных элементов, содержащих разделительные стойки 5 из квадратных труб с длиной стороны 50 мм, установленные параллельно друг другу, и анкерную балку 6,

расположенную перпендикулярно разделительным стойкам. Анкерная балка изготовлена из швеллеров высотой поперечного сечения 100 мм, а концевая балка 7 – из швеллеров высотой поперечного сечения 100 мм и пластин толщиной 10 мм. Кроме того, для удобства натяжения арматуры разработан и изготовлен механизм для натяжения арматуры (рисунок 7, б), который представляет собой съемную раму из труб квадратного поперечного сечения с длиной стороны 50 мм.

Пробный эксперимент. Эксперимент проводился с образцом арматуры S1400 диаметром 5 мм (высокопрочная проволока), помещенным в жесткую раму, внутри которой размещена съемная опалубка и пропускался сквозь механизм, моделирующий жесткость испытуемого образца. Внутри механизма, моделирующего жесткость испытуемого образца, установлено измерительное устройство «Терем» для измерения линейных деформаций, содержащее датчики линейных перемещений и позволяющее производить сбор и регистрацию во времени показаний этих датчиков. До бетонирования было произведено натяжение арматуры на жесткую раму при помощи механизма для натяжения арматуры и гидравлического домкрата, выполнено ее закрепление на свободных концах фиксаторами арматуры. В качестве фиксаторов арматуры использовались цанговые зажимы. Один фиксатор арматуры располагался с одного торца жесткой рамы, второй фиксатор арматуры располагался с другого конца жесткой рамы за анкерной балкой. При этом часть предварительно напряженной арматуры до бетонирования была изолирована высокомолекулярным полиэтиленом (пластилином), тем самым была отрегулирована длина участка арматуры, имеющего сцепление с бетоном. После бетонирования и набора бетоном заданной прочности произведена передача усилия обжатия с предварительно напряженной арматуры на бетонный образец. Был применен мгновенный отпуск арматуры при помощи перерезания арматуры механизированным алмазным инструментом, аналогично нарезке плит безопалубочного формования в производственных условиях. Образец тестировался ступенчато, обрезался с шагом в 100 мм (рисунок 8). При помощи измерительного средства «Терем» производился сбор данных о линейных деформациях в арматуре. Длина зоны передачи напряжений определялась как наименьшая длина заделки предварительно напряженной арматуры в бетон, при которой наблюдалось отсутствие или незначительное изменение линейных перемещений в датчике, закрепленном на арматуре. Кроме того, вычисление усилия в арматуре по данным линейных деформаций дублировалось непосредственным измерением усилия в динамометре между анкерной балкой и цанговым зажимом на конце арматуры.

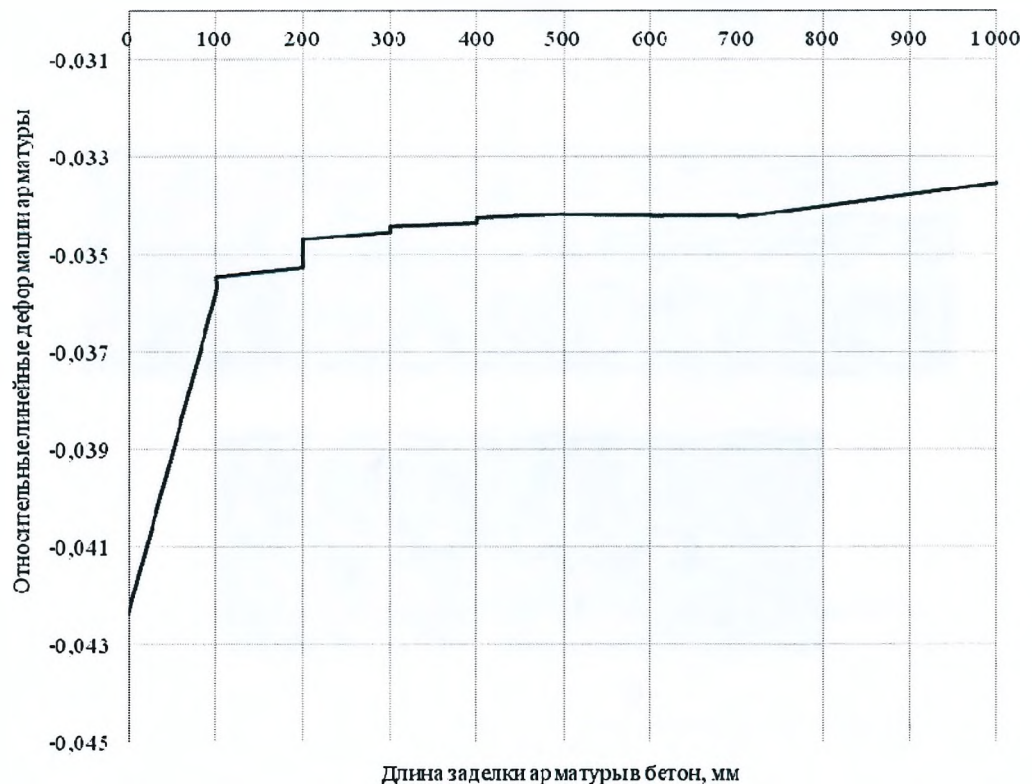


Рисунок 8. – Изменение относительных линейных деформаций в арматуре с изменением длины заделки арматуры в бетоне (мм)

Как видно из графика, представленного на рисунке 8, незначительные относительные деформации в арматуре появляются при уменьшении длины заделки арматуры в бетон до 400 мм, резко увеличи-

ваются при уменьшении заделки арматуры в бетон менее 200 мм. Длина зоны передачи напряжений будет наименьшей длиной заделки арматуры в бетон, при которой наблюдаются изменения в линейных деформациях арматуры.

Заключение. На основании проведенного исследования предложены два варианта модифицированной установки, принятой в методике ECADA для определения длины зоны передачи напряжений предварительно напряженной арматуры железобетонного элемента. Оба варианта, представленные в данной работе, имеют свои достоинства и могут быть использованы для определения вышеуказанной характеристики. Наиболее приемлемый вариант модифицированной установки был запроектирован и изготовлен. Также был проведен пробный эксперимент с целью подтверждения возможности использования данной установки для определения свойств сцепления арматуры с бетоном, в частности длины зоны передачи напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Model Code 2010, First Complete Draft, Vol. 1, 2. – fib, 2010. – СН – 1015. – 293р.
2. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций : ТКП EN 1992-1-1:2009 / М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – Ч. 1-1 : Общие правила и правила для зданий. – 207 с.
3. Transfer and development lengths of concentrically prestressed concrete / Jose. R. Martri-Vargas [et al.] // PCI Journal. – 2006. – September–October. – P. 74–85.
4. Rabenka, N. Control of length of a transmission zone using value of drawn-in of tensile elements in method of production of prestressing constructions / N. Rabenka, V. Tur // European and national dimension in research, April 28–29, 2010. – P. 31–39.
5. Gyon (1951). Béton Précontraint. – Paris, 1951.
6. Тур, В.В. Контроль длины зоны передачи напряжений при изготовлении предварительно напряженных конструкций / В.В. Тур, Н.Д. Рябенко // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F, Строительство. Прикладные науки. – 2010. – № 6. – С. 24–34.
7. Martri-Vargas, J.R. Test method for determination of the transmission and anchorage length in prestressed reinforcement / J.R. Marti-Vargas // Magazine of concrete research. – 2006. – № 58, № 1. – P. 21–29.
8. Rabenka, N. Determination of transmission length in prestressed elements at compression stage / N. Rabenka, V. Tur // European and national dimension in research. – 2011. – April 27–28.
9. Reliability of Transfer Length Estimation from Strand End Slip / J.R. Marti-Vargas [et. al.] // ACI Structural Journal. – 2007. – July–August. – Technical Paper № 104–S47 – P. 487–494.
10. Martri-Vargas, J.R. Experimental study on bond of prestressing strand in high-strength concrete : PhD Thesis / J.R. Martri-Vargas ; Polytechnic University of Valencia, ProQuest Information and Learning Company, Michigan, 2003. – UMI number 3041710, p. 335. In Spanish.

Поступила 01.12.2017

SETTING TO DETERMINE THE LENGTH OF THE ZONE OF TRANSMISSION OF STRESS IN THE PRE-STRESSED REINFORCEMENT CONCRETE ELEMENTS

N. RYABENKO, V. TUR

The actual problem of determination of bond between prestressed reinforcement and concrete is considered. In order to estimate a transmission length and an anchorage length as main characteristics of bond between reinforcement and concrete two modifications of ECADA method are suggested. ECADA method allows determining transmission length by means of measuring the force supported by the tendon before and after release. Both variants presented in this paper are explained and have its advantages; they both can be used for estimation of the characteristics mentioned above. More reasonable variant of modified test plant has been calculated and manufactured. Trial experiment has been held in order to prove the possibility of using the plant for determination of bond characteristics such as transmission length.

Keywords: reinforced concrete elements, prestressed reinforcement, the transfer area stress, area of anchorage, the measurement effort.