

УДК 624.012.45

д.т.н., професор Колчунов В.И.,
к.т.н. Яковенко И.А., Тугай Т.В.,
Национальный авиационный университет

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖЕСТКОСТИ ПЛОСКО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Статья посвящена разработке методики проведения экспериментальных исследований жесткости плоско напряженных железобетонных составных конструкций. На основании предложенной методики представляется возможным получить достоверные данные о сложном деформированном состоянии плоско напряженных железобетонных конструкций при взаимодействии разных слоев и классов бетонов.

Ключевые слова: *экспериментальные исследования, напряженно-деформированное состояние, плоско напряженные железобетонные составные конструкции.*

Экспериментальные исследования жесткости плоско напряженных железобетонных составных конструкций проведены с акцентом на малоизученные экспериментальные параметры. На сегодняшний день, отсутствует фактические данные о взаимных смещениях «старого» и «нового» бетонов в зонах, прилегающих к шву; не исследован этот вопрос в тех случаях, когда шов расположен в сжатой или растянутой зонах; не выявлено напряженно-деформированное состояние в зонах бетона, прилегающих к шву; не изучены возникающие при этом эффекты, связанные с нарушением сплошности железобетона; не выявлены особенности сопротивления при различном армировании плоско напряженных железобетонных составных конструкций.

Программа исследований включала лабораторные испытания шести серий железобетонных балок-стенок. Объем и основные параметры экспериментальных образцов приведены на рис.1, 2 и в табл.1. Количество испытываемых образцов принято с учетом варьирования армирования и класса бетона, расположения шва по высоте конструкции, изучение напряженно-деформированного состояние в зонах бетона, прилегающих к шву.

Предусмотрено две серии опытных образцов которые разрушаются от текучести арматуры, а также четыре серии, разрушающиеся по сжатому бетону. Геометрические и конструктивные параметры экспериментальных железобетонных образцов представлены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1.

Объем, серии и характеристики основных экспериментальных образцов

| № серии | Шифр образца | Схема поперечного сечения и армирование | h , мм | b , мм | l , мм | Арматура нижней части балки-стенки, диаметр – мм, класс | Арматура верхней части балки-стенки, диаметр – мм, класс | Высота слоя старого бетона, мм | Высота слоя нового бетона, мм | Класс старого бетона | Класс нового бетона |
|---------|--------------|---|----------|----------|----------|---|--|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I | ІБО30 | рис. 1 (а) | 250 | 100 | 500 | 2Ø12A500C | 2Ø12A500C | 250 | 0 | B30 | B30 |
| II | ІІБО30 | рис. 1 (б) | 250 | 100 | 500 | 4Ø12A500C | 2Ø12A500C | 250 | 0 | B30 | B30 |
| III | ІІІБС30-30 | рис. 1 (в) | 250 | 100 | 500 | 2Ø12A500C | 2Ø12A500C | 210 | 40 | B30 | B30 |
| IV | ІVБС30 | рис. 1 (г) | 250 | 100 | 500 | 4Ø12A500C | 2Ø12A500C | 180 | 70 | B30 | B30 |
| V | VБС30-40 | рис. 1 (д) | 250 | 100 | 500 | 4Ø12A500C | 2Ø12A500C | 180 | 70 | B30 | B40 |
| VI | VIБС30-20 | рис. 1 (е) | 250 | 100 | 500 | 4Ø12A500C | 2Ø12A500C | 180 | 70 | B30 | B20 |

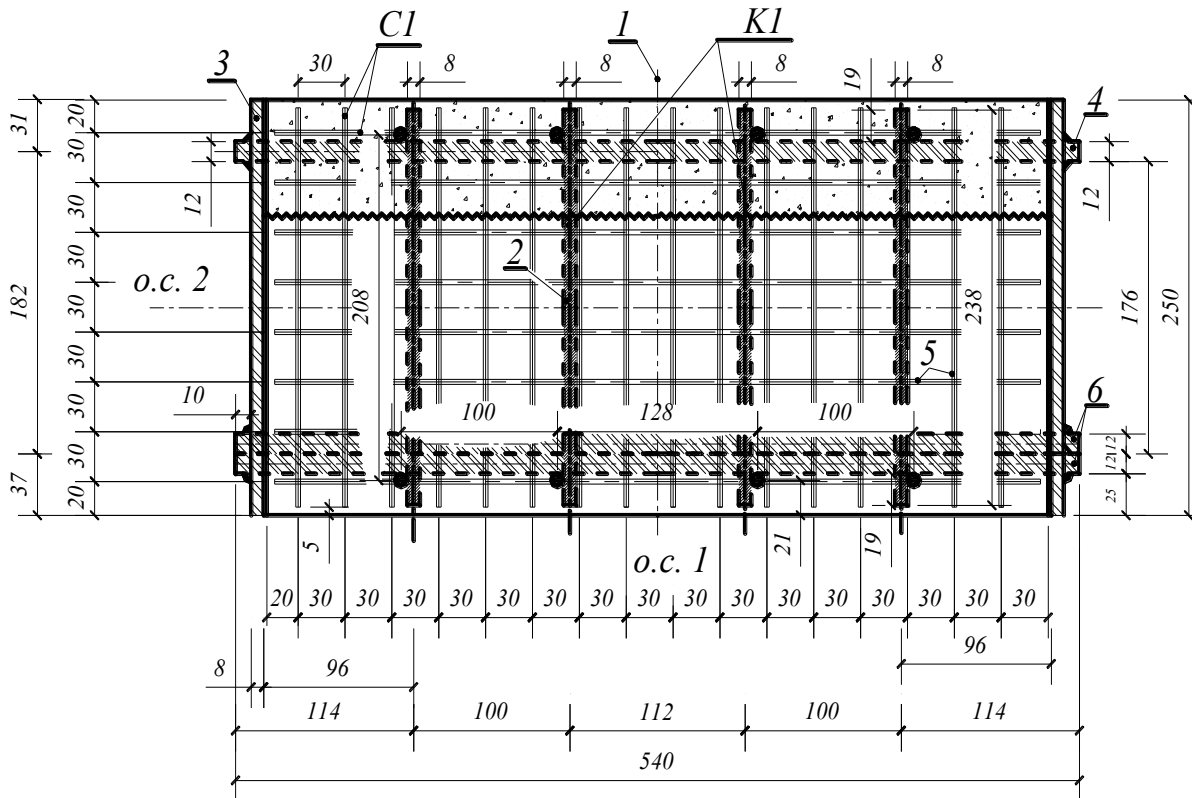


Рис. 2. Конструкция экспериментальных образцов:

1 – вертикальная ось симметрии образца; 2 – поперечные хомуты диаметром 8 мм из арматуры класса A240C; 3 – пластина, толщиной 8 мм, приваренная к продольной рабочей арматуре; 4 – арматура, расположенная в верхней части балки-стенки, диаметром 12 мм, класса A500C; 5 – распределительные арматурные сетки диаметром 3 мм, с шагом ячеек 30×30 мм; 6 – арматура, расположенная в нижней части балки-стенки, диаметром 12 мм, класса A500C

Изготовление балок-стенок осуществлялось в лаборатории строительных конструкций кафедры компьютерных технологий строительства Национального авиационного университета. Бетонирование образцов каждой серии выполняли из бетона одного состава. Все образцы были изготовлены за две бетонировки (первая бетонировка изготовление первой из составляющих частей железобетонной балки-стенки; вторая второй части балки-стенки).

При этом использовался щебень крупностью 5-10 мм. Фракции просеивались в лаборатории строительных материалов перед бетонировкой строго по ситам.

Опалубка для бетонирования основных образцов приведена на рис. 3. Она включает две деревянные формы, покрытые жестью.

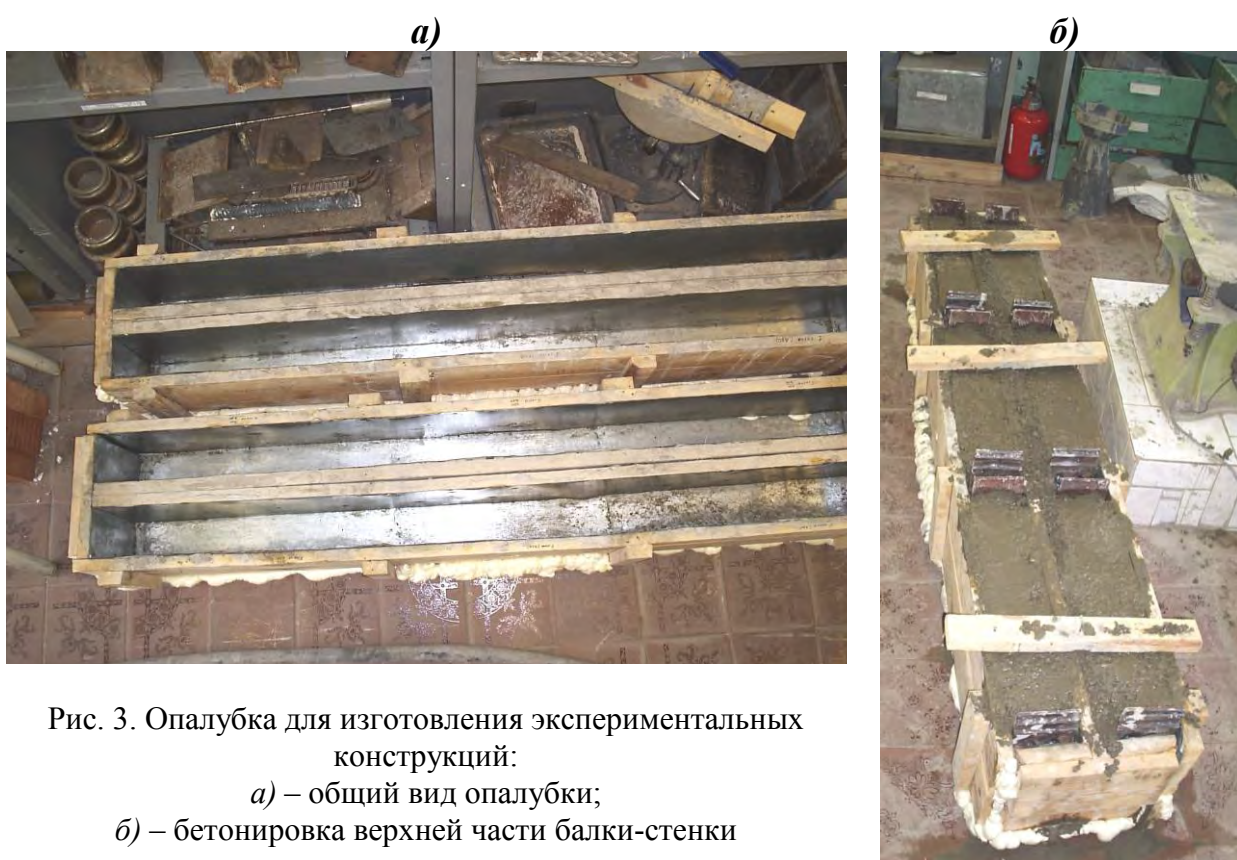


Рис. 3. Опалубка для изготовления экспериментальных конструкций:

а) – общий вид опалубки;

б) – бетонировка верхней части балки-стенки

Железобетонные образцы испытывались в горизонтальном положении (со свободным доступом к растянутой зоне), что позволило детально изучить картину образования, развития и раскрытия трещин. Испытательная установка позволяла реализовывать намеченную схему нагружения (рис. 4). Здесь же приведено размещение механических приборов. На рис. 5 показаны зоны установки электротензорезисторов базой 20 мм.

Кроме основных образцов испытывались вспомогательные составные бетонные и железобетонные призмы, состоящие из отдельных объемов (с разными классами бетона), разделенных швами. При этом диаметр арматурного стержня, моделирующего хомуты, варьировался от Ø6A240С до Ø10A400С. В

ходе проведения экспериментальных исследований вспомогательных образцов, была разработана испытательная установка, которая позволяет реализовывать схему исследования податливости зон, прилегающих к шву разных классов бетона.

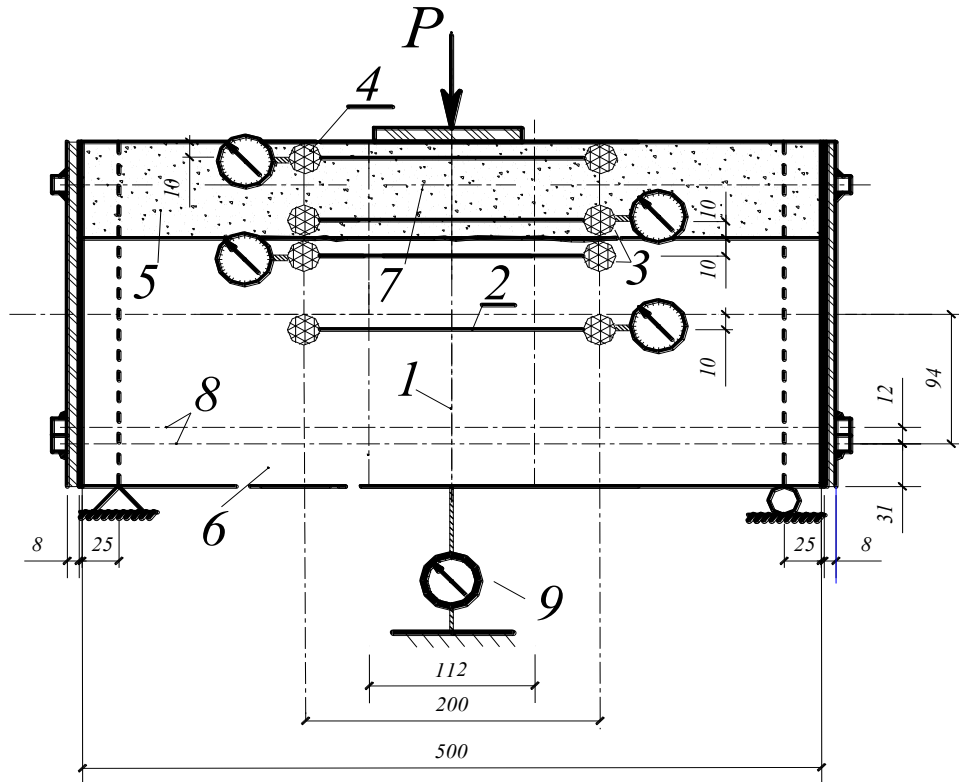


Рис. 4. Загружение составных экспериментальных железобетонных балок-стенок и схема расположения механических приборов:

1 – ось симметрии образца; 2 – дополнительные механические приборы; 3 – механические приборы, расположенные в контактной зоне старого и нового бетонов, прилегающей к шву; 4 – то же, расположенные на фибре бетона; 5 – зона нового бетона; 6 – зона старого бетона; 7 – ось, арматуры сжатой зоны, 8 – оси рабочей продольной арматуры; 9 – прогибомер

При разработке методики экспериментальных исследований были предусмотрены три группы электротензорезисторов на основные элементы и на вспомогательные составные призмы из разных классов бетонов (B30/B30/B30, B20/B30/B20, B40/B30/B40).

I группа электротензорезисторов (рис. 5). Электротензорезисторы устанавливаются по высоте поперечного сечения экспериментальных образцов основных серий в фибровых волокнах, в местах перехода от удлинения к укорочению, а также на берегах шва и в слоях, прилегающих к шву. Целью установки электротензорезисторов является изучение распределения деформаций в окрестностях шва и по высоте сжатой зоны. Электротензорезисторы устанавливаются цепочкой по высоте образцов по обе стороны шва (старого и нового) бетонов. Для обеспечения надежности предусматриваются две цепочки электротензорезисторов (I и II группы),

расположенные в двух одинаково напряженных (симметричных) сечениях. В случае выхода из строя одного из датчика, информацию получаем от

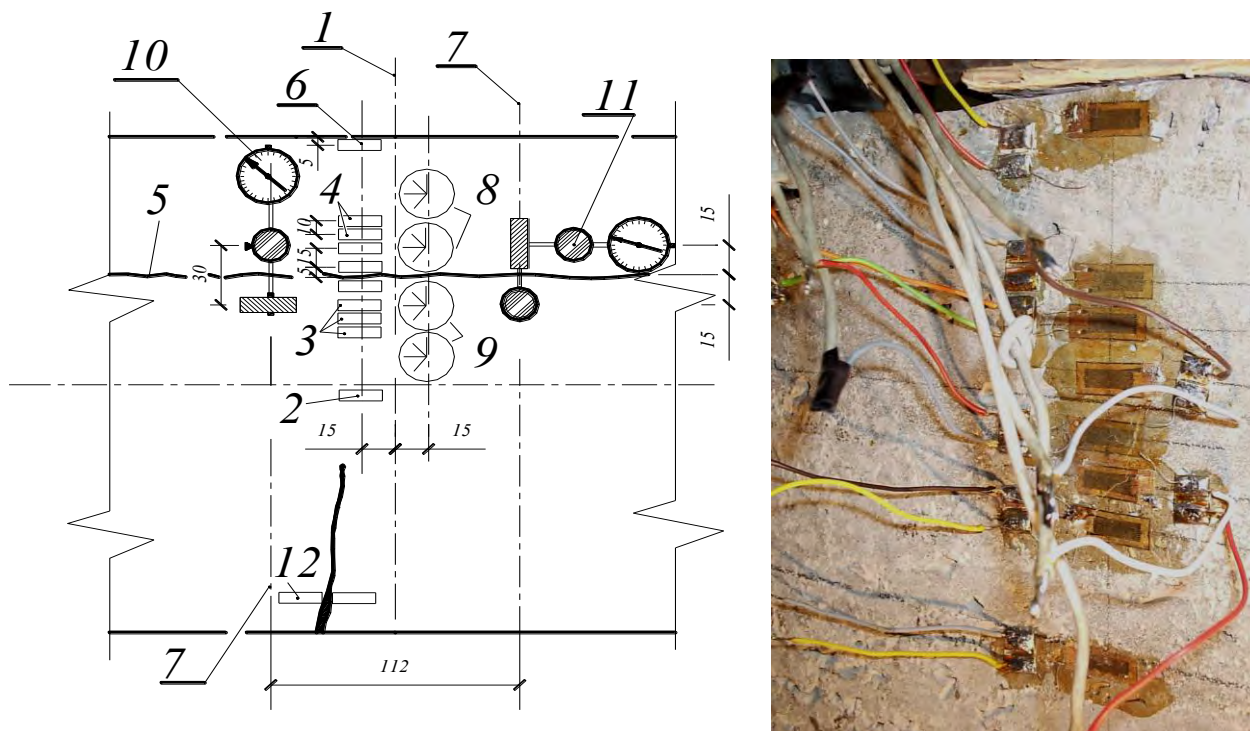


Рис. 5. Расположение первой, второй группы и третьей групп электротензорезисторов в исследуемой зоне основных плоско напряженных железобетонных конструкций: а) – схема расположения электротензорезисторов; б) – фото установленной цепочки

электротензорезисторов первой группы;

- 1 – поперечная ось симметрии; 2 – электротензорезисторы, расположенные снизу на удалении 6 см от шва; 3 – то же, расположенные в зоне старого бетона, прилегающей к шву; 4 – то же, в зоне, нового бетона, прилегающей к шву; 5 – шов между старым и новым бетонами; 6 – электротензорезисторы, расположенные на фибре бетона; 7 – оси расположения механических приборов; 8 – розетки электротензорезисторов, расположенные в зоне нового бетона, прилегающей к шву; 9 – то же, в зоне старого бетона; 10 – И1 – индикатор часового типа с ценой деления 0,001мм для измерения линейных перемещений; 11 – И2, то же, для измерения угловых перемещений; 12 – электротензорезисторы, прилегающие к берегам трещин

II группа электротензорезисторов – розетки, установленные на бетон в прилегающем к шву слое старого и нового бетонов – рис. 5.

Целью их установки является исследование сложного напряженно-деформируемого состояния в слоях старого и нового бетонов, прилегающих к шву. Розетки устанавливаются в одну цепочку, расположенную в двух одинаково напряженных (симметричных) сечениях. Цепочка включает в себя ряд розеток – 4 штуки в каждом, поставленные с зазором 1–1,5мм к шву. В

случае выхода из строя одной из розеток, информацию получаем от электротензорезисторов I группы.

III группа электротензорезисторов – электротензорезисторы, устанавливаемые на бетон на берегах трещин (после их образования) на уровне оси арматуры с помощью клея “Циакрин-90”. Назначение этой группы электротензорезисторов заключалось в необходимости замера опытных деформаций бетона на уровне оси арматуры в непосредственной близости от трещины – зоне, где проявляется эффект нарушения сплошности в железобетоне.

IV группа электротензорезисторов (установка розеток на бетонные и железобетонные призмы $400 \times 100 \times 100$). Аналогично II группе датчиков устанавливаются розетки по 2 цепочкам, по 2 розетки с каждой стороны шва: одна – непосредственно на берегу шва, вторая – с зазором 1 мм.

Работа электротензорезисторов дублируется (там, где это возможно) с помощью механических приборов (с ценой деления 0,001 мм) как при испытании основных образцов, так и вспомогательных – (рис. 6). Для измерения максимальных прогибов также устанавливаются прогибомеры (с ценой деления 0,01 мм).

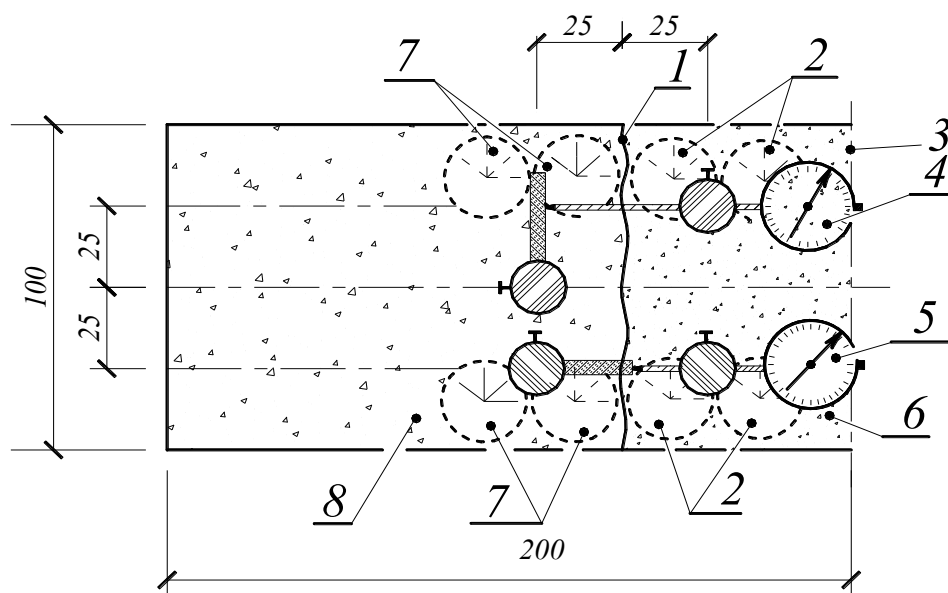


Рис. 6. Схема расположения розеток электротензорезисторов III группы и механических приборов в составных призмах:

1 – шов между бетонами; 2 – розетки, установленные в зоне старого бетона (класса В30); 3 – геометрическая поперечная ось образца, 4 – И1 – индикатор часового типа с ценой деления 0,001 мм для измерения линейных перемещений; 5 – И2, то же, для измерения угловых перемещений; 6 – старый бетон; 7 – розетки, установленные в зоне нового бетона (класса В20/В30/В40); 8 – новый бетон

На достоверность и правильность экспериментальных данных оказывает тот факт, что на опытные образцы устанавливаются не только дублирующие группы электротензорезисторов, но и механические приборы, розетки.

Таким образом, на основании разработанной методики экспериментальных исследований плоско напряженных составных железобетонных конструкций, представляется возможным получить достоверные данные о сложном деформированном состоянии, при взаимодействии разных слоев и классов бетонов. Предложенная методика экспериментальных исследований охватывает широкий круг вопросов, которые так необходимы при разработке новых, более усовершенствованных методов расчета плоско напряженных составных железобетонных конструкций.

Список использованной литературы

1. Колчунов В.И. Экспериментальные исследования жесткости железобетонных конструкций в зоне наклонных трещин / В.И. Колчунов, К. В. Омельченко // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2014. – №1. – С. 24–28.

Анотація

Стаття присвячена розробці методики проведення експериментальних досліджень жорсткості плоско напружених залізобетонних складених конструкцій. На підставі запропонованої методики представляється можливим отримати достовірні дані про складний деформований стан плоско напружених залізобетонних конструкцій при взаємодії різних шарів і класів бетонів.

Ключові слова: експериментальні дослідження, напружено-деформований стан, плоско напружені залізобетонні складені конструкції.

Abstract

Article is devoted to the development of methods for experimental studies hardness flat-stressed concrete composite structures. On the basis of the proposed technique it is possible to obtain reliable data about the complex plane stress strain state of concrete structures in the interaction of different layers and concrete classes.

Keywords: experimental studies of the stress-strain state, plane stress concrete composite structures.