

Бактыгулов К.

**АЙКАЛЫШКАН УСТУНДАРДЫН БАЙЛАНЫШТАРЫНЫН ИШТӨӨСҮН
ТАЖРЫЙБАЛЫК ИЗИЛДӨӨ**

Бактыгулов К.

ОПЫТНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СВЯЗЕЙ КОМБИНИРОВАННЫХ БАЛОК

K. Baktygulov

EXPERIMENTAL STUDY OF WORK RELATIONS COMBINED BEAMS

УДК: 624.012.35-624.012.45

Бул макалада айкалышкан устундардын кесиндилеринин анкердик байланыштарын изилдөө келтирилген. Сыналучу үлгүлөрдү даярдоо технологиялары, эксперименталдык изилдөөлөрдүн усулдамасы берилген. Андан ары изилдөөлөрдүн жыйынтыгы менен устунду тузгон материалдардын – бетон менен профилденген болот төшөмөлдүн жүк алдындагы иштөөсү сүрөттөлгөн.

Негизги сөздөр: *темир бетон курама сундурмалар, болот профилденген төшөмөл, анкердик өзөктөр, сыналучу үлгүлөр, которулуулар, жылышуулар, деформациялар.*

В настоящей статье изложено изучение работы анкерных связей фрагментов комбинированных балок на сдвиг. Описаны технология изготовления опытных образцов, методика экспериментального исследования. Приведен характер поведения материалов - бетона плиты и стального профилированного настила на различных стадиях.

Ключевые слова: *железобетонные сборные прогоны, стальной профилированный настил, анкерные стержни, опытные образцы, перемещения, сдвиги, деформации.*

The study of anchor tie work in fragments of combined beams regarding to shear is stated in the present article. Technology for manufacturing the experimental models and experimental study methodology had been described. Characteristics of material behavior - concrete slabs and steel profiled sheeting at various stages is given.

Key words: *reinforced concrete prefabricated girders, steel profiled decking, anchor rods, prototypes, move, movements, deformation.*

Цель данного опыта состояла в том, чтобы изучить работу анкерных связей и определение их деформативных характеристик. Для проведения данного опыта необходимо было решить вопросы проектирования и изготовления опытных образцов, разработка методики испытания. Проектирование и изготовление опытных образцов основывались на следующих принципах:

– образцы должны, по возможности, точнее имитировать натурные конструкции;

– последовательность и технология изготовления экспериментальных образцов и натуральных конструкций должны наиболее полно соответствовать друг другу;

– размеры образцов должны быть близки к размерам реальных конструкций, чтобы свести к минимуму влияние масштабного фактора.

Опытные образцы комбинированных балок представляли собой сборный железобетонный прогон предлагаемой конструкции, объединенный с монолитной бетонной плитой с внешним армированием стальным профилированным настилом посредством гибкого стержневого анкера (рис. 1). Железобетонные прогоны изготавливались в заводских условиях, с соблюдением всех технологических процессов. Армирование прогона осуществлялось одним плоским каркасом. Продольная рабочая арматура принималась из стержней периодического профиля диаметром 20 А-III, площадь поперечного сечения которой определялась расчетом как для изгибаемых элементов составного сечения при условии их полной совместной работы. Исходя из опыта известных исследований и практического применения в качестве анкерующего элемента приняты горячекатаные арматурные стержни периодического профиля диаметром 14 из стали А-III, которые одновременно выполняют роль поперечной арматуры. Высота анкерующей части стержня, выше верхней грани прогона, равна 11,0 см. Расстояние между стержнями-анкерами равно шагу гофров профилированного настила – 17,0 см. На приопорных участках прогона комбинированной балки, от опор до места приложения нагрузок, установлены дополнительные поперечные стержни диаметром 6 из стали класса А-I (рис. 1). Объединение арматурных стержней в плоский каркас осуществлялось с помощью точечной контактной сварки. Изделия бетонируются с выступающими анкерными стержнями гранью вверх. Применялся портландцемент марки 400 со средней активностью 30,3÷48,7 МПа. В

качестве крупного заполнителя использован щебень крупностью 5÷20 мм, а мелким заполнителем – обогащенный песок с крупностью 2,6 мм. Бетонная смесь имела В/Ц = 0,46. Уплотнение производилось глубинным вибратором марки МВ-67 с диаметром

булавы 51 мм в два слоя. Во избежание усадочных трещин и равномерного прогрева отформованные изделия укрывались полиэтиленовой пленкой и брезентом.

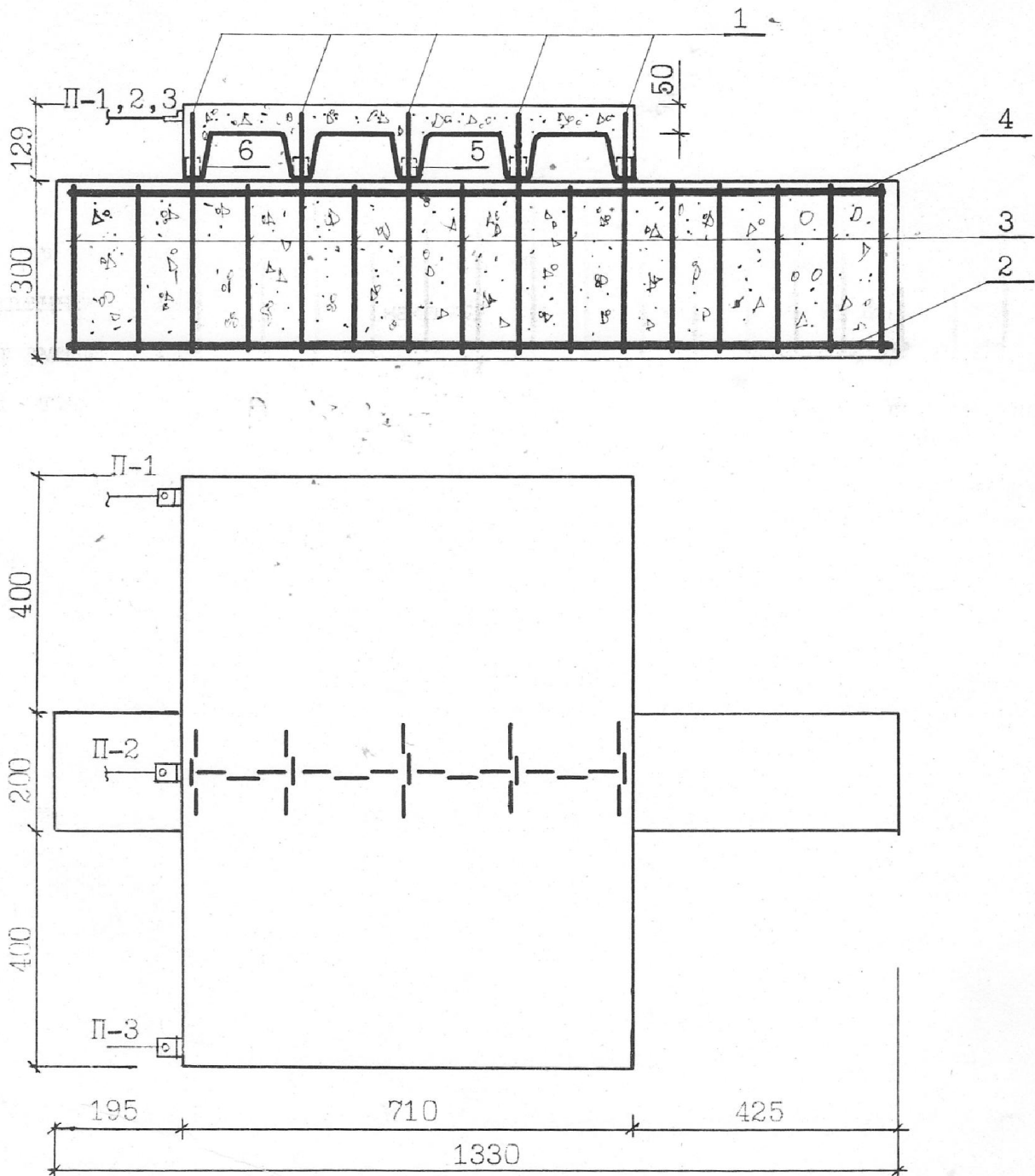


Рис. 1. Опытный образец для испытания на сдвиг.

1 – анкерные стержни; 2 – рабочая арматура; 3 – поперечные стержни; 4 – монтажная арматура; 5 – отгибы; 6 – стальной профилированный настил; П-1, 2, 3-прогибомеры ПМ-3

Пар подавался в паровую рубашку в течение 12 часов. Внешнее армирование выполнялось гладким стальным профилированным настилом Н79-680-1,0 по ГОСТ 24045-80. В арматуре-опалубке в местах пропуска анкеров устраивались отгибы-лепестки, выполняемые путем надреза настила по линиям гофра и последующим отгибом. Настил укладывался узкими полками к прогону. Бетонирование плиты осуществлялось в лабораторных условиях. Бетонная смесь приготавливалась на портландцементе марки 500, с гранитным щебнем крупностью 15-20 мм и кварцевым песком с крупностью 2,14 мм. Для замощивания плиты бетоном по всему периметру уложенных на прогон настила устанавливалась деревянная опалубка. Уплотнение бетонной смеси производилось глубинным вибратором, особое внимание было уделено на зоны анкерования. Твердение бетона происходило в естественных условиях под влажным слоем древесных опилок, покрытых полиэтиленовой пленкой. Толщина бетонной полки плиты (над верхней гранью настила) составляла 5,0 см. Одновременно при формовании опытных образцов изготавливались контрольные кубы с размерами ребра 10 и 15 см, а также призмы с размерами 10x10x40 и 15x15x60 см для определения начального модуля упругости (E_b), прочности бетона на осевое сжатие (R_b) и растяжение (R_{bt}).

Сопrotивление бетона на осевое сжатие определялось при испытании бетонных призм согласно ГОСТ [1]. Начальный модуль упругости бетона определялся при центральном сжатии образцов призм при напряжениях, соответствовавших $0,3R_b$. Сопrotивление бетона осевому растяжению определялось в соответствии с требованиями стандарта [1], раскалыванием контрольных кубов ребром 10 и 15 см двумя стальными полуцилиндрами, диаметром соответственно 10 и 15 см. Испытание контрольных образцов осуществлялось на гидравлическом прессе. Кубы центрировались без измерительных приборов, а призмы центрировались по показаниям индикаторов часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм, установленных на четырех гранях призм на базе 260 мм. Испытания контрольных образцов арматурных стержней выполнялись на разрывной машине в соответствии с ГОСТ [2]. В ходе испытания для измерения деформаций удлинения использовался тензомер Гугенбергера с ценой деления 0,001 мм. При этом определялись временное сопротивление стали разрыву (σ_a), физический предел текучести (σ_y) и модуль упругости стали (E_s).

Экспериментальные образцы Б-1-1÷Б-1-6, предназначенные для изучения работы анкерных связей, представляли собой фрагмент комбинированной балки с длиной прогона и плиты соответственно равной 133,0 и 71,0 см. Длина прогона принята с учетом размещения на нем монолитной плиты с длиной равной ширине стандартного настила и силового оборудования – гидравлического домкрата ДГ-10 (рис. 1). Размеры сечения прогона (20x30 см) и

площадь поперечного сечения рабочей арматуры в нем ($\varnothing 20$ А-III) приняты из расчета восприятия ими полезной нагрузки равной 10,0 кПа. Ширина плиты, равная 100 см, определялась условием ограниченности экспериментальной площадки. Толщина полки бетонной плиты – 5,0 см, соответствует минимальной толщине из опыта проектирования таких конструкций под временную нагрузку $10,0 \pm 50$ кПа.

Опытные образцы для изучения работы анкерных связей испытывались в двойной, независимой, замкнутой системе (рис. 2). Нагружение образцов осуществляется с помощью простых оснасток. При этом достигается передача только сдвигающих сил без заметных изгибающих моментов, независимость работы образцов друг от друга и одновременность испытания двух образцов. При испытании на сдвиг опытных образцов сдвигающая нагрузка от горизонтально установленных двух домкратов прикладывалась к бетонной плите через металлические сплошные траверсы и трехслойные фанеры. Величина ступени нагружения составляла $0,06 \div 0,12$ предполагаемой разрушающей нагрузки с выдержкой под силовым воздействием в течение 5-7 минут. За время выдержки снимались отчеты по приборам, производился осмотр образцов, отмечались трещины и т.д. Для измерения деформаций сдвига бетонной плиты относительно железобетонного прогона в каждом ребре и на торцах плиты устанавливались индикаторы часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм. Сдвиг плиты в целом также контролировался при помощи прогибомеров Н.Н.Аистова типа ПАО-6, с ценой деления 0,1 мм. Прогибомеры устанавливались в середине и на концах вылетов торца плиты. Продольные и поперечные деформации бетона плиты контролировались при помощи тензорезисторов, наклеенных по ряду расположения анкеров и вдоль ребер плиты на ширину прогона (рис. 1). Для всех образцов (Б-1-1÷Б-1-6), испытанных на действие горизонтальной нагрузки, на ступенях нагружения, соответствовавших $0,38 \div 0,42$ разрушающей, характерна была упругая работа связей. Деформации сдвига ребер (Δ) увеличивались прямо пропорционально прикладываемой нагрузке (S). Дальнейшее увеличение нагрузки вызывало местное смятие бетона под анкерами и линейная зависимость нарушалась (рис. 3). При достижении величины нагрузки $0,57 \div 0,62$ от разрушающей образовались трещины под углом к оси анкеров на торцах плит, идущие от середины к краям вылетов. Такие же трещины откалывания, с образованием вокруг анкеров бетонного клина, отмечались в работе [3]. На следующей ступени нагружения ($50 \div 55$ кН), началось отслаивание профилированного листа от бетона с характерным треском для таких конструкций. Образцы разрушились срезом бетона ребер и отрывом настила по всей её длине. О разрушении образцов свидетельствовал интенсивный рост деформаций сдвига при постоянной величине или уменьшении нагрузки по манометру насосной станции.

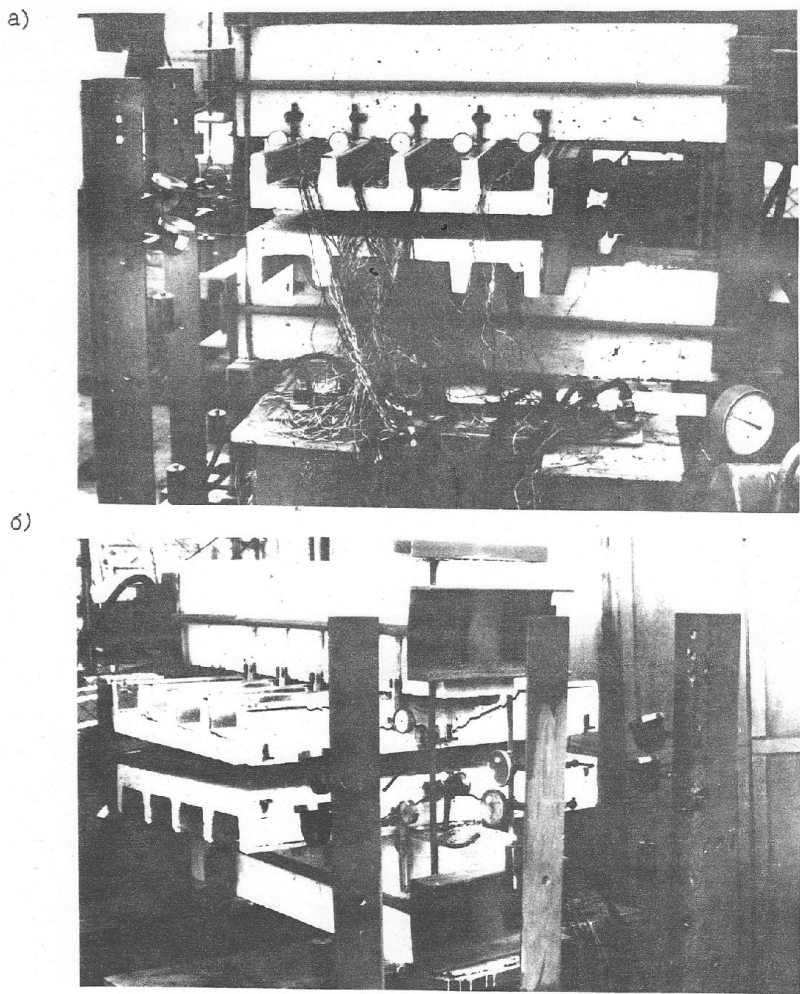


Рис. 2. Испытание опытных образцов на сдвиг
 а) – передача нагрузки на образцы с помощью гидродомкратов ДГ-10;
 б) – измерение деформации сдвига торца плит опытных образцов.

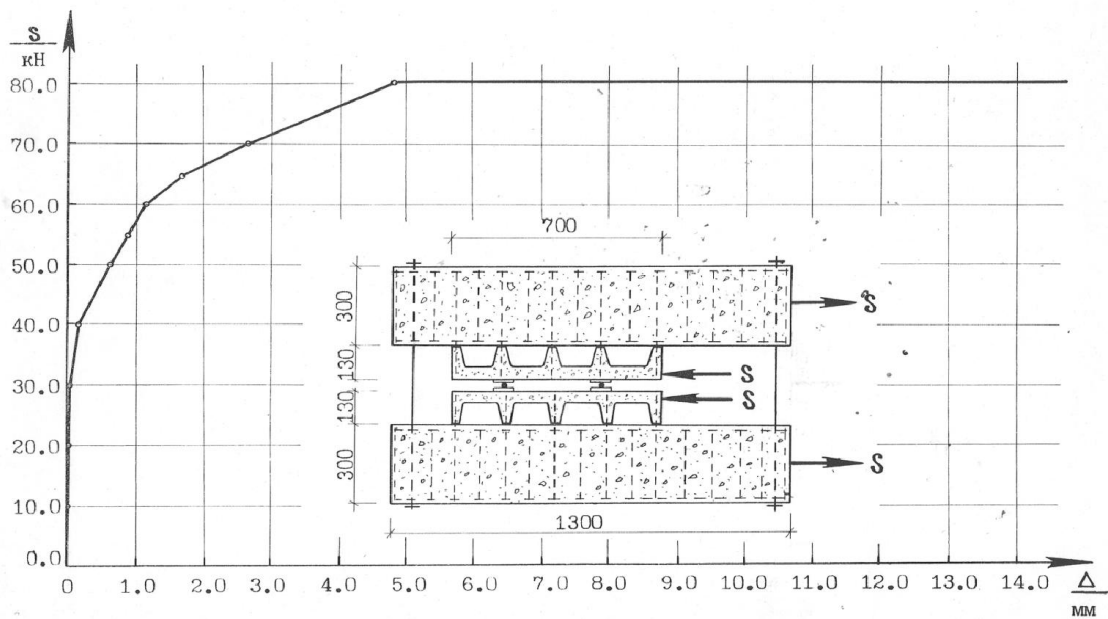


Рис. 3. Смещения плит относительно балок.

На стадии разрушения вследствие развития чрезмерных сдвиговых перемещений произошло раскалывание бетонных плит анкерами по ряду их расположения. По показаниям тензорезисторов на стадии разрушения бетон плиты в продольном направлении испытывает незначительные упругие деформации сжатия, порядка $(8 \div 12) \cdot 10^{-5}$ единиц относительных деформаций (е.о.д.). Этот факт свидетельствует о достаточно высокой осевой жесткости полки плиты для таких конструкций. Развитие деформации растяжения бетона полки плиты по плоскости раскалывания происходит скоротечно, на последней ступени нагружения после среза ребер и отслоения настила.

Характер деформирования листовой арматуры показывает, что стенки гофров со стороны действия нагрузки испытывает растяжение, которые по мере удаления от угла сопряжения ребер и полок уменьшаясь меняет знак. Кроме того, дальние от торца загрузки гофры с ростом нагрузки оказываются полностью сжатыми (рис. 4).

В результате экспериментального исследования опытных образцов на сдвиг сделаны следующие выводы: на стадии нагружения, соответствовавших 0,4 от разрушающей, анкерные стержни испытывают упругие деформации; в пределах нагружения 0,6 от разрушающей появляются нелинейные деформации,

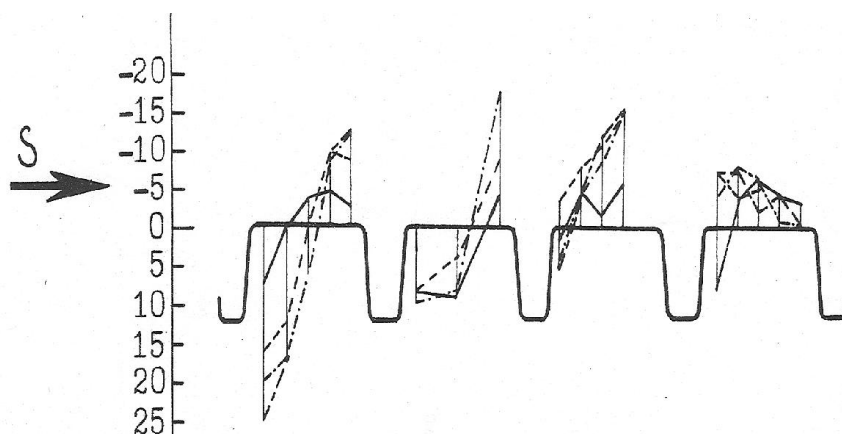


Рис. 4. Деформированное состояние стального настила при испытании на сдвиг
 — 50 кН; - - - - 65 кН; - - - - - 70 кН; - - - - - 80 кН.

при дальнейшем увеличении нагрузки вокруг анкеров по линиям образования пирамиды появляются трещины; дальнейшие нагружения приводят к отслаиванию листов от бетона; на стадии разрушения бетон плиты испытывает упругие деформации; несущая способность и деформативность комбинированных балок зависит от прочности и жесткости связей объединения плиты с прогоном; наряду с обычным разрушением по нормальному сечению для сборно-монолитных железобетонных перекрытий с использованием стальных профилированных настилов возможно и разрушение по связям.

Литература:

1. ГОСТ 10180. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. – Введен с 01.01.80. – 23 с.
2. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытания на растяжение. -Взамен ГОСТ 1497-73. Введен с 01.01.85. - 40 с.
3. Карповский М.Г. Совместная работа балок с плитами перекрытия армированными профилированным стальным настилом. – дисс. канд. техн. наук. - М.: НИИЖБ, 1985. -152 с.

Рецензент: д.т.н. Темирбеков Ж.