

DOI:10.26104/NNTIK.2023.68.50.001

Зулпуев А.М., Бактыгулов К., Ордобаев Б.С., Абдуллаев У.Д., Казакова К.К.

**ТОПТОШТУРУЛГАН ДЕФОРМАЦИЯЛАР ЫКМАСЫН КОЛДОНУУ
МЕНЕН ИЙКЕМДҮҮ БАЙЛАНЫШТАРЫ БАР КУРАМА МОНОЛИТТИК
ПЛИТАНЫН ИЙКЕМДҮҮ ИШТӨӨ СТАДИЯСЫНДА ЭСЕПТӨӨ**

Зулпуев А.М., Бактыгулов К., Ордобаев Б.С., Абдуллаев У.Д., Казакова К.К.

**РАСЧЕТ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С
 ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ НА СТАДИИ УПРУГОЙ ИХ РАБОТЫ
 ПО МЕТОДУ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ**

A. Zulpuev, K. Baktygulov, B. Ordobaev, U. Abdullaev, K. Kazakova

**CALCULATION OF A PREFABRICATED MONOLITHIC FLOOR
 WITH FLEXIBLE TIES AT THE STAGE OF THEIR ELASTIC WORK
 USING THE METHOD OF CONCENTRATED DEFORMATIONS**

УДК: 624.012.35-624.012.45

Макалада ийкемдүү байланыштары бар курама монолиттик плитаны эсептөө ыкмасы келтирилген. Монолиттик плитанын конструкциясын өркүндөтүү максатында анын жаңы конструкциясы иштелип чыккан, бул монтаждын тааалдыгын кыскартууга, плита менен чиркегичтин ортосундагы бириктирүүнү жөнөкөйлөтүүгө, коммуникацияларды бийиктиктин чегинде жайгаштыруунун жеңилдигине алып келет, структурасын ж.б. Мындай конструкцияларды эсептөө үчүн ийкемдүү байланыштары бар курама элементтердин ишин эске алган эсептөө ыкмасы сунушталат. Макалада эсептөө моделин курууда, катуулуктун мүнөздөмөлөрүн, ички күчтөрдү аныктоодо жана жылышууларды эсептөөдө топтоштурулган деформациялар методунун башкаларга караганда артыкчылыктары көрсөтүлгөн. Зарыл болсо, жантайыңкы бөлүмдөр үчүн ишенимдүүлүк талаптары эсенке киргизилиши мүмкүн. Эсептөө ошондой эле берилген тышкы күчтөр үчүн кабыл алынган участкалардын көтөрүү жөндөмдүүлүгүн текшерет же конструкциянын бузулушуна алып келе турган акыркы концепциялар бар.

Негизги сөздөр: плита, темир, монолиттик плита, жаңы конструкция, ийкемдүү байланыштар, топтоштурулган деформациялар, ыкмалар.

В статье приведен метод расчета сборно-монолитного перекрытия с гибкими связями. С целью усовершенствования конструкции сборно-монолитного перекрытия разработана её новая конструкция, которая приводит снижению трудоемкости возведения, упрощению стыка между плитой и прогоном, удобству размещения коммуникаций в пределах высоты конструкции и т.д. Для расчета таких конструкций предложен метод расчета, который позволяет учитывать работу составных элементов с гибкими связями. В статье показаны преимущества метода сосредоточенных деформаций перед другими при построении расчетной модели, определении жесткостных характеристик, внутренних усилий, вычислении перемещений. При потребности в расчет могут быть впечатаны требования надежности по наклонным сечениям. Расчетом также проверяется несущая способность принятых сечений

при заданных внешних силах или пребывают понятия предпоследних, при которых настанет уничтожение конструкции.

Ключевые слова: плита, железо, монолитная плита, новая конструкция, гибкие соединения, сосредоточенные деформации, методы.

The article presents a method for calculating a prefabricated monolithic floor with flexible ties. In order to improve the design of a prefabricated monolithic floor, its new design has been developed, which leads to a reduction in the complexity of erection, simplification of the joint between the slab and the run, ease of placement of communications within the height of the structure, etc. For the calculation of such structures, a calculation method is proposed that takes into account the work of composite elements with flexible connections. The article shows the advantages of the method of concentrated deformations over others in the construction of a calculation model, determination of stiffness characteristics, internal forces, and calculation of displacements. If necessary, reliability requirements for inclined sections can be imprinted into the calculation. The calculation also checks the bearing capacity of the accepted sections for given external forces, or there are concepts of the penultimate ones, at which the destruction of the structure will occur.

Key words: plate, iron, monolithic plate, new construction, flexible joints, concentrated deformations, methods.

Для усовершенствования проектирования сборно-монолитных плит перекрытий была выработана новая компоновка плит перекрытия каркасного многоэтажного строения с использованием стального профилированного настила [1,2,3,8]. Спецификой предоставленной конструкции содержится в понижении трудоемкости сооружения, простоты устройства и снижение металлоемкости стыков сборного железобетонного заезда с монолитной бетонной плитой, раскрепощение площадки для хранения материалов при возведении плит перекрытия, комфортность поместить инфраструктуры в лимитах вершины – плиты перекрытия по соотношению с стандартными способами.

Железобетонные плиты перекрытия аналогичные конструкции вероятно присматриваться наподобие как комбинированная балочная конструкция, содержащаяся из обыкновенного железобетонного сборного прогона и полки – монолитной плиты перекрытия со стальным профилированным настилом. Расчет сходный комбинированной балочной конструкций позволено рассматривать сходно как двумерную задачу бетона.

Безотносительно к тавровой структуре поперечного сечения комбинированной скобы такая расчетная модификация прогнозирует, что свесы не будут искривляться в поперечном ориентации и вся полка с полнейшей шириной включается в обоюдную работу в продольном направлении. Это обоснование основывается из рациональных уникальностей исследуемого перекрытия, там, где плита приобретает весьма маленькие пролеты и совместно с тем существенную гибкость в направлении гофров настила за платеж частенько расположенных ребер. Основываясь следовательно плоская модель полагает, что верхняя полка-плита участвует в обоюдной деятельности с заездом в продольном направлении ритмично по всей ширине полки, продолжая мометально от опоры, где отодвигающие усилия по контакту прогон-плита подразумеваются значительными.

Безусловно, балансировый макет для такой комбинированной балки может иметься и наиболее сложнейшей, трехмерной, подозревающей изгиб полки в поперечном направлении и её неодинаковую деятельность по ширине. Некая расчетная марка требует смещения плоской задачи (для ребра-прогона) и задачи изгиба (для плиты-полки). В сегодняшней деятель-

ности, в свойстве 1-ого шага, создается плоская балансовая схема для комбинированной сборно-железобетонной монолитной балки.

В условиях разнообразных способов расчета плосконапряженных железобетонных конструкций высочайшей уникальностью и объемом владеет подход итоговых компонентов (МКЭ) [4,5]. Разумеется, перед ним некоторыми различиями владеет принцип сосредоточенных деформаций (МСД) [6,7,8 и др.]: во-первых, габариты факторов МСД могут быть восприняты намного огромными чем в МКЭ, при поддержании однотипной четкости расчета. Это объясняется тем, что в МСД в отличие от МКЭ, препятствует дифференциальное поле передвижений, неоднородностей, напряжений и модулей трансформаций; во-вторых, при неодинаковой мере аппроксимации количество неясных в МСД существенно меньше, чем в МКЭ (при узлах с тремя категориями независимости).

Порекомендованная конструкция сборно-монолитного перекрытия регламентирует взаимосвязь между сборным прогоном и монолитной железобетонной плитой через ребра (рис. 2 б), которые возникают при бетонировании стального профилированного настила, служащего как опалубка-арматура. Данная уникальность описывает упругость связи между полкой и ребром комбинированной балки, поскольку сдвиговая твердость ребер плиты значительно меньше, чем резкость плиты и прогона в направлении отгибающей мощи.

В раннем периоде изучения присматривалась гибкая работа исчисляющих компонентов комбинированной балки и связи между ними. Расчетная модель комбинированной балки показана на рисунке 1.

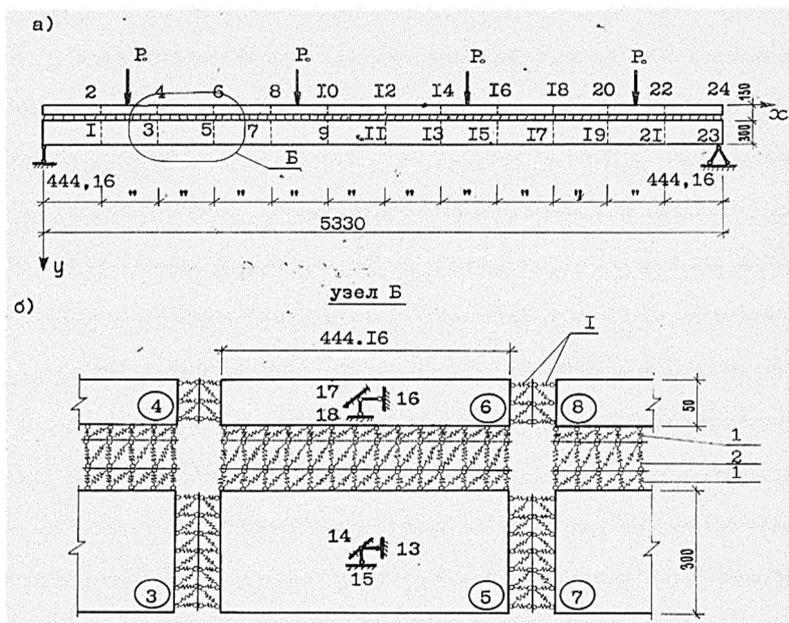


Рис. 1. Расчетная модель комбинированной балки: а) – схема разбивки конструкции; б) - элементы и связи метода сосредоточенных деформаций; 1 – фиктивные швы; 2- реальные швы.

Габариты комбинированной балки и насчитывающих её фрагментов восприняты основываясь из конкретных критериев таких конструкций и с задачей исследовательской контроля итогов расчета по предлагаемой стратегии. Степень аппроксимации конструкции по протяженности на аспекты МСД определяется, как правило, требуемой достоверности расчета.

Вертикальные проекции сосредоточенных деформаций (ПСД) формирует личные связи МСД (рис. 2а), твердость которых предопределяется признаками ресурсов, параметрами разреза прогона и плиты; в горизонтальной плоскости размещается, кроме того, объективные связи сдвига между организующими предметами составной конструкции. Конкретные и личные связи взаимно, работая по графике постепенного соединения между собой, создают комплексные связи МСД (рис. 1 б).

Устойчивость и жесткость комбинированной балки с плитой на стальных профилированных настилах выясняется основным характером, характеристиками нормальных сечений прогона и сдвигowymi характеристиками ребристых связей между плитой и прогоном.

Деформируемость связи «плита-прогон» из-за вертикального ребра плиты и пластичные стержневые анкеры будет характеризующей в направлении сдвига между плитой и прогоном; в то же время гибкость такого сплочения в направлении от плиты к прогоном весьма огромная (рис. 2).

Как указано на рисунке 2 по высоте комбинированной балки надо произвести две горизонтальные ПСД. При таком типе разрезки полка плиты наблюдаются как личностные элементы МСД, а её вертикальные ребра учитывают настоящими связями объе-

динения элементов (плиты и прогона) комбинированной балки.

В обычном расчетном описании внутренней силы между прогоном и плитой отложены именно к одной ПСД – к верхней грани прогона (рис. 2б).

Всякий твердый i -й элемент МСД владеет 3-мя категориями вольности – он может передвигаться двигающийся вперед на величину U_i и V_i в направлении осей X и Y , а также оборачиваться на угол φ_i в плоскости составной балки (рис. 2б).

В расчет укладываются полные диаграммы « $\sigma - \epsilon$ » для бетона и арматуры, взятые в условиях одноосного сжатия и растяжения эталонных образцов, а также диаграммы деформирования в действительности связей при сдвиге « $S - \Delta$ », известные при испытании фрагментов комбинированной балки на сдвиг.

Уравнение равновесия структуры

$$[R] \cdot \{\omega\} = \{P\} \quad (1)$$

где: $[R]$ – матрица внешней жесткости системы;

$\{\omega\}$ – вектор перемещений;

$\{P\}$ – вектор внешних сил.

Нумерацию элементов МСД соответственно введенный по значимому направлению, т.е. сверху-вниз-направо, при данных условиях ширина ленты матрицы внешней твердости $[R]$ будет сравнительно узкой. Для образца на рисунке 2 при подобной нумерации число элементов в малом направлении будет $m = 2$, а ширина ленты составит $L = 3 \cdot 2 + 2 = 8$.

Соединение между внутренними усилиями по ПСД и равными деформациями отражается

$$\{F\} = [C] \cdot \{\lambda\} \quad (2)$$

где: $\{F\}$ – вектор внутренних усилий;

$[C]$ – матрица внутренней жесткости сечений;

$\{\lambda\}$ – вектор сосредоточенных деформаций (взаимных смещений и поворотов элементов МСД).

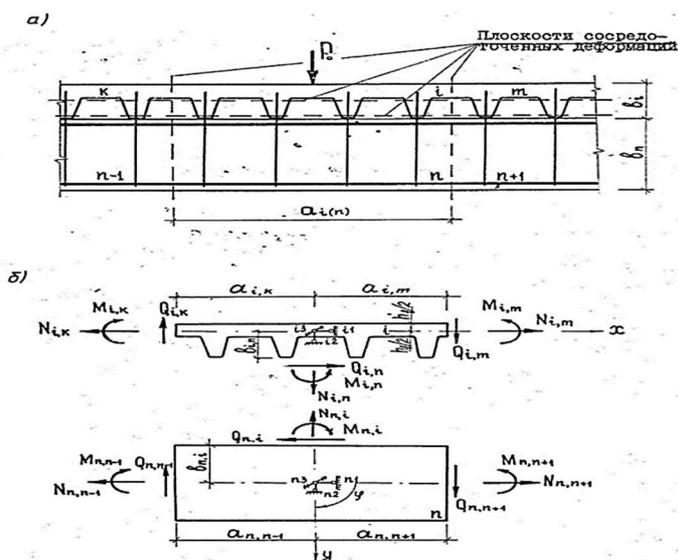


Рис. 2. Расчетная схема комбинированной балки, а) – схема разбивки; б) – схема внутренних усилий.

Для каждой сечений элементов МСД по плоскостям сосредоточенных деформаций допускается гипотеза плоских сечений.

Показателями расчета считаются перемещения, взаимные смещения и внутренние силы элементов при содержании прочности по нормальным сечениям. При потребности в расчет могут быть приняты условия прочности по наклонным сечениям. Расчет анализируется несущая способность взятых сечений при указанных внешних силах или имеются величина окончательных, во время которых настанет уничтожение конструкции.

Соответственно расчетной схемы, показанной на рисунке 1, элементы МСД полагаются совершенно твердыми, а их собственная деформативность и уступчивость настоящих швов между ними приводится по плоскостям сосредоточенных деформаций.

Система алгебраических уравнений (1) решается насчет вектора перемещений $\{\omega\}$. Для этого обяза-

тельно составить матрицу внешней жесткости системы $[R]$. Для её построения можно употребить метод единичных перемещений элементов МСД в направлении наложенных связей. Хотя, как подтвердила практика, удобнее пользоваться формулой

$$[R] = [A] \cdot [Э] \cdot [A]^T \quad (3)$$

где: $[A]$ – матрица, элементами которой являются коэффициенты при внутренних силах в уравнениях равновесия элементов МСД;

$[A]^T$ – матрица, транспонированная с ней;

$[Э]$ – матрица внутренней жесткости системы, элементы которой означают величины соответствующих усилий в связях метода сосредоточенных деформаций при единичных взаимных смещениях элементов МСД.

Локальная матрица равновесия $[A]_i$ для типового i -го элемента состоит из коэффициентов при внутренних силах, которые действуют непосредственно на него.

Таблица 1

Матрица уравнений равновесия $[A]_i$ для i -го элемента

Элементы МСД	Уравнения равновесия	Связи метода перемещений	№ п/п	m			n			k		
				$N_{i,m}$	$Q_{i,m}$	$M_{i,m}$	$N_{i,n}$	$Q_{i,n}$	$M_{i,n}$	$N_{i,k}$	$Q_{i,k}$	$M_{i,k}$
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	$\sum X_m$	m1	1	-1								
	$\sum Y_m$	m2	2		1							
	$\sum M_m$	m3	3		$-a_{i,m}$	1						
i	$\sum X_i$	i1	4	1				-1		-1		
	$\sum Y_i$	i2	5		-1		1				1	
	$\sum M_i$	i3	6		$-a_{i,m}$	-1		$b_{i,n}$	-1		$-a_{i,k}$	1
n	$\sum X_n$	n1	7					1				
	$\sum Y_n$	n2	8				-1					
	$\sum M_n$	n3	9					$b_{i,n}$	1			
k	$\sum X_k$	k1	10							1		
	$\sum Y_k$	k2	11								-1	
	$\sum M_k$	k3	12								$-a_{i,k}$	-1

Как видно из рисунка 2 и таблицы 1, эти силы способствует записывать три уравнения равновесия при общем количестве неизвестных равных девяти, что свидетельствует о недостаточности уравнений статики для раскрытия внутренних сил, т.е. внутренней статической неопределенности.

Эти же силы входят также в уравнение равновесия m -го (1 -3 строки), n -го (7 – 9 строки) и k -го (10 – 12 строки) элементов МСД (табл. 1). С учетом взаимодействия смежных элементов строится и глобальная матрица $[A]$ системы.

Согласно формуле (2) связь между внутренними усилиями по плоскостям сосредоточенных деформаций и соответствующими деформациями для i -го типового элемента в матричном виде запишется

$$\{F\}_i = [C]_i \cdot \{\lambda\}_i \quad (4)$$

где: $\{F\}_i$ – вектор внутренних сил по граням i -го элемента по плоскостям сосредоточенных деформаций

(ПСД) (рис. 2);

$[C]_i$ – матрица жесткости сечений для i -го элемента по тем же граням;

$\{\lambda\}_i$ – вектор соответствующих деформаций.

Рассмотрим сечение между i -м и m -м элементами, тогда связь между внутренними силами и соответствующими деформациями запишется

$$\begin{aligned} N_{i,m} &= (EA)_{i,m} \cdot \varepsilon_{i,m} \\ Q_{i,m} &= (GA)_{i,m} \cdot \gamma_{i,m} / \kappa \\ M_{i,m} &= (EJ)_{i,m} \cdot \kappa_{i,m} \end{aligned} \quad (5)$$

В формуле (5) выражения жесткостей связей МСД согласно [6] расписываются так:

$$\begin{aligned} \eta_{i,m} &= (EA)_{i,m} / a_{i,m} \\ \xi_{i,m} &= (GA)_{i,m} / a_{i,m} \kappa \\ \omega_{i,m} &= (EJ)_{i,m} / a_{i,m} \end{aligned} \quad (6)$$

Для посоветованной конструкции комбинированной балки (рис. 3, 4) формулу (6) для вертикального сечения (i, m) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} \eta_{i,m} &= E_{(b)i,m} A_{(b)i,m} / a_{i,m} + \sum E_{(s)i,m} A_{(s)i,m} / a_{i,m} + E_{(s)i,m} A'_{(s)i,m} / a_{i,m} \\ \xi_{i,m} &= G_{(b)i,m} A_{(b)i,m} / a_{i,m} + \sum G_{(s)i,m} A_{(s)i,m} / a_{i,m} + G_{(s)i,m} A'_{(s)i,m} / a_{i,m} \\ \omega_{i,m} &= E_{(b)i,m} J^z_{(b)i,m} / a_{i,m} + \sum E_{(s)i,m} A_{(s)i,m} y_s^2 / a_{i,m} + E_{(s)i,m} A'_{(s)i,m} y_s'^2 / a_{i,m} \end{aligned} \quad (7)$$

Для горизонтальных сечений на уровне верхней грани прогона и нижней грани полки плиты в выражении жесткости $\omega_{i,m}$ ордината y_s заменится на x_s (рис. 3 и 4), также сменяются индексы при характеристиках E, J, G и A (i, m) на (i, l) или (i, n) , показывающие на сечение, которое рассматривается.

На рисунке 4 расчетная площадь горизонтального сечения плиты заштрихована. Точно так же по аналогии с (5) составляются соотношения между внутренними усилиями и деформациями по всем остальным граням i -го элемента МСД.

Итак, на основе записи (5) вектор деформаций для i -го элемента имеет вид:

$$\{\lambda\}_i = \{\varepsilon_{i,m}; \gamma_{i,m}; k_{i,m}; \varepsilon_{i,n}; \gamma_{i,n}; k_{i,n}; \varepsilon_{i,k}; \gamma_{i,k}; k_{i,k}\}^T \quad (8)$$

Суммируя записи (2), (5) и (8) можно составить матрицу жесткости сечений $[C]$ для i -го типового элемента комбинированной балки, которая представлена в таблице 2.

Если перейти к оперированию приведенными значениями параметров формулы (7), то её можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \eta_{i,m} &= E_{(red)} \cdot A_{red} / a_{i,m} \\ \xi_{i,m} &= G_{(red)} \cdot A_{red} / a_{i,m} \chi \\ \omega_{i,m} &= E_{(red)} \cdot J_{red} / a_{i,m} \end{aligned} \quad (9)$$

где: G_b, G_s, E_b, E_s – соответственно модули сдвига и упругости бетона и арматуры;

$G_{(red)}, E_{(red)}$ – приведенные модули сдвига и деформации сечения;

A_b, A_s, A_{red} – соответствующие площадь бетонной части и арматуры, а также приведенная площадь поперечного сечения торца i -го элемента;

J_b, J_{red} – момент инерции бетонной части и приведенный момент инерции сечения относительно центральной оси Z , перпендикулярной плоскости i -го элемента;

$\varepsilon_{i,m}$ – продольные деформации в направлении оси X ;

$\gamma_{i,m}$ – угол сдвига в i -м элементе МСД со стороны m -го элемента;

$k_{i,m}$ – кривизна оси X ;

$\chi_{i,m}$ – коэффициент сдвига;

y_s, y_s' – расстояние от оси Z до центра тяжести растянутой и сжатой арматуры соответственно.

Точно так же по аналогии с (7) составляются соотношения между внутренними усилиями и деформациями по всем остальным граням i -го элемента МСД.

В качестве итогов счета существуют перемещения, взаимные смещения и внутренние силы элементов несущей системы при обеспечении прочности по нормальным сечениям.

При потребности в расчет могут быть основаны условия прочности по наклонным сечениям. Расчетом также анализируется несущая способность взятых сечений при показанных внешних силах или находятся значения последних, при которых начнется отклонение конструкции.

На рисунке 5 проиллюстрированы прогибы середины пролета комбинированной балки на разных уровнях загрузки, полученные экспериментальным и расчетным путями.

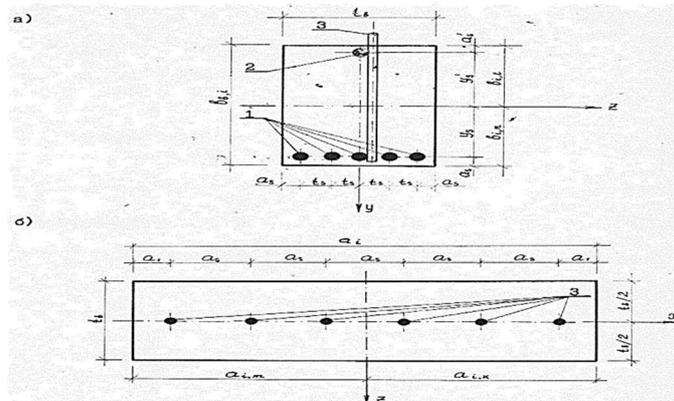


Рис. 3. Сечение прогона плоскостями сосредоточенных деформаций: а) – вертикальными плоскостями; б) – горизонтальными плоскостями. 1 – продольная арматура; 2 – сжатая арматура; 3 – вертикальные анкеры-стержни

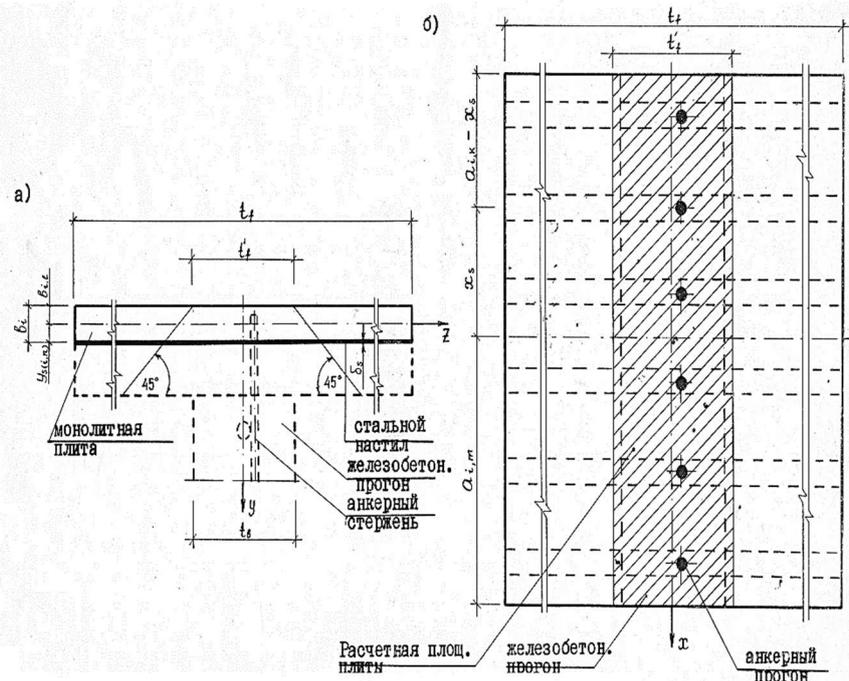


Рис. 4. Сечение монолитной плиты плоскостями сосредоточенных деформаций:
 а) – вертикальными плоскостями; б) – горизонтальными плоскостями

Таблица 2

Матрица жесткости сечения [C] для i-го элемента

Элементы МСД	№ п/п	m			k			Ребра			n (l)		
		$N_{i,m}$	$M_{i,m}$	$Q_{i,m}$	$N_{i,k}$	$M_{i,k}$	$Q_{i,k}$	$N_{ребра}$	$M_{ребра}$	$Q_{ребра}$	$N_{i,n(i,l)}$	$M_{i,n(i,l)}$	$Q_{i,n(i,l)}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m	1.	$E_{red}A_{i,m}$											
	2.		$E_{red}A_{i,m}$										
	3.			$\frac{G_{red}A_{i,m}}{\chi}$									
k	4.				$E_{red}A_{i,k}$								
	5.					$E_{red}A_{i,k}$							
	6.						$\frac{G_{red}A_{i,k}}{\chi}$						
Ребра	7.							$E_{red}A_p$					
	8.								$E_{red}A_p$				
	9.									ξ_p			
n(l)	10.										$E_{red}A_{i,n(i,n)}$		
	11.											$E_{red}A_{i,n(i,l)}$	
	12.												$\frac{G_{red}A_{i,n(i,l)}}{\chi}$

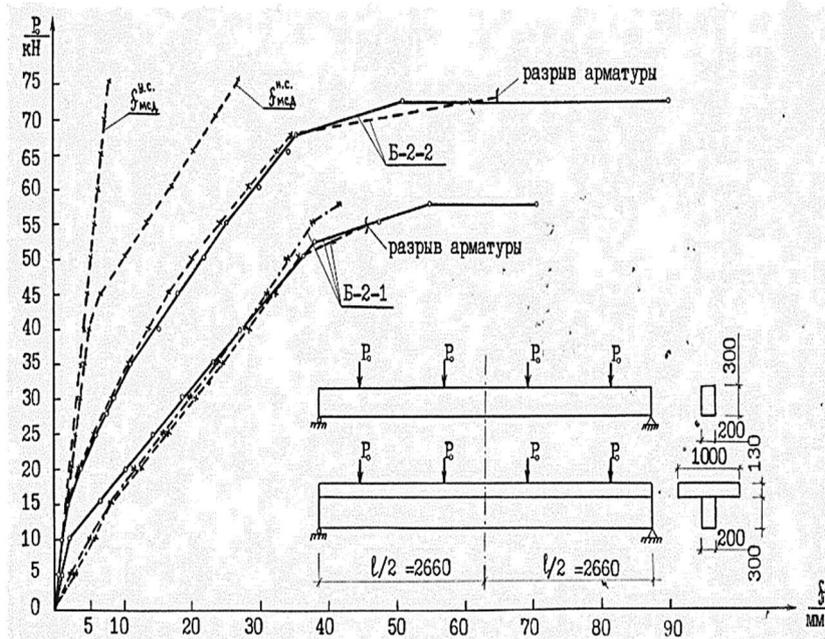


Рис. 5. Прогибы экспериментальных образцов: -о- данные эксперимента; -х-х- данные расчета по МСД; -.-х-.- данные расчета по СНИП; $f^{y.c}_{мсд}$ – прогибы, при упругой работе элементов и связей между ними; $f^{н.с}_{мсд}$ - то же, с учетом неупругой работы связей.

Как показано из графика, сведение опыта и расчета хорошо соответствуют между собой, отклонение составляет в пределах 1,0-16%.

На рисунке 5 приведены обозначения Б-2-1 для опытных образцов без верхней плиты, т.е. только для железобетонного прогона, а Б-2-2 – для комбинированной балки с верхней плитой на стальных профилированных настилах. На графике для образца Б-2-1 нанесены результаты расчета по [9].

Литература:

1. Додонов М.И., Бактыгулов К. Прочность и деформативность сборно-монолитных перекрытий с использованием стальных профилированных настилов. - «Бетон и железобетон», № 12. - 1989. - С. 7-9.
2. Бактыгулов К. Конструкция монолитных перекрытий на стальных профилированных настилах с использованием железобетонных прогонов. - Республиканский научно-теоретический журнал «Известия ВУЗов», №12. - Б., 2014. - С. 13-15.
3. Бактыгулов К. Обеспечение совместной работы сборно-монолитного перекрытия с использованием гладкого стального профилированного настила. / Респуб. научно-теорет. журнал «Наука и новые технологии», №6. -Б., 2014. - С. 8-12.
4. Гениев Г.А., Тюпин Г.А. Некоторые вопросы теории упругости и пластичности при наличии трещин. В сб.: Новые методы расчета строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1968. - С. 9-14.
5. Карленко Н.И. К расчету железобетонных пластин и оболочек с учетом трещин. - Строительная механика и расчет сооружений, 1971. - С. 7-13.
6. Додонов М.И. Расчет изгибаемых пластин методом сосредоточенных деформаций. - Строительная механика и расчет сооружений, 1986. - № 2. - С. 22-25.
7. Додонов М.И., Мухамедиев Т.А., Кунижев В.Х., Адыракаева Г.Д. Расчет прочности и перемещений стержневых железобетонных элементов по деформативной схеме. - Строительная механика и расчет сооружений, 1987, № 4. - С.13-16.
8. Зулпуев А.М., Бактыгулов К. Метод сосредоточенных деформаций для расчета сборных железобетонных плит перекрытий в зданиях с монолитными стенами. – Бишкек: Издательство «Илим», 2013. - 86 с.
9. СНИП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. - М., 1985. - 79 с.
10. Зулпуев А.М., Ганиев А.М., Асанова С.А., Турсунов И.Р., Абдыкеева Ш.С. Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций в многоэтажных зданиях и сооружениях. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2017. № 9. - С. 29-36.