

Канаев А. Т., Мазур И. П., Ахмедьянов А. У., Джаксымбетова М. А. Көпше регрессионды пайдалану сандық бағалау үшін талдау беріктелген арматуралық профильдердің қасиеттері.....75	
Ибраева Ж. Т., Канаев А. Т., Джаксымбетова М. А. Халықаралық көлік дәліздерінің инфрақұрылымы86	
Ракишев А. К., Шеров К. Т., Доненбаев Б. С., Совет Н. Ә. NX CAE бағдарламасында ротациялық-фрикциялық құралдың негізгі бөлшектерінің қатаңдығын зерттеу 96	
Тулбекова А. С., Алдунгарова А. К., Жанкина А. Құрылыстағы техникалық реттеу заманауи жағдайы 104	
Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов Ә. Д., Тоқтар Д. «Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында қаттылығы V топтағы болат ұнтақтау шарларын өндіру технологиясын жетілдіру 115	
Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов Ә. Д., Тоқтар Д. «Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында өндірілген қаттылықтың 5 тобы құм шарларының қаттылығына хром әсері..... 122	
Мерейтойлық күндер 129	
Авторларға арналған ережелер..... 133	
Жарияланым этикасы..... 139	

Импакт-фактор
РИНЦ – 0.270

Подписной
индекс-76129

КОРРЕКТОРЫ:
А. Р. Омарова,
Д. А. Жумабекова

ВЕРСТКА:
Д. А. Жумабекова

© ПГУ им. С. Торайгырова

СОДЕРЖАНИЕ

Бегентаев М. М., Абишев К. К. Опыт подготовки квалифицированных кадров для машиностроительной отрасли..... 6
Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Касенов А. Ж., Жумашева Ж. Т. Анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа, применяем на автомобильном транспорте 16
Макушев Ю. П., Рындин В. В., Волкова Л. Ю. Особенности эксплуатации топливной аппаратуры дизеля с замкнутым объёмом форсунок 24
Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К. Трещиностойкость железобетонных балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий 38
Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Абишев К. К., Болысбекова С. Т. Анализ загрязнения воздуха дисперсными частицами автомобиля53
Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К. Несущая способность фрагментов плит перекрытий 63
Канаев А. Т., Мазур И. П., Ахмедьянов А. У. Джаксымбетова М. А. Использование множественного регрессионного анализа для количественной оценки механических свойств упрочненных арматурных профилей 75
Ибраева Ж. Т., Канаев А. Т., Джаксымбетова М. А. Инфраструктура международных транспортных коридоров86
Ракишев А. К., Шеров К. Т., Доненбаев Б. С., Совет Н. Ә. Исследование жесткости опорных частей ротационно-фрикционного инструмента в NX CAE 96
Тулбекова А. С., Алдунгарова А. К., Жанкина А. Современное состояние технического регулирования в строительстве 104
Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов А. Д., Тоқтар Д. Совершенствование технологии производства стальных помольных шаров V группы твердости в условиях ПФ ТОО «Кастинг» 115

Жолдыбаев Шахман Серикбаевич

к.т.н., доцент, кафедра «Технологические машины и строительства»,
Жезказганский университет имени О. А. Байконурова,
г. Жезказган, 600100, Республика Казахстан,
e-mail: schachman@mail.ru

Омаров Жумабек Мухтарович

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

Жандалинова Кульжамал Айтпаевна

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,
e-mail: parasat1@mail.ru

Оразова Динара Казбековна

PhD, ассоц. профессор (доцент), кафедра «Промышленное,
гражданское и транспортное строительство»,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,
e-mail: d-orazova@bk.ru

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ ФРАГМЕНТОВ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ

Проведены экспериментальные исследования образцов-фрагментов железобетонных трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола не имеющих внутренних ребер, которые, в отличие от других конструкций являются «мостиками» холода. Все размеры: толщины слоев и концевых ребер, пролет фрагмента, армирование соответствует плитам перекрытия. Приводятся экспериментальные данные на трещиностойкость, образование и развитие трещин в фрагментах и рекомендации к расчету.

Экспериментальные исследования по проверке трещиностойкости балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий показали, что они обладают достаточным запасом трещиностойкости как пролетных, так и опорных сечений. На основании проведенных экспериментов уточнена и дополнена методика расчета по образованию наклонных трещин, СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1985.

Коэффициент $\gamma_{\text{сф}}$, входящий в формулу (141) указанного СНиПа, учитывающий условия работы бетона нижнего слоя фрагментов плит перекрытий, на основании проведенных опытов рекомендуются принимать равным 0,4. Значения главных растягивающих напряжений в формуле (143) в нижнем слое в зоне образования наклонных трещин рекомендуется определять по формуле $\sigma_{\text{нт}} = \tau_{\text{ху}}$.

Ключевые слова: образцы-фрагменты, плиты перекрытия, пенополистирол, верхний и нижний бетонный слой, сетка, теплоизолирующий слой, армирование, теплотехнический расчет, каркас, расчетная температура, мостик холода, трехслойная плита.

ВВЕДЕНИЕ

Трехслойные плиты перекрытий над техническим подпольем и чердачных перекрытий со средним слоем из пенополистирола до последнего времени разрабатывались с промежуточными сквозными ребрами из тяжелого бетона, являющимися, как правило, мостиками холода, а также усложняющими и утяжеляющими их конструкцию [1–4].

Для повышения эффективности строительства жилых домов вместо указанных трехслойных конструкций и сплошных железобетонных плит перекрытий были предложены конструкции плоских трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола без внутренних ребер.

В целях унификации технологического процесса комплексные плиты были запроектированы с габаритными размерами, полностью повторяющими габариты междуэтажных перекрытий. Общая толщина плит перекрытий при этом составляет 160 мм [5–10].

Толщина среднего теплоизолирующего слоя трехслойных плит определена теплотехническим расчетом согласно СНиП II-3-79хх. Расчетные температуры воздуха в соответствии с проективной практикой приняты: в жилых помещениях $t_{\text{в}}^{\text{о}} = 20^{\circ}\text{C}$, в подвале $t_{\text{п}}^{\text{о}} = 5^{\circ}\text{C}$, в теплом чердаке $t_{\text{ч}}^{\text{о}} = 12^{\circ}\text{C}$. Согласно расчету необходимая толщина среднего слоя для плит перекрытий над тех подпольем равна $h_{\text{м}} = 23,5$ мм, принята с запасом $h_{\text{м}} = 30$ мм. Толщина верхнего бетонного слоя принята 60 мм, с учетом этого толщина нижнего бетонного слоя принята 70 мм.

Трехслойные плиты, опертыми по контуру, ввиду неоднородности их сечений от пролета до краевых ребер и работы в двух направлениях невозможно было в одинаковой степени изучить характер трещинообразования и разрушения сечений, находящихся в условиях резко различного напряженного состояния, особенно в местах примыкания ребер. Поэтому на первом этапе исследования с целью выявления особенностей и характер трещинообразования и разрушения приопорных участков плит испытывались балочные образцы-фрагменты. Для плит перекрытий, опертых по контуру, они представляли собой как бы вырезанные из средней части реальной плиты полосы, полностью имитирующие общую толщину, толщины слоев, ширину краевых ребер, длину пролета, соответствующую короткому пролету плит, опертых по контуру. Армирование фрагментов было близким к реальным плитам.

Толщина контурных ребер определялась на основании расчетов:

а) на сдвигающие усилия по формуле

$$\tau \leq \bar{\tau},$$

где τ – действующее сдвигающее усилие в ребре

$$\tau = K_{\text{м}} \times q / 2 \times a \times l / 2, \quad (1)$$

$\bar{T}$ – предельное усилие сопротивления сдвигу

$$T = 2 \times R_{sf} \times b_w \times b, \tag{2}$$

τ – скалывающие напряжения у опоры, определяемые из выражения:

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{b(h_f + h'_f)}, \tag{3}$$

h_f, h'_f – толщины нижнего и верхнего слоев;
 K_m – эмпирический коэффициент, равный 0,5, учитывающий сопротивление сдвигу по контактам слоев;
 b_w – толщина опорного ребра;

Согласно результатам этих расчетов прочностные и теплотехнические характеристики обеспечиваются при толщине контурного ребра для плит перекрытия $b_w = 100\text{--}150$ мм. Для плит перекрытий приняты $b_w = 150$ мм.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Образцы-фрагменты изготавливались в экспериментальном цехе ЗЖБИ в металлической опалубке. Заготовленные арматурные сетки устанавливались в предварительно смазанную масляной эмульсией форму. Для фиксации арматурных сеток в проектном положении применялись стандартные пластмассовые и проволоочные фиксаторы. Для контроля толщины нижнего бетонного слоя на бортах опалубки наносились линии краской и контролировались щупом. Бетонная смесь укладывалась в форму до отметки с последующим уплотнением вибрацией без заглаживания, затем на нижний бетонный слой укладывались плиты пенополистирола марки ПСБ и устанавливалась верхняя распределительная сетка, после чего производилась укладка бетона верхнего слоя с уплотнением и заглаживанием.

После выдержки образцов в форме, в условиях естественного твердения при положительной температуре воздуха в помещении формовочного цеха в течение 6–7 дней производилось их распалубка, далее они хранились в тех же условиях до испытаний. Одновременно с бетонированием образцов производилось бетонирование стандартных призм размерами 100x100x400 мм и кубов размерами 100x100x100 мм. Кубы и призмы выдерживались в тех же условиях, что и образцы. Для выявления физико-математических свойств рабочей арматуры по каждому классу были заготовлены по три стержня длиной 400 мм. Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий приведены в таблице 1.

Опирание фрагментов производилось по двум сторонам, по балочной схеме. Нагрузка создавалась тарированными штучными грузами массой по 20 кг,

равномерно распределенными по поверхности плит. Нагружение фрагментов производилось ступенями по 0,05–0,07 от величины теоретической разрушающей нагрузки. В процессе испытаний измерялись прогибы верхнего и нижнего слоя фрагментов прогибомерами с ценой деления 0,01 мм, осадка опор при помощи индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ширина раскрытия трещин на различных этапах нагружения измерялась при помощи переносного микроскопа и трафаретом с ценой деления 0,05 мм. Для измерения деформаций бетона в наиболее напряженных точках применялись датчики сопротивления типа ПКБ с базой 50 мм. Общие виды испытаний фрагментов и расположение приборов и трещин показаны на рисунке 1; физико-механические характеристики арматурной стали, бетона и пенополистирола приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 1 – Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий

Обозначение фрагментов	Количество	Размеры, см							Армирование				
		L	B	h	h _f	h' _f	h _m	b _w	нижнего слоя	верхнего слоя	опорного узла	торцевых ребер	
ФП1	1	360	30	16	7	6	3	15	2Ø8	2Ø5	2Ø6	2Ø5	
ФП2,3	2												
ФП4	1												
ФП5	1												
ФП6	1	Без среднего слоя							2Ø8	1Ø5	2Ø6	2Ø5	
ФП7	1	250	30	16		8	5	3	15	3Ø6	3Ø4	-	3Ø4
ФП8	1												

Примечания: Бетон нижнего и верхнего слоев тяжелый класса В15. Средний слой - из пенополистерола класса ПСБ $\rho=40$ кг/м³. Класс арматуры: нижнего слоя и опорного узла А-III, верхнего слоя и ребер Вр-1. Фрагменты ФП7 и 8 испытывались на действие длительной нагрузки.



Рисунок 1 – Общий вид балочного образца-фрагмента ФП1 во время испытаний

Таблица 2 – Физико-механические характеристики бетона

Обозначение фрагментов	Кубиковая прочность	Призменная прочность	Прочность при растяжении	Начальный модуль упругости $\times 10^{-3}$
			МПа	
ФП1	20,05	15,04	1,52	21,5
ФП2	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП3	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП4	13,87	10,40	1,77	19,0
ФП5	20,86	15,64	1,84	21,4
ФП6	11,88	8,92	1,00	18,0
ФП7	10,93	8,2	1,50	24,5
ФП8				

На начальных этапах нагружения вплоть до образования первых трещин деформирование образцов-фрагментов происходило, как это обычно наблюдается и у сплошных изгибаемых элементов, по зависимостям, близким к упругой работе. Первые трещины образовались в середине пролета при нагрузке 0,59-0,75 в среднем 0,65 от разрушающей с последующим их развитием и образованием новых трещин в среднем трети пролета. Ширина раскрытия этих трещин изменялась от 0,05 мм в момент образования до 1-2 мм к моменту исчерпания несущей способности (рисунок 2).

Таблица 3 – Физико-механические характеристики арматурной стали

Диаметр и класс	Предел текучести	Предел прочности	Модули упругости	Относительное удлинение, %
		МПа		
Ø 4(3,8) Вр-1	-	743	1,8	3,1
Ø 5(4,8) Вр-1	408	651	1,7	3,7
Ø 6(6,1) А-III	552	795	2,0	21,2
Ø 8(8,1) А-III	480	727	2,0	23,3

Примечание: В скобках – фактические диаметры образцов.

Таблица 4 – Физико-механические свойства пенополистирола

Марка пенополистирола	Плотность кг/м³	Предел прочности	Модуль деформации	Сжимаемость
		МПа		
ПСБ-30	28,0	0,22	4,4	0,08

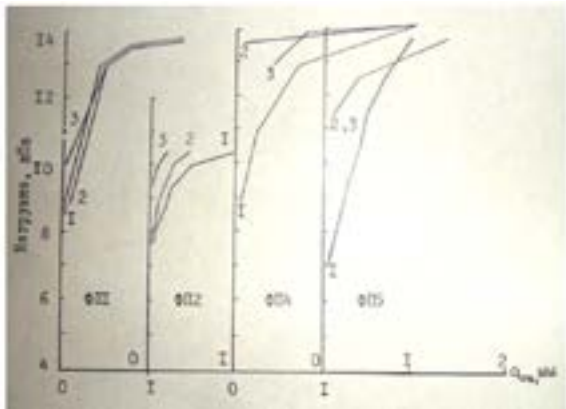
Расчет по образованию нормальных трещин в пролете заключался в проверке условия: трещины в сечениях не образуется, если изгибающий момент от внешних сил не превышает изгибающий момент предельных внутренних усилий перед образованием трещин. При этом момент внешних сил равен

$$M_{cre}^{exp} = q_{cre}^{exp} \cdot b \cdot l_0^2 / 8 \quad (4)$$

где q_{cre}^{exp} – опытная нагрузка образования нормальных трещин в пролете (таблица 5).

Момент внутренних усилий определялся по формуле СНиП (87) в которой использовалась фактическая прочность бетона на растяжение R_{bt} , а момент сопротивления приведенного сечения определялся без учета среднего слоя.

$$M_{cre}^{th} = R_{bt} \cdot W_{pl} \quad (5)$$



1 – в пролете; 2, 3 – у опор
Рисунок 2 – Ширина раскрытия трещин в балочных фрагментах плит перекрытий

При этом опытные значения нагрузки, соответствующие образованию первых нормальных трещин в пролете трехслойных фрагментов плит перекрытий превышали теоретические в среднем на 44 %, с рассеиванием от 12 до 96 % (таблица 5).

При дальнейшем увеличений нагрузки трещины образовывались и в приопорных сечениях, где бетонные слои примыкают к торцевому ребру. Приопорные участки работают в условиях сложного напряженного состояния: вблизи ребра действует одновременно большая поперечная сила и малый изгибающий момент.

При нагрузке 0,64–1,0 от разрушающей образовались верхние надопорные нормальные трещины в месте примыкания верхнего бетонного слоя к ребру. Верхний бетонный слой в составе плиты как сжатая полка коробчатой конструкции испытывает сжимающие усилия. Кроме того, как балка, защемленная в ребрах, оно подвергается изгибу, при этом на приопорных участках возникают отрицательные изгибающие моменты. Опытные величины этих моментов определялись по формуле

$$M^{exp} = q_{crs}^{exp} \cdot a \cdot l_0^2 / 12 \tag{6}$$

где q_{crs}^{exp} – опытная нагрузка образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру.

Таблица 5 – Трещиностойкость фрагментов плит перекрытий в пролете

Нагрузки (кПа) и их соотношения	Обозначение плит				
	ФП1	ФП2	ФП3	ФП4	ФП5
Нагрузка образования трещин в пролете					
опытная q_{crs}^{exp}	8,82	7,7	6,96	8,82	8,08

теоретическая q_{crs}^{th}	5,96	3,93	3,93	6,95	7,22
$q_{crs}^{exp} / q_{crs}^{th}$	1,49	1,96	1,77	1,18	1,12

Теоретическое значения моментов образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру определялись по формуле

$$M^{th} = R_{at} \cdot W_{pl}^1$$

где W_{pl}^1 – момент сопротивления для верхнего слоя.

Расчет производился как для балки, защемленной в ребре, без учета среднего слоя, в действительности балка работает как защемленная в ребре на упругом основании и при податливых контактах между слоями, верхний слой через пенополистирол передает определенную часть нагрузки нижнему бетонному слою. Этим можно объяснить превышение опытных значений нагрузки над теоретическими в 5,85–7,94 в среднем в 7,25 раза.

Для оценки целесообразности использования методики расчета ограничимся в первом приближении разбиением балки на два участка длиной $l/2$, при этом будем иметь двух неизвестных X_0 и X_1 и соответственно два уравнения:

$$\begin{aligned} X_0 \delta_{00} + X_1 \delta_{01} + \Delta_{0q} &= 0 \\ X_0 \delta_{01} + X_1 \delta_{11} + \Delta_{1q} &= 0 \end{aligned}$$

Найдем сначала Δ_{iq} . Согласно правилам строительной механики имеем:

$$\Delta_{0q} = \frac{q l^3}{24 \times E_s \times I}; \quad \Delta_{1q} = -\frac{5}{384} \times \frac{q l^4}{E_s \times I^1}$$

где E_s – модуль упругости бетона;
 I^1 – момент инерции сечения верхнего слоя-полки.

Далее определим δ_{ij} . Их упругая часть находится аналогично Δ_{iq}

$$w_{00} = \frac{l^3}{2 \times E_s \times I^1}; \quad w_{01} = \frac{l^2}{16 \times E_s \times I^1}; \quad w_{10} = \frac{l^2}{8 \times E_s \times I^1}; \quad w_{11} = \frac{l^3}{48 \times E_s \times I^1}.$$

Осадка основания u_{ij} в данном случае будет зависеть от модуля упругости E_{14} и толщины слоя h_m пенополистирода и войдет только в перемещения δ_{11}

$$\gamma_{11} = \frac{h_m}{6 \times c \times E_m} = \frac{2h_m}{6 \times l^1 \times E_m} \quad (7)$$

где b – ширина балки;

c – длина участков разбегия.

Суммарные значения δ_{ij} будут

$$\delta_{00} = \frac{l^1}{2 \times E_s \times I^1}; \quad \delta_{01} = \frac{l^{12}}{16 \times E_s \times I^1}; \quad \delta_{10} = \frac{l^{12}}{8 \times E_s \times I^1}. \quad (8)$$

$$w_{11} = \frac{l^{13}}{48 \times E_s \times I^1} + \frac{2h_m}{6 \times l^1 \times E_m};$$

Подставляя (6) и (9) в (5) и решая эту систему, находим:

$$M_0' = X_0 = \frac{q^1 l^1}{4} \cdot \left[\frac{1}{3} - \frac{1}{4 \cdot (1 + 8h_m \cdot h^{13} \cdot n / l^{14})} \right] \quad (9)$$

где $h=E/E_m$ – отношение модулей упругости бетона и пенополистирола.

Анализ формулы 6 показал, что второй член в знаменателе пренебрежимо мал по сравнению с 1, а это означает, что влияние осадки среднего слоя пенополистирола несущественно, очевидно, из-за относительно малой толщины его слоя. При этом величина M_0' будет близка к значению, получаемому для балки, опертой на несжимаемые опоры, а эпюры моментов и прогибов в пролете не соответствуют действительным.

Следовательно, классический метод [12] расчета верхней полки трехслойных плит как балки на упругом основании из-за малой толщины среднего слоя применять нецелесообразно.

Примерно аналогичный результат получается и при анализе работы верхнего слоя как неразрезной многопролетной балки на упругих опорах [12].

Поскольку, таким образом, чисто теоретически пока не удалось достичь удовлетворительного результата, были использованы дополнительно некоторые обобщенные опытные параметры.

Следовательно, при расчете это влияние среднего слоя должно учитываться. Это достигается введением эмпирического коэффициента $K=1/7,25 \approx 0,15$ в формулу (3). При этом теоретические значения нагрузки образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру определялись по формуле

$$q_{cre}^{th} = \frac{80 \times R_{et} \times W_{pl}}{6 \times l_0^2} \quad (10)$$

Как видно из таблицы 6 после такой корректировки опытные и теоретические величины сблизались и их соотношение в среднем составило 1,09.

Таблица 6 – Нагрузки образования нормальных трещин у опор

Обозначение фрагментов	q_{cre}^{exp}	q_{cre}^{th}	$q_{cre}^{exp} / q_{cre}^{th}$
	КН, м		
ФП1	8,82	10,07	0,88
ФП2	7,72	6,6	1,17
ФП3	7,71	6,61	1,17
ФП4	14,0	11,73	1,19
ФП5	13,63	12,27	1,11
Среднее			1,09

Образование нормальных трещин в зоне примыкания верхнего бетонного слоя к ребру в трехслойных фрагментах с малопрочным средним слоем, хотя и оказывает существенное влияние на достижение конструкцией предельного состояния, не является лимитирующим фактором исчерпания несущей способности элемента, прочность этих сечений достаточно высока.

Нижний бетонный слой в составе плиты как растянутая полка коробчатой конструкции испытывает растягивающие усилия. Приопорные участки, как отмечено выше, работают в условиях сложного напряженного состояния. Кроме того, после образования верхней надопорной трещины приопорное сечение ослабляется, в результате растягивающие напряжения возрастают и следует образование наклонных трещин в зоне примыкания нижнего бетонного слоя к ребру. Образование этих трещин произошло при нагрузке 0,73–0,92 от разрушающей. Ширина их раскрытия, за исключением образца ФП2, изменялась в том же интервале, что и трещин в пролете. У образца же ФП2 в связи со слабым армированием в пролете приопорные трещины успели раскрыться лишь до 0,5 мм (рисунок 1).

В настоящее время методика образования наклонных трещин с учетом действительного напряженно-деформированного состояния элементов разработана недостаточно.

Приведенная в п.4.11 СНиП [11] методика расчета по образованию наклонных трещин, по мнению А. С. Залесова [13], в целом удовлетворительно оценивает трещиностойкость предварительно напряженных конструкций. Для ненапряженных изгибаемых элементов с трещинами в растянутой зоне расчет согласно [13] предлагается вести из условия

$$\sigma_{int} = \tau_{xy} \quad (11)$$

где σ_{mt} – главные растягивающие напряжения в бетоне;
 τ_{xy} – касательные напряжения в бетоне от внешней нагрузки.

В трехслойных балочных фрагментах на напряженное состояние перед образованием наклонных трещин оказывает влияние образование и развитие нормальных надопорных трещин, работа на растяжение нижнего бетонного слоя. Так как этот слой работает в основном на растяжение, то формула (143) СНиП [11] при $\sigma_y=0$ принимает вид

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} \tag{12}$$

где σ_x – нормальное напряжение в бетоне на площадке, перпендикулярной продольной оси элемента, которое определяется по формуле

$$\sigma_x = M/W_{red} \tag{13}$$

где M – изгибающий момент в зоне примыкания бетонных слоев к ребру;
 W_{red} – приведенный момент сопротивления сечения за вычетом среднего слоя.

Касательные напряжения в бетоне τ_{xy} от внешней нагрузки определяются из выражения

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{crc}^{exp} \cdot S_{red}}{I_{red} \cdot b} \tag{14}$$

где Q_{crc}^{exp} – поперечная сила в рассматриваемом сечении в момент образования наклонной трещины.

$$Q_{crc}^{exp} = q_{crc}^{exp} \cdot b \cdot l_0 / 2 \tag{15}$$

где q_{crc}^{exp} – по таблице 6.
 S_{red} и I_{red} – приведенный статический момент и момент инерции сечения за вычетом среднего слоя.

После подстановки формул (13), (14) в (15) находим:

$$\sigma_{mt} = \tau_{xy},$$

что подтвердило гипотезу, заложенную в условие (10).

С учетом этого коэффициент условий работы $\gamma_{вф}$, входящий в формулу (141) СНиП [11], может быть определен из выражения

$$\gamma_{вф} = \sigma_{mt} / R_{ст} \text{ или } \gamma_{вф} = \tau_{xy} / R_{ст} \tag{16}$$

Найденный коэффициент $\gamma_{вф}$ для элементов плит перекрытий при нагрузке образования наклонных трещин менялся от 0,37 до 0,49 в среднем 0,43 (таблица 7).

Для обеспечения запаса по образованию наклонных трещин и для дальнейшего удобства расчета выбрано значение коэффициента $\gamma_{вф}=0,4$.

При этом, как видно из таблицы 8, получена удовлетворительная сходимость опытных и теоретических значений нагрузок по образованию наклонных трещин в зоне примыкания нижнего бетонного слоя к ребру.

Таблица 7 – Значение коэффициента $\gamma_{вф}$ для фрагментов плит

Обозначение фрагментов	σ_x по формуле (2.8)	$\sigma_{mt}=\tau_{xy}$ по формуле (2.6)	$\gamma_{вф}$
	МПа		
ФП3	0,057	0,59	0,39
ФП4	0,044	0,46	0,46
ФП6	0,047	0,49	0,49
ФП15	0,075	0,77	0,44
ФП16	0,065	0,68	0,37
в среднем			0,43

Таблица 8 – Нагрузки образования наклонных трещин у опор

Обозначение фрагментов	σ_x	$\sigma_{mt}=\tau_{xy}$	$\gamma_{вф}$
	МПа		
ФП1	9,93	10,17	0,98
ФП2	7,7	6,67	1,15
ФП3	8,26	6,67	1,24
ФП4	12,89	11,83	1,09
ФП5	11,43	12,33	0,93
среднее			1,08.

ВЫВОДЫ

- 1 Экспериментальные исследования по проверке трещиностойкости балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий показали, что они обладают достаточным запасом трещиностойкости как пролетных, так и опорных сечений.
- 2 На основании проведенных экспериментов уточнена и дополнена методика СНиП [11] расчета по образованию наклонных трещин. Коэффициент $\gamma_{вф}$, входящий в формулу (141) [11], учитывающий условия работы бетона нижнего слоя фрагментов плит перекрытий, на основании проведенных опытов рекомендуются принимать равным 0,4. Значения главных растягивающих напряжений в формуле

(143) [11] в нижнем слое в зоне образования наклонных трещин рекомендуется определять по формуле $\sigma_{нт} = \tau_{xy}$.

3 Расчет фрагментов трехслойных плит перекрытий производился на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной трещине с коэффициентом ϕ_n , учитывающим влияние продольных растягивающих сил в нижнем слое, равным (-0,8) и рабочей высотой сечения для нижнего бетонного слоя.

4 В применяемых в жилых зданиях плитах перекрытий, опертых по контуру, поперечные силы, исходя из расчетных нагрузок, существенно ниже, чем для балочных плит. Следовательно, результаты опытов на фрагментах показывают, что опертые по контуру трехслойные плиты перекрытий жилых зданий будут иметь достаточный запас от внешних сил.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 8829-85. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости. М. : Издательство стандартов. 1985.

2 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Несущая способность фрагментов плит перекрытий // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 3. – С.

3 Пособие по проектированию конструкций жилых зданий. М. : Стройиздат, 1989.

4 **Байков В. Н., Сигалов Э. Е.** Железобетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 1991. – 767 с.

5 **Попов Н. Н., Забегаев А. В.** Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. М. : Высшая школа, 1989. – 400 с.

6 **Байков В. Н., Стронгин С. Г.** Строительные конструкции. М. : Стройиздат, 1980.

7 **Барашиков А. Я.** и др. Железобетонные конструкции. Киев, 1984.

8 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Железобетонные трехслойные плиты покрытия для теплых чердаков // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 2. – С.

9 **Мандриков А. П.** Примеры расчета железобетонных конструкций. М. : Стройиздат, 1989. – 512 с.

10 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. М. : 1986. – 34 с.

11 СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. М. : Стройиздат, 1985.

12 **Жемочкин Б. Н., Сеницын А. П.** Практические методы расчета балок и плит на упругом основании. М. : Госстройиздат, 1962.

13 **Залесов А. С., Кодыш Э. Н., Лемыш Е. Е., Никитин И. К.** Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. М. : Стройиздат, 1988. – 320 с.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

Жолдыбаев Шахман Серикбаевич

т.ғ.к., доцент, «Технологиялық машиналар және құрылыс» кафедрасы, Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 600100, Қазақстан Республикасы, e-mail: schachman@mail.ru.

Омаров Жумабек Мухтарович

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент), «Сәулет және дизайн» кафедрасы, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru.

Жандалинова Кульжамал Айтбаевна

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент), «Сәулет және дизайн» кафедрасы, С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: parasat1@mail.ru.

Оразова Динара Казбековна

PhD, қауымд. профессор (доцент), «Өнеркәсіптік және көлік құрылысы» кафедрасы, С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: d-orazova@bk.ru.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

Үш қабатты аражабын плиталарының темірбетон арқалықты фрагменттерінің жарықшақтық төзімділігі

Ішкі қабырғалары жоқ пенополистиролдан жасалған орташа қабаты бар аражабынның темірбетон үш қабатты плиталарының үлгі-фрагменттерін эксперименталдық зерттеу жүргізілді, басқа конструкцияларға қарағанда бұл суықтың «аралығы» болып табылады. Барлық өлшемдері: қабаттар мен шеткі қабырғалардың қалыңдығы, фрагменттің аралығы, арматуралау жабу тақталарына сәйкес келеді. Жарыққа төзімділікке, фрагменттердегі жарықшақтардың пайда болуы мен дамуына эксперименталды деректер және есептеуге ұсыныстар келтіріледі.

Жабындарының үш қабатты плиталарының арқалық фрагменттерінің жарықтық төзімділігін тексеру бойынша эксперименттік зерттеулер олардың аралық және тірек қималарының жарықтық төзімділігінің жеткілікті қоры бар екенін көрсетті. Жүргізілген эксперименттер негізінде ҚНЖЕ 2.03.01-84 әдістемесі нақтыланды және толықтырылды. Бетон және темірбетонды құрылымдар. – М. : Стройиздат, 1985. Көлбеу жарықтардың пайда болуы бойынша есеп. Жабынды плиталары фрагменттерінің төменгі қабатының бетонның жұмыс жағдайын ескеретін осы ҚНЖЕ (141) формуласына кіретін γ_{ϕ} коэффициенті жүргізілген тәжірибелер негізінде 0,4 тең деп қабылдау ұсынылады. Еңіс жарықтардың айда болу аймағындағы төменгі қабаттағы (143) формуладағы басты созу кернеулерінің мәнін мына формула $\sigma_{нт} = \tau_{xy}$ бойынша анықтау ұсынылады.

Кілтті сөздер: үлгілердің фрагменттері, жабын плиталары, пенополистирол, бетонның жоғарғы және төменгі қабаты, тор, жылу оқшаулағыш қабат, арматура, жылу техникалық есеп, қаңқасы, есептік температура, суықтың көпірі, сэндвич-плита.

Zholdybaev Shakhman Serikbaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Department of «Technological Machines and Construction»,
O .A. Baykonurov Zhezkazgan University,
Zhezkazgan, 600100, Republic of Kazakhstan,
e-mail: schachman@mail.ru

Omarov Zhumabek Mukhtarovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Department of Architecture and Design,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

Zhanalinova Kulzhamal Aytpayevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Department of Architecture and Design,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,
e-mail: parasat1@mail.ru

Orazova Dinara Kazbekovna

PhD, Associate Professor, Department of Industrial,
Civil and Transport Construction, S. Toraighyrov Pavlodar
State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,
e-mail: d-orazova@bk.ru

Material received on 16.09.19.

Cracked resistance of reinforced concrete ball fragments of three-layered slabs

Experimental studies have been carried out on sample fragments of reinforced concrete three-layer floor slabs with a middle layer of expanded polystyrene that do not have internal stiffeners, which, unlike other structures, are considered as bridges of cold. All the sizes: the thickness of the layers and end ribs, the span of the fragment, the reinforcement are corresponded to the floor slabs. Experimental data on crack resistance, the formation and development of cracks in fragments and recommendations for calculation are given in this article.

Experimental studies to verify the crack resistance of girder fragments of three-layer floor slabs have shown that they have an adequate supply of crack resistance for both span and support sections. Based on the experiments performed, the SNIP 2.03.01-84 method was refined and supplemented. Concrete and reinforced concrete structures. – M. : STROYIZDAT, 1985. Calculation for the formation of oblique cracks. The coefficient γ_{ef} , which is included in the formula (141) of the specified SNIP, taking into account the working conditions of the concrete of the lower layer of fragments of floor slabs, on the basis of the experiments performed, is recommended to be taken equal to 0.4. The values of the main tensile stresses in formula

$\sigma_{\text{нп}} = \sigma_{\text{дп}}$ (143) in the lower layer in the zone of formation of inclined cracks are recommended to be determined by the formula.

Keywords: sample fragments, floor slabs, polystyrene foam, upper and lower concrete layer, mesh, heat insulating layer, reinforcement, heat engineering calculation, frame, design temperature, cold bridge, sandwich plate.

ГРНТИ 55.43.29, 73.01.81

Кокаев Умиржан Шералиевич

т.ғ.к., доцент, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы,
Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы
Еуразиялық ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы,
e-mail: kokayev_ush@enu.kz

Бектаев Бекжан Байрбекұлы

магистр, оқытушы, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы,
Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы
Еуразиялық ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Абишев Кайратолла Кайроллинович

т.ғ.к, профессоры, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы,
С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,
e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

Болысбекова Салтанат Темірбекқызы

магистр, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

АВТОКӨЛІК КЕШЕНІНІҢ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ БӨЛШЕКТЕРМЕН АТМОСФЕРАНЫ ЛАСТАУЫН ЖАЛПЫЛАМА ТАЛДАУ

Бұл мақалада қалалардағы ауаны ластау көздерінің қалыптасуы талданады: автокөлік кешені: автокөліктердің шығарындылары (негізінен дизель), жолдың тозуы, тозған автомобиль доңғалақтарының өңімі, автомобильдердің тозған тежегіш төсемдері, құрылыс жұмыстары кезінде шаң, жолдарды жөндеу, ауылдан қалаға кіретін жүк көліктерінің доңғалақтарынан батпақты шығару; жол бойындағы топырақ эрозиясы; энергетика; тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық; өнеркәсіп және құрылыс; ауа-райы жағдайлары; табиғи көздер; басқа көздер.

Осылайша, ең көп шоғырлану автомобиль жолдары, тұрғын үйлер мен іргелес аумақтар жанында ең аз ластануға ұшырағаны анықталды.

Кілтті сөздер: ауа, дисперсия, бөлшектер, шығуы газдар, көлік, шекті рұқсат етілген концентрация.

КІРІСПЕ

Дисперстік бөлшектер (ДБ) – газ тәрізді дисперсиялық ортаның құрамында болатын дисперсиялық фазаның қатты немесе сұйық бөлшектері. Атмосферада табылатын дисперсиялық бөлшектердің алуан түрлі шығу тегі, сондай-ақ әртүрлі

Теруге 09.09.19 ж. жіберілді. Басуға 16.09.19 ж. қол қойылды.
Форматы 297*420/2. Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 7,9. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген Д. А. Жумабекова
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова

Тапсырыс № 3527

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: nitk@psu.kz
www.vestnik.psu.kz