DOI:10.26104/NNTIK.2022.49.42.005

Темикеев К., Зулпуев А.М., Болотбек Т., Масылканова Б.А., Казакова К.К.

КОНСТРУКТИВДҮҮ-ОРТОТРОПТУК СИСТЕМА КАТАРЫ ЖЫЛУУЛУК КАНАЛЫНЫН ЖАБУУЛАРЫНЫН ТЕМИР-БЕТОН ПЛИТАЛАРЫНЫН БИРГЕЛЕШКЕН ИШТЕШИНИН ТЕОРИЯЛЫК НЕГИЗДЕМЕСИ

Темикеев К., Зулпуев А.М., Болотбек Т., Масылканова Б.А., Казакова К.К.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЙ ПРОХОДНОГО ТЕПЛОФИКАЦИОННОГО КАНАЛА КАК КОНСТРУКТИВНО-ОРТОТРОПНОЙ СИСТЕМЫ

K. Temikeev, A.M. Zulpuev, T. Bolotbek, B. Masylkanova, K. Kazakova

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE JOINT WORK OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS PASSING HEATING CHANNEL AS CONSTRUCTIVE-ORTHOTROPIC SYSTEM

УДК: 624.07+721.011

Өнөр жай жана жарандык объектилердин аймактарындагы жер астындагы каналдар жана тоннелдер кызмат аткарышат негизинен алар тайыз. Алар жылуулук, газ, буу, мунай жана мунай түтүктөрүн, ошондой эле суу түтүктөрүн, канализацияны, кысылган абаны, электр кабелдерин ж.б. үчүн кызмат кылышат. Жер астындагы каналдардын жана туннелдердин жабуучу плиталары, эреже катары ребролуу болуп, жер бетинен 0,7 м ылдыйда жайгашкан. Бул макалада конструктивдүү-ортотроптук система катары өтүүчү жылытуу каналынын жабуучу плиталарынын биргелешкен иштешин изилдөөгө багытталган теориялык изилдөөлөрдүн натыйжалары берилген. Теориялык изилдөөлөрдүн натыйжалары эксплуатацияланган тротуар плиталарын толук масштабдуу сыноолордун жүрүшүндө алынган маалыматтар менен салыштырылат. Макалада жабуучу плиталарынын четтеринин бурулуусу учурундагы ийилиштеринин диаграммасы, структуралык ортотроптук система түрүндөгү жабуунун эсептөө схемалары, макаланын авторлору каралып жаткан учур үчүн статикалык тең салмактуулуктун типтүү сызыгын иштеп чыгышкан.

Негизги сөздөр: тротуар плиталары, мейкиндик, эсептөө модели, конструктивдүү-ортотроптук система, биргелешкен иш, электр кабелдер, каналдар, тоннелдер, суу түтүктөрү.

Подземные каналы и тоннели на территориях промышленных и гражданских объектов выполняют преимущественно неглубокого заложения. Они предназначены для прокладки тепло-, газо-, паро-, нефте- и маслопроводов, а также сетей водоснабжения, канализации, сжатого воздуха, электрокабелей и т.д. Плиты покрытия подземных каналов и тоннелей, как правило ребристые, располагают их ниже поверхности земли не менее чем на 0,7м. В данной статье приведены результаты теоретических исследований, направленные на изучение совместной работы плит покрытия существующего проходного теплофикационного канала, как конструктивно-ортотропной системы. Результаты теоретических исследований сопоставляются с данными, полученными при натурных испытаниях эксплуатируемых плит покрытия. В статье приводится схема прогибов граней плит покрытия при кручении, расчетная схем покрытия в виде конструктивно ортотропной системы, авторами статьи выведена типовая строка статического равновесия для рассматриваемого случая.

Ключевые слова: плиты покрытия, пространство, расчетная модель, конструктивно-ортотропная система, совместная работа, электрические кабели, каналы, тоннели, водопроводные трубы.

Underground channels and tunnels in the territories of industrial and civil facilities are mainly of shallow construction. They are designed for laying heat, gas, steamand oil pipelines, waterpipe supply, sewerage, compressed air, electrical cables, etc. Coating slabs of underground channels and tunnels, as a rule, are ribbed and based at least 0.7 m below the ground surface. This article presents the results of theoretical researches aimed at studying the joint operation of the slabs of the existing through passage heating channel, as a constructive-orthotropic system. The results of theoretical studies are compared with the data obtained in full-scale tests of exploited slabs. The article provides a deflection scheme for edges of the coating slabs during torsion, the calculation schemes for the coating slabs as a structurally orthotropic system, the authors of the article derived a typical equation of static equilibrium for the case article focus on.

Key words: coating plates, space, design model, structural and orthotropic system, collaboration, electrical cables, channels, tunnels, water pipes.

Расчетная схема плит покрытия в виде конструктивно-ортотропной системы (случай n-плит).

Расчетная схема покрытия, образованного железобетонными панелями ПТ7-1, уложенными в ряд, может быть представлена рисунком (1), где реальные связи между панелями, заменены цилиндрическими шарнирами.



Рис. 1. Схема раскладки плит покрытия ПТ7-1



Рис. 2. Схема прогибов граней плиты покрытия ПТ-7-1 при кручении



Рис. 3. Расчетная схема плит покрытий в виде конструктивно-ортотропной системы.

Обоснование величины коэффициента учета совместной работы плит покрытия ПТ7-1 при вертикальных воздействиях осуществлено на базовых принципах, приведенных в [1, 2, 3 и др.].

На каждую панель ПТ7-1 действует заданная равномерно распределенная погонная нагрузка q кг/м и искомая неизвестная нагрузка $Q_{ji}(x)$, распределенная по некоторому закону вдоль продольных граней. Указанная нагрузка представляет силы взаимодействия между собой плит покрытия в результате их взаимодействия через цилиндрические шарниры, образованные путем замоноличевания продольных межплитных швов. На опорах, при x = 0 и x = a, $Q_{ji} = 0$, т.к. силы взаимодействия между плитами отсутствуют. В середине пролета плиты $Q_{ji}(x)$ имеет максимальные значения в силу симметрии системы относительно оси x = a/2 (*рис. 1*). Поскольку плиты ПТ7-1 связаны по продольным граням цилиндрическими шарнирами, естественно, кривизна линий сопряжения от изгиба и кручения для смежных плит должны быть одинаковы и равны:

при изгибе
$$\frac{l}{\rho} = \frac{M}{EJ}$$
 и кручении $\frac{l}{\rho} = \frac{(Q_{i1} - Q_{i2})}{2GJ_i^0} \cdot \left(\frac{b_i}{2}\right)^2$ (1)

Тогда в любом сечении (х) будем иметь:

$$\frac{M_{k-1}}{J_{k-1}E} - \frac{Q_{(k-1)1} - Q_{(k-1)2}}{GJ_{k-1}^0} \left(\frac{b_{k-1}}{2}\right)^2 = \frac{M_k}{EJ_k} + \frac{Q_{k1} - Q_{k2}}{GJ_k^0} \left(\frac{b_k}{2}\right)^2$$
(2)

Первые члены в обеих частях этого равенства непосредственно соответствуют кривизне от изгиба, а вторые члены кривизне от кручения (1)

Имея в виду новые обозначения получим:

$$\begin{array}{l}
Q_{(k-1)1}(x) = Q_{k-1} \\
Q_{(k-1)2}(x) = -Q_k \\
Q_{k1}(x) = Q_k \\
Q_{k2}(x) = -Q_{k+1}
\end{array}$$
(3)

С учетом (3) типовая строка системы линейных дифференциальных уравнений, запишется в виде:

$$\frac{q_{k-1} + Q_{k-1}}{EJ_{k-1}} + \frac{Q_{k-1}'' + Q_k''}{GJ_{k-1}^0} \left(\frac{b_{k-1}}{2}\right)^2 = \frac{q_k + Q_k - Q_{k+1}}{EJ_k} - \frac{Q_k' + Q_{k+1}'}{GJ_k^0} \left(\frac{b_k}{2}\right)^2 \tag{4}$$

Решая систему уравнений (4), число которых будет равно числу неизвестных функций Q_i , находим указанные функциональные неизвестные и представляется возможность полностью рассчитать каждую плиту на приложенные к ней нагрузки q_n и $Q_{i1}(x)$ и $Q_{i2}(x)$. Если крайняя плита опирается длинной стороной на продольную стену, в первой строке системы уравнений (4) будет для дополнительной фиктивной плиты: $Q_1 = q_1 = 0$ и $j_1^0 = j_1 = \infty$, а потому эта строка запишется так:

$$\frac{Q_2'' + Q_3''}{GJ_n^0} \left(\frac{b_2}{2}\right)^2 - \frac{q_2 + Q_2 - Q_3}{EJ_2} = 0$$
(5)

Аналогично, при опирании на стену крайней плиты (рис. 3) имеем последнюю строку системы уравнений (4) в виде

$$\frac{Q_n'' + Q_{n+1}''}{GJ_n^0} \left(\frac{b_n}{2}\right)^2 + \frac{q_n + Q_n - Q_{n+1}}{EJ_n} = 0$$
(6)

Пример 1. Рассмотрим случай из четырех плит, когда покрытие нагружено во всех пролетах нагрузкой *q* кг/м и крайние плиты опираются по продольным сторонам на опорные стены (рис. 4а). Для указанного случая получим:

$$\begin{array}{l}
Q_2'' + Q_3'' - K^2 Q_2 + K^2 Q_3 = K^2 q \\
Q_2'' + 2Q_3'' + K^2 Q_2 - 2K^2 Q_3 = 0
\end{array} \tag{7}$$

где

$$K^2 = \frac{1.6J_0}{b^2 J}$$
(8)

исключая из системы Q_2'' найдем:

$$Q_2 = \frac{1}{2K^2} (3K^2 Q_3 - Q_3'' - K^2 q)$$
(9)

Дважды дифференцируя и учитывая, что при равномерной нагрузке q'' = 0 получим:

$$Q_2'' = \frac{1}{2K^2} (3K^2 Q_3 - Q_3'^V) \tag{10}$$

Подставляя Q_2 и Q_2'' в первое уравнение системы (7) получаем одно дифференциальное уравнение четвертого порядка

$$Q_3'^V - 6K^2 Q_3'' + K^4 Q_3 = -K^4 q \tag{11}$$

Полный интеграл этого уравнения:

$$Q_{3}(x) = D_{1}sh\varphi_{1}x + D_{2}ch\varphi_{1}x + D_{3}sh\varphi_{2}x + D_{4}ch\varphi_{2}x - q$$
(12)

где

$$\varphi_1 = \sqrt{3K^2 - K^2\sqrt{8}} = 0.4142K \qquad \varphi_1^2 = 0.1716K^2;$$

$$\varphi_2 = \sqrt{3K^2 + K^2\sqrt{8}} = 0.4142K \qquad \varphi_2^2 = 5,8284K^2; \qquad (13)$$

Дважды дифференцируя (12), после соответствующих преобразований с учетом (13) находим:

$$Q_2(x) = 1,414(D_1 sh\varphi_1 x + D_2 ch\varphi_1 x - D_3 sh\varphi_2 x - D_4 ch\varphi_2 x - 2q$$
(14)

Граничными условиями для определения $D_1..., D_4$ будут:

$$Q_3(0) = Q_2(0) = 0$$

$$Q'_3\left(\frac{a}{2}\right) = Q'_2\left(\frac{a}{2}\right) = 0$$
(15)

Первое условие следует из того, что при x = 0, т.е. на опорах плит, силы взаимодействия между ними должны быть равны нулю. Второе условие вытекает из необходимости симметрии эпюр Q относительно оси x = a/2, при симметричной внешней нагрузке.

Из первого условия находим:

$$D_2 - D_4 = \frac{2q}{1,414}$$
$$D_2 + D_4 = q$$

и следовательно:

$$D_2 = 1,207q;$$
 $D_4 = -0,207q$ (16)

Из второго условия:

$$D_{1} = -1,207th\frac{\varphi_{1}a}{2}$$

$$D_{3} = 1,207th\frac{\varphi_{2}a}{2}$$
(17)

Проверкой может служить Q(a) = 0, эта проверка удовлетворяется как для Q_2 , так и для Q_3 . Экстремальные значения сил взаимодействия в средине пролета получим из (12) и (14) при x = a/2:

$$Q_3\left(\frac{a}{2}\right) = q\left(-1 + \frac{1,207}{ch\frac{\varphi_1 a}{2}} - \frac{1,207}{ch\frac{\varphi_2 a}{2}}\right); \quad Q_2\left(\frac{a}{2}\right) = 1,414q\left(-1,414 + \frac{1,207}{ch\frac{\varphi_1 a}{2}} - \frac{1,207}{ch\frac{\varphi_2 a}{2}}\right); \tag{18}$$

Обратимся теперь к величине К (8), от которой зависят значения φ_1 и φ_2 , для большинства плоских плит покрытия момент инерции свободного кручения (при $b/_{\delta} \ge 10$).

 $J_0 = \frac{1}{3} \left(\frac{b}{\delta} - 0.63 \right) \delta^4 \approx 3.123 \delta^4;$ $K^2 = 60 \frac{b}{\delta};$ (19)

и следовательно

 $K^2 = 60 \frac{b}{\delta};$ где δ – толщина плиты покрытия, b - ее ширина.

При типовых размерах сечения плиты получим $K^2 = 2$ и соответственно: $\varphi_1 = 0,8284 \ 1/_M$; $\varphi_2 = 4,8284 \ 1/_M$; длина типовых плит покрытия равна: 6,3; 6,0; 4,7; 4,2; 3,6; 2,4м. Из формул (12) и (14) следует, что при значениях $K \ge 2$, т.е. при всех практических встречающихся размерах

Из формул (12) и (14) следует, что при значениях $K \ge 2$, т.е. при всех практических встречающихся размерах сечения плит покрытия, также как и при всех пролетах плит покрытий, можно, с достаточной для практики точностью определить Q₃ и Q₂ для сечений в пределах средней зоны пролета от a/4 до 3a/8 по сокращенным формулам:



Рис. 4. Эпюры распределения сил взаимодействия между смежными панелями покрытия ПТ7-1

$$J_0 = \frac{1}{3} \left(\frac{b}{\delta} - 0.63 \right) \delta^4 \approx 3.123 \delta^4;$$

и следовательно

$$K^2 = 60\frac{b}{s};\tag{19}$$

где δ – толщина плиты покрытия, b - ее ширина.

При типовых размерах сечения плиты получим $K^2 = 2$ и соответственно: $\varphi_1 = 0.8284 \frac{1}{M}$; $\varphi_2 = 4.8284 \frac{1}{M}$; длина типовых плит покрытия равна: 6,3; 6,0; 4,7; 4,2; 3,6; 2,4м.

Из формул (12) и (14) следует, что при значениях $K \ge 2$, т.е. при всех практических встречающихся размерах сечения плит покрытия, также как и при всех пролетах плит покрытий, можно, с достаточной для практики точностью определить Q₃ и Q₂ для сечений в пределах средней зоны пролета от a/4 до 3a/8 по сокращенным формулам:

$$Q_{3}(x) = 1,207q \left(ch\varphi_{1}x - th\frac{\varphi_{1}a}{2}sh\varphi_{1}x \right) - q \qquad (20)$$
$$Q_{2}(x) = 1,705q \left(ch\varphi_{1}x - th\frac{\varphi_{1}a}{2}sh\varphi_{1}x \right) - 2q \qquad (21)$$

Значения этих усилий в середине пролета, т.е. при x=a/2 можно также определить по упрощенным формулам, вытекающим из (18):

$$Q_3\left(\frac{a}{2}\right) \approx q\left(\frac{1,207}{ch\frac{\varphi_1 a}{2}} - 1\right) \tag{22}$$

$$Q_2\left(\frac{a}{2}\right) \approx q\left(\frac{1,705}{ch\frac{\varphi_1 a}{2}} - 2\right)$$
(23)

В формулах (20)-(23)

$$\varphi_1 = 3.21 \sqrt{\delta/b} \tag{24}$$

δ и b –толщина и ширина плоских плит покрытия, q-нагрузка на 1п.м. пролета плиты.

Формулы (12) - (24) действительны при сплошном равномерном загружении всего покрытия, составленного из четырех и более одинаковых плоских плит покрытий. В других случаях можно пользоваться общими формулами 4 и 6, которые действительны как при сплошном загружении, так и при загружении отдельных плит покрытий, а также при различных размерах и форме сечения плит. Результаты расчета для левой половины покрытия получаются со знаком минус вследствие того, что за положительное направление сил $Q_i(x)$ принято направление сверху вниз на левой грани каждой плиты и снизу вверх на правой грани. Для правой половины перекрытия эти силы будут получаться со знаком плюс.

Пример 2. Случай двух плит покрытия. Наиболее примечательным является случай, когда сочлененные плиты покрытия испытывают изгиб с кручением, а это имеет место при двух плитах покрытия с не симметричной схемой нагружения. Для чего рассмотрим схему загружения по рисунку 5.



Рис. 5. Схема загружения двух сочлененных плит покрытия.

В данном случае уравнение равновесия примет вид:

$$Q'' - 2k^2 Q = k^2 q; (25)$$

Q=const

Граничные условия:

 $Q(0)=0; \quad \dot{Q}\left(\frac{a}{2}\right)=0;$

Проверка: Q(a)=0

Общее решение (25) примет вид:

$$Q(x) = \frac{q}{2(e^{k\sqrt{2}*a} + 1)}e^{k\sqrt{2}*a} + \frac{q}{2}\frac{e^{k\sqrt{2}*a}}{(e^{k\sqrt{2}*a} + 1)}e^{k\sqrt{2}*a} - \frac{q}{2}$$
(26)

Проверка: при х = а

$$\frac{q}{2}\left(\frac{e^{k\sqrt{2}*a}}{e^{k\sqrt{2}*a}}-1\right) = 0$$

Величина изгибающего момента по линии сопряжения плит:

$$M(x) = -\frac{1}{b_0} \int \int [q + Q(x)] dx^2 - \frac{EJ}{GJ_0} \frac{(b_0 * 0.5)^2}{b_0} * (q - Q(x));$$
(27)

Граничные условия:

$$M(0)=0; \quad M(a)=0$$
 (28)

Общее решение (27) имеет:

$$M(x) = \frac{0.5 * q}{1 + e^{\sqrt{2} * kx}} \left[e^{k\sqrt{2} * kx} + e^{\sqrt{2} * k(a-x)} \right] \cdot \left(-\frac{0.5}{b_0 k^2} + 0.25 b_0 \frac{EJ}{GJ_0} \right) - \left(\frac{0.25 q x^2}{b_0} + 0.375 b_0 q \frac{EJ}{GJ_0} \right) - \frac{C_1}{b_0} x - \frac{C_2}{b_0};$$

$$(29)$$

С учетом граничных условий находим:

$$C_{2} = -\frac{0.25q}{k^{2}} - 0.25b_{0}^{2}q \frac{EJ}{GJ_{0}} = -0.25q \left(\frac{1}{k^{2}} + b_{0}^{2}q \frac{EJ}{GJ_{0}}\right);$$

$$C_{1} = \left[\frac{0.5q}{1 + e^{\sqrt{2}*ka}} \left(e^{k\sqrt{2}*kx} + e^{\sqrt{2}*k(a-1)}\right)* \left(-\frac{0.5q}{k^{2}} - 0.25b_{0}^{2}q \frac{EJ}{GJ_{0}}\right) - \frac{\left(0.25ql^{2} + 0.375b_{0}^{2}q \frac{EJ}{GJ_{0}}\right) - C_{2}}{l}\right];$$

Вычислим величины изгибающих моментов в середине плиты покрытия при следующих исходных данных:

$$k^{2} = \frac{2GJ_{0}}{b^{2}EJ} = \frac{0.8 * 0.20497}{l^{2} * 0.06686108} = 2,45 \left(\frac{1}{M^{2}}\right)$$
$$k = 1.566 \left(\frac{1}{M}\right); a = 6\text{m}; l = 6\text{m};$$

b₀ = 1м (ширина плиты); *q*=8,945 *kH/м; E*=3000 *мПа; J*=0,066861 *м*²; *G*=0,425*E*=12750; *J*₀=0,20497 *см*²; Результаты вычислений приведены в таблице (1)

Таблица 1

х(м)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
М кН*м	0	6,186	11,229	15,15	17,94	19,65	20,18	19,62	17,94	15,15	11,229	6,1	0

Максимальное значение изгибающего момента при x=3,0 м (середина пролета) M=20,18 (кН*м);

Величина изгибающего момента для свободно лежащей плиты покрытия в середине пролета:

- 2

$$M_0 = \frac{q l_0^2}{8} = \frac{8,945 * 6^2}{8} = 40,253 \ (kH * M);$$

Сопоставляя эти значения, можно сделать следующий вывод: учет пространственной работы сборных железобетонных плиты покрытия ПТ7-1 позволит принять величину коэффициента совместной работы равный двум и более.

Теперь рассмотрим прогиб плиты покрытия как пространственно-деформируемой, конструктивно-ортотропной системы.

Известно, что

$$\mathbf{y}^{IV} = \frac{1}{EJ}(Q(\mathbf{x}) + q)$$

или

$$y = \frac{1}{EJ} \iiint \int [Q(x) + q] dx^4$$
(30)

Граничными условиями будут:

M(0) = 0; M(a) = 0; y(0) = 0; y(a) = 0;

Опуская промежуточные выкладки, имеем:

$$y = \frac{1}{EJ} \begin{bmatrix} \frac{0.25qx^4}{12} + \frac{0.5q}{2k^2(1+e^{\sqrt{2}*ka})} \left(\frac{1}{2k^2}e^{\sqrt{2}*kx} + \frac{1}{2k^2}e^{\sqrt{2}*k(a-x)}\right) - \\ - \frac{C_1}{6}x^3 - \frac{C_2}{2}x^2 + C_3x + C_4 \end{bmatrix};$$
(31)

где:

$$\begin{split} \mathbf{C}_{1} &= 0.25ql + \frac{0.5q}{2K^{2}l\left(\left(1 + e^{\sqrt{2}*ka}\right)\right)} \left[e^{\sqrt{2}*kl} + e^{\sqrt{2}*k(a-l)}\right] - \frac{0.5q*EJ}{2k^{2}l};\\ \mathbf{C}_{2} &= \frac{0.5q}{2k^{2}};\\ \mathbf{C}_{3} &= \frac{0.25ql^{2}}{12} - \frac{0.5q}{4k^{2}l\left(1 + e^{\sqrt{2}*ka}\right)} \left(e^{\sqrt{2}*kl} + e^{\sqrt{2}*k(a-l)}\right) \left(\frac{1}{k^{2}} - \frac{l^{2}}{3}\right) - \frac{0.5q}{4k^{2}l} \left(\frac{EJ*l^{2}}{3} + l^{2} - \frac{1}{k^{2}}\right)\\ \mathbf{C}_{3} &= -\frac{0.5q}{4k^{2}}; \end{split}$$

Величина прогиба плиты ПТ7-1, как пространственно-деформируемой системы при *x*=*a*/2: *y*=0,2005 см;

Результаты натурных испытаний [5] показывают, что прогиб отдельно лежащей плиты при в среднем составил 0,49см.

Выводы:

1. Дано теоретическое обоснование величины коэффициента учета совместной работы железобетонных плит покрытий, как конструктивно-ортотропной системы, при действии вертикальной нагрузки.

2. Результаты проведенных исследований предоставляют возможность для разработки практических рекомендаций по проектированию несущих конструкций зданий и сооружений с заданным сроком службы; произвести оценку остаточного ресурса конструктивной безопасности по несущей способности и эксплуатационной пригодности.

Литература:

- 1. Антонов К.К., Байков В.Н. и др. Проектирование Железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1966.
- Дроздов П.Ф., Расчет сборных перекрытий, опирающихся на внутренние и наружные стены, «Строительные конструкции». Вып. XII. - Киев: Будивельник, 1969.
- 3. Шилов Е.В. Применение теории конструктивно-ортотропной пластинки к расчету сборных железобетонных перекрытий, работающих в двух направлениях в плане. / Сб. трудов, МИСИ №90. - М., 1971.
- Шилов Е.В., Краснощеков Ю.В. К расчету железобетонных перекрытий с учетом совместной работ продольных элементов. / Сборник трудов, МИСИ, №133. - М., 1976.
- Темикеев К. и др. Отчет по НИР «Проектирование сейсмостойких железобетонных конструкций, зданий и сооружений с заданным эксплуатационным ресурсом». - Бишкек, 2014.
- ГОСТ 8829-2018. М.: «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. / Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости», 2019.
- 7. Темикеев К., Эргешбай У.А., Качкынова Н.Б., Искаков А.И., Мещеряков А.А. К вопросу определения остаточного ресурса плит перекрытий ПТ7-1 проходного теплофикационного канала. / Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. 2019. №1 (63). С. 103-112.
- Зулпуев А.М., Темикеев К., Асанова С.А. пространственная расчетная модель несущих элементов многоэтажных зданий и сооружений при горизонтальных воздействиях. Известия ВУЗов Кыргызстана. 2019. № 11. С. 26-32.
- 9. Абдыкалыков А.А., Конурбаев Т.А., Зулпуев А.М., Темикеев К., Темир Болотбек, Обеспечение конструктивной безопасности несущих конструкций зданий и сооружений в период жизненного цикла, проблемы и пути решения. Научно-практическая конференция «Строительная наука и образование интеграция вузовской науки в устойчивое инновационное развитие страны» посвященная 30-летию Кыргызского государственного университета строительство транспорта и архитектуры г. Бишкек 2022г.
- Темикеев К. и др. Отчет по НИР на тему: «Экспериментально-теоретические исследования ресурса конструктивной и сейсмической безопасности несущих конструкций зданий и сооружений в период жизненного цикла», Бишкек 2021.
- 11. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия, М., Актуализированное издание 2021г.
- 12. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции М., 2019.
- 13. СНиП КР 22-01:2018 «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки» Бишкек 2019.
- 14. СНиП КР 31-01: 2018 «Перепрофилирование помещений жилых зданий существующей застройки» Бишкек 2019.
- 15. СН КР 20-02:2018 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования». Бишкек 2019.
- 16. Зулпуев А.М., Ганыев 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.