



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2024_4_209
MFТАА 67.11.31

Б.Б. Ахметов¹, Р.Ф. Серова²

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

¹E-mail: Veibit.bakiuly@mail.ru*

²E-mail: roza_serova@mail.ru

ТҰРҒЫН ҮЙЛЕРДІҢ ТЕМІРБЕТОН ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ МОНИТОРИНГІ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

MONITORING AND ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Аңдатпа. Тұрғын үй ғимараттарының темірбетон құрылымдарының эксплуатациялық сенімділігін кешенді зерттеу жобалық құжаттаманы талдауды, учаскені тексеруді, беріктік пен деформациялық сынақтарды, сондай-ақ қоршаған ортаға әсерді бағалауды қамтиды. Бұл ақауларды анықтауға, құрылымдардың ағымдағы жағдайы мен сенімділігін анықтауға, сондай-ақ жөндеуді немесе ауыстыруды қажет ететін элементтерді анықтауға мүмкіндік береді. Негізгі аспектілер - құрылымдардың сипаттамалары, күтілетін операциялық жүктемелер және сыртқы факторлардың әсері. Кешенді тәсіл темірбетон құрылымдарының жай-күйі мен сенімділігін кешенді бағалауды қамтамасыз етеді.

1.04.101-2012 ҚР ЕЖ сәйкес бес қабатты тұрғын үйдің темірбетон құрылымдарының (іргетас және еден плиталары) техникалық жағдайына кешенді тексеру жүргізілді. Құрылымдардың қалыпты жағдайда екені анықталды, алайда техникалық пайдалану ережелерін сақтауды талап ететін кейбір ақаулар анықталды.

Бес қабатты тұрғын үйдің темірбетон құрылымдарына сараптама жүргізу олардың техникалық жағдайын бағалауға мүмкіндік берді. Іргетас пен еден плиталары жақсы жағдайда, күрделі ақаулары жоқ. Дегенмен, жүк көтеру қабілетіне әсер етпейтін плиталардағы шаш сызықтары сияқты кейбір ұсақ ақаулар анықталды. Құрылымдардың беріктігін қамтамасыз ету үшін техникалық пайдалану ережелерін сақтау қажет.

Түйін сөздер: темірбетон, құрылым, сенімділік, шектік күй, тұрғын үй, шектік жағдайда, көтергіштік қабілеті

Аннотация. Комплексное исследование эксплуатационной надежности железобетонных конструкций жилых зданий включает в себя анализ проектной документации, осмотр объекта, проведение испытаний на прочность и деформацию, а также оценку воздействия окружающей среды. Это позволяет выявить дефекты, определить текущее состояние и надежность конструкций, а также идентифицировать элементы, требующие ремонта или замены. Ключевыми аспектами являются характеристики конструкций, предполагаемые эксплуатационные нагрузки и воздействие внешних факторов. Комплексный подход обеспечивает всестороннюю оценку состояния и надежности железобетонных конструкций.

Проведено комплексное обследование технического состояния железобетонных конструкций (фундамента и плит перекрытия) пятиэтажного жилого дома в соответствии с СП РК 1.04.101-2012. Установлено, что конструкции находятся в исправном состоянии, однако выявлены некоторые дефекты, требующие соблюдения правил технической эксплуатации.

Проведенное обследование железобетонных конструкций пятиэтажного жилого дома позволило оценить их техническое состояние. Фундамент и плиты перекрытий находятся в исправном состоянии, без серьезных дефектов. Однако выявлены некоторые мелкие дефекты, такие как волосяные трещины в плитах, которые не

влиют на несущую способность. Для обеспечения долговечности конструкций требуется соблюдение правил технической эксплуатации.

Ключевые слова: железобетон, конструкция, надежность, предельное состояние, корпус, предельное состояние, несущая способность.

Abstract. A comprehensive study of the operational reliability of reinforced concrete structures of residential buildings includes an analysis of design documentation, inspection of the site, strength and deformation tests, and an assessment of the impact of the environment. This allows you to identify defects, determine the current condition and reliability of structures, and identify elements that require repair or replacement. The key aspects are the characteristics of the structures, expected operational loads and the impact of external factors. An integrated approach ensures a comprehensive assessment of the condition and reliability of reinforced concrete structures.

A comprehensive survey of the technical condition of reinforced concrete structures (foundation and floor slabs) of a five-story residential building was carried out in accordance with SP RK 1.04.101-2012. It was found that the structures are in good condition, but some defects were identified that require compliance with the rules of technical operation.

The conducted survey of the reinforced concrete structures of the five-story residential building made it possible to assess their technical condition. The foundation and floor slabs are in good condition, without serious defects. However, some minor defects have been identified, such as hairline cracks in the slabs, which do not affect the load-bearing capacity. To ensure the durability of the structures, compliance with technical operation rules is required.

Keywords: reinforced concrete, structure, reliability, limit state, housing, limit state, bearing capacity.

Kіpіcne. Тұрғын үйлердің темірбетон құрылымдарының эксплуатациялық сенімділігін кешенді зерттеу жұмыстың көптеген аспектілері мен кезеңдерін қамтиды. Бірінші қадам, дизайн ерекшеліктері мен құрылымға түсетін жүктемелермен танысу үшін жобалық құжаттаманы талдау керек.

Құрылымдар және оларға түсетін жүктемелер инженерия мен құрылыстың әртүрлі салаларында қарастырылатын маңызды мәселелер болып табылады.

Құрылымдар объектінің беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Олар пайдалану кезінде ұшырайтын барлық күтілетін жүктемелерге төтеп беруге арналған болуы керек. Бұл жүктемелерге статикалық жүктемелер (құрылымның, жиһаздың және жабдықтың салмағы), динамикалық жүктемелер (діріл, соққы) немесе тіпті маусымдық өзгерістер (мысалы, ауа-райы, температураның өзгеруі) кіруі мүмкін.

Құрылымдарды жобалау кезінде құрылыс үшін қолданылатын материалдар, құрылымның пішіні мен геометриясы, сондай-ақ жоспарланған жұмыс ортасы сияқты факторларды ескеру қажет. Мысалы, егер ғимарат құрылысы туралы айтатын болсақ, онда оның құрылымдары аумақтың сейсмикалық белсенділігі, жел жүктемелері және ықтимал су тасқыны сияқты факторларды ескере отырып жобалануы керек.

Дизайн ерекшеліктері жобаның нақты қажеттіліктері мен талаптарына байланысты өзгеруі мүмкін. Мысалы, көпірді жобалау кезінде өтіп бара жатқан көліктер мен жаяу жүргіншілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін оның аралығы мен беріктігіне ерекше мән беріледі. Ал радиоактивті аймақтар немесе көп қабатты құрылыстар сияқты ерекше жағдайларға арналған ғимараттарды жобалағанда, құрылымдар олардың осы жағдайларда беріктігін қамтамасыз ету үшін арнайы бейімделуі керек.

Ақырында, құрылымның қауіпсіз және тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін есептеулер мен талдаулар негізінде күтілетін жүктемелері анықталады. Бұл құрылым төтеп бере алатын максималды жүктемені, мүмкін болатын шамадан тыс жүктемелерді және тірі немесе тұрақты жүктемелерді қамтуы мүмкін. Бұл ақпарат инженерлер мен дизайнерлерге белгілі бір қауіпсіздік шегі бар құрылымды жобалауға көмектеседі, осылайша ол кез келген жоғары ықтималды жүктемелерді шектен тыс асырмай қызмет ете алады (ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011 Темірбетон конструкцияларды жобалау).

Содан кейін ықтимал ақауларды, зақымдануды немесе қолданыстағы стандарттар мен талаптарға сәйкес келмеуін анықтау үшін объектіні тексеру қажет. Бұған бетонның

сапасын, арматура дәрежесін, жарықтардың, ауытқулардың немесе вертикальды ауытқулардың болуын тексеру кіреді.

Неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу үшін қабырғалар, тіректер, жолақтар және плиталар негіздері сияқты негізгі құрылымдық элементтердің беріктігін, өтімділігін және деформациясын тексеру қажет. Мұндай сынақтар осы элементтердің ағымдағы жағдайы мен сенімділігін анықтайды.

Кешенді зерттеудің маңызды аспектілерінің бірі қоршаған орта мен пайдалану жағдайларының құрылымдарға әсерін бағалау болып табылады. Бұл құрылымның беріктігі мен беріктігіне әсер етуі мүмкін ылғалдың, температураның өзгеруінің, тербелістің, химиялық заттардың және басқа факторлардың әсерін талдауды қамтиды.

Келесі кезең деректерді талдау болады және құрылымдық сенімділіктің ағымдағы жағдайы туралы қорытындылар жасалады. Бұл жөндеуді немесе ауыстыруды қажет ететін проблемалық аймақтарды немесе элементтерді анықтауға мүмкіндік береді.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Мысал ретінде бес қабатты тұрғын үйдің темірбетон материалынан жасалған іргетасы мен еден плиталарының нақты техникалық жағдайын қарастырайық.

Сараптама ҚР ЕЖ 1.04-101-2012 «Ғимараттар мен құрылыстардың, техникалық жағдайын тексеру және бағалау» сәйкес жүргізілді.

Негіз мониторингі. Құрастырмалы темірбетон жолақ іргетасын тексеру үшін бес қабатты тұрғын үйдің темірбетон материалынан жасалған жолақ іргетасының ішкі жағынан бақылау шұңқыры қазылды».



1-сурет. Бес қабатты тұрғын үйдің темірбетон материалынан жасалған сынақ шұңқыры
Ескерту – автормен құрастырылған

Шұңқырды визуалды және аспаптық тексеру келесілерді анықтады:

- қиыршық тас негізі $b_{нег.} = 50\text{мм}$;
- өлшемдері $140 \times 30\text{см}$ ауыр бетон негізінде трапеция тәрізді құрамалы темірбетонды іргетас төсемі;
- ФБС-6 2 іргетас блоктары;
- монолитті күшейтілген белдік $h = 300\text{мм}$;
- 2 қабаттың көлденең гидроизоляциясы, битуммен тік қаптау.

ИПС МГ – 4.04. құрылғысымен анықталатын монолитті арматураланған таспаның бетонының беріктігі В20...В30 класына сәйкес келеді.

Қарау кезінде көзге көрінетін ақаулар мен бұзылулардың болмауына байланысты жалпы және аспаптық сараптама нәтижелері бойынша темірбетон іргетас құрылымдарының техникалық жағдайы жұмысқа жарамды деп бағаланды. Қолданыстағы стандарттарға сәйкес құрылымдарды техникалық пайдалану ережелерін одан әрі сақтау қажет.

Жалпы алғанда, темірбетонды іргетастарда келесі ақаулар орын алады:

1) Жеткіліксіз беріктік: темірбетон іргетасы күшті қысым немесе діріл әсерінен жүктемеге төтеп бермеуі және сынуы мүмкін.

2) Жарықтар: темірбетонды іргетастың дұрыс емес бетон құрамы, дұрыс орналастырмау немесе дұрыс күтім жасамау салдарынан жарықтар пайда болуы мүмкін.

3) Сусымалы: кейбір жағдайларда темірбетонды іргетас дұрыс жұмыс істемеуіне немесе іргетас астына судың түсуіне байланысты сырылып, бастапқы пішінін жоғалтуы мүмкін.

4) Арматураның зақымдануы: арматураның зақымдалуы немесе тот басуы мүмкін, бұл іргетастың беріктігі мен тұрақтылығын жоғалтуға әкелуі мүмкін.

5) Дұрыс емес дизайн: іргетастың дұрыс жасалмауы жеткіліксіз беріктік пен тұрақтылыққа әкелуі мүмкін. Мысалы, жүктемелерді дұрыс есептемеу немесе белгілі бір топырақ түрі үшін іргетас түрін дұрыс таңдамау.

6) Су басу: егер іргетас тұрақты су тасқынына немесе су астында қалса, ол қатты зақымданып, беріктігі мен тұрақтылығын жоғалтуы мүмкін.

Нысанның төбелері мен жабыны құрастырмалы темірбетон плиталарынан жасалған. Еден құрылымдарын визуалды және егжей-тегжейлі аспаптық тексеру кезінде олардың жүк көтеру қабілетіне әсер етпейтін шаш сызығының жарықтары түрінде шағын ақаулар анықталды (В.И.Г анжара, А.В.А тякшева, 2017).

Таңдалған учаскелерде ИПС МГ – 4.04. құрылғысын қолданатын бұзылмайтын қысу сынақтарының нәтижелері бойынша темірбетон плиталарының бетон беріктігі В30...В35 кластарына сәйкес келеді (2 және 3-суретті қараңыз).

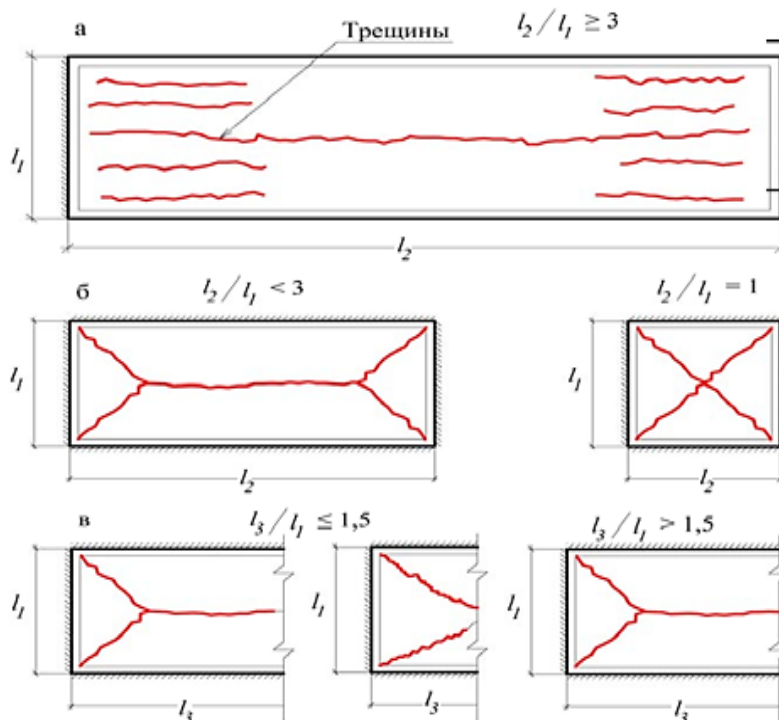


2-сурет. Бес қабатты тұрғын үйге арналған темірбетон материалынан жасалған құрама темірбетон еден плиталары
Ескерту – автормен құрастырылған



3-сурет. ИПС МГ – 4.04. құрылғысының көмегімен бұзбайтын әдіспен құрастырмалы темірбетон плиталарының бетон беріктігін анықтау
Ескерту – автормен құрастырылған

Едендер мен жабындардың құрама темірбетон құрылымдарының техникалық жағдайы тексеру кезінде көрінетін ақаулар мен зақымданулардың болмауына байланысты жұмысқа жарамды деп бағаланды. Қолданыстағы стандарттарға сәйкес құрылымдарды техникалық пайдалану ережелерін одан әрі сақтау қажет.



4-сурет. Өртүрлі жұмыс жүйесі бар темірбетон плиталарын бұзу кезіндегі жарықтар:
 а – $l_2/l_1 \geq 3$ арқалық; б – контур бойымен тіреуішпен; в – үш жағынан тіреуішпен
Ескерту – (В.В. Леденев, В.П. Ярцев, 2017) негізінде құрастырылған

Плиталарда келесі жарықтар болуы мүмкін:

- тақта өрісінің ортаңғы бөлігінде;
- төменгі бетінде максималды ашылуы бар плитаның өрісі бойынша;
- тактайшаның үстіңгі бетінде саңылауы бар жұмыс аралығының көлденең бағыттағы тіреу учаскелерінде;
- бетонның қорғаныс қабатының жоғалуы бар радиалды және соңғы жарықтар;
- плитаның төменгі жазықтығы, арматура бойындағы жарықтар жиі кездеседі
- әртүрлі арақатынастары бар күштерден пайда болған жарықтар (В.В. Леденев, В.П. Ярцев, 2017).

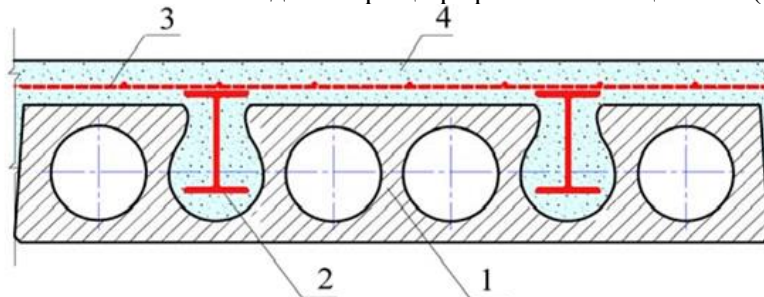
Еден плиталарын нығайту жолдары:

- тіректерді, тіректерді қамтамасыз ету (үй-жайлардың икемділігін төмендетеді);
- плиталардың көлденең қимасының ауданын ұлғайту;
- түсіру элементтерін жеткізу (материалдың жоғары шығыны);
- еденді қосымша күшейту;

Қосымша арматурамен плиталарды нығайтудың кезектілігі

1. Еден плиталарының арматурасын белгілеңіз (1).
2. І-сәулелерінің өтуін қамтамасыз ету үшін бос орындардың үстіндегі плиталардың бөліктерін бөлшектеңіз.
3. І-арқалықтарды (2) тесілген бос орындарға орнатыңыз.
4. Арматура торын (3) еден плиталарының үстіңгі жағына салыңыз, торды І-арқалықтарға дәнекерлеңіз.

5. Дірілдейтін стяжкамен нығыздалған ұсақ түйіршікті бетон қабатын (4) төсеңіз.



5-сурет. Темірбетонды қуыс өзекшелерді нығайту:

1 – еден плитасы; 2 – екі бос қуыстар арқылы; 3 – 150x150 мм қадаммен диаметрі 8 мм АІ арматурасынан жасалған тор; 4 – ұсақ түйіршікті бетон

Ескерту – (В.В. Леденев, В.П. Ярцев, 2017) негізінде құрастырылған

Қорытынды. Жарықтардың пайда болуы: темірбетон құрылымдары топырақтың шөгуді, шамадан тыс жүктеме немесе жүктеменің дұрыс бөлінбеуі, температураның ауытқуы және т.б. сияқты әртүрлі факторларға байланысты жарықтарға сезімтал болуы мүмкін. Жарықтар көрінетін немесе жасырын болуы мүмкін, бұл құрылымның беріктігі мен тұрақтылығының төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Арматураның коррозиясы: темірбетон конструкциясы ылғалдан және химиялық заттардан қорғалмаған жағдайда арматура коррозияға ұшырауы мүмкін. Коррозия құрылымдардың беріктігін төмендетуі мүмкін.

Стандарттар мен талаптарды сақтамау: темірбетон құрылымдары сенімділік пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін белгілі бір стандарттар мен талаптарға сай болуы керек. Егер құрылымдар осы талаптарға сәйкес келмесе, олар жеткілікті берік немесе тұрақты болмауы мүмкін, бұл төтенше жағдайға әкелуі мүмкін.

Осы факторлардың барлығы үйлердегі темірбетон құрылымдарының пайдалану сенімділігін зерттеу кезінде ескерілуі керек. Жобалық құжаттарды талдауды, құрылымдық тексеруді, тестілеуді, қоршаған ортаға әсерді бағалауды және деректерді талдауды қамтитын кешенді тәсіл ғана құрылымның жай-күйі туралы толық түсінік береді және оны күтіп ұстау, жөндеу немесе ауыстыру бойынша қажетті шараларды анықтайды.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Әдебиеттер тізімі

- ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011 Темірбетон конструкцияларды жобалау // ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011 Temirbeton konstrukciyalardy zhovalau
- ҚР ЕЖ 1.04-101-2012 «Ғимараттар мен құрылыстардың техникалық жағдайын тексеру және бағалау» // ҚР ЕЖ EN 1.04-101-2012 «Ғимараттар мен құрылыстардың техникалық жағдайын тексеру және бағалау»
- «Обследование и мониторинг с троительных к онструкций з даний и с ооружений». В.В. Леденев, В.П. Ярцев, Тамбов, Издательство Ф ГБОУ ВШ «ТГТУ», 2017 г. // «Obsledovanie i manitoring stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij». V.V. Ledenev, V.P. YArcev, Tambov, Izdatel'stvo FGBOU VSHCH «TGTU», 2017 g
- ҚР Үкіметінің 08.02.2011 ж. № 91 қаулысымен бекітілген «Темірбетон, бетон құрылымдардың қауіпсіздік талаптары» техникалық регламенті // ҚР Үкіметінің 08.02.2011 ж. № 91 қаулысымен бекітілген «Temirbeton, beton құрылымдардың қауіпсіздік талаптары» техникалық регламенті.
- «Технология железобетонных и зделий и конструкций». В.И. Ганжара, А.В. Атыкшева. Фолиант, 2017 // «Tekhnologiya zhelezobetonyh izdelij i konstrukcij». V.I. Ganzhara, A.V. Atyaksheva. Foliant, 2017.
- Liu X, Wang C, Liu T, Wei Y, Lv J 2009 Fiber Grating Water pressure sensor and system for mine. ACTA Photonica Sinica. – V. 38 pp.112–114
- Айме К.А. Мониторинг зданий и котлованов / К.А. Айме // Строительные материалы, оборудование,

- технологии века. – 2005. – Ч. 2, № 11. // Ajme K.A. Monitoring zdaniy i kotlovanov / K. A. Ajme // Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii veka. – 2005. – Ч. 2, № 11.
- Александров А.С. Совершенствование расчёта дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Состояние вопроса: монография / А.С. Александров. – Омск: СибАДИ, 2015. // Aleksandrov A. S. Sovershenstvovanie raschyota dorozhnyh konstrukcij po soprotivleniyu sdvigu. Sostoyanie voprosa: monografiya / A.S. Aleksandrov. – Омск: SibADI, 2015.
- Амбарцумян С.А. О мониторинге состояния строительных конструкций на некоторых уникальных объектах / С.А. Амбарцумян, Н.Г. Нерсисян // Бетон и железобетон. – 2005. – № 4. // Ambarcumyan S.A. O monitoringe sostoyaniya stroitel'nyh konstrukcij na некotoryh unikal'nyh ob'ektah / S.A. Ambarcumyan, N.G. Nersesyan // Beton i zhelezobeton. – 2005. – № 4.
- Бедов А.И. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / А.И. Бедов В.Ф. Сапрыкин. – М.: Изд-во АСВ, 1995 // Bedov A.I. Obsledovanie i rekonstrukciya zhelezobetonnyh i kamennyh konstrukcij ekspluatiruemyh zdaniy i sooruzhenij / A.I. Bedov V.F. Saprykin. – М. : Izd-vo ASV, 1995.
- Драпалюк Д.А. Мониторинг состояния жилого фонда и его физический износ, проведение обследований строительных материалов и конструкций: учеб.-метод. пособие / Воронежский ГАСУ. – г. Воронеж, 2013 82 с. // Drapalyuk D.A. Monitoring sostoyaniya zhilogo fonda i ego fizicheskij iznos, provedenie obsledovaniy stroitel'nyh materialov i konstrukcij: ucheb.-metod. posobie / Voronezhskij GASU. – g. Voronezh, 2013 82 s.
- Оценка технического состояния железобетонных конструкций по внешним признакам https://www.steps.ru/article/otsenka_tehnicheskogo_sostoyaniya_zhelezobetonnyh_konstruktsiy_po_vneshnim_priznakam/ // Ocenka tehničeskogo sostoyaniya zhelezobetonnyh konstrukcij po vneshnim priznakam https://www.steps.ru/article/otsenka_tehnicheskogo_sostoyaniya_zhelezobetonnyh_konstruktsiy_po_vneshnim_priznakam/
- Определение прочности бетона методом отрыва со скалыванием <https://sksatisexpert.com/articles/opredelenie-prochnosti-betona-metodom-otryva> // Opredelenie prochnosti betona metodom otryva so skalyvaniem <https://sksatisexpert.com/articles/opredelenie-prochnosti-betona-metodom-otryva>
- Улыбин А.В. Методы контроля параметров армирования железобетонных конструкций https://www.ozis-venture.ru/files/publications/Ulybin_kp_arm.pdf // Ulybin A.V. Metody kontrolya parametrov armirovaniya zhelezobetonnyh konstrukcij https://www.ozis-venture.ru/files/publications/Ulybin_kp_arm.pdf
- Математическое моделирование напряженно-деформируемого состояния конструкций и материалов. <https://ranv.ru/2022/11/26/matematiceskoe-modelirovanie-napryazhenno-deformiruemogo-sostoyaniya-konstrukcij-i-materialov/> // Matematicheskoe modelirovanie napryazhenno-deformiruemogo sostoyaniya konstrukcij i materialov. <https://ranv.ru/2022/11/26/matematiceskoe-modelirovanie-napryazhenno-deformiruemogo-sostoyaniya-konstrukcij-i-materialov/>

Information about authors

Akhmetov Beibit Bakievich – Doctoral student of the educational program - Construction, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, E-mail: Beibit.bakiuly@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1697-70067, 87077374374

Serova Rauza – Ph.D., docent, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, E-mail: roza_serova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7142-620X, 87022415500
