

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCES

DOI 10.54596/2309-6977-2021-3-141-147

ӘОЖ 658.21

ҒТАМА 05.23.05

ҚҰРЫЛЫС ОБЪЕКТІЛЕРІНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГІ ЖҮЙЕСІ

Аубакирова Б.Б.¹, Тұңғышбаева С.Ж.¹, Төлеубаева Ш.Б.²

¹М. Қозыбаев ат. Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан

²Л.Н. Гумилев ат. Евразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

(E-mail: bbaubakirova@ku.edu.kz)

Аннотация

Объектілерді ғылыми-техникалық қамтамасыз ету және мониторингілеу құрылыстың қауіпсіздігі мен сапасының қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін қолданыстағы бақылау нысандарын толықтыратын тиімді құрал болып табылады.

Түйін сөздер: Жүк көтергіш құрылымдардың мониторингі, деформацияларды өлшеуді, ғимараттар мен құрылыстардың техникалық мониторингі, көп функциялы кабель жүйесі, датчиктер.

**СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Аубакирова Б.Б.¹, Тұңғышбаева С.Ж.¹, Төлеубаева Ш.Б.²

¹Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

(E-mail: bbaubakirova@ku.edu.kz)

Аннотация

Научно-техническое обеспечение и мониторинг объектов являются эффективным инструментом, дополняющим существующие формы контроля для обеспечения необходимого уровня безопасности и качества строительства.

Ключевые слова: мониторинг несущих конструкций, измерение деформаций, технический мониторинг зданий и сооружений, многофункциональная кабельная система, датчики.

SYSTEM OF TECHNICAL MONITORING OF CONSTRUCTION OBJECTS

Aubakirova B. B.¹, Tungyshbayeva S. Zh.¹, Toleubayeva Sh.B.²

¹M. Kozubayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

(E-mail: bbaubakirova@ku.edu.kz)

Annotation

Scientific and technical support and monitoring of facilities are an effective tool that complements existing forms of control to ensure the necessary level of safety and quality of construction.

Keywords: monitoring of load-bearing structures, measurement of deformations, technical monitoring of buildings and structures, multifunctional cable system, sensors.

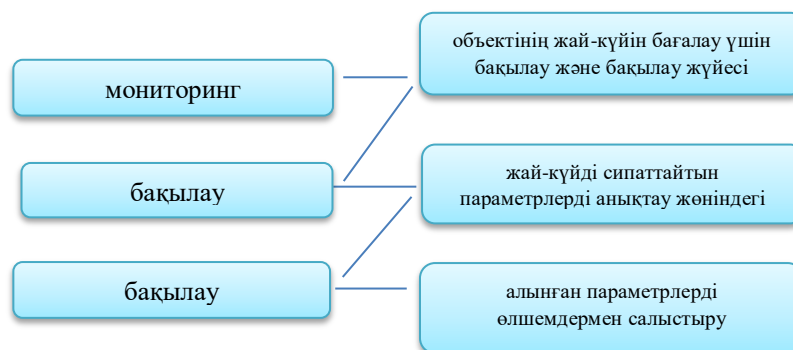
Кіріспе

Қазақстанда мегаполистердің қарқынды өсуі және агломерациялардың дамуы жағдайында бірегей құрылыс-технологиялық параметрлерімен және күрделі жобалық шешімдерімен ерекшеленетін ғимараттар мен құрылыстар көбірек салынуда, бұл қауіпсіздік талаптарының жоғарылауымен және техникалық және экономикалық тәуекелдер. Осындай жобаларды жүзеге асыру нәтижесінде туындаған мәселелер кешенін шешу құрылыс процесінің барлық қатысушыларының маркшейдерлердің, жобалаушылардың, мердігерлердің жоғары біліктілігін талап етеді. Қаланың тығыз дамуы, күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлар, стандартты емес жүктемелер мен әсерлер, құрылыс-монтаждау жұмыстарының айтарлықтай қарқынмен жүргізілуінен туындаған күрделі проблемалар болған кезде, мұндай объектілерді салудың маңызды факторлары іздестіру, айтарлықтай биіктікте құрылыс-монтаждау жұмыстары.

Біздің еліміздегі қолданыстағы стандарт талаптарына сәйкес, барлық бірегей және техникалық күрделі ғимараттар мен құрылыстарды қамтитын жоғары деңгейдегі жауапкершілікті объектілер үшін құрылыстың барлық кезеңдерінде жүк көтергіш құрылымдардың мониторингі арқылы міндетті ғылыми-техникалық қамтамасыз ету белгіленген.

Мұндай объектілерді ғылыми-техникалық қамтамасыз ету және мониторингілеу құрылыстың қауіпсіздігі мен сапасының қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін қолданыстағы бақылау нысандарын толықтыратын тиімді құрал болып табылатынын атап өткен жөн. Олардың тиімділігі негізінен тәуекелдерді жедел анықтау, болжау және алдын алу бойынша ғылыми негізделген техникалық және ұйымдастырушылық шешімдердің арқасында көрінеді.

Жалпы ғимараттар мен құрылыстардың техникалық мониторингі әртүрлі жүйелердің жұмыс істеуін тексеруді білдіреді: базаның, тірек және қоршау конструкцияларының, инженерлік желілер мен жүйелердің және т. б. Мұның бәрі инженерлік зерттеулер кешенін, соның ішінде геодезиялық өлшемдерді, инженерлік – геологиялық зерттеулерді, мүмкін болатын деформацияларды өлшеуді жүзеге асыруды қамтиды. Құрылыс объектілерінің техникалық мониторингі жүйесінің жалпы құрылымын 1-суретке сәйкес ұсынуға болады.

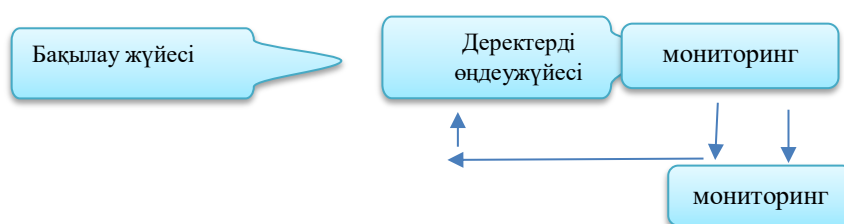


1 сурет Құрылыс объектілерінің техникалық мониторингі жүйесі

Ғимараттар мен құрылыстардың техникалық мониторингі. Бұл белгілі бір бағдарламаға сәйкес үнемі жүргізілетін бақылау және бақылау жүйесі. Бұл жүйе ғимарат пен құрылыстың нақты техникалық жағдайын бағалауға, жүріп жатқан процестерді талдауға және теріс өзгерістер тенденциясын уақтылы анықтауға мүмкіндік береді.

Бақылау. Бақылау объектісінің нақты техникалық жай-күйін, оның жекелеген элементтерін, оған әсер ету түрлерін сипаттайтын параметрлерді анықтауды қамтамасыз ететін іс-шаралар жүйесін білдіреді. Бақылау жүйесі. Оның негізгі функциясы-бақылау объектісінің нақты техникалық жай-күйі туралы алынған деректерді олардың сәйкестігін бағалау мақсатында белгіленген әсер ету критерийлері мен нормаларымен салыстыру [1].

Құрылыс нысандарын техникалық мониторингілеудің 4 кезеңі бар, олардың өзара байланысы 2-суретте көрсетілген.



2 сурет Құрылыс алаңдарының техникалық мониторингінің кезеңдері

Құрылыс объектілерінің мониторингі құрылыс объектілерінің пайдалану сенімділігін қамтамасыз етуді, оларды реконструкциялау бойынша жобалау құжаттамасын әзірлеуді, қажетті жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізуді сипаттайтын мәселелер шеңберін қамтиды.

Ресей мысалында қарастыруға енгізу Құрылымдалған жүйе мониторингі және басқару инженерлік жүйелер ғимараттар мен құрылыстарды (СМИС). Аталған жүйе 2012 жылдан бастап бірқатар өнеркәсіптік нысандарда енгізілген.

СМЖ негізгі мақсаты-инженерлік-техникалық қамтамасыз ету жүйелерінің, негіздің жай-күйінің, құрылыс объектілерінің құрылыс конструкцияларының, технологиялық процестердің, инженерлік қорғау құрылыстарының автоматты мониторингі.

Ол қауіп-қатерлер туралы ақпаратты РСЖС басқару органдарына онлайн режимінде жібереді.

СМЖ-нің өзі 1990-2000 жылдары Ресей Федерациясындағы террорлық шабуылдар тізбегінен кейін құрылды және оны құру мақсаты.

Бұл жүйені әзірлеу кезінде әзірлеушілер тобы МЕСТ Р 22.1.12-2005 талаптарына сүйенді. МЕМСТ Р 22.1.12-2005 4.9 т. сәйкес, СМАЖ міндетті түрде техникалық күрделі және бірегей объектілерде және әлеуетті немесе аса қауіпті объектілерде орнатылады.

Құрылыстағы техникалық мониторинг үшін және ғимараттардың жай-күйін бақылау үшін қолданылатын жүйелерге талдау жасай отырып, ААЖ құрамына мыналар кіруі керек деген қорытынды жасауға болады:

– датчиктер мен өлшеу құралдарының белгілі бір жиынтығы болып табылатын бақылау құралдары кешенінің;

– көп функциялы кабель жүйесі;

– ақпарат беру желісінің;

– ақпаратты жинау және өңдеу жүйелері.

Ақпаратты жинау және өңдеу жүйесіне міндетті түрде мыналар кіруі тиіс: енгізу-шығару серверлері, жергілікті және (немесе) жаһандық есептеу желілері,

диспетчерлердің жұмыс станциялары, датчиктерден келіп түсетін ақпаратты өңдеуге қабілетті бағдарламалық кешен.

Бақылау құралдарының кешеніне мыналар кіруі керек:

– сейсмикалық датчиктер (сейсмикалық қауіпті аудандар, жерасты құрылысы бар аудандар және т. б. үшін өзекті);

– түрлі технологиялық параметрлердің аналогтық және (немесе) сандық бақылау датчиктері.

Көпфункционалды кәбіл жүйесіне мыналар кіреді: кәбілдік құрылымдар; электр және әлсіз тоқты кәбілдер; коммутациялық құрылғылар.

Ұзақ уақыт пайдаланылатын құрылыс объектілерінің техникалық мониторингі жүйелерінде қолданылатын датчиктерді сыныптау:

Инклинометр, наклономер - көлденең және тік беттерде құрылыс конструкцияларының әртүрлі статистикалық және динамикалық ауытқуларымен көлбеу бұрышын өлшейді.

Датчик анкерлік бекіткіштердің көмегімен бетон және металл беттерге орнатылады. Көпірлерді, тарихи ғимараттар мен құрылыстардың тіректерін, бетон бөгеттерін, тіреу қабырғаларын бақылау үшін қолданылады.

Тензометр - деформациялық ауытқулардың мониторингі ішекті тензометрлермен орындалады-болаттағы немесе массивті бетон конструкцияларындағы кернеуді бағалауға мүмкіндік береді.

Сенсорға салынған термистор температураның әсері туралы ақпарат береді. Ішекті тензометрлер доғалық дәнекерлеумен (құбырлар, туннельдер, қадалар және көпірлер) дәнекерленуі немесе бетон конструкциялардағы деформацияны өлшеу үшін құрылыс кезінде төселуі мүмкін.

Акселерометр-конструкциялардың (ғимараттардың, көпірлердің, үлкен аралықты құрылыстардың, ғимараттардың негіздерінің, бөгеттердің, бөгеттердің) ауытқуын мониторингтеу кезінде әмбебап. Акселерометрдің жұмысы магнит өрісіндегі катушкамен байланысты инертті массасы бар форсбал серво-акселерометрлер тұжырымдамасына негізделген. Сенсорда электронды нөлдік ығысу параметрі бар, бұл оны орнатуды жеңілдетеді.

Экстензометр - датчиктер жауын-шашынды немесе үрлеуді өлшеу үшін АБС-пластиктен жасалған инклинометриялық корпус құбырымен және магниттік сақиналармен бірге қолданылады. Олар тот баспайтын болат сыммен немесе шыбықтармен өзара байланысты. Олар әр түрлі тереңдікте, жауын-шашын нүктесінде, аузындағы базалық нүктеде, ұңғыманың түбінде орналасқан.

Магниттік сақиналар әртүрлі нұсқаларда қол жетімді: ұңғымалар үшін ("өрмекші" түрі) және іргетастар үшін ("пластина" түрі). Өлшеулер тік инклинометрдің зондымен және магниттік белгілерді бекітетін зондпен жүзеге асырылады.

Әр түрлі климаттық сенсорлар - ылғалдылық пен температура сенсорлары салыстырмалы ылғалдылық пен ішкі температураны өлшейді және бақылайды және т. б.

Желдің жылдамдығы мен бағыты сенсорлары көлденең жылдамдық пен желдің бағытын өлшейді, бұл биік және кең аралық ғимараттар үшін маңызды.

АИС-да қолданылатын датчиктер мен алгоритмдер шешілетін мәселені шешеді. Сандық технологияларды таңдау ғимараттың немесе құрылымның түріне, оның салыну аймағына, климатқа және басқа факторларға байланысты. Акселерометрлер көбінесе көпірлерге орнатылады-егер ғимарат немесе ғимарат сейсмикалық белсенді аудандарда, қоғамдық, спорттық құрылымдарда болса, тербелістердің жиілігін өлшейді, бірақ

қоғамдық ғимараттарда, әсіресе биік емес ғимараттарда, оларды орнатудың мағынасы жоқ.

Жоғарыда айтылғандардан құрылыс объектілерінің техникалық мониторингі АИС жобалаушылары АИС мен техникалық мониторинг үшін қолданылатын датчиктер мен олардың параметрлерінің бақыланатын құрылыс объектілерінің түріне сәйкестігі мәселесін шешуі керек. Ғылыми-техникалық сүйемелдеу және мониторинг отандық және әлемдік практикада аналогтарының болмауына байланысты бірегей және техникалық күрделі ғимараттар мен құрылыстардың өмірлік циклінің кез келген кезеңдерінде туындауы мүмкін күрделі конструктивтік-техникалық және құрылыс-технологиялық проблемаларды шешуге мүмкіндік береді.

Көрсетілген объектілерді ғылыми-техникалық сүйемелдеу және мониторингтеу шарттарының бірі бұл жұмыстарды жобаны әзірлемеген аккредиттелген ұйым жүзеге асыруы тиіс болып табылады. Бұл Қазақстанда қолданыстағы құрылыс нормалары көп жағдайда ерекше және әдетте бұрын қолданылмайтын сәулеттік, көлемдік-жоспарлау, конструктивтік, инженерлік-технологиялық шешімдермен сипатталатын техникалық күрделі және бірегей объектілерді жобалауға қойылатын талаптарды қамтымайтындығына байланысты. Бұл Қазақстанда қолданыстағы құрылыс нормалары көп жағдайда ерекше және әдетте бұрын қолданылмайтын сәулеттік, көлемдік-жоспарлау, конструктивтік, инженерлік-технологиялық шешімдермен сипатталатын техникалық күрделі және бірегей объектілерді жобалауға қойылатын талаптарды қамтымайтындығына байланысты.

Осылайша, бірегей және техникалық жағынан күрделі ғимараттар мен құрылыстардың құрылысын ғылыми-техникалық сүйемелдеудің негізгі мақсаты орындалатын құрылыс-монтаждау жұмыстарының жоғары сапасын, көтергіш конструкциялардың сенімділігін және жалпы құрылыс процесінде, сондай-ақ алдын ала болжау және ықтимал тәуекелдерді болдырмау есебінен кейіннен пайдалану кезінде объектілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады.

Зерттеу әдістері. Мониторинг нәтижелері келесі жағдайларда қолданылады:

- тұрғын үйлерді апатсыз ұстауды қамтамасыз етуде басымдықтарды анықтау,
- негізгі құрылыс конструкцияларындағы апаттар мен ақаулардың алдын алу,
- ғимараттар мен жекелеген құрылымдарды және олардың жүйелерін күрделі жөндеуге титулдық тізімдерді қалыптастыру,
- тұрғын үй қорын ұстауға бөлінетін бюджеттік және тартылған қаражаттың тиімді пайдаланылуын бақылау.

Жинақталған және қалыптастырылған ақпарат тұрғын үй қорына техникалық қызмет көрсету мен күрделі жөндеуді ұйымдастыру бойынша жедел және стратегиялық міндеттерді шешуге мүмкіндік береді.

Ғимараттардың инструментальді мониторингі, сондай-ақ қазіргі кездегі компьютерлік бағдарламалар техникалық қызмет көрсету және күрделі (ағымдағы) жөндеу жоспарларының ықтимал нұсқаларын ұсынуға және талдауға, олардың ішінен экономикалық тұрғыдан тексерілген және ұтымды таңдауға мүмкіндік береді.

Ғимараттардың конструкциялары мен негіздеріне аспаптық мониторинг, негізінен, 1-кестеде келтірілген төрт класс әдістемелеріне сүйенеді.

1 кесте Ғимараттар мен құрылыстарды аспаптық бақылау әдістемелерінің санаты

Әдістеме	Сипаттамасы
----------	-------------

<p>Геодезиялық өлшеулер</p>	<p>Дәстүрлі нивелирлеу арқылы да, сондай-ақ заманауи сандық датчиктерді, спутниктік GPS-технологияларды пайдалана отырып да орындалады, объектіні лазерлік сканерлеу мүмкін болады. Бұл өлшеулер объектінің (ғимараттың немесе оның жекелеген бөліктерінің) кеңістікте орын ауыстыруын анықтауға, оның ішінде шөгінділер мен қисаюларды өлшеуге мүмкіндік береді. Алынған мәліметтер өлшеу сәтіндегі жағдайға сәйкес келеді, яғни уақыт өте сирек болған кезде әдістер объектінің мінез-құлқының егжей-тегжейлі динамикасын бермейді.</p>
<p>Ғимараттың негізі мен төңірегіндегі топырақ сілемінің жай-күйін геологиялық бақылау</p>	<p>Әр түрлі еңбек сыйымдылығы мен құны, сонымен қатар әр түрлі ажыратымдылық пен ақпараттылық схемалары бар - жеке ұңғымалардағы өлшеулерден бастап ұңғыма аралық жарықтандыруға дейін (3 өлшемді томографиялық кескін алуға дейін). Датчиктерді таңдауға байланысты негіз топырақтарының дифференциалды (қабаттық) немесе жиынтық шөгінділеріне, су деңгейіне, жыныстардағы кеуек қысымына (шетелде есептеулерде қолданылатын параметр) мониторинг жүргізуге болады. Ұңғымалардан басқа, маңызды ақпарат іргетас плитасының астына жерге Қысым датчиктерінің желісін, қадаларда - тік жүктемелерді орналастыру кезінде алынады. Бақылауларды үздіксіз немесе жиі уақыт өте келе жүргізуге болады, яғни объектінің динамикасының ерекшеліктерін бақылауға болады.</p>
<p>Іргетастың және жер үсті бөлігінің конструкцияларындағы жүктемелер мен деформацияларды өлшеу</p>	<p>Бұл әдістемеді X, Y, Z нүктелерінде 1-, 2 - және 3-кеңістіктік координаттарға орнатылатын және іргетас плитасында, сондай-ақ қабырғаларда, тіректерде және ғимараттың бағандарында орналасқан тербелмелі кернеу датчиктерін қолданатын құралдар жиынтығы бар. Бақылаулар автоматты режимде, оның ішінде үздіксіз жүргізілуі мүмкін.</p>
<p>Сейсмометриялық әдістер</p>	<p>Осы әдістеме бойынша өлшеулер әртүрлі өлшеу құрылғыларымен орындалуы мүмкін: деформографтармен, наклономерлер, сейсмометрлермен (велосиметрлермен, акселерометрлермен). Бақылау схемалары әртүрлі, ғимараттың тербелістерін жасанды (соққылар, вибраторлар) және табиғи (жел, микросейсмалар) нұсқаларын қамтиды. Сейсмометриялық өлшеулер объектінің жай-күйінің "лезде" көрінісін береді, оны уақыт өте келе құрылымның динамикасының ерекшеліктері туралы әртүрлі ақпарат алуға болады.</p>

Айта кету керек, егер бақылаудың алғашқы үш түрі негізінен "тікелей" ақпарат берсе (жауын-шашын мөлшері, жүктемелер және т.б.), онда тербелістерді тіркеу алдын-

ала күрделі өңдеуді де, құрылым динамикасының модельдерін құруды да қажет етеді. Сейсмометриялық әдістердің ерекшелігі-бақылау схемалары өте қарапайым болуы мүмкін (бір нүктеге дейін). Сонымен қатар, олар үдеулердің шамаларын ғана емес, сонымен қатар төменде көрсетілгендей, ғимарат пен негіз топырақтарының бірлескен жұмысын бағалауға, соның ішінде бұрын белгісіз құбылыстарды анықтауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Тұрғын үй қорын молайту көлемінің өсуіне байланысты ғимараттар мен құрылыстарды бақылау көлемі жыл сайын артып келеді, бұл бірқатар факторлардың салдары болып табылады: олардың физикалық және моральдық тозуы, өнеркәсіптік кәсіпорындардың өндірістік ғимараттарын қайта жарактандыру және қайта құру, аз қабатты ескі құрылыстарды қайта құру, меншік нысандарының өзгеруі және жылжымайтын мүлік бағасының күрт өсуі, жер учаскелері және т. б.

Ғимараттар мен құрылыстардың мониторингін жүргізу өте маңызды, бұл көбінесе қолданыстағы жүктемелердің өзгеруімен, құрылымдық схемалардың өзгеруімен және ғимараттарды жобалаудың қазіргі нормаларын ескеру қажеттілігімен байланысты. Ғимараттарды пайдалану процесінде әртүрлі себептер салдарынан құрылыс конструкцияларының физикалық тозуы, олардың көтергіш қабілетінің төмендеуі және жоғалуы, жекелеген элементтердің де, тұтастай алғанда ғимараттың деформациясы орын алады. Осылайша, конструкциялардың пайдалану сапасын қалпына келтіру жөніндегі іс-шараларды әзірлеу үшін олардың көтергіш қабілетін төмендетудің мерзімінен бұрын тозу себептерін анықтау мақсатында мониторинг қажет.

Әдебиет:

1. Леденёв В.В. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений: учебное пособие / В.В. Леденёв, В.П. Ярцев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУВО «ТГТУ», 2017. – 252 с.
2. Байджанов Д.О., Токанов Д.Т., Кропачев П.А. и др. Натурные исследования усиление монолитных железобетонных конструкций углеродными фиброволокнами / Труды университета, Караганда: КарГТУ, 2009, вып. 3(36). - С.52-54.

Adebiat:

1. Ledenyov V.V. Obsledovanie i monitoring stroitel'nykh konstruksij zdaniy i sooruzhenij: uchebnoe posobie / V.V. Ledenyov, V.P. Yartsev. – Tambov: Izd-vo FGBOUVO «TGTU», 2017. – 252 s.
2. Bajdzhanov D.O., Tokanov D.T., Kropachev P.A. i dr. Naturnye issledovaniya usilenie monolitnykh zhelezobetonnykh konstruksij uglerodnymi fibrovolochnikami / Trudy universiteta, Karaganda: KarGTU, 2009, vyp. 3(36). - S.52-54.