

СӨҮЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2023_3_146
MPHTI 67.11.29

А.В. Хапин¹, Б.Е. Махиев², А.Н. Ударцева³, К.Ж. Кангалакова⁴
«Д. Серікбаев аындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ,
Өскемен қ., Қазақстан

¹E-mail: sacha2447@rambler.ru

²E-mail: bolat6505@rambler.ru

³E-mail: alin.1987@mail.ru

⁴E-mail: kuralai869@mail.ru*

ҒИМАРАТТАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ JAҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ КЕЗІНДЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ҚОЛДАНУ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ

PRACTICAL APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN BUILDING CONDITION SURVEYS

Аңдатпа. Жобалау тәжірибесіне және студенттерді оқыту үдерісіне BIM-технологияларын еңізу жұмысы талданған. Ғимарат шатырының бұзылу себептерін сенімді түрде анықтау үшін бейнекамераны пайдалану тәжірибесі қарастырылады. Сызбалардың қағаз нұсқасымен салыстырғанда BIM-моделінің артықшылықтары көрсетіліп, қайта жаңғырту жобасының тиімділігін арттыратын факторлар атап өтілді. Ғимаратты зерттеуге кететін еңбек шығындары төмендетілді, қателіктер жойылды. Ғимарат туралы толық мәліметтері болуына байланысты ықтималдық сенімділік коэффициентінің төмендеуіне байланысты есептеулерде материалдардың беріктігінің жоғары мәні қабылданған. Құрылымдарды нығайту шығындары жойылды. Өндірістік ғимаратты қайта жаңғырту мысалы келтірілген.

Түйін сөздер: BIM-технологиялары, қайта жаңғырту, бейнекамера, ғимараттардың техникалық жағдайын зерттеу, мәліметтік деңгейі, ықтималдық сенімділік коэффициенті, тексеру есептеулері.

Аннотация. Анализируется работа по внедрению BIM-технологий в практику проектирования и в процесс обучения студентов. Рассмотрен опыт использования видеокамеры для достоверного определения причин разрушения кровли здания. Показаны преимущества BIM-модели по сравнению с бумажной версией чертежей и отмечены факторы, повышающие эффективность проекта реконструкции. Снизились трудозатраты на обследование здания, исключены коллизии. Благодаря полной осведомленности о здании в расчетах принято повышенное значение прочности материалов за счет снижения коэффициента доверительной вероятности. Исключены затраты на усиление конструкций. Приводится пример реконструкции производственного здания.

Ключевые слова: BIM-технологии, реконструкция, видеокамера, обследование технического состояния зданий, уровень осведомленности, коэффициент доверительной вероятности, проверочные расчеты.

Abstract. The work on the implementation of BIM-technologies in the design practice and in the process of student teaching is analyzed. The experience of using a video camera to reliably determine the cause of a building's roof failure is reviewed. Advantages of BIM model as compared to paper version of the drawing are shown. The factors of increasing the efficiency of the reconstruction project are noted, reduced efforts for the survey of the building, collisions are eliminated. Due to full knowledge of the building, an increased value of material strength is taken into account in the calculations by reducing the confidence factor. Costs of structural reinforcement were eliminated. The reconstruction of an industrial building is given as an example.

Keywords: BIM technology, renovation, video camera, technical building survey, awareness level, confidence factor, verification calculations.

Kipicne. Шетелдік компаниялар BIM-технологиясын қолдана отырып жүзеге асырған алғашқы жобаларды отандық құрылыс тәжірибесіне енгізу Қазақстанда 2010-2012 жылдары басталды. Бүгінгі таңда ҚОАМТ деп аталатын технологияны пайдалану құрылыста кеңінен қолданылуда.

Құрылыс индустриясы үшін жаңа техникалық мамандардың қажеттілігіне жауап бере отырып, Қазақстан жоғары оқу орындарында, соның ішінде біздің университет, BIM-жобалау технологиясына пәндерді қосу арқылы жаңа білім беру бағдарламаларын өңдей бастады [1]. Бұл ретте жаңа бағдарламалық өнімдермен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға басты назар аударылды [2] және жаңа объектілерді жобалау бойынша нақты қолданбалы есептер шешілді. Оқыту әдістеріне [3], оқытушылардың біліктілігін арттыруға [4], BIM-жобалаудың ұйымдастыру мәселелеріне [5] көп көңіл бөлінді.

Жетекші жоғары оқу орындарында жобалаушыларды дайындау тәжірибесінде ақпараттық модельдеуге байланысты бағдарламаларды меңгеру процесін жетілдіру үшін виртуалды және толықтырылған нақты технологиялары қолданылады [6, 7].

BIM-технологиялары кең қолданыс тапқан негізгі салалар жаңа объектілерді жобалау, сондай-ақ (аз дәрежеде болса да) құрылыс технологиясы болып табылады. Ғимараттардың пайдалану кезіндегі техникалық жағдайын бағалау немесе ғимараттарды қайта жаңғырту жобаларын өңдеу сияқты маңызды мәселеге келетін болсақ, бұл тақырып бойынша жұмыстардың саны артып келе жатқанымен, бұл бағытта тек алғашқы қадамдар жасалды [8]. Сондай-ақ ғимараттардың техникалық жағдайын зерттеу саласында толықтырылған нақты технологиясын қолдану бойынша алғашқы жұмыстар бар [9].

Материалдар және зерттеу әдістері. Ғимараттар мен құрылыстарды зерттеуде BIM-технологияларын қолданудың маңызды векторы – заманауи құралдарды (мысалы, жерүсті сканерлері және ұшқышсыз ұшатын аппараттар) пайдаланып және олар арқылы өлшеу жұмыстарын жүргізу мен күрделі және жетуі қиын объектілерді визуалды зерттеу болып табылады, мысалы, биік үймереттер [10]. Бұл жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының нақты көлемін анықтаудың арттыруға мүмкіндік береді, бұл қаржылық ресурстарды үнемдеуге әкеледі [11].

Ғимараттар мен үймереттердің жағдайын тәулік бойы бақылайтын және ғимараттардың техникалық жағдайын бағалаудан басқа мақсаттарды көздейтін бейнекамераларды пайдалануды да осы бағытқа жатқызуға болады. Дегенмен, табиғи жүктемелердің әсерінен (мысалы, қатты жел) жеке құрылымдық элементтердің бұзылуы орын алған кезде олар өздерінің көру аймағына еніп кетуі мүмкін. Бұл жағдайда бұзылу себептерін талдауды толық көлемді бейнетүсірілімді қолдану арқылы сенімді түрде анықтауға болады, ол көп жағдайда зерттеушілер айырылады және бұзылу себептерін олардың салдары бойынша ғана анықтай алады. Мұндай жағдай университетіміздің НАДОСК (НАдежность и ДОлговечность Строительных Конструкций) зертханасының тәжірибесінде орын алған.

1 және 2-суреттерде құйынды дауылдың әсерінен профильді болат төсеніштен жасалған өнеркәсіптік ғимараттың шатырының бұзылу процесі түсірілген бейнежазбаның кадрлары көрсетілген. Бірінші кадр бұзылудың қай жерде басталғанын көрсетеді. Бұл аэродинамикалық жел ағынының коэффициенттері максималды мәнге жететін ғимарат шатырының бұрышы. Екінші кадрда терезе жақтауын сығып алғаннан кейін ғимараттағы ауа қысымының жоғарылауына байланысты профильді шатыр жабындарының парақтары қалай жырттылып көтерілетінін көрсетеді.

Бірінші кадрды талдау нәтижелері бойынша (1-сурет) ең қауіпті аймақ және шатырды қалпына келтіру кезінде өздігінен бұрап тұратын болттарды жиірек қолдана отырып, дәл

осы жерде төсенішті бекітуді нығайту керек деп қорытынды жасауға болады немесе олардың диаметрін ұлғайтады. Екінші кадрды талдау нәтижелері бойынша (2-сурет) қорытынды бір мәнді болып табылады – парақтардың шеттерін бір-біріне қабаттастырып бекіту бекіткіштердің рұқсат етілмейтін үлкен қадамымен – тойтармалармен жасалған. Оларды 250 мм сайын орнату керек; іс жүзінде олардың қадамы 1-1,5 м болды.



1-сурет. Профильді төсеніштен шатырдың бұзылуының басталуы



2-сурет. Ішкі ауа қысымының жоғарылауына байланысты шатырдың жарылуы

Ғимаратқа нақты желдің әсер ету сипатын талдау толықтырылған шындықты қалыптастыру үшін негіз бола алады – желдің бұрқасын модельдейтін бағдарламаны құру.

Нақты нысанды компьютерлік жағдайында орналастыру арқылы ғимарат шатырының ең әлсіз бөліктерін анықтауға және оларды нығайту арқылы ықтималдық бұзылуларды болдырмауға болады.

ВІМ-технологияларын ғимараттарды зерттеу тәжірибесіне еңгізу ғимарат ВІМ-моделі қамтитын жоба бойынша салынған жағдайда да мүмкін болады. Бұл модель тек кеңістікті-жоспарлау шешімін ғана емес, сонымен қатар жүк көтергіш және қоршау бөліктерін, олардың қималарын, өзара орналасуы мен материалдарын қоса алғанда, ғимараттың құрылымдары туралы толық ақпаратты қамтамасыз етуі керек. Мұндай жобалар бүгінде сирек кездеседі.

Жобалау тәжірибесінде көп жылдар бұрын пайдалануға берілген қолданыстағы ғимараттарды қайта жаңғырту есебі жиі қойылады (3-сурет).



3-сурет. Қайта өңдеу зауытының ескі ғимаратының құрылымдары

Олар кейінірек өзгертілген ескі нормативті құжаттарға сәйкес жобаланған. Мысалы, Қазақстанда ескі нормаларды алып тастай отырып, Еурокодтар бойынша жобалауға көшу 2017 жылы енгізілген. Сонымен қатар, сейсмикалық аймақтарға бөлу карталары аумақтың сейсмикалық деңгейінің және сейсмикалық қауіпті аймақтардың аумағының ұлғаюымен өзгертілді [12]. Қайта жаңғырту жобасын өндіру кезінде осы факторлардың барлығын ескеру міндетті болып табылады.

Өндірістік ғимараттарды қайта жаңғырту көбінесе құрылыс құрылымдарына нақты жүктемелердің ұлғаюымен байланысты технологияның өзгеруіне байланысты жүзеге асырылады. Қайта жаңғырту жобаларын өндіру кезінде бір уақытта қолданыстағы ғимараттың конструктивті шешімінің өзгертілген жобалау нормаларының талаптарына сәйкестігін бағалау қажет. Жаңа нормативтік құжаттар, әдетте, атмосфералық жүктемелердің ұлғаюын, құрылыс алаңының сейсмикалық деңгейін өзгертуді қамтиды және кеңістік жоспарлау шешімдерін түзетуді талап етеді.

Сондықтан қайта жаңғырту жобасын өңдеу тапсырыс берушінің мұрағатында бар жобалау материалдарын талдаудан басталады. Осыдан кейін құрылыс құрылымдарының

техникалық жағдайын және техникалық қызмет көрсету мүмкіндігін бағалау үшін зерттеу жүргізіледі [13, 14]. Нормативтік құжатқа [15] сәйкес зерттелетін ғимараттар жобалық материалдардың болуы бойынша ғимарат туралы мәліметтер деңгейіне қарай жіктеледі. Жалпы мәліметтер үш деңгейі бар (1-кесте).

1-кесте. Мәліметтер деңгейі (KL) және ықтималдық сенімділік коэффициенттері

№ р/р	Мәліметтер деңгейі	Белгілеуі	Ықтималдық сенімділік коэффициенттері
1	Шектеулі мәліметтер	KL1	CFKL1 = 1.35
2	Қалыпты мәліметтер	KL2	CFKL2 = 1.2
3	Толық мәліметтер	KL3	CFKL3 = 1.0

Мәліметтік деңгейіне (KL) байланысты ғимараттың техникалық жағдайын зерттеу бойынша жұмыс көлемі және құрылымдарды тексеру есебі үшін ықтималдық сенімділік коэффициенттерін таңдау анықталады. Мысалы, толық мәліметтер болған кезде толық құрылыс сызбалары қажет. Материалдардың беріктік сипаттамалары құрылымдарды тексеру кезінде анықталады және 1-кестеде анықталған ықтималдық сенімділік коэффициентіне бөлінеді. Шектеулі мәліметтер болған кезде бұл коэффициент (CF) 1,35 құрайды, яғни материалдардың беріктік сипаттамалары кем қабылданады [15].

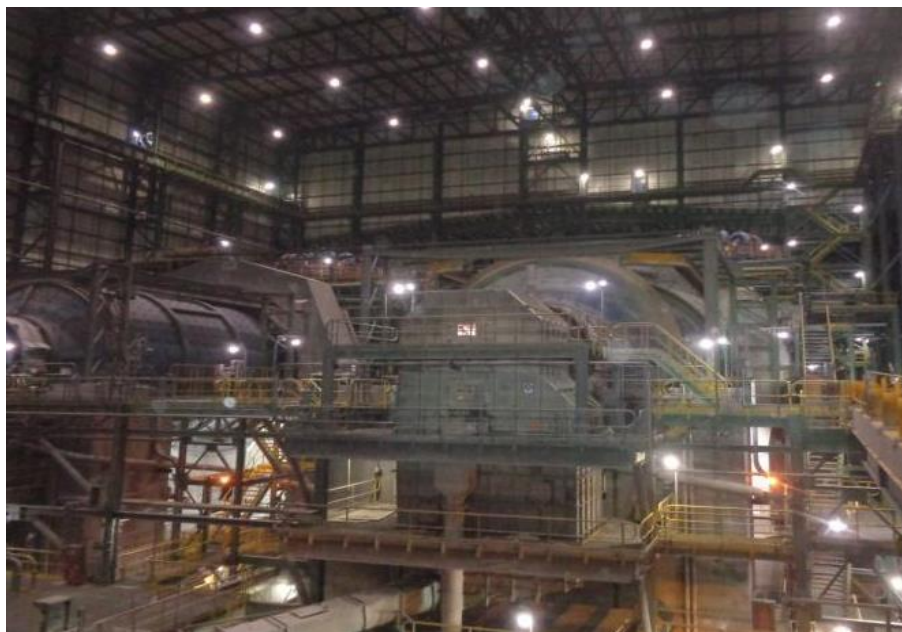
Егер ғимарат 50 жылдан астам пайдаланылса, мұрағат материалдары, әдетте, оның конструктивті шешімі туралы толық суретті бермейді. AP маркалы (сәулет), КМ және КЖ (құрылыс құрылымдары) сызбаларының толық жинақтары сирек сақталады. Ішкі инженерлік желілердің сызбалары қалады, олар ғимараттың конструктивті шешімі туралы тіпті шамамен ақпарат бермейтін. Нәтижесінде мәліметтер деңгейі шектеулі болады және ешқашан қалыптыға сәйкес болмайды.

Мұрағат материалдарын қағаз жүзінде сақтау тарихқа айналып барады. Жаңа объектер 2010 жылдан бастап жаңа BIM-технологиясын қолдана отырып жобалана бастады. Бұл мақалада заманауи бағдарламалық өнімдерді пайдалана отырып, австралиялық Ausenco жобалық фирмасы өндеген BIM-моделі бар өнеркәсіптік ғимаратты қайта жаңғырту жобалау нәтижелері келтірілген (4-сурет).

Жоба Австралия, Ресей және Қазақстанның жобалау стандарттарын ескере отырып өңделген. Ол 2012 жылы аяқталды. Жобалау екі кезеңде жүзеге асырылды: алдымен жобаны өңдеуші өз нормативтік құжаттарын пайдаланды, содан кейін сол кезде Қазақстанда қолданыста болған Ресей мен Қазақстанның жобалау ережелерінің талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ету үшін жобаға түзетулер енгізілді.

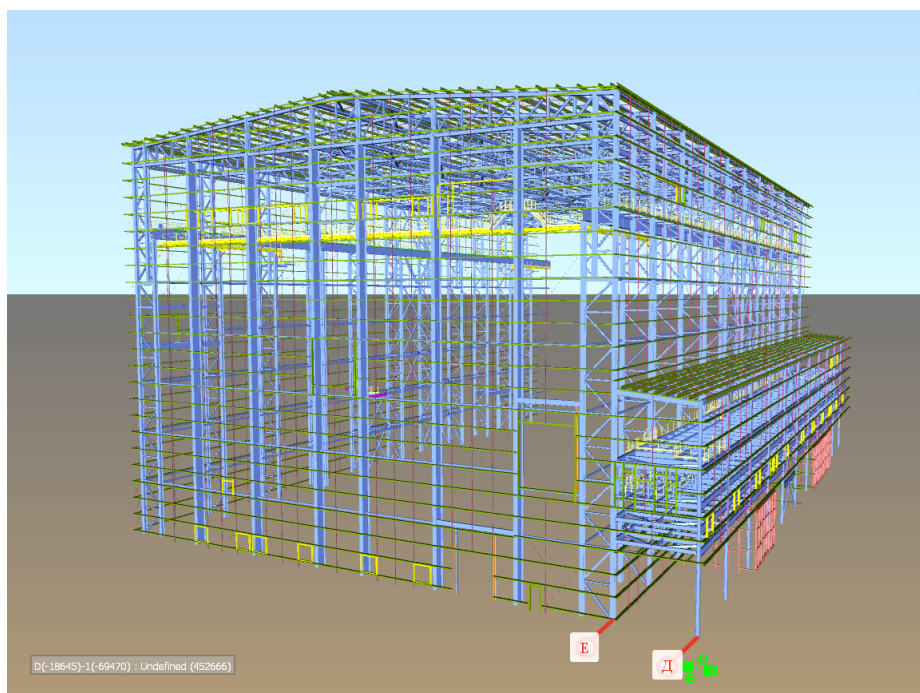
Жобаның артықшылығы – сәулеттік және құрылымдық шешімі, сонымен қатар ішкі инженерлік желілер мен технологиялық жабдықтар туралы толық ақпаратты қамтитын өндірістік ғимараттың 3D-моделі болды. Сондықтан өндірістік объектінің мәліметтері болу дәрежесі толық болды. Қайта жаңғырту жобасын өндеуге қажетті материалдарды іздестіру қағаз нұсқаларын зерттеуді қажет етпеді, оларда, әдетте, кейбір сызбалар жоқ болды.

Сондықтан объектінің металл қаңқасы мен қималардың өлшемдерін өлшеу жұмыстарының минимумға дейін қысқартылды, бұл еңбек сыйымдылығын бірнеше есеге азайтты. Нақты көлемдік жоспарлау және жобалау шешімін кеңістіктік модельмен салыстыру қажет болды (5-сурет).



4-сурет. Заманауи ғимараттың құрылымы

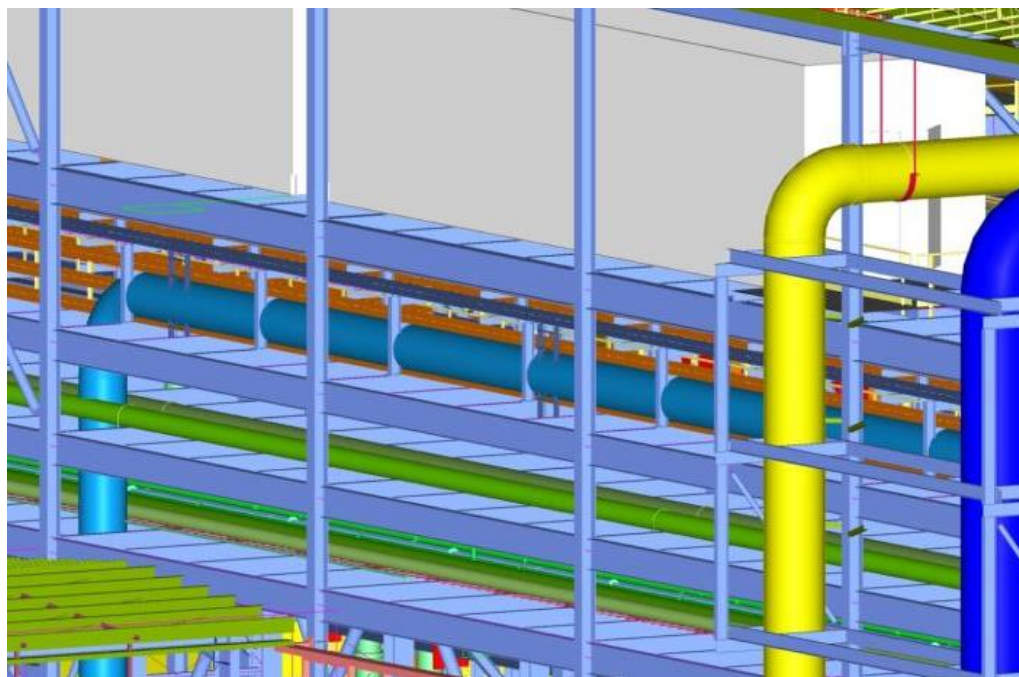
Ғимаратты қайта жаңғырту оған қосымша технологиялық жабдықты орналастыруды қамтиды, бұл нақты пайдалану жүктемелерінің артуына әкелді. Мысалы, 431,0 м негізгі цехқа іргелес D-E бүйірлік аралықта технологиялық су үшін диаметрі 900 мм құбырды орналастыру қажет болды.



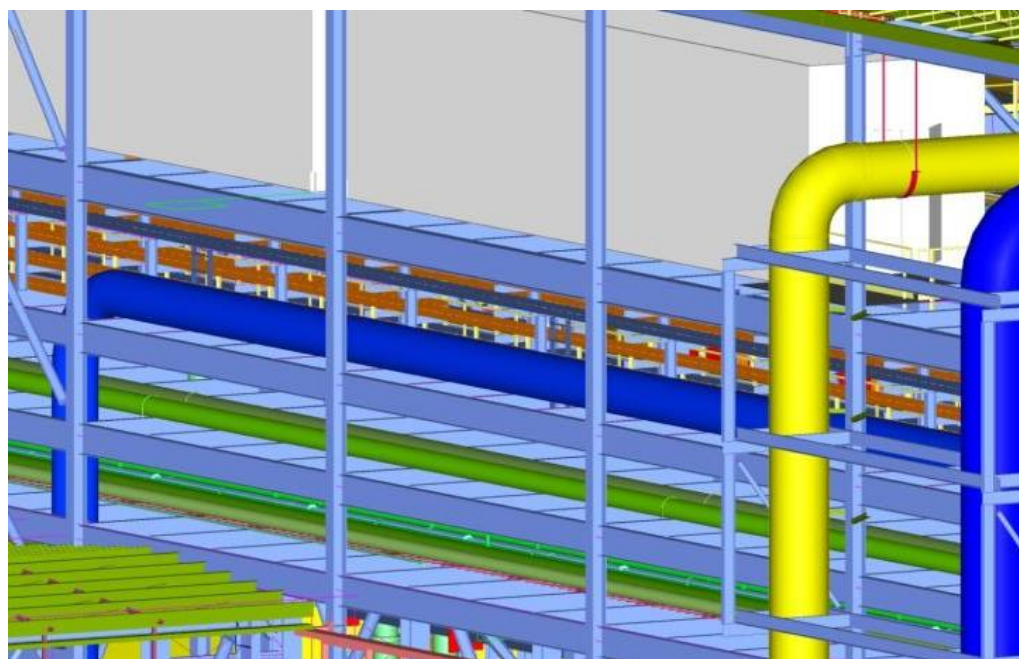
5-сурет. Өндірістік ғимарат қаңқасының аксонометриялық сұлбасы

Бірінші кезеңде бұл құбырды BIM моделіне енгізу қателіктерді бірден анықтауға мүмкіндік берді, өйткені жаңа құбыр кабель эстакада тіректерімен қиылысады (6-сурет).

Бос орын табу үшін құбырдың орнын өзгерту және оның орнын ауыстыру туралы шешім қабылданды (7-сурет).



6-сурет. Құбырды орналастырудың бірінші нұсқасы



7-сурет. Құбырды орналастырудың екінші нұсқасы

Екінші кезеңде, қателіктер алып тастаған кезде, құбырдан түсетін қосымша жүктемені ескере отырып, металл қаңқаның құрылымдарын тексеру есебі жүргізілді. Бұл ретте есептеуде жаңа сейсмикалық аудандастыру картасы [12] ескерілді, оған сәйкес 2017 жылдан бастап ғимарат орналасқан аумақ жеті баллдық сейсмикалық аймаққа жатқызылды.

Есептеу рамалық қаңқалардың осындай статикалық есептеулері үшін кеңінен қолданылатын SCAD бағдарламасы арқылы жүргізілді. Ғимараттың болат қаңқасының сырықтары мен элементтердің қималарының геометриялық өлшемдері Navis Works бағдарламасы арқылы кеңістіктік модельден алынды. Бұл деректерді пайдалану өте нығайтылып шықты, өйткені қағаздағы мұрағаттық материалдармен жұмыс істеу кезінде міндетті түрде болатын қосымша еңбек шығындарынсыз жасауға болады.

Тексеру есебінің нәтижесінде құрылыс құрылымдары туралы KL3 мәліметтер толық деңгейін ескере отырып, қаңқа болаттың есептік беріктік сипаттамалары CFKL3 = 1.0 ықтималдық сенімділік коэффициентімен алынды (1-кесте). Сондықтан металл қаңқа құрылымдардың көтергіш қабілеттілігі жеткілікті болып шықты, ал нығайту қажеттілігі қажет емес.

Егер сызбалар жеткіліксіз болса мәліметтер деңгейі шектеулі болса (KL1), ықтималдық сенімділік коэффициенті CFKL1 = 1.35 және беріктік сипаттамалары азырақ болады. Бұл жағдайда негізсіз қаржылық шығындарға әкелетін құрылымдарды нығайту керек болушы еді.

Нәтижелері және оларды талқылау. Ғимараттарды зерттеу тәжірибесі BIM-технологияларын пайдалану ғимарат құрылысы мен пайдаланудың осы маңызды саласында жаңа беттерді аша алатынын көрсетеді.

Осылайша, бейнекамераны пайдалану шатырдың бұзылуының басталу орнын сенімді анықтауға және болашақта ұқсас жағдайдың қайталану қаупін болдырмайтын нығайту жобасын өңдеуге мүмкіндік берді. Шатырдың бекіткіштерін орналастыру ережелері өзгертілді, есептеу және аналитикалық тәсілдің көмегімен бекіткіш метиздердің параметрлері тағайындалды.

Қайта жаңғырту өңдеу кезінде BIM-моделін пайдалану қолданыстағы өндіріс жағдайында ғимаратты зерттеу еңбек сыйымдылығын азайтуға, сондай-ақ қайта жаңғырту жобасының сенімділігін біріктіретін үнемді нұсқасын жасауға мүмкіндік берді. Қабылданған жобалық шешім және оны жүзеге асырудың ең аз шығындарға келтіреді.

Қорытынды. Ұсынылған материал, мәні бойынша, BIM-жобалау технологиясының шексіз мүмкіндіктері туралы куәландырады. Бұл факт отандық және шетелдік ғалымдар мен мамандардың зерттеулерімен расталады [1-5,16]. BIM-технологиясы ғимараттарды зерттеу мен қайта жаңғырту қолданбалы мәселелерін сәтті шешуге мүмкіндік берді және келесі артықшылықтарды ашты.

1. Жаңа аспаптық базаны пайдалану еңбек сыйымдылығын төмендетуге және ғимаратты зерттеу нәтижелерінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік берді.

2. Қайта жаңғырту кезінде BIM-моделін пайдалану қолданыстағы өндіріс жағдайында тікелей объектідегі жұмыстың еңбек сыйымдылығын айтарлықтай төмендетеді.

3. Жаңа технологиялық жабдықты орналастыру кезінде кеңістіктік BIM-моделінде анық көрінетін қателіктерді болдырмауға болады.

4. BIM-моделін қолданудың арқасында ғимараттың мәліметтері деңгейі толық болуы әкеледі, бұл тексеру есебінде қаңқа материалдың беріктігін бағалауға ықтималдық сенімділік коэффициентінің минималды мәнін қолдануға мүмкіндік береді. Бұл құрылыс құрылымдарын нығайту қажеттілігін болдырмайды немесе оның еңбек сыйымдылығын азайтуға әкеледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Хапин А.В., Махиев Б.Е. Формирование образовательных программ «BIM-технологии в проектировании» // Bulletin almanach science association France – Kazakhstan. – Volume 4. – 2019. – С. 300-305.
2. Талапов В.В., Махиев Б.Е., Хапин А.В. Компьютерное проектирование: проблема выбора предмета обучения // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – № 4. – 2019. – С. 155-157.
3. Семёнов А.А. Обучение BIM в университете: необходимые технологии // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы II Междунар. науч.-практич. конф. СПб.: СПбГАСУ, 2019. – С. 223–227. DOI: 10.23968/BIMAC.2019.041.
4. Талапов В.В., Махиев Б.Е., Хапин А.В. Послесловие к BIM-форуму: кого и кому учить BIM-технологиям проектирования // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – № 4, 2019. – С. 157-160.
5. Talapov V.V., Nesipbayev A.S., Kharin A.V., Makhiev B.E. The leading role of the customer in the organization of the information modeling process // Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. – № 1, 2022 г. – С. 111-119.
6. Горовой Н.В. Возможности технологий виртуальной и дополненной реальности при обучении проектировщиков // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. Под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб.: СПбГАСУ, 2023. – С. 236-242. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
7. Иванова З.И. Учебные материалы с дополненной реальностью в высшем профессиональном образовании // Балтийский гуманитарный журнал. – 2021. – Т. 10. – № 1 (34). – С. 130-134. DOI: 10.26140/bgz3-2021-1001-0029. EDN: NDDBIO.
8. Мишуренко Н.А. Состояние внедрения BIM-технологий в области обследования зданий и сооружений в России // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Матер. V Междунар. науч.-практ. конф. Под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб.: СПбГАСУ, 2022. – С. 233-238. DOI: 10.23968/BIMAC. 2022.029. EON: VAIBND.
9. Мишуренко Н.А., Семенов А.А. Возможности применения технологии дополненной реальности (AR) в области обследования зданий в России // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. Под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб.: СПбГАСУ, 2023. – С. 76-80. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
10. Гусяков Д.И. Применение BIM-технологий при организации капитального ремонта и реконструкции зданий // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. Под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб.: СПбГАСУ, 2023. – С. 312-317. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
11. Кочеткова Т.В. Информационное моделирование при реконструкции, технологическом перевооружении и капитальном ремонте объектов капитального строительства // Современные инновации, 2020. – № 3 (37). – С. 59-61. EDN: IONZTO.
12. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Мин-ва по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
13. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
14. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.
15. СП РК EN 1998-3:2005/2012. Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 3. Оценка и реконструкция зданий / Комитет по делам строительства и ЖКХ РК, Астана, 2016. – 85 с.
16. Ku, K., Taiebat, M. BIM experiences and expectations: The constructors' perspective. International Journal of Construction Education and Research. – 2011. – Vol. 7. – No. 3. – P. 175-197. DOI: 10.1080/15578771.2010.544155

References

1. Hapin A.V., Mahiev B.E. Formirovanie obrazovatel'nyh programm «BIM-tekhnologii v proektirovanii» // Bulletin almanach science association France – Kazakhstan. Volume 4, 2019. – S. 300-305.
2. Talapov V.V., Mahiev B.E., Hapin A.V. Komp'yuternoe proektirovanie: problema vybora predmeta

- obucheniya // Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva. – № 4, 2019. – S. 155-157.
3. Semyonov A.A. Obuchenie BIM v universitete: neobhodimye tekhnologii // BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury: materialy II Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. SPb.: SPbGASU, 2019. S. 223–227. DOI: 10.23968/BIMAC.2019.041.
 4. Talapov V.V., Mahiev B.E., Hapin A.V. Posleslovie k BIM-forumu: kogo i komu učit' BIM-tekhnologiyam proektirovaniya // Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva. – № 4, 2019. – S. 157-160.
 5. Talapov V.V., Nesipbayev A.S., Khapin A.V., Makhiev B.E. The leading role of the customer in the organization of the information modeling process // Vestnik VKTU im. D. Serikbaeva. – № 1, 2022 g. – S. 111-119.
 6. Gorovoj N.V. Vozmozhnosti tekhnologij virtual'noj i dopolnennoj real'nosti pri obuchenii proektirovshchikov // BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury: Mater. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod obshch. red. A.A. Semenova. SPb.: SPbGASU, 2023. – S. 236-242. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
 7. Ivanova Z.I. Uchebnye materialy s dopolnennoj real'nost'yu v vysshem professional'nom obrazovanii // Baltijskij gumanitarnyj zhurnal. – 2021. – T.10. – № 1 (34). – S. 130-134. DOI: 10.26140/bgz3-2021-1001-0029. EDN: NDD BIO.
 8. Mishurenko N.A. Sostoyanie vnedreniya BIM-tekhnologij v oblasti obsledovaniya zdaniy i sooruzhenij v Rossii // BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury: Mater. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod obshch. red. A.A. Semenova. SPb.: SPbGASU, 2022. – S. 233-238. DOI: 10.23968/BIMAC. 2022.029. EON: VAIBND.
 9. Mishurenko N.A., Semenov A.A. Vozmozhnosti primeneniya tekhnologii dopolnennoj real'nosti (AR) v oblasti obsledovaniya zdaniy v Rossii // BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury: Mater. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod obshch. red. A.A. Semenova. SPb.: SPbGASU, 2023. – S. 76-80. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
 10. Gusakov D.I. Primenenie BIM-tekhnologij pri organizacii kapital'nogo remonta i rekonstrukcii zdaniy // BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury: Mater. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Pod obshch. red. A.A. Semenova. SPb.: SPbGASU, 2023. – S. 312-317. DOI: 10.23968/BIMAC. 2023.042.
 11. Kochetkova T.V. Informacionnoe modelirovanie pri rekonstrukcii, tekhnologicheskom perevooruzhenii i kapital'nom remonte ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva // Sovremennye innovacii, 2020, № 3 (37). S. 59-61. EDN: IONZTO.
 12. SP RK 2.03-30-2017*. Stroitel'stvo v seismicheskikh zonah / Komitet po delam stroitel'stva i ZHKKH Min-va po investiciyam i razvitiyu RK, Astana, 2018. – 111 s.
 13. SP RK 1.04-101-2012. Obsledovanie i ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij / Komitet po delam stroitel'stva, ZHKKH i upravleniya zemel'nymi resursami Ministerstva nacional'noj ekonomiki RK, Astana, 2015.
 14. SP RK 1.04-110-2017. Obsledovanie, ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya i sejsmousilenie zdaniy i sooruzhenij / Komitet po delam stroitel'stva i ZHKKH Ministerstva po investiciyam i razvitiyu RK, Astana, 2017. – 49 s.
 15. SP RK EN 1998-3:2005/2012. Proektirovanie sejsmostojkih konstrukcij. CHast' 3. Ocenka i rekonstrukciya zdaniy / Komitet po delam stroitel'stva i ZHKKH RK, Astana, 2016. – 85 s.
 16. Ku, K., Taiebat, M. BIM experiences and expectations: The constructors' perspective. International Journal of Construction Education and Research. – 2011. – Vol. 7. – No. 3. – P. 175-197. DOI: 10.1080/15578771.2010.544155
-
-