



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС  
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО  
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212\_2023\_1\_62  
MFTAA 67.11.41

**А.Г. Гольцев<sup>1</sup>, Т.Д. Курманғалиев<sup>2</sup>, Б. Апшикур<sup>3</sup>, А.К. Капасов<sup>4</sup>**

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

<sup>1</sup>E-mail: AGoltsev-vko@mail.ru\*

<sup>2</sup>E-mail: nomad007m@yandex.ru

<sup>3</sup>E-mail: bake.ab@mail.ru

<sup>4</sup>E-mail: azamat040594@mail.ru

### ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ВЕРТИКАЛЬ ЖАЗЫҚТЫҚТА ТЕКСЕРУДІҢ ТӘСІЛДЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОВЕРКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

### IMPROVEMENT OF METHODS FOR CHECKING BUILDING STRUCTURES IN THE VERTICAL PLANE

**Аңдатпа.** Мақалада геометриялық фигуралардың дұрыс орналасуын бақылаудың екі тиімді құрылғысын, өнеркәсіптік кәсіпорындардың, азаматтық және басқа да ірі ғимараттарды жобалауды және қажетті деректерді анықтаудың теориялық формулаларын қолдану әдістері келтірілген.

**Түйін сөздер:** Сәулелі лазерлік құрал, лазерлі теодолит, визир, сканер, құрылғы, құрылыс конструкциясы, вертикаль жазықтық, ірге тас, бағандар.

**Аннотация.** В статье представлены методы использования двух эффективных устройств контроля за правильностью расположения геометрических фигур, геометрических параметров промышленных предприятий, гражданских и других крупных сооружений, проектирования гражданских и других крупных зданий, а также теоретические формулы для определения необходимых данных.

**Ключевые слова:** Лучевой лазерный прибор, лазерный теодолит, прицел, сканер, устройство, строительная конструкция, вертикальная плоскость, фундаментный камень, колонны.

**Abstract.** The article presents methods for using two effective devices to control the correct location of geometric shapes, the geometric parameters of industrial enterprises, civil and other large structures, the design of civil and other large buildings, as well as theoretical formulas for determining the necessary data.

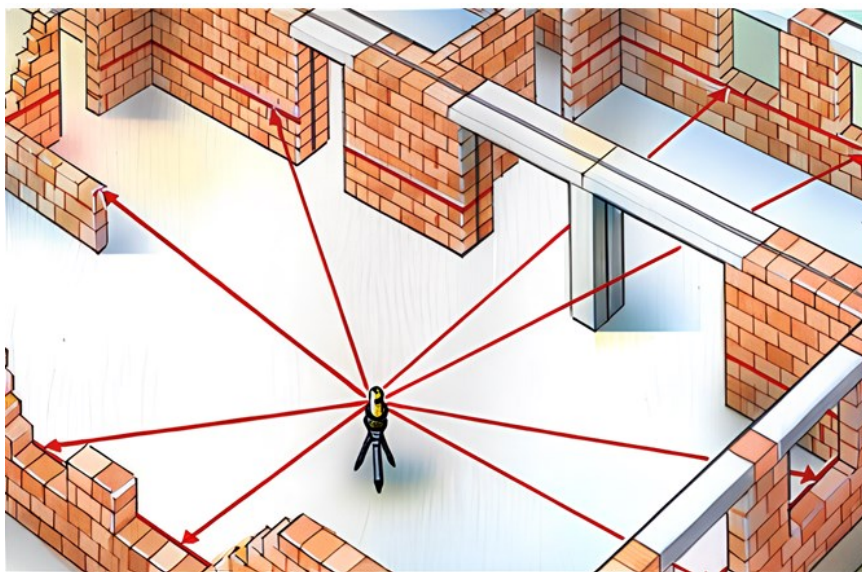
**Keywords:** Beam laser device, laser theodolite, sight, scanner, device, building structure, vertical plane, foundation stone, columns.

**Кіріспе.** Қазіргі таңда әртүрлі құрылыс нысандарын салу міндеттерінің көлемі мен күрделілігінің артуы прогрессивті әдістер мен техникалық өлшеу құралдарын әзірлеу және енгізу, осы саладағы өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл өз кезегінде, дәлдіктерді қаматамасыз ететін геодезиялық өлшеу құралдарын үнемі жетілдіруді талап етеді.

Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау үшін, геодезиялық өлшеу аспаптарын

өндірушілер, көптеген лазерлік құрылғылар шығарады, олардың ішінде визуалды жүйесі бар теодолиттер, құрылыс конструкцияларын салыстыру кезінде үлкен сұранысқа ие.

*Материалдар және зерттеу әдістері.* Лазерлік теодолитті сәулені вертикаль жазықтықта айналдырып өлшеумен құрылыста қолдану, құрылыс элементтерінің пландық (х,у), жағдайын және құрылымдардың вертикалдылығын бүйірлік нивелирлеу әдісімен анықтауға мүмкіндік береді. Бұл барыста, монтаждалатын элементтің жай-күйін үздіксіз геодезиялық бақылау қамтамасыз етіледі (1-сурет), ал сәуле мен оның орналасуынан пайда болатын көрінетін сызықтар мен жазықтықтардың болуы құрылымдарды дәлірек құрастыруға мүмкіндік береді [1, 2].



**1-сурет.** LAPR 100 өздігінен жазықтық орнын табатын тербелме айналмалы лазерлік құрылғымен жазықтықта тексеру

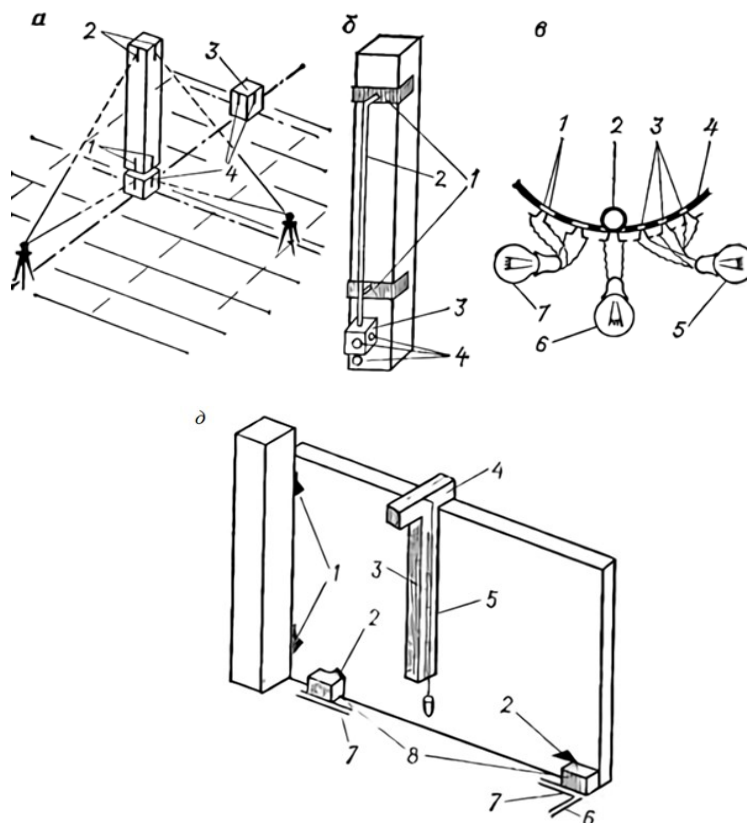
Бірақ бұл әдіс негізінен әрлеу, сантехникалық жұмыстарды жүргізу және үй ішіндегі құрылғыларды орнату үшін қолданылады. Өлшеу және қойылатын дәлдіктің жоғары талабына байланысты, өнеркәсіптік және қоғамдық ғимараттардың бағандары мен қабырға панельдерін тексеру үшін басқа құрылғыларды пайдалану қажет болады [3, 4].

Бұл жағдайда лазерлік құрылғылармен жұмыс істеу кезінде өлшеу дәлдігі көбінесе, таралу арақашықтығына тәуелді өзгертін сәуленің шашырау диаметріне байланысты болады. Қашықтыққа байланысты оның контурларының айқындылығы да өзгереді.

Дегенмен, вертикаль жазықтықтағы құрылымдарды салыстырудың қолданыстағы әдістерінің бірқатар кемшіліктері кездеседі. Мәселен, мысалы, «Имсталькон» УКМФ» ЖШС «Жаңа металлургия» фирмасы, нысанда металл резервуарларды монтаждау кезінде вертикаль жазықтықта салыстырып тексеруді жүргізді, бұл ретте арнайы маркаларды пайдалану және қосымша есептеулер жүргізу қажет болды. Жылжымалы қалыптарды, бағандарды және қабырға панельдерін тексеру үшін бірнеше теодолиттер соның ішінде, вертикаль орналастырумен қолданылды [5, 6].

Дәстүрлі әдістер бойынша бағандарды орнату кезінде екі теодолит қолданылады (2-

сурет). Бағандарды орнатпас бұрын, олардың өлшемдері тексеріліп, бағанды іргетас стаканына немесе бағаналардың астындағы тұғырға орнатуды жеңілдететін белгі сызықтар белгіленеді. Іргетас стаканына орнатылған баған, іргетастың жоғарғы жазықтығында белгіленген сызықпен сәйкес келгенге дейін орталықтандырылады [5, 7, 8].



**2-сурет.** Бағандар мен панельдердің геометриялық дұрыстығын тексеру сұлбасы: *а* – бағанды екі теодолитпен тексеру; *б* – бағанды арнайы құрылғымен тексеру; *в* – бағанды тексеруге арналған құрылғының жұмыс сұлбасы; *д* – панельдерді тексерудің сұлбасы

Бағанның вертикальдылығын тексеру үшін, екі теодолит ғимараттардың сандық және әріптік осьтеріне тік бұрышта орналастырылады. Бұл жағдайда теодолиттің көру осі, бағанның төменгі жағында стаканға белгіленген белгілермен біріктіріледі, содан кейін, бағанның жоғарғы ұшындағы белгімен теодолиттің көру дүрбісін ақырын көтереді. Теодолиттің тексерілетін бағаннан қашықтығы аспаптың көру дүрбісінің максималды көтерілуі кезінде, оның көлбеу бұрышы  $30-35^\circ$  аспайтындай етіп қабылданады (2, *а*-сурет.).

Біршама перспективті әдіс, сигнал шамдары бар құрылғыны пайдалануға негізделген әдіс болып табылады (2, *б*, *в*-сурет). Бұл құрылғы арнайы ұстағыштардың көмегімен 1, тексерілетін бағанға бекітіледі. Бұл жағдайда штанга 2, баған осіне параллель орналасады. Штангаға бес сигнал шамы 3 бар құрылғы 4 бекітіледі. Төрт қызыл шам құрылғының бүйір беттеріне, жасыл шам төменгі жағына орналасады. Құрылғы 4 саңылаулары бар 3 сфералық бет пішінді. Металл шар 2, сфералық бетпен айнала отырып, саңылаулардағы 3 контактты 1 тұйықтайды да, сигнал шамдарын қосады [9, 10].

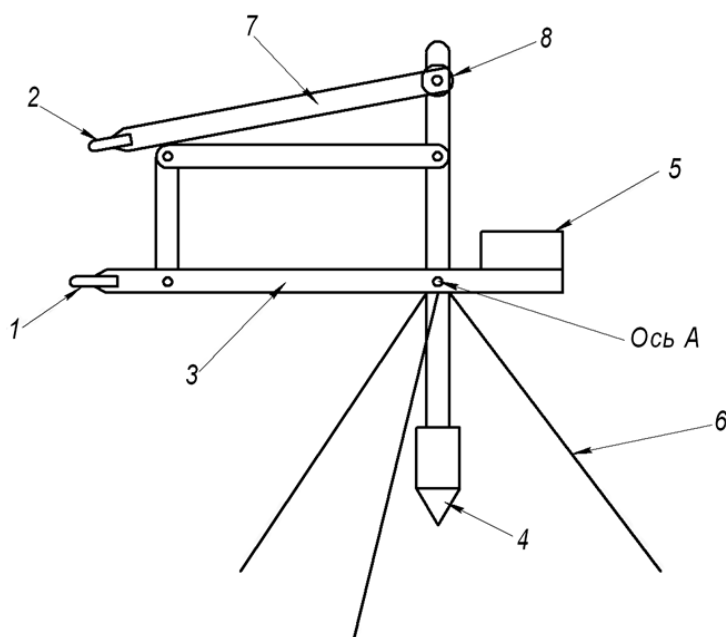
Егер штанга вертикаль жағдайда болса, онда шар орталық саңлауда орналасады да, 6

жасыл сигнал шамын қосады. Егер баған, демек, штанга қисайған болса, онда шар, ең төменгі позицияны алуға тырысады және басқа саңылауға ауысады. Бұл жағдайда, бағаналардың жоғары жағы қалай қарай еңкейген болса, сол жағындағы қызыл шам жанады. Егер баған құрылғының жазықтығына перпендикуляр жазықтықта қисайса, онда бірден екі қызыл шам жанады. Бұл әдіс, еңбек шығындарын едәуір азайтады және бағанды алдын-ала белгілеуді қажет етпейді [11, 12].

Дегенмен, барлық аталған әдістер, көп уақытты қажет етеді және сонымен бірге көптеген құралдар мен жабдықтар қолданылады.

Мақалада келтіріліп отырған конструкциялардың вертикаль жазықтықтығын тексерудің ұсынылған әдісі, тек екі қарау визирімен, бір ғана лазерлік теодолитті пайдаланып тексерудің мүмкіндігін береді.

Ұсынылып отырған тәсілдегі құрылғы, жұмыс бетіне вертикаль жобалық жазықтығында бір жарық нүктесін жобалайтын екі қарау нысанасынан тұрады (3-сурет).



**3-сурет.** Пішінді бақылауға арналған құрылғы және жазық беттердің орналасуы:

1 және 2 – лазерлік қарау нысаналары; 3 – жақтау; 4 – орналасқан жерді бақылауға арналған тіктеуіш; 5 – қарсы салмақ; 6 – тірек қондырғы; 7 – қондырғы тірек; 8 – көтергіш бұранда

Жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылау үшін ұсынылған құрылғы (3-сурет), 3 жақтаумен байланысқан екі 1 және 2 лазерді қамтиды, олардың бүйірлері бір-бірімен жылжымалы түрде байланысады, мысалы, топсалар арқылы, 4-тіктеуіш, 5-қарсы салмақ, штатив 6 және көтергіш бұрандалары бар 8 тірек қондырғы 7.

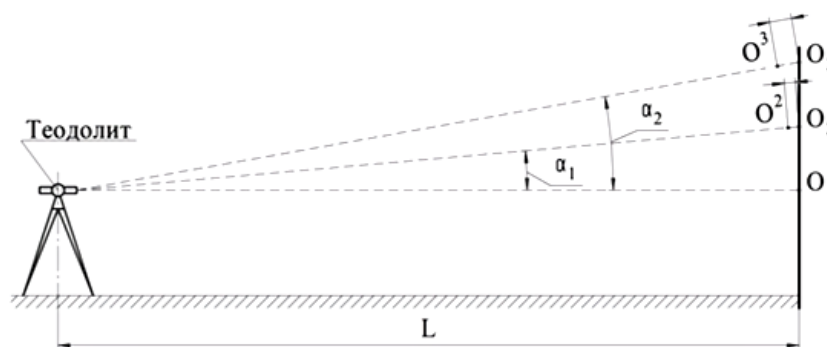
*Нәтижелері және оларды талқылау.* Келтіріліп отырған құрылғының әрекет принципі келесідей. Жұмысты бастамас бұрын, жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылауға арналған құрылғы 4-тірек, 5-қарсы салмақ және 6-тірек көмегімен қажетті күйге орнатылады. Әрі қарай, 8 көтергіш бұрандалары бар 7 тіреуіш қондырғыны пайдаланып, 2-лазерді тексерілетін жазықтықтағы екі нүктенің қиылысына дейін айналдырып бұрады.

1-лазер А осіне салыстырмалы айналып, 3 рама арқылы 2-лазердің қозғалуын келтіріп шығарады, осы барыста, рама қалыптастыратын геометриялық дене, бастапқы пішіндердің қасиеттерін (параллелограмм) сақтай отырып, тік жазықтықта аударылады, бұл раманың вертикаль жағына параллель, тік жазықтықта түзу сызықпен қозғалатын лазерлердің қиылысу нүктесін алуға мүмкіндік береді [13, 14].

Тексерілетін жазықтықтың тік орналасудан ауытқуы барысында, нүкте деформацияланады. Осылайша, монтаж жасаушы конструкцияны өзі таңдайды. Басқа вертикаль жазықтықта ( $90^\circ$ ), салыстыру, баған немесе қабырға панельдеріндегі белгілер бойынша жүзеге асырылады.

Құрылғы кез келген бағытта кез келген жазық беттерді жылдам, қарапайым және үнемді түрде тексеруге мүмкіндік береді. Ол үшін штативке бекітілген лазерлік теодолитті бір станциядан өлшеудің максималды санын қамтамасыз ететіндей көрілу ауқымы жақсы (айналмалы көрініс) құрылыс алаңына орнату керек.

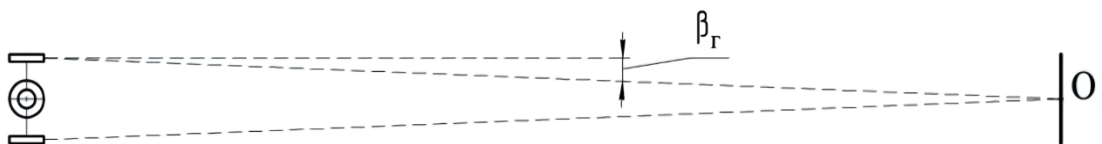
Тексеру әдісінің мәні, кеңістіктегі  $O_1$  жарық нүктесінің вертикальды қозғалысын орнатудан тұрады (4-сурет). Ол үшін қарау нысаналарын вертикаль жазықтықтағы белгілі бір көлбеу бұрышқа ( $\alpha$ ) жылжытқан кезде, горизонталь жазықтықтағы қарау нысаналарының белгілі бір бұрышқа ( $\beta$ ), бұрылуы қажет. Қарау нысаналарын бұру, микрометриялық бұрандалардың айналуы барысында жүзеге асырылады. Осы кезде екі қарау нысанасы да, арнайы тізбекті берілісінің арқасында синхронды түрде бұрылады. Сәулелердің қиылысуы кеңістікте вертикаль көрінбейтін түзу сызықты береді.



4-сурет. Вертикаль жазықтықта көру нүктесінің қозғалысын анықтау

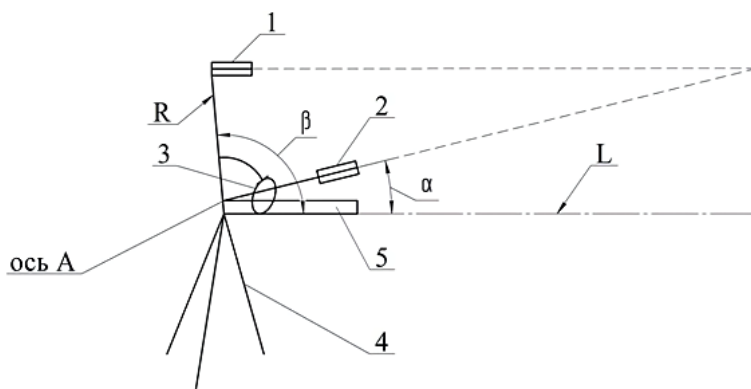
$O_1$  нүктесінің вертикаль жазықтықта қарау нысанасын  $\alpha$  бұрышына бұру кезіндегі жылжуы келесі мағлұматтарды береді.  $O_2, O_3$  – вертикаль жазықтықтағы конструкцияларды салыстырып тексеру үшін қарау нысаналарын бұру кезіндегі нүктенің қажетті позициялары;  $O_2, O_3$  – қарау нысаналарды бұру кезіндегі нүктенің стандартты позициялары;  $L$  – монтаждалатын конструкцияларға дейінгі жұмысшы арақашықтық.

Баяндалған  $O_1$  нүктесінің горизонталь жазықтықта, нысананы  $\beta$  бұрышына бұру барысындағы қажетті жағдайы, келесі 5-суретте көрсетілгендей.



5-сурет. Горизонталь жазықтықта көру нүктесінің қозғалысын анықтау

Жоғарыда аталған әдістермен қатар, жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылау үшін жұдырықшалы құрылғыны пайдалануда тиімді нәтиже бере алады (6-сурет). Бұл құрылғы, көтергіш бұрандалары бар тұғырды, штативті, лазерді қамтитын, бірінші лазермен кинематикалық түрде фасонды жұдырықшамен байланысқан, екінші лазермен жабдықталғандығымен ерекшеленеді, бұл барыста фасонды жұдырықшаның профилі  $\cos\beta = \cos\alpha * R/L$  шартымен орындалады, мұндағы  $\alpha$  – бірінші лазердің айналу бұрышы,  $\beta$  – екінші лазердің айналу бұрышы,  $R$  – лазерлер арасындағы арақашықтық,  $L$  – бірінші лазерден бақыланатын бетке дейінгі арақашықтық [15, 16].



**6-сурет.** Жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылауға арналған жұдырықшалы құрылғы

Жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылауға арналған бұл жұдырықшалы құрылғыға пішінді жұдырықшамен 3 кинематикалық байланысқан 1 және 2 екі лазер, штатив 4, екі лазерге қажетті позицияны беру үшін көтергіш бұрандалары бар 5 тіреуіш кіреді.

Құрылғы келесідей жұмыс істейді. Лазер 1, А осіне салыстырмалы айналады да, пішінді жұдырықша 3 арқылы, 2 лазерді жылжытады, осы кезде 1 және 2 лазер сәулелерінің қиылысы кеңістікте пішінді жұдырықшаның 3 көмегімен 2 лазердің жылжуы барысында пайда болған, 5 көтергіш бұрандалары бар тірекке перпендикуляр кеңістіктегі лазерлердің қиылысу сызығын алуға мүмкіндік беретін нүкте береді [16].

Аталған құрылғыларының жұмыс істеу қағидасы бір заңдылық бойынша құрылыс конструкциясының, вертикаль жазықтықтағы геометриялық дәлдігін қамтамасыз ете алады. Сонымен қатар ұсынылған әдістеме, монтаждаушыға сәулені көзбен байқауға және құрылымдарды арнайы монтаждау құралдарымен рихтовкалау арқылы тікелей «нүкте астында» салыстыруға мүмкіндік береді, бұл монтаждау кезінде конструкцияның геометриялық орналасу дұрыстығын тексерудің жылдамдығын едәуір арттырады.

*Қорытынды.* Вертикаль жазықтықтағы конструкцияларды тексерудің қолданыстағы әдістерінің бірқатар кемшіліктерін ескере отырып, атап айтқанда: бірнеше жұмысшыларды және кем дегенде екі теодолитті пайдалану қажеттілігі немесе қымбат сканерлерді пайдалану, жұмыстың күрделілігі мен еңбекқорлығын ескергенде ұсынылып отырған бірінші жазық беттердің пішіні мен орналасуын бақылауға арналған құрылғы, үшбұрыштардың ұқсастығы принципін қолдана отырып, кеңістіктегі лазерлердің қиылысу сызығын, тіктеуішке параллель алуға мүмкіндік береді. Ал екінші құрылғы, конструкцияның жазық беттердегі пішіні мен орналасуын бақылауы, жұдырықшаның пішінді профилі  $\cos\beta = \cos\alpha * R/L$  шартымен орындалатын әдісті ұсынады, мұндағы  $\alpha$  – бірінші лазердің

айналу бұрышы,  $\beta$  – екінші лазердің айналу бұрышы,  $R$  – лазерлер арасындағы арақашықтық,  $L$  – бірінші лазерден бақыланатын бетке дейінгі арақашықтық, бұл стендке перпендикуляр кеңістікте лазерлердің қиылысу сызығын алуға мүмкіндік береді де тексеру өлшемін жүргізуді еңбек шығыны және уақыт шығыны жағынан жеңілдетеді.

Жұмыстың тәжірибелік нәтижелері, «Имсталькон УКМФ» ЖШС «Жаңа металлургия» фирмасында, металл резервуарларды монтаждау барысында, вертикаль жазықтықта салыстырып тексеруді жүргізу барысында анықталған өлшеу жетерсіздіктерін жетілдіру мақсатында, жылжымалы қалыптарды, бағандарды және қабырға панельдерін тексеру үшін бірнеше теодолиттер соның ішінде, вертикаль орналастырумен қолданылды. Зерттеу нәтижелері аталған өндіріс нысанында ішінара қолданысқа енгізілді.

Ұсынылған құрылғылар арзан, қолдануға және жасауға оңай болуымен қатар, әдісті қолданған кезде, типтік қолданыстағы әдістердегідей, бірнеше жұмыс және қымбат құрылғыларды пайдаланудың қажет болмауы құрылғының негізгі артықшылығы болып саналады және салыстырмалы тұрғыдан ұсынылған құрылғылар, вертикаль және горизонталь жазықтықта құрылыс конструкцияларының геометриялық дұрыстығын тексеру уақытын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Usarov, M.K., Mamatisaev, G.I., Ayubov, G.T. Forced vibrations of a box element of a multi-story building under dynamic impact. Magazine of Civil Engineering. 2022. 114(6). Article No. 11406. DOI: 10.34910/MCE.114.6
2. Modern applications of terrestrial laser scanning Gabriela Kuczyńska Magdalena Stawska Wrocław University of Science and Technology, Poland. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-160-169 Source: MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(1):160-169
3. Muszyński, Zbigniew and Wyjadłowski, Marek. "Assessment of surface parameters of VDW foundation piles using geodetic measurement techniques" Open Geosciences, vol. 12, no. 1, 2020, pp. 547-567. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0042>
4. Grzegorz, Granek, Cezary, Toś and Bogdan, Wolski. "Implementation of virtual reference points in registering scanning images of tall structures" Open Geosciences, vol. 12, no. 1, 2020, pp. 876-886. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0131>
5. Avakyan, V.V. Applied geodesy: technologies of engineering and geodetic works: Textbook / V.V. Avakyan. 3rd ed., ISPR. Moscow; Vologda: Infra-Engineering, 2019. 616 p. (in Russ.).
6. Yan, J.; Peng, Y.; Nie, D. A Method for the Installation Measurement and Alignment of a Mirror Unit in the Solar Dish Concentrator. Appl. Sci. 2020, 10, 1511. <https://doi.org/10.3390/app10041511>
7. Vdovenko, A.V. et al. "Solving the Problem of Determining the Verticality of Buildings with Modern Technologies Through the Use of a Four-Sided Column." International Research Journal, no. 3(105), Mar. 2021. doi: 10.23670/IRJ.2021.105.3.004.
8. Мотылев Р.В., Карпушкин А.С. Совершенствование порядка проведения строительного контроля. Вестник гражданских инженеров. 2022. № 1 (90). УДК 539.4. DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-1-66-72
9. Виноградова Е.В., Шабанов Я.С. Проблемы, связанные с отсутствием строительного контроля, при прохождении технического надзора. Недостатки законодательства и возможные пути решения возникшей ситуации // Инженерный вестник Дона. 2021. – № 5 (77). – С. 693-700.
10. Шеховцов Г.А. 1 Определение смещений опорных узлов ферм на оголовках колонн фотографическим способом и результаты его моделирования. известия высших учебных заведений. геодезия и аэрофотосъемка, Том: 63 номер: 5 год: 2019 Страницы: 506-511.
11. Курлапов Д.В., Милютин Б.Г. Оценка работы старого и нового бетонов изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны бетона. Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: Материалы X научно-практической конференции. 10-11 октября 2019 года / под ред. А.В. Улыбина. – СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2019. – С. 118-122.
12. Jure Radnic´ , Domagoj Mates´an , and Ante Abaza. Restoration and Strengthening of Historical Buildings: The Example of Minceta Fortress in Dubrovnik. Hindawi Advances in Civil Engineering

- 
- Volume 2020, Article ID 8854397, 17 pages <https://doi.org/10.1155/2020/8854397>
13. G. Bartoli, M. Betti, L. Galano, and G. Zini, "Numerical insights on the seismic risk of confined masonry towers," *Engineering Structures*, vol. 180, pp. 713–727, 2019.
  14. Kornilov Yu.N., Tsareva O.S. Perfecting the methods of monitoring the buildings and structures deformation. *Geodesy and cartography = Geodezia i Kartografia*, 81(4), (2020), pp. 9-18. (In Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2020-958-4-9-18
  15. Szolomicki, J.; Golasz-Szolomicka, H. Technological Advances and Trends in Modern High-Rise Buildings. *Buildings* 2019, 9, 193. <https://doi.org/10.3390/buildings9090193>
  16. Goltsev A.G., Kurmangaliyev T.B., Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Absadykov B.N., Mardonov B.T., Yessirkepova A.B. Aligning method of structures during installation in vertical plane. *news of the national academy of sciences of the republic of kazakhstan series of geology and technical sciences* ISSN 2224-5278 Volume 5, Number 443 (2020), 63-70 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.105>
- 
-