

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>

UDC 528:621.375.826

A. G. Goltsev¹, T. B. Kurmangaliyev¹, K. T. Sherov², M. R. Sikhimbayev³,
B. N. Absadykov⁴, B. T. Mardonov⁵, A. B. Yessirkepova²

¹D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;

²Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan;

⁴Karaganda Economic University of Kazpotreboysuz, Karaganda, Kazakhstan;

⁴A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan;

⁵Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

E-mail: AGoltsev-vko@mail.ru, nomad007@mail.ru, shkt1965@mail.ru,
smurat@yandex.ru, b_absadykov@mail.ru, mbt69@mail.ru, bopany@mail.ru

ALIGNING METHOD OF STRUCTURES DURING INSTALLATION IN VERTICAL PLANE

Abstract. This article presents the results of the research methods of structures aligning during installation in the vertical plane. The analysis and research of existing methods of structures alignment in the vertical plane, used in the conditions of enterprises engaged in the installation of metal tanks. The results of the research showed that the applied alignment methods in the vertical plane have some drawbacks, in particular, after aligning, additional calculations are required. And also for alignment of sliding timbering, columns and wall panels use some theodolites, including vertical allotment. Laser devices and theodolites with visual system were also investigated. However, all the methods considered with the use of these devices are quite time-consuming and a significant number of tools and equipment are used. A device is proposed to control the shape and location of flat surfaces using the principle of similarity of triangles allowing obtaining a straight line of intersection of lasers in space parallel to the plumb line. Developed devices are cheap, easy to use and manufacture. With the use of the proposed technique, there is no need to use several working and expensive devices. The developed devices can significantly reduce the alignment time of building structures in the vertical and horizontal planes.

Key words: Alignment design, laser theodolite, laser sights, light spot, laser beam.

Introduction. The development and implementation of advanced methods and technical means of measurement are urgent problems, as the increasing volume and complexity of tasks for the construction of various objects require continuous improvement of geodetic support.

A large number of laser devices are produced to perform engineering and geodetic works, of which theodolites with a visual system are in great demand when reconciling building structures [1-5].

The use of laser theodolite with the beam sweep in the vertical plane allows to determining the position in the plan and the verticality of the structures by the method of lateral leveling. At the same time, continuous geodetic control of the position of the mounted element is provided, and the presence of visible lines and planes formed by the beam and its opening allows for more accurate assembly of structures [6-9].

But this method is used mainly for finishing, plumbing and installation of devices indoors [10-12]. For aligning of columns and wall panels of industrial and public buildings it is necessary to use other devices.

In this case, the accuracy of measurements when working with laser devices largely depends on the diameter of the radiation beam, which varies depending on the distance of its propagation. Depending on the distance, the clarity of its contours also changes.

However, the existing methods of structures alignment in the vertical plane have several drawbacks. So, for example, at installation of metal tanks on object "New metallurgy" firm LLP "Ust-Kamenogorsk

installation firm "Imstakon", made alignment in a vertical plane, thus it was necessary to use special marks and to make additional calculations. To align the sliding formwork, columns and wall panels use multiple theodolites, including the vertical scan.

Traditionally, two theodolites are used when mounting columns (see figure 1) [13-16]. Before installation of columns check their sizes and put the risks facilitating installation of a column in the glass of the base or on heads of subcolumns. The column established in the glass of the base, center to coincidence with risks on the top plane of the base.

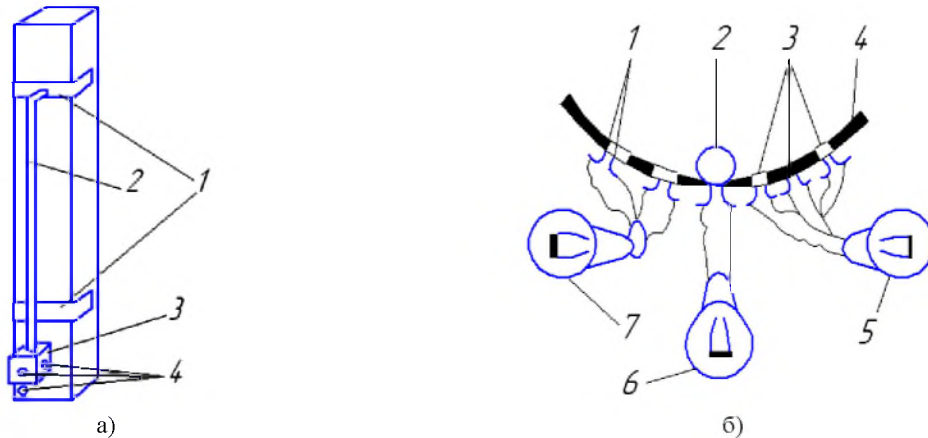


Figure 1 – Alignment circuit of columns and panels. a) - column alignment with a special device; b) - scheme of operation of the device for aligning of the column

To check the verticality of the column, two theodolites are placed at right angles to the numeric and alphabetic axes of the buildings. In this case, the sighting axis of the theodolite is combined with the risks inflicted on the glass at the bottom of the column, and then, smoothly raising the theodolite pipe, with the risk at the upper end of the column. The distance of the theodolite from the verified column is taken such that at the maximum rise of the pipe the angle of its inclination does not exceed 30-35° [17,18].

A more promising method based on the use of a device with warning lights (Fig. 1, a, b). This device attaches to the verified column through special holders 1. In this case, the rod 2 is parallel to the axis of the column. A device 3 with five warning lights 4 is attached to the rod. Four red light bulbs are located on the side faces of the device, a green lamp-at the bottom. The device has a spherical surface 4 with 3 holes. The metal ball 2, moving on a spherical surface, closes contacts 1 in holes 3 and includes signal lamps.

If the rod occupies a vertical position, the ball is located in the Central hole and includes a signal light 6 green. If the column, and therefore the rod, is inclined, the ball tries to take the lowest position and moves to another hole. In this case, a red light illuminates on the side where the column is tilted upwards. If the column is inclined in a plane perpendicular to the plane of the device, then two red bulbs light up at once. This method significantly reduces labor costs and does not require preliminary marking of the column.

However, all of these methods are quite time-consuming and a significant number of tools and equipment are used.

Proposed reconciliation methods and discussion. The proposed method of reconciliation of structures in the vertical plane allows the use of only one laser theodolite with two sights [19].

The device consists of two sights, which project on the working surface one spot of light in the vertical design plane. The proposed device for controlling the shape and location of flat surfaces (figure 2) includes two lasers 1 and 2 connected by a frame 3, the sides of which are movably connected to each other, for example, by means of hinges, a plumb 4, a counterweight 5, a tripod 6 and a stand 7 with lifting screws 8.

The principle of operation is as follows. Before starting work, the device for controlling the shape and location of flat surfaces is installed in the desired position through a plumb 4, a counterweight 5 and supports 6. Next, using the stand 7 with lifting screws 8, turn the laser 2 to the intersection of two points on the verified plane.

The laser 1 rotates relative to the axis A, forcing the laser 2 to move through the frame 3, while the geometric figure represented by the frame is inverted in the vertical plane, preserving the properties of the original figure (parallelogram), which allows to obtain a laser intersection point moving rectilinearly in the vertical plane, parallel to the vertical side of the frame. If the verified plane deviates from the vertical position, the point will be deformed. Thus, the installer chooses the design. In the other vertical plane (90°), reconciliation is carried out on the risks on the column or wall panels.

The device allows you to quickly, simply and economically align any flat surface in any direction. To do this, the laser theodolite, mounted on a tripod, must be installed on a construction site with a good outlook (all-round view), to ensure the maximum number of measurements from one Parking lot.

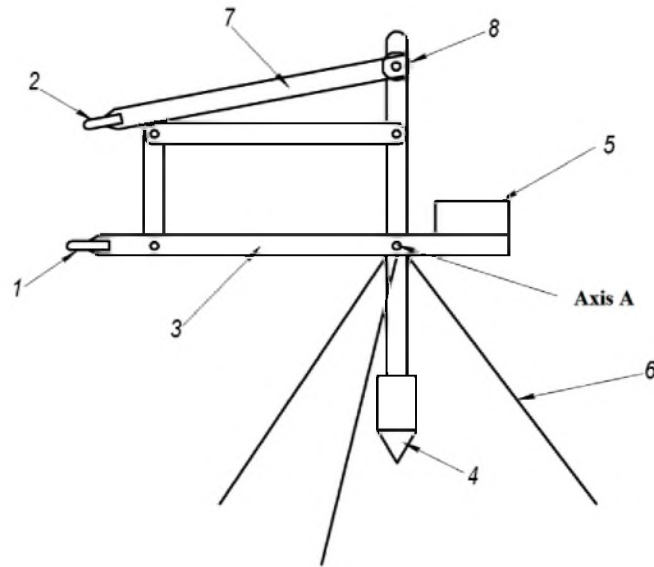


Figure 2 – Device to control the shape and location of flat surfaces: 1 and 2 - laser sights; 3 - frame; 4 - plumb to control the location; 5 - counterweight; 6 - tripod; 7 - stand; 8 - lifting screw

The essence of the reconciliation method is to specify the vertical movement of the light point O_1 in space (figure 3). To do this, it is necessary that when moving the sights at a certain angle in the vertical plane (α_v), the sights are rotated in the horizontal plane at a certain angle (β_r). Rotation of sights is carried out by rotation of micrometric screws, thus both sights turn synchronously thanks to a special worm gear. The intersection of the rays gives a vertical invisible straight line in space.

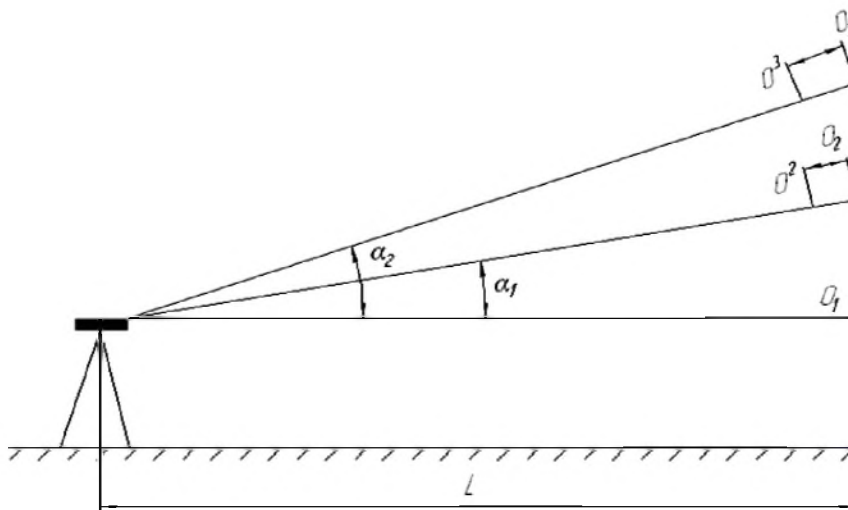


Figure 3 – Determination of the movement of the point of sight in the vertical plane

The displacement of the point O_1 in the vertical plane when rotating the sight angle α_b . Where O_2 , O_3 - the necessary position of a point when rotating the reticles for aligning structures in the vertical plane; O_2 , O_3 - the standard position of the point when you rotate the sight; L - working distance up to mounted structures.

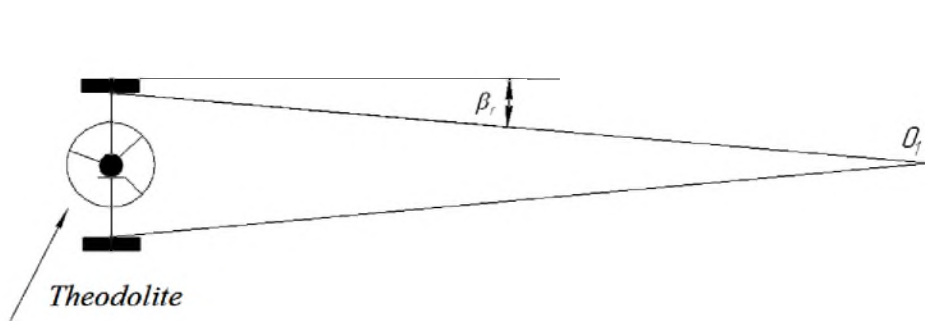


Figure 4 – Determining the movement of the point of sight in the horizontal plane

The circuit shows the required position of the point O_1 in the horizontal plane when turning the sights at an angle β_r .

A Cam device [20] is also proposed to control the shape and location of flat surfaces (figure 5) including a stand with lifting screws, a tripod, a laser, characterized in that it is provided with a second laser, which the Cam is made with the condition $\cos \beta = \cos \alpha * R/L$, where α is the kinematic rotation angle associated with the first laser shaped Cam, wherein the profile of the shaped first laser, β is the rotation angle of the second laser, R is the distance between the lasers, L is the distance from the first laser to the controlled surface.

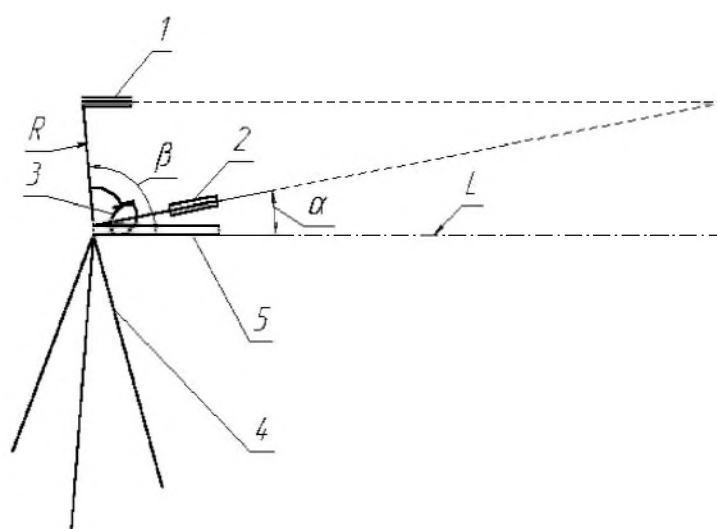


Figure 5 – Cam device for controlling the shape and location of flat surfaces

The proposed Cam device for controlling the shape and location of flat surfaces includes two lasers 1 and 2, connected kinematically to each other by a shaped Cam 3, a tripod 4, a stand with lifting screws 5 to give the necessary position to the two lasers.

The device works as follows. The laser 1 rotates relative to the axis A, forcing through the shaped Cam 3 to move the laser 2, while the intersection of the beams of lasers 1 and 2 will give a point in space, which when moving the laser 2, thanks to the shaped Cam 3, allows you to get a straight line of intersection of lasers in space perpendicular to the stand with the lifting screws 5.

The proposed technique allows the installer to visually observe the beam and make reconciliation directly "under the point" by straightening structures with special mounting tools, which significantly increases the speed of reconciliation of structures during installation.

Conclusions. 1. Existing methods of reconciliation of structures in the vertical plane have some disadvantages: the need to involve several workers and at least two theodolites, or the use of expensive scanners, the complexity, and labor costs of work.

2. A device was developed to control the shape and location of flat surfaces using the principle of similarity of triangles allowing to obtain a straight line of intersection of lasers in space parallel to the plumb line.

3. Designed Cam device for controlling the shape and location of flat surfaces in which the profile of the shaped Cam is made with the condition $\cos \beta = \cos \alpha * R/L$, where α is the rotation angle of the first laser, β is the rotation angle of the second laser, R is the distance between the lasers, L is the distance from the first laser to the controlled surface, which allows to obtain a straight line of intersection of the lasers in space perpendicular to the stand.

4. Developed devices are cheap, easy to use and manufacture.

5. When using this technique, there is no need to use several working and expensive devices.

6. The developed devices can significantly reduce the time of reconciliation of building structures in the vertical and horizontal planes.

**А. Г. Гольцев¹, Т. Б. Қурмангалшев¹, К. Т. Шеров², М. Р. Сихимбаев³,
Б. Н. Абсадықов⁴, Б. Т. Мардонов⁵, А. Б. Еспиркепова²**

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан;

²Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан;

³Қазтұтынуодағы Қарағанды экономикалық университеті, Қарағанды, Қазақстан;

⁴Ө. Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан;

⁵Науайы мемлекеттік тау-кен институты, Науайы, Өзбекістан

МОНТАЖДАУ БАРЫСЫНДА ТІК ЖАЗЫҚТЫҚТА КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ТУРАЛАУ ӘДІСІ

Аннотация. Прогрессивті әдістер мен техникалық өлшеу құралдарын әзірлеу және енгізу өзекті мәселе болып саналады, өйткені әртүрлі нысандарды салу жөніндегі міндеттердің көлемі мен күрделілігі геодезиялық қамтамасыз ету құралдарын үнемі жетілдіруді талап етеді.

Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау үшін көптеген лазерлік аспаптар шығарылады, оның ішінде визуалды жүйесі бар теодолиттер құрылыс конструкцияларын тексеруде үлкен сұранысқа ие.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, құрылымдарды тік жазықтықта салыстырудың қолданыстағы тәсілдерінің кемшіліктері бар. Мысалы, «Жаңа металлургия» нысанында металл резервуарларды монтаждау кезінде «Имсталькон» «Өскемен монтаждау фирмасы» ЖШС фирмасы тік жазықтықта тексеру жүргізді, бұл ретте арнайы маркаларды пайдалану және қосымша есептеулер жүргізу қажет болды. Жылжымалы қалып, бағаналарды және қабырға панельдерін салыстырып тексеру үшін бірнеше теодолиттер, соның ішінде тігінен жайылған тесіктер қолданылды. Дәстүрлі түрде колонналарды монтаждау кезінде екі теодолит пайдаланылады. Бағаналарды монтаждау алдында олардың өлшемдері тексеріледі және бағананы іргетастың стаканына немесе баған астының басына орнатуды жеңілдететін қатер еңгізеді. Іргетастың стаканына орнатылған бағананы іргетастың жоғарғы жазықтығында тәуекелмен сәйкес келгенше орталықтандырады.

Тік жазықтықта конструкцияларды салыстыру әдісі ұсынылады, екі визирі бар бір ғана лазерлік теодолитті пайдалануға мүмкіндік береді. Аспап жұмыс бетінде тік жобалық жазықтықта бір жарық дақ жобаланыптын екі визирден тұрады. Мақалада тік жазықтықта монтаждау кезінде конструкцияларды туралау тәсілдерін зерттеу нәтижелері келтіріледі.

Металл резервуарларды монтаждаумен айналысатын кәсіпорындарда пайдаланылатын тік жазықтықта конструкцияларды салыстырып тексерудің қолданыстағы тәсілдеріне талдау және зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижелері тік жазықтықта қолданылатын салыстыру тәсілдерінің кемшіліктері бар екенін көрсетті, атап айтқанда, тексергеннен кейін қосымша есептеу жүргізу талап етіледі. Сондай-ақ, сырғымалы қалып, бағаналарды және қабырға панельдерін салыстырып тексеру үшін бірнеше теодолит, соның ішінде тік жаймасы бар теодолиттер қолданылады.

Сондай-ақ, лазерлік аспаптар мен көрнекі жүйесі бар теодолиттер зерттелді. Алайда осы аспаптарды қолдану арқылы қаралған барлық тәсілдер жеткілікті еңбек сыйымдылығы бар және бұл ретте аспаптар мен жабдықтардың едәуір саны қолданылады. Жазық беттердің орналасуын және пішінін бақылауға арналған құрылғылар ұсынылады. Үшбұрыштардың ұқсастық принципін пайдаланатын кеңістіктегі параллель тіктеуішпен лазердің қиылысуының түзу сызығын алуға мүмкіндік береді. Өзірленген құрылғы арзан әрі қолдану мен жасау жеңіл. Ұсынылған әдістемені қолдану кезінде бірнеше жұмыс және қымбат құрылғыларды іске қосу қажеттілігі жойылады. Өзірленген құрылғы тік және көлденең жазықтықта құрылыс конструкцияларын тексеру уақытын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды:

– құрылымдарды тік жазықтықта салыстырудың қолданыстағы тәсілдерінің кемшіліктері бар: бірнеше жұмыс және кемінде екі теодолитті іске қосу қажеттілігі немесе қымбат тұратын сканерлерді пайдалану, жұмыстың күрделілігі мен еңбек шығыны;

– жазық беттердің орналасуын және пішінін бақылауға арналған құрылғы жасалған, үшбұрыштардың ұқсастық принципін қолдану лазерлердің кеңістіктегі параллель тіктеу сызығын алуға мүмкіндік береді;

– фасонды жұдырықшаның профилі $\cos \beta = \cos \alpha * R / L$ шартымен орындалған, мұнда α -бірінші лазердің бұрылу бұрышы, β – екінші лазердің бұрылу бұрышы, R – лазерлер арасындағы қашықтық, L -бірінші лазерден бақыланатын бетке дейінгі қашықтық, бұл перпендикулярлы тұғырық кеңістігіндегі лазердің қиылысу сызығын алуға мүмкіндік береді;

– әзірленген құрылғылар арзан, қолдану және жасау жеңіл;

– осы әдістемені қолдану кезінде бірнеше жұмыс және қымбат құрылғыларды іске қосу қажеттілігі болмайды;

– әзірленген құрылғылар тік және көлденең жазықтықта құрылыс конструкцияларын тексеру уақытын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: конструкцияларды туралау, лазерлік теодолит, лазерлік визирлер, жарық дақтары, лазерлік сәуле.

А. Г. Гольцев¹, Т. Б. Курманғалиев¹, К. Т. Шеров², М. Р. Сихимбаев³,
Б. Н. Абсадықов⁴, Б. Т. Мардонов⁵, А. Б. Есиркепова²

¹Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан;

²Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан;

³Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан;

⁴Институт химических наук им. А. Б. Бектурова, Алматы, Казахстан;

⁵Навоийский государственный горный институт, Навои, Узбекистан

СПОСОБ ВЫВЕРКИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МОНТАЖЕ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Аннотация. Разработка и внедрение прогрессивных методов и технических средств измерений являются актуальными проблемами, так как возрастающие объемы и сложность задач по строительству различных объектов требуют постоянного совершенствования средств геодезического обеспечения.

Для выполнения инженерно-геодезических работ выпускается большое количество лазерных приборов, из которых теодолиты с визуальной системой пользуются большим спросом при выверке строительных конструкций. Выполненное исследование показали, что существующие способы выверки конструкций в вертикальной плоскости имеют ряд недостатков. Так, к примеру, при монтаже металлических резервуаров на объекте «Новая металлургия» фирма ТОО «Усть-Каменогорская монтажная фирма «Имсталькон» производила выверку в вертикальной плоскости, при этом необходимо было использовать специальные марки и производить дополнительные расчеты. Для выверки скользящей опалубки, колонн и стеновых панелей используют несколько теодолитов, в том числе с вертикальной разверткой.

Традиционно при монтаже колонн используют два теодолита. Перед монтажом колонн проверяют их размеры и наносят риски, облегчающие установку колонны в стакан фундамента или на оголовки подколоники. Колонну, установленную в стакан фундамента, центрируют до совпадения риска с рисками на верхней плоскости фундамента. Предлагается способ выверки конструкций в вертикальной плоскости, который позволяет использовать только один лазерный теодолит с двумя визирами.

Прибор состоит из двух визиров, которые проецируют на рабочей поверхности одно световое пятно в вертикальной проектной плоскости. В данной статье приводятся результаты исследования способов выверки

конструкций при монтаже в вертикальной плоскости. Выполнен анализ и исследование существующих способов выверки конструкций в вертикальной плоскости, используемых в условиях предприятий занимающихся монтажом металлических резервуаров. Результаты исследования показали, что применяемые способы выверки в вертикальной плоскости имеют ряд недостатков, в частности после выверки требуется производить дополнительные расчеты. А также для выверки скользящей опалубки, колонн и стеновых панелей используют несколько теодолитов, в том числе с вертикальной разверткой.

Также исследованы лазерные приборы и теодолиты с визуальной системой. Однако все рассмотренные способы с применением этих приборов достаточно трудоемки и при этом применяется значительное количество инструментов и оборудования. Предлагаются устройства для контроля формы и расположения плоских поверхностей, использующих принцип подобия треугольников, позволяющий получить прямую линию пересечения лазеров в пространстве параллельную отвесу. Разработанные устройства дешевы, просты в применении и изготовлении. При использовании предлагаемой методики отпадает необходимость задействования нескольких рабочих и дорогостоящих устройств. Разработанные устройства позволяют значительно сократить время выверки строительных конструкций в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- существующие способы выверки конструкций в вертикальной плоскости имеют ряд недостатков: необходимость задействования нескольких рабочих и не менее двух теодолитов, либо использование дорогостоящих сканеров, сложность и трудозатратность работ.

- разработано устройство для контроля формы и расположения плоских поверхностей, использующее принцип подобия треугольников, позволяющее получить прямую линию пересечения лазеров в пространстве параллельную отвесу.

- разработано кулачковое устройство для контроля формы и расположения плоских поверхностей, у которого профиль фасонного кулачка выполнен с условием $\cos \beta = \cos \alpha * R/L$, где α – угол поворота первого лазера, β – угол поворота второго лазера, R – расстояние между лазерами, L – расстояние от первого лазера до контролируемой поверхности, что позволяет получить прямую линию пересечения лазеров в пространстве, перпендикулярную подставке.

- разработанные устройства дешевы, просты в применении и изготовлении;

- при использовании данной методики отпадает необходимость задействования нескольких рабочих и дорогостоящих устройств;

- разработанные устройства позволяют значительно сократить время выверки строительных конструкций в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Ключевые слова: выверка конструкции, лазерный теодолит, лазерные визиры, световое пятно, лазерный луч.

Information about the authors:

Goltsev Anatoly Grigoryevich, Associate Professor, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; AGoltsev-vko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9449-4405>

Kurmangaliyev Timur Bolatovich, candidate of technical sciences, senior lecturer, East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbaev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; nomad007@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5387-4439>

Sherov Karibek Tagayevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Karaganda state technical university, Karaganda, Kazakhstan; shkt1965@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0209-180X>

Sikhimbayev Muratbay Ryzdikbayevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Karaganda economic university of Kazpotreboysuz, Karaganda, Kazakhstan; smurat@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8763-6145>

Absadykov Bakhyt Narikbayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Corresponding member of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan; b_absadykov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7829-0958>

Mardonov Bakhtiyor Teshayevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan; mbt69@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8386-0182>

Yessirkepova Aym Bakytbekovna, doctoral candidate, Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan; bopany@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4524-5135>

REFERENCES

- [1] Girshberg M.A. Geodesy [Text]: textbook / M.A. Girshberg. ed. stereotype. M.: INFRA-M, 2016. 383 p. (in Russ.).
- [2] Ilyinykh E.A., Goltsev A.G. Master's thesis "Efficiency of application of a new method of laser alignment in the installation of building structures". EKSTU. D. Serikbayeva, 2014. 65 p. (in Russ.).
- [3] Goltsev A.G., Ipalakov T.T., Bolshakov D.V. The method of reconciliation of building structures by laser device in the vertical plane during installation // International scientific Conf. "Geodesy, Geoinformatics, cartography, surveying": collection of materials in 2 t. Novosibirsk: SGGa, 2014. Vol. P. 98-103 (in Russ.).
- [4] Spiridonov A.I. Theodolites: a scientific publication. M.: Nedra, 1985. 200 p. (in Russ.).
- [5] Kagramanov P.A., Machabeli sh. I. Installation of prefabricated multi-storey civil and industrial buildings. M.: Stroizdat, 1987 (in Russ.).
- [6] Nesterenko, M.S. Engineering geodesy: textbook for University students studying in the specialty "Industrial and civil construction" / M. S. Nesterenok; M-in higher and secondary special education of the USSR. Minsk: higher school, 1986. 192 p. (in Russ.).
- [7] Yakovlev N.V. Higher geodesy: textbook for students of geodetic specialties of universities / N.V. Yakovlev; State Committee of the USSR for national education. M.: Nedra, 1989. 446 p. (in Russ.).
- [8] Khmyrova E.N. Applied geodesy: textbook / Karaganda: KarSTU, 2013. 269 p. (in Russ.).
- [9] Bronstein G.S. Construction of the geodesic grid. M.: Nedra, 1984. 160 p. (in Russ.).
- [10] Feklichev V.G. Universal theodolite-immersion method. M.: Nauka, 1967. 132 p. (in Russ.).
- [11] Mikolsky Yu.N. Reconciliation and alignment of industrial equipment: scientific edition / Yu.N. Nikolsky. Kiev: Budivelnik, 1970. 188 p. (in Russ.).
- [12] Bychkov O.D. Levels and microlevelly and their application to geodetic alignment of structures: scientific publication / O.D. Bychkov. M.: Nedra, 1973. 112 p. (in Russ.).
- [13] Dzhulamanov T.D. Investigation of the possibility of using the laser prefix PL-1 for reconciliation of crane tracks of tower cranes in the construction of underground structures // Bulletin of the National engineering Academy of Kazakhstan. 2004. N 3. P. 139-142. (in Russ.).
- [14] Kurmangaliyev T.B., Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Sikhimbayeva D.R., Musaev M.M., Mazdubai A.V. et al. (2018). Experimental study of optimal parameters of pneumatic motor of vibration table for inertial vibroabrasive machining the parts on the basis of beryllium oxide // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 5, N 431. P. 184-191. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.24> ISSN 2518-170X. (Online), ISSN 2224-5278 (Print). (in Eng.).
- [15] Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Absadykov B.N., Sikhimbayeva D.R., Buzauova T.M., Karsakova N.G., Gabdysalyk R. Control's accuracy improvement and reduction of labor content in adapting of ways of metalcutting tools // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 6, N 432. P. 170-179. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170x.47>, ISSN 2518-170X. (Online), ISSN 2224-5278 (Print). (in Eng.).
- [16] 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.).
- [17] Handbook of engineering geodesy. Ed. M.: Nedra, 1998. P. 279-282 (in Russ.).
- [18] Laser surveying instruments in construction / edited by V. S. Sytnik. M.: Stroizdat, 1988 (in Russ.).
- [19] Goltsev A.G. Kurmangaliyev T.B. Device for controlling the shape and location of flat surfaces. [RK patent for utility model No. 614] application No. 2009/049. 2. (in Russ.).
- [20] Goltsev A.G. Kurmangaliyev T.B. Device for controlling the shape and location of flat surfaces. [RK patent for utility model No. 614] application No. 2009/049.2. (in Russ.).