

УДК 528.482:69.059.032

DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-5-14-24

Технологическая схема определения геометрических параметров подкрановых конструкций инженерных сооружений на подрабатываемых территориях

Г. А. Уставич¹, Е. А. Олейникова¹, И. А. Мезенцев¹,
А. С. Горилько^{1*}, Е. В. Ситникова¹, Р. Р. Ханнанов¹

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: cahek28@mail.ru

Аннотация. При эксплуатации горнорудных месторождений расположенные на подрабатываемых территориях инженерные сооружения в целом или отдельные строительные конструкции подвергаются деформационным процессам в вертикальной и горизонтальной плоскостях вследствие смещений земной поверхности. Для обеспечения их нормальной работы необходимо с заданной циклическостью выполнять определенный комплекс геодезических и маркшейдерских работ по определению деформационного состояния как подрабатываемых территорий, так и расположенных на них инженерных сооружений, а также применяемого технологического оборудования. При этом оперативность и достоверность полученных результатов измерений в значительной степени зависит от принятой технологической схемы выполнения комплекса работ. Кроме того, объем выполняемых геодезических измерений должен соответствовать требованиям нормативных документов. К таким строительным конструкциям инженерных сооружений относятся подкрановые конструкции, включающие в себя колонны, подкрановые балки и пути. Для определения их геометрических параметров соответствующими нормативными документами регламентируется методика выполнения измерений. Однако, эта рекомендуемая методика, во-первых, технологически устарела, во-вторых, ее использование в целом ряде случаев не обеспечивает требуемую точность измерений и, в-третьих, не позволяет выполнить весь объем инженерно-геодезических измерений на подрабатываемых территориях. В статье приводится технологическая схема определения геометрических (деформационных) параметров подкрановых конструкций с применением тахеометров, которая обеспечивает требуемую точность измерений и, в зависимости от сложившейся на данный момент ситуации на подрабатываемых территориях, может быть реализована предлагаемой схемой.

Ключевые слова: подкрановые конструкции, деформации инженерных сооружений, подкрановые пути, тахеометр, крен колонн, смещение фундаментов колонн

Введение

В состав комплекса работ, которые выполняются при разработке рудных месторождений, входят маркшейдерские и геодезические работы, предназначенные для определения деформационного состояния подрабатываемых территорий (например, карьеры, угольные шахты), а также расположенных на них инженерных сооружений. Требования к выполнению данных работ регламентируются нормативными документами [1–4]. Так, пунктом 4.9 документа [1] предписывается определять геометрические параметры подкрановых путей мостовых кранов, а также крен колонн и расстояния между ними в продольном и поперечном направлениях. Подкрановые

пути, наряду с подкрановыми балками, представляют собой подкрановые конструкции, которые опираются на стальные или железобетонные колонны.

Для нормальной эксплуатации мостовых кранов, согласно требованиям нормативного документа [1], проводятся соответствующие геодезические измерения по определению их геометрических параметров. К настоящему времени разработан целый ряд методик по выполнению данных измерений. После выполнения измерений определяются участки подкрановых путей, геометрические параметры которых не удовлетворяют требованиям нормативного документа [1], вследствие чего возникает необходимость в проведении рихтовочных работ. Эти рихтовочные

работы проводятся в системе «подкрановые балки – подкрановые пути» путем перемещения в плане и по высоте рельсов обоих рядов.

Однако, применительно к эксплуатации инженерных сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях, геометрические параметры подкрановых конструкций изменяются вместе с изменением геометрических параметров данного инженерного сооружения в целом, а последние – со смещениями подрабатываемой территории. Поэтому в данном случае при принятии решения о проведении рихтовочных работ необходимо принимать во внимание динамику развития общего деформационного состояния инженерного сооружения и смещения земной поверхности. Для оценки такого состояния в каждом цикле необходимо выполнять комплекс работ, который должен включать в себя следующие инженерно-геодезические измерения:

- определение деформационного состояния инженерного сооружения в целом;
- определение осадок фундаментов колонн;
- определение крена колонн, а также расстояний между осями колонн в продольном и поперечном направлениях на уровне их низа и верха;
- определение геометрических параметров подкрановых путей (ширина колеи, превышение между головками рельсов в продольном и поперечном направлениях, а также расстояние между осями рельсов).

Существующая технологическая схема измерений не предусматривает производство указанного комплекса измерений в одном (каждом) цикле и выполнение анализа общего деформационного состояния инженерного сооружения; производятся только измерения по определению геометрических параметров подкрановых путей.

Поэтому целью настоящей работы является совершенствование технологической схемы производства геодезических измерений по определению деформационного состояния инженерных сооружений и геометрических параметров подкрановых конструкций, расположенных на подрабатываемых территориях.

Материалы, методики измерений и анализ

Определение деформационного состояния инженерных сооружений и применяемого технологического оборудования, согласно требованием п. 4.9 нормативного документа [1], состоит из указанных выше работ в строгой последовательности их выполнения.

С учетом особенностей рельефа подрабатываемых территорий определение осадок инженерных сооружений целесообразно выполнять тригонометрическим нивелированием короткими лучами [5–13]. Определение осадок и деформаций данным способом может производиться из середины или веерообразным способом. Требования к выполнению такого нивелирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к выполнению тригонометрического нивелирования осадочных марок

Параметр	Значение
Максимальная длина плеч при визировании на деление шашечной рейки	50 м
Точность уровня на рейке, не менее	10'
Допуск на неравенство плеч	10 мм
СКО измерения расстояния, не более	2 мм + 2мм/км
Высота визирования на рейку, не более	0,5 м
Длина визирного луча, не более	30,0
СКО измерения горизонтального угла и угла наклона, не более	2,0"
Число приемов на станции	1
СКО измерения превышения на станции, не более	0,50 мм
Невязка в ходе, не более	$0,5\sqrt{n}$
Число станций в нивелирном ходе не более	20
Число направлений нивелирного хода (число горизонтов)	2
СКО определения координат x , y на станции, не более	2,0 мм

Допустимое неравенство плеч, равное 10 м, обосновано тем, что при остаточном влиянии места нуля даже в $2,0''$ (при двух кругах) получаемые на станции превышения будут отягощены ошибкой не более 0,10 мм.

В связи с тем, что инженерные сооружения располагаются на подрабатываемой территории, цикличность выполнения измерений по пунктам и осадочным маркам должна совпадать. В этом случае достоверность получения зависимости деформационных характеристик инженерного сооружения и применяемого оборудования от величин смещения подрабатываемой территории будет наиболее значима. В связи с этим целесообразно производить наблюдения сначала за пунктами под-

рабатываемой территории, а затем за осадочными марками инженерного сооружения.

Наблюдения за инженерным сооружением начинаются с привязки тахеометром, установленным над пунктом M , осадочных марок к двум опорным пунктам профильной линии, в нашем случае – к пунктам A и B (рис. 1). Так как нивелирование выполняется тахеометром, то визирование на опорные пункты A и B производится на установленный на них отражатель или рейку с наклеенной пленкой, а при визировании на инженерное сооружение – на светоотражающую марку, например на марку № 1. При этом разность превышений, полученных после привязки к опорным пунктам A и A_1 , не должна быть больше 1,0 мм.

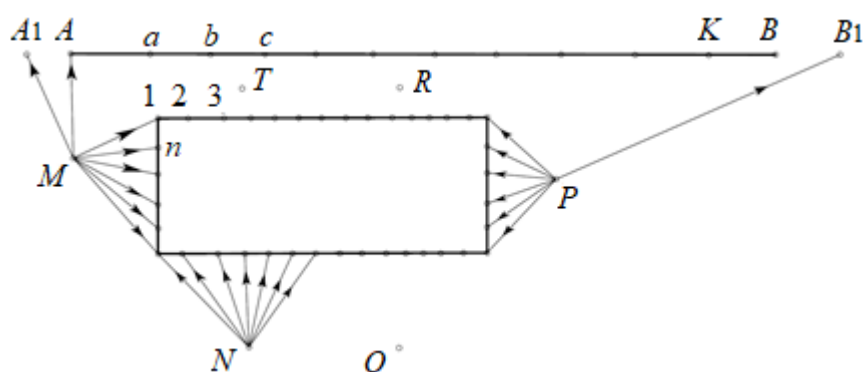


Рис. 1. Схема определения деформационного состояния инженерных сооружений по внешним маркам

После этого прокладывается замкнутый нивелирный ход вокруг инженерного сооружения в прямом и обратном направлениях или при двух горизонтах тахеометра в одном направлении. Если осадочные марки расположены снаружи инженерного сооружения, то схема выполнения нивелирования приведена на рис. 1, а если внутри, то на рис. 2. При передаче отметки внутрь инженерного сооружения в зимнее время необходимо применять шлюзование или передачу через стекло.

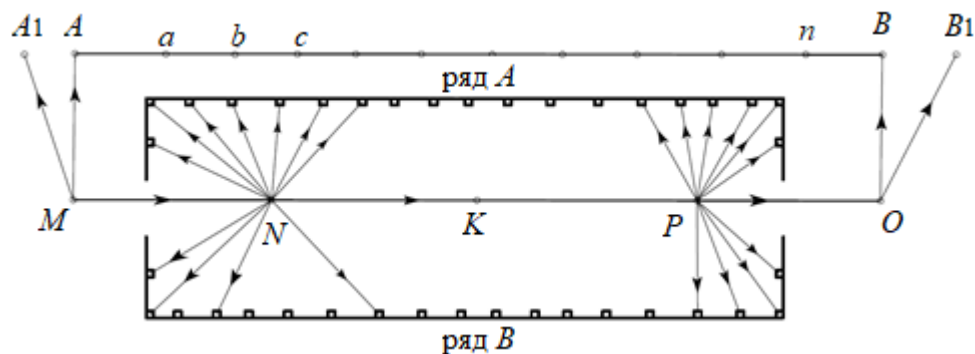


Рис. 2. Схема определения деформационного состояния инженерных сооружений по внутренним маркам

Допустимая невязка в нивелирном ходе подсчитывается по формуле $f_{\text{доп}} = 0,5\sqrt{n}$.

Определения горизонтальных смещений оснований инженерного сооружения удобно производить координатным способом. Для этого одновременно выполнением тригонометрического нивелирования производится определение координат x, y осадочных марок (светоотражающих пленок). В этом случае при выполнении измерений веерообразным способом сразу определяются три координаты x, y и H осадочных марок. Определение координат x, y осадочных марок на станции производится со СКО 1,5–2,0 мм. При этом если осадочные марки будут располагаться по внешнему периметру инженерного сооружения, то возможным будет определение смещения основания только этого сооружения. Остальные виды деформаций строительных конструкций, таких как смещение колонн и их крен, а также изменение геометрических параметров подкрановых путей мостовых кранов, определить будет сложно и со значительными ошибками. Поэтому при разработке проекта производства геодезических работ (ППГР) установку осадочных марок необходимо планировать на колоннах внутри инженерного сооружения (рис. 2). Кернение, или установка светоотражающих пленок, должно производиться по оси колонны с ошибкой не более 1,0 мм. Для этого предварительно измеряется ширина каждой колонны, а затем производится установка марок.

Важным моментом при определении координат x, y осадочных марок является закрепление точек N и K тахеометрического хода (см. рис. 2), над которыми будет центрироваться тахеометр. Их закрепление на бетонном полу удобно производить дюбелями. В этом случае будет обеспечиваться их долговременная сохранность, а также ошибка центрирования не более 1,0 мм.

Непосредственно методика выполнения измерений заключается в следующем. После установки тахеометра над пунктом M и привязки его к пунктам A и A_1 профильной линии производится передача координат на точку N . Затем веерообразным способом полным приемом производится определение координат x, y и H марок на колоннах. После этого на стан-

ции N производится определение координат следующей станции K .

Завершающим этапом выполнения измерений внутри инженерного сооружения является передача координат на закрепленный пункт O , а затем его привязка к пунктам B и B_1 профильной линии.

По окончании выполнения измерений необходимо оценить качество определения координат x, y (допустимую невязку). Так как определение координат x, y производится непосредственно во время измерений с ошибкой не более 2,0 мм, то, по аналогии с нивелированием, контроль качества предварительно можно оценить по формуле

$$f_{\text{доп}} = 2,0 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (1)$$

где n – число станций, на которых определялись координаты x, y .

При числе колонн, равным, например 17, будет 16 условных станций, и тогда допустимая невязка в ходе будет равна 8,0 мм. Под станцией в данном случае понимается пара колонн, между которыми находится разность координат.

Так как в каждом инженерном сооружении имеется два ряда колонн, ряд A и ряд B (см. рис. 2), то невязку необходимо подсчитывать отдельно для каждого ряда. Если величина невязки оказалась недопустимой для одного из рядов, то повторные измерения выполняются только для этого ряда колонн.

Распределение полученной невязки также, как и при нивелировании, производится на каждую станцию.

На основании полученных координат после каждого цикла измерений будем иметь:

- приращение координат $\Delta x, \Delta y$ и ΔH ;
- расстояние между рядами A и B ;
- величины осадок колонн каждого ряда.

По изменению расстояний между колоннами можно судить о характере и величине их смещений друг относительно друга в том числе и на отдельных участках. Далее, имея координаты опорных пунктов, расположенных на исследуемой подрабатываемой территории, а также координаты колонн, можно судить о характере и величине смещения инженерного сооружения в целом.

Определение крена колонн необходимо производить в продольном и поперечном направлениях.

Определение крена в поперечном направлении целесообразно выполнять определением координат или измерением горизонтальных проложений. Для этого наверху каждой колонны, выше подкрановых путей мостовых кранов, по их осям примерно на одной высоте также устанавливаются светоотражающие марки (рис. 3). После этого, если высота колонн не превышает 8–10 м, по сере-

дине цеха инженерного сооружения в точке N устанавливается тахеометр и измеряются горизонтальные проложения, например, aN , bN , cN и dN . С одной станции можно выполнить измерения на 3–4 пары колонн (для рядов A и B). После этого вычисляется крен колонн. Для первого численного ряда колонн будем иметь

$$\begin{aligned} q_A &= bN - aN; \\ q_B &= cN - dN. \end{aligned} \quad (2)$$

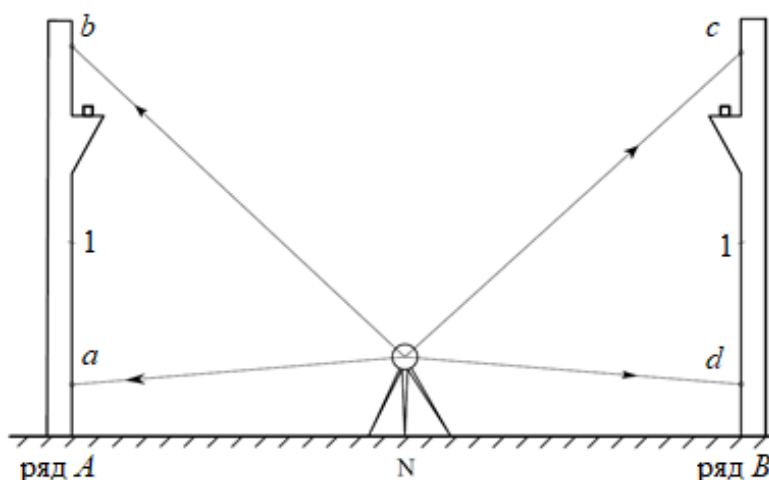


Рис. 3. Схема определения крена колонн с установкой тахеометра посередине здания

Если высота колонн превышает 8–10 м, и визирование необходимо будет выполнять при больших углах наклона зрительной трубы, то тогда измерения выполняются по схеме, приведенной на рис. 4. В этом случае тахеометр устанавливается ближе к каждому ряду колонн. Так для определения крена первой колонны ряда A тахеометр устанавливается в точке C , а ряда B – в точке D .

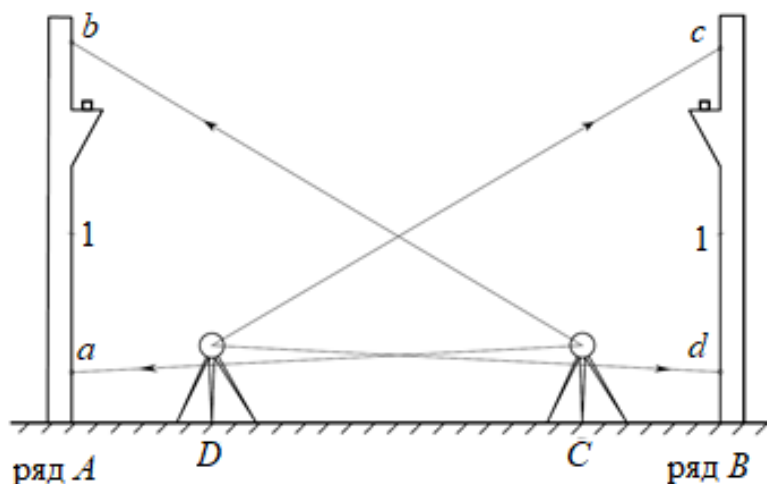


Рис. 4. Схема определения крена колонн со смещением установки тахеометра

В этом случае СКО определения крена колонн данным способом не будет превышать 3,0 мм, что удовлетворяет требованиям нормативных документов.

Определение крена колонн в поперечном направлении целесообразно выполнять коллимационной плоскостью. Для этого используются марки, заложенные внизу и вверху

каждой колонны. В этом случае измерения выполняются отдельно для каждой пары колонн.

Определение изменений геометрических параметров подкрановых путей мостовых кранов производится с учетом допусков, регламентируемых нормативными документами [14–16] и приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные величины предельных отклонений размеров и планово-высотного положения рельсовых путей кранов

Отклонение		Величина предельного отклонения, мм			
Обозначение	Описание	Класс допусков 1	Класс допусков 2	Класс допусков 3	Класс допусков 4
A_{w1}	Отклонение размера колеи (пролета), измеренной по осям рельсов рельсового пути (для кранов мостового типа) в любой точке пути	Для пролетов $S \leq 16$ ± 10 Для пролетов $S > 16$ м $\pm(10 + 0,25(S-16))$	Для пролетов $S \leq 16$ ± 16 Для пролетов $S > 16$ $\pm(16 + 0,25(S-16))$	Для пролетов $S \leq 16$ ± 25 Для пролетов $S > 16$ $\pm(25 + 0,25(S-16))$	Для пролетов $S \leq 16$ ± 40 Для пролетов $S > 16$ $\pm(40 + 0,25(S-16))$
B_{w1}	Отклонение от прямолинейности оси рельса в горизонтальной плоскости в любой точке рельсового пути крана	± 10	± 20	± 40	± 80
E_{w1}	Превышение одного рельса над другим, измеренное в любой плоскости, перпендикулярной направлению рельсового пути крана	± 10	± 20	± 40	± 80

При применении высокоточного тахеометра имеется возможность сразу определить три основных геометрических параметра путей: их непрямолинейность, ширину колеи и превышение между головками рельса. При выполнении измерений определяются координаты x , y и H оси головки рельса на каждой колонне рядов A и B . По полученным координатам и определяются указанные выше параметры.

Во время выполнения измерений тахеометр устанавливается на подкрановых путях. При этом схема измерений может изменяться в зависимости от ширины колеи

и длины подкрановых путей, а также от степени влияния вибрации и турбулентности воздуха на уровне путей. Последние два фактора имеют место при работающем оборудовании.

Так, если длина путей не превышает 100–120 м и практически отсутствует влияние вибрации на уровне путей, то измерения выполняются одним створом [17] с применением следующей схемы (рис. 5). В точке A , находящейся в начале подкранового пути (до первой колонны), на расстоянии $l_1 = 300\text{--}350$ мм от оси рельса на низком штативе устанавливается тахеометр, а в точке B , также на расстоянии

$l_n = 300\text{--}350$ мм от оси рельса, устанавливается хорошо видимая визирная цель. Для удобства выполнения измерений и последующих вычислений необходимо соблюдать условие, чтобы $l_1 = l_n$ с ошибкой не более $1,0\text{--}2,0$ мм.

Тем самым задаваемый тахеометром створ AB будет параллельным оси рельса $A'B'$, и он принимается за ось x . За ось y принимается направление, перпендикулярное оси $A'B'$ подкранового пути.

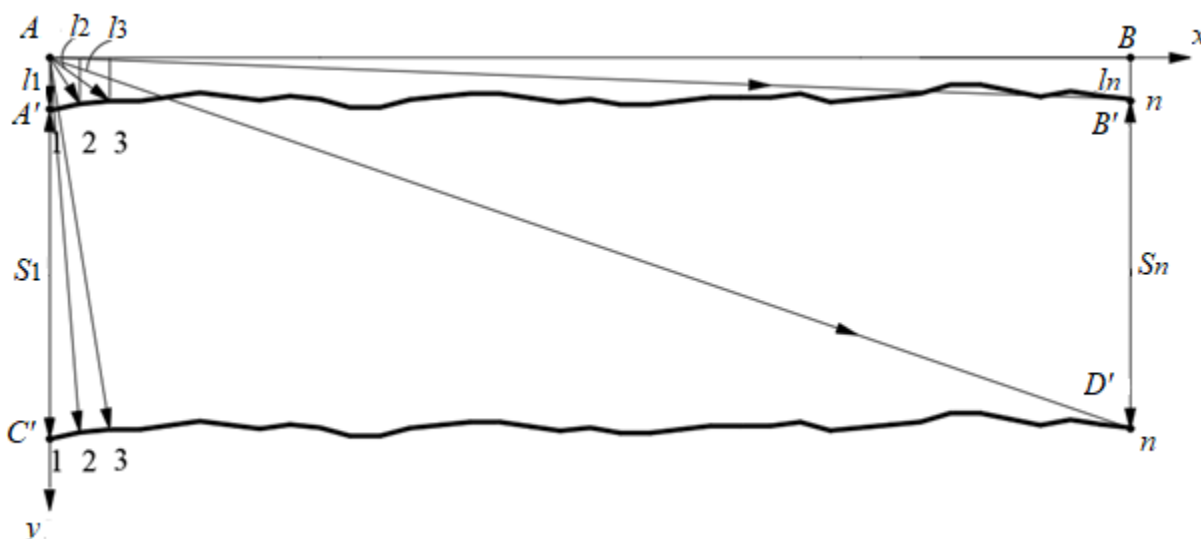


Рис. 5. Определение геометрических параметров коротких подкрановых путей тахеометром

Затем, после приведения тахеометра в рабочее положение, наведения зрительной трубы на визирную цель и взятия отсчета по горизонтальному кругу вводятся данные, равные $x_{\text{нач}} = 000$ мм, $y_{\text{нач}} = 200,0$ мм и $H_{\text{нач}} = 1\,000,0$ мм, и приступают непосредственно к измерениям. Для уменьшения влияния наклона отражателя можно применять светоотражающую пленку, которая устанавливается на ось рельса напротив первой колонны, и определяются ее координаты x_1 , y_1 и H_1 . После этого пленка устанавливается напротив второй колонны, затем третьей и т. д. до конца рельсового пути, до точки B' .

В результате выполненных измерений по оси $A'B'$ рельсового пути получим:

- разность $x_{\text{нач}} - x_1$ расстояние от тахеометра до первой колонны;
- разность $y_{\text{нач}} - y_1$ дает расстояние l_1 от створа AB до оси рельса на первой колонне;
- разность $H_{\text{нач}} - H_1$ дает отметку головки рельса на первой колонне.

Аналогичным образом будут получены результаты измерений и для остальных колонн ряда. По окончании выполнения измерений необходимо снова навестись на визир-

ную цель B с целью проверки ориентирования зрительной трубы путем взятия повторного отсчета по горизонтальному кругу; разность отсчетов не должна превышать $2,0\text{--}3,0''$.

После этого измерения выполняются и по противоположному рельсу. При этом тахеометр остается в точке A .

По окончании измерений геометрические параметры путей вычисляются следующим образом. Ширина колеи S_1 определяется как разность координат y_1 первых колонн двух рядов, а S_2 – как разность координат y_2 вторых колонн двух рядов и т. д. Непрямолинейность осей $A'B'$ и $C'D'$ рельсов определяется как разности l_n по каждому ряду. Превышение одного рельса над другим определяется как разность отметок головок между смежными колоннами вдоль каждого створа, а также в поперечном их направлении.

Если длина путей превышает $100\text{--}120$ м, то измерения выполняются последовательными параллельными створами следующим образом (рис. 6). После задания створа AB измерения выполняются до той колонны, пока до нее не будет хорошая видимость на отражающую пленку. Допустим, это будет ко-

лонна № 12. Затем зрительная труба визируется на визирную цель B (тем самым задается створ, параллельный $A'B'$), и способом бокового нивелирования напротив колонны № 12 намечается точка M . После этого тахеометр переносится и центрируется над этой точкой

M с ошибкой не более 1,0 мм, а зрительная труба наводится на визирную цель B . Этими действиями тахеометр устанавливается в общем створе AB и частный створ MB будет его составной частью. После этого измерения продолжают для остальных колонн ряда.

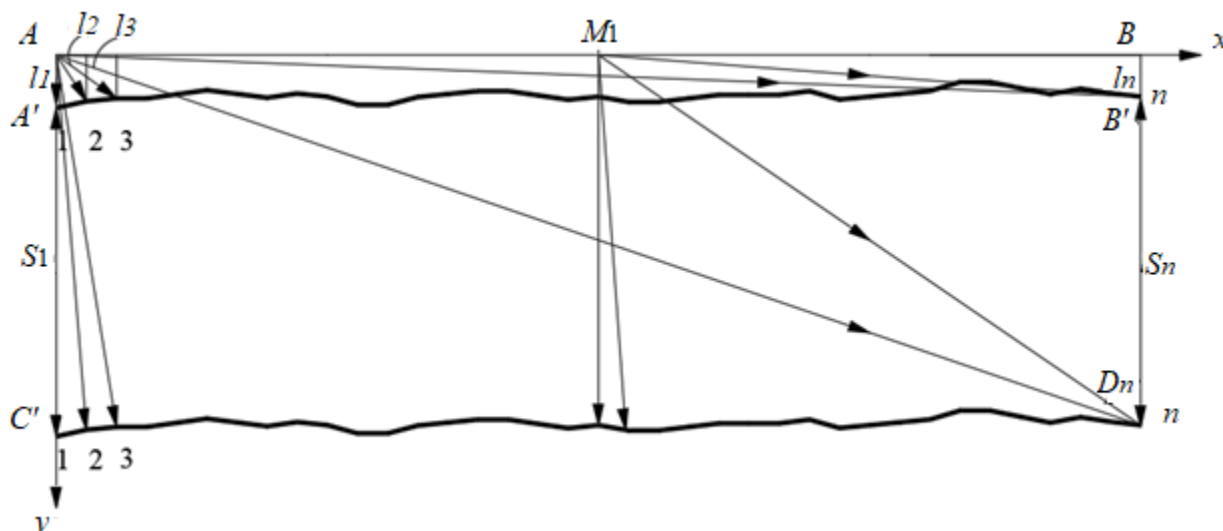


Рис. 6. Определение геометрических параметров длинных подкрановых путей тахеометром

Если, например, нет возможности завершить измерения с точки M , то тахеометр аналогичным образом переносится и устанавливается в точке M_1 , с которой снова продолжают измерения.

В тех случаях, когда ширина колеи превышает 30 м, и влияние внешних условий не позволяет выполнять измерения путем установки тахеометра на одном ряду, то эти измерения аналогичным образом необходимо выполнять путем дополнительной установки тахеометра и на втором ряду.

Если после выполнения измерений будут обнаружены значительные изменения геометрических параметров, то, с целью прогноза развития деформаций, должен решаться вопрос о проведении выполнения следующих дополнительных циклов.

Выводы

В результате выполненных исследований были получены следующие результаты.

1. Усовершенствована технологическая схема производства инженерно-геодезичес-

ких работ с применением высокоточных тахеометров по определению деформационного состояния инженерных сооружений в целом, их отдельных строительных конструкций и подкрановых путей на подрабатываемых территориях, например, угольных месторождениях. При этом в качестве допустимых величин смещений инженерных сооружений, а также применяемого технологического оборудования, принимались допуски, указанные в существующих нормативных документах. Применение данной технологической схемы позволяет производить инженерно-геодезические измерения с необходимой точностью и увеличить производительность их выполнения в стесненных условиях. Предлагаемая схема выполнения работ позволяет получить результаты измерений, которые повышают достоверность величин и характер происходящих деформаций, а при последующем их использовании выполнить прогнозирование развития деформаций инженерных сооружений в целом, отдельных строительных конструкций, а также подкрановых путей на подрабатываемых территориях.

2. Так как рекомендуемая нормативным документом [15] методика определения геометрических параметров отдельных строительных конструкций в целом ряде случаев не может быть применена на производстве, то нами рекомендуется внести изменения в данный документ в части применения указанных разработок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М. : Недра, 1989. – 112 с.
2. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях. – М. : Недра, 1989.
3. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л. : ВНИМИ, 1972. – 165 с.
4. РД 07-603–03. Инструкция по производству маркшейдерских работ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Бесимбаева О. Г., Хмырова Е. Н., Бесимбаев Н. Г. Анализ точности инструментальных наблюдений // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 5. – С. 15–18.
6. Никонов, А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины при визировании над разными подстилающими поверхностями // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 28–33.
7. Никонов А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 26–35.
8. Никонов А. В. Методика тригонометрического нивелирования первого и второго разрядов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 39–45.
9. Уставич Г. А., Рахымбердина М. Е., Никонов А. В., Бабасов С. А. Разработка и совершенствование технологии инженерно-геодезического нивелирования тригонометрическим способом // Геодезия и картография. – 2013. – № 6. – С. 17–22.
10. Уставич Г. А., Никонов А. А., Сальников В. Г., Рябова Н. М., Горилько А. С. Методика выполнения нивелирования III и IV классов тригонометрическим способом // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80, № 7. – С. 2–11.
11. Беспалов Ю. И., Дьяконов Ю. П., Терещенко Т. Ю. Наблюдение за осадками зданий и сооружений способом тригонометрического нивелирования // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 8–10.
12. Гордеев В. А., Раева О. С. Сопоставление точности геометрического и тригонометрического нивелирования при создании маркшейдерских высотных сетей // Изв. вузов. Горный журнал. – 2014. – № 6. – С. 79–84.
13. Щерба О. С. Методы тригонометрического нивелирования при маркшейдерских наблюдениях на профильных линиях // Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура. – 2011. – № 16 (233). – С. 53–55.
14. ГОСТ 24846–2019. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. ГОСТ Р 56944–2016. Пути наземные рельсовые крановые. Общие технические требования [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
16. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве СНиП 3.01.03–84 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
17. Уставич Г. А., Сальников В. Г., Рябова Н. М., Соболева Е. Л. Совершенствование программ створных измерений координатным способом // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 78–97.

Об авторах

Георгий Афанасьевич Уставич – доктор технических наук, профессор кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Елена Алексеевна Олейникова – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Иван Абид оглы Мезенцев – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Александр Сергеевич Горилько – преподаватель.

Екатерина Васильевна Ситникова – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Рустем Рашитович Ханнанов – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Получено 28.04.2023

© Г. А. Уставич, Е. А. Олейникова, И. А. Мезенцев,
А. С. Горилько, Е. В. Ситникова, Р. Р. Ханнанов, 2023

Technological scheme for determining geometric parameters of crane structures of engineering structures in the territories under construction

G. A. Ustavich^{1*}, E. A. Oleynikova¹, I. A. Mezentsev¹,
A. S. Gorilko^{1*}, E. V. Sitnikova¹, R. R. Khannanov¹

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: cahek28@mail.ru

Abstract. During the operation of mining deposits located on the territories under development, engineering structures as whole or individual building structures are subjected to deformation processes in the vertical and horizontal planes due to displacements of the Earth's surface. To ensure their normal operation, it is necessary to perform a certain set of geodetic and surveying works with a given cycle to determine the deformation state of both the territories being worked on and the engineering structures located on them, as well as the technological equipment used. At the same time, the efficiency and reliability of the measurement results obtained largely depends on the accepted technological scheme for performing a set of works. In addition, the volume of geodetic measurements performed must comply with the requirements of regulatory documents. Such building structures of engineering structures include crane structures, including columns, crane beams and tracks. To determine their geometric parameters, the relevant regulatory documents regulate the measurement procedure. However, this recommended technique, firstly, is technologically outdated, secondly, its use in a number of cases does not provide the required measurement accuracy and, thirdly, does not allow performing the entire volume of engineering and geodetic measurements in the territories being worked on. The article presents a technological scheme for determining the geometric (deformation) parameters of crane structures with the use of total stations, which provides the required measurement accuracy and, depending on the current situation in the territories under construction, can be realized by the proposed scheme.

Keywords: crane structures, deformations of engineering structures, crane tracks, total station, roll of columns, displacement of column foundations

REFERENCES

1. Instructions for observing the movement of rocks and the Earth's surface during underground mining of ore deposits. (1989). Moscow: "Nedra" Publ., 112 p. [in Russian].
2. Instructions for observations of the movement of rocks, the Earth's surface and moonlit structures in coal and shale deposits. (1989). Moscow: "Nedra" Publ. [in Russian].
3. Methodological guidelines for determining the angles of inclination of the sides, slopes of ledges and dumps of quarries under construction and operated. (1972). Leningrad: Research Institute of Mining Geomechanics and Mine Surveying Publ., 165 p. [in Russian].
4. Working Documentation. RD 07-603-03 Instructions for the production of surveying works. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
5. Besimbayeva, O. G., Khmyrova, E. N., & Besimbayev, N. G. (2014). Analysis of the accuracy of instrumental observations. *Izvestia vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 5, 15–18 [in Russian].
6. Nikonov, A. V. (2013). Investigation of the accuracy of trigonometric leveling by the method from the middle when sighting over different underlying surfaces. *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 3(23), 28–33 [in Russian].
7. Nikonov, A. V. (2013). Investigation of the accuracy of trigonometric leveling by the method from the middle with the use of electronic total stations. *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 3(23), 26–35 [in Russian].

8. Nikonov, A. V. (2015). The method of trigonometric leveling of the first and second digits. *Izvestia vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 5/S, 39–45 [in Russian].
9. Ustavich, G. A., Rakhymberdina, M. E., Nikonov, A. V., & Babanov, S. A. (2013). Development and improvement of technology of engineering-geodetic leveling by trigonometric method. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 6, 17–22 [in Russian].
10. Ustavich, G. A., Nikonov, A. A., Salnikov, V. G., Ryabova, N. M., & Gorelko, A. S. (2019). Methods of leveling classes III and IV by trigonometric method. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 80(7), 2–11 [in Russian].
11. Bespalov, Yu. I., Dyakonov, Yu. P., & Tereshchenko, T. Yu. (2010). Observation of precipitation of buildings and structures by trigonometric leveling. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 8, 8–10 [in Russian].
12. Gordeev, V. A., & Raeva, O. S. (2014). Comparison of the accuracy of geometric and trigonometric leveling when creating surveying high-rise networks. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal]*, 6, 79–84 [in Russian].
13. Shcherba, O. S. (2011). Methods of trigonometric leveling during surveying observations on profile lines. *Vestnik YuUrGU. Seriya "Stroitel'stvo i arkhitektura" [Bulletin of SUSU. Series "Construction Engineering and Architecture"]*, 16(233), 53–55 [in Russian].
14. Standards Russian Federation. GOST 24846-2019. Methods of measuring deformations of the foundations of buildings and structures. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
15. Standards Russian Federation. GOST R 56944-2016. The tracks are ground rail crane. General technical requirements. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
16. Code of Practice. SP 126.13330.2017 Geodetic works in construction Building codes and regulations 3.01.03-84. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
17. Ustavich, G. A., Salnikov, V. G., Ryabova, N. M., & Soboleva, E. L. (2020). Improvement of gate measurement programs by coordinate method. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(2), 78–97 [in Russian].

Author details

Georgij A. Ustavich – D. Sc., Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Elena A. Oleynikova – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Ivan Abid ogly Mezentsev – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Alexander S. Gorilko – Teacher.

Ekaterina V. Sitnikova – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Rustem R. Khannanov – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Received 28.04.2023

© G. A. Ustavich, E. A. Oleynikova, I. A. Mezentsev,
A. S. Gorilko, E. V. Sitnikova, R. R. Khannanov, 2023