

Лекция 5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ: УСТРОЙСТВО ОПТИЧЕСКОГО ТЕОДОЛИТА

Оглавление

1. Классификация геодезических инструментов.....	1
2. Устройство оптического теодолита.....	3
3. Зрительная труба.....	8
4. Уровни.....	13
5. Современные теодолиты и тахеометры.....	14
6. Поверки оптических теодолитов.....	17

1. Классификация геодезических инструментов

Геодезические инструменты и оборудование по назначению делят на следующие группы (рис. 5.1) [1]:

- *теодолиты* – для измерения горизонтальных и вертикальных углов;
- *нивелиры* – для измерения превышений;
- *дальномеры, мерные ленты, рулетки* и т.д. – для измерения расстояний;
- *тахеометры* – для производства планово-высотных топографических съёмок;
- *комплектующие* – рейки, штативы, оптические и механические центриры, буссоли и т.д.;
- *вспомогательные приборы и принадлежности* – масштабные линейки, транспортиры, планиметры и т.д.

По точности измерений геодезические приборы подразделяют на группы (рис. 5.1) [1]:

- *высокоточные* – для выполнения инженерно-геодезических работ высокой точности (наблюдение за деформацией сооружений и земной поверхности), при измерениях в плановых сетях 1 и 2 классов и высотных сетях I и II классов;
- *точные приборы* – для построения сетей сгущения и при инженерно-геодезических работах;
- *приборы повышенной точности* – для построения сетей сгущения, при инженерно-геодезических работах для решения научных, научно-технических задач;

- *приборы средней точности* – для создания сетей сгущения, при горизонтальной съёмке ответственных точек местности;
- *приборы технической точности* – для создания съёмочных сетей, топографической съёмки.

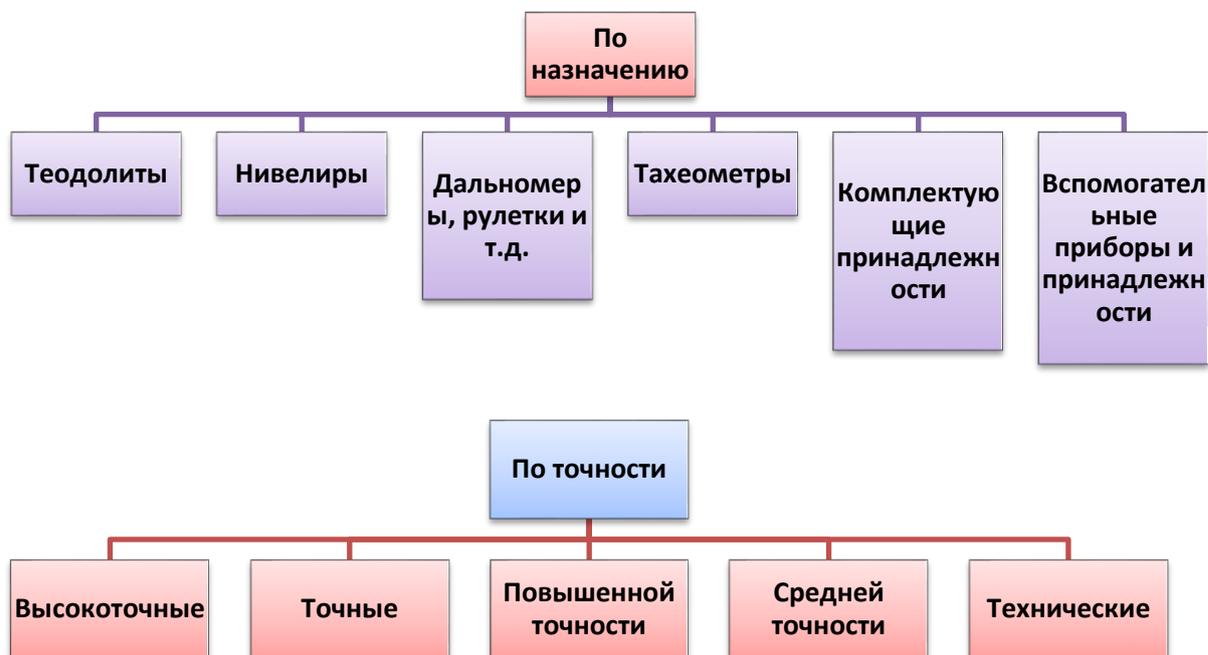


Рис. 5.1. Группы геодезических приборов по назначению и по точности

В табл. 5.1 приведены марки отечественных теодолитов и величина средней квадратической погрешности, соответствующая классам точности приборов.

Таблица 5.1

Марки отечественных теодолитов [2]

Класс точности прибора	Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла, сек	Марки теодолитов
Высокоточные	0,5-1,0	T05, T1
Точные	2,0-4,0	T2, 2T2, 3T2КП
Повышенной точности	5,0-10,0	T5, T5К, 2T5КП, 2T5А
Средней точности	15,0-20,0	T15, T15К, T15М, T15МКП
Технические	30,0-60,0	T30, 2T30П, T30М

Обозначения: Т – теодолит, цифра перед Т – номер серии, цифра после Т – средняя квадратическая погрешность в секундах, М – теодолит в маркшейдерском исполнении (такие теодолиты приспособлены к

работе в темноте – имеют электрическую подсветку отсчётного микроскопа), П – зрительная труба обеспечивает прямое изображение, К – при вертикальном круге имеется компенсатор угла наклона, заменяющий цилиндрический уровень при трубе, А – автоколлимационный окуляр.

До начала работ с прибором необходимо убедиться в его исправности, для этого должны быть выполнены поверки и, если необходимо, юстировки.

Поверка – выявление правильности взаимного расположения отдельных частей и осей прибора, определяющих соблюдение его геометрической схемы. *Юстировка* – исправление нарушенных условий взаиморасположения осей теодолита [1].

2. Устройство оптического теодолита

Рассмотрим устройство оптического теодолита на примере теодолита 2Т30П [3].

Любой теодолит крепится на раздвижной деревянный или металлический *штатив* (рис. 5.2, а). Штатив состоит из головки штатива, *станового винта* 3, 3-х ножек 2, на которых имеются наконечники, упоры, зажимные устройства. Штатив устанавливается над вершиной измеряемого угла с помощью *отвеса* 4 или оптического центра (рис. 5.2, а)

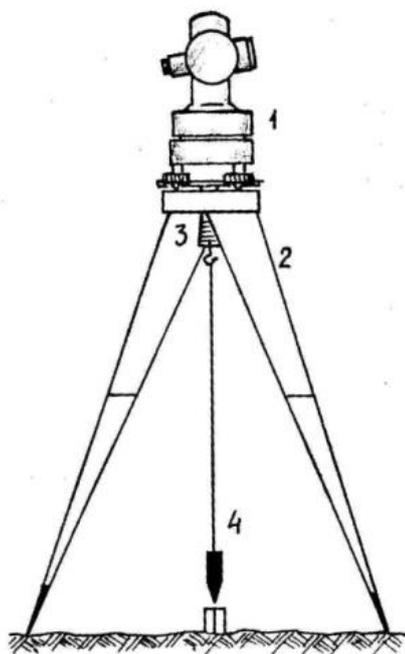
Теодолит крепится на штативе с помощью станового винта 2 (рис. 5.2, б). Подставка теодолита имеет три *подъёмных винта* 3.

Горизонтальные углы измеряют с помощью *горизонтального угломерного круга*, который состоит из *лимба* 6 и *алидады* 7. Лимб у оптических теодолитов – стеклянная пластинка, на которой нанесены деления от 0 до 360°. Алидада – отсчётное устройство.

На горизонтальном круге расположен *цилиндрический уровень* 12 горизонтального круга. Он служит для горизонтирования теодолита.

Для измерения вертикальных углов служит *вертикальный угломерный круг* 8. Он жёстко скреплён со *зрительной трубой* 9 и вращается вместе с ней.

а



б

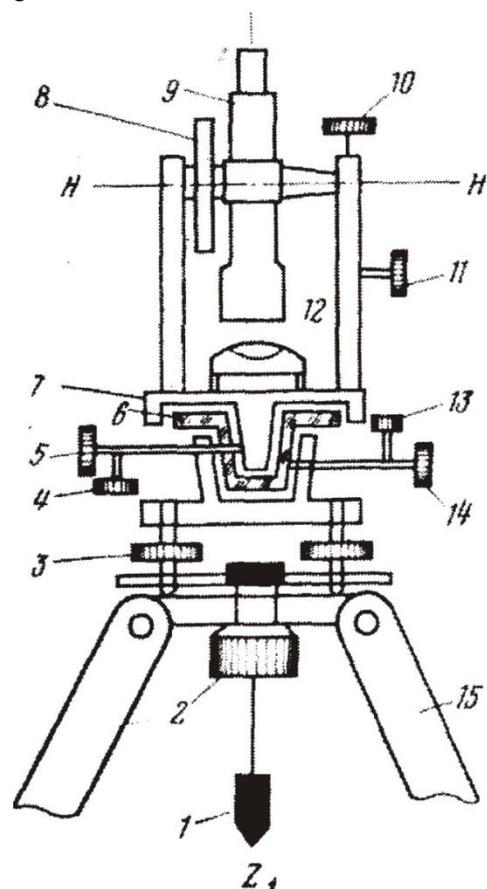


Рис. 5.2. Оптический теодолит: а – установка на штативе над вершиной угла; б – устройство [2.3] (пояснения в тексте)

При измерении углов отсчёты берут по *отсчётному микроскопу*, шкалы которого освещаются лучами, отражёнными *зеркалом подсветки*. Зеркало подсветки может также вращаться.

На вертикальном круге имеется гнездо для крепления *буссоли*, служащей для определения магнитного азимута направления.

Имеется несколько винтов – *закрепительных* и *микрометричных*: 13 и 14 – микрометричный и закрепительный винты лимба; 4 и 5 – микрометричный и закрепительный винты алидады; 10 – закрепительный винт трубы; 11 – микрометричный винт трубы.

Закрепительный винт (зажимной) – служит для закрепления определённой части прибора в неподвижном положении. Наводящий (микрометричный) винт служит для медленного и плавного вращения части прибора.

Основные оси теодолита [2]:

ZZ – вертикальная ось – ось вращения теодолита (рис. 5.3).

ТТ – горизонтальная ось – ось вращения трубы.

WW – визирная ось зрительной трубы – прямая, проходящая через центр объектива и сетку нитей.

VV – ось цилиндрического уровня горизонтального круга – касательная к внутренней поверхности уровня в нуль-пункте.

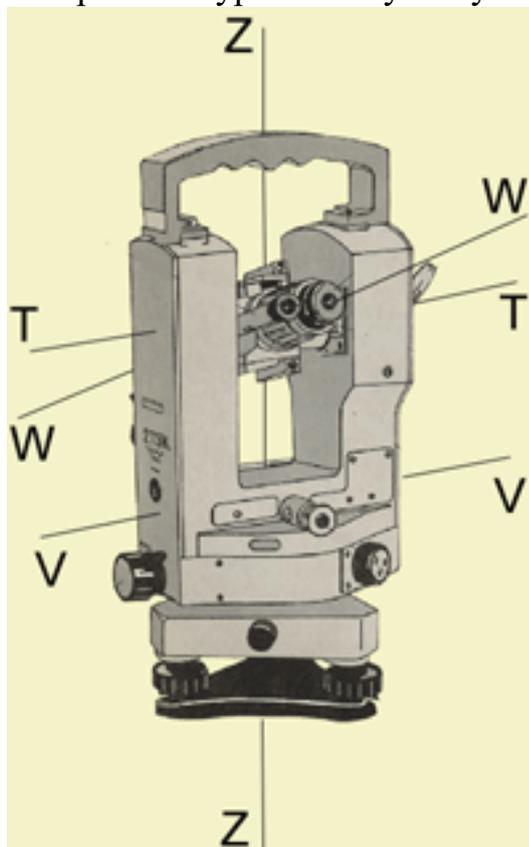


Рис. 5.3. Оси теодолита

Более точным теодолитом является технический теодолит Т15. Чем больше точность теодолита, тем больше его габариты. Основные части оптического теодолита Т15 обозначены на рис. 5.4.

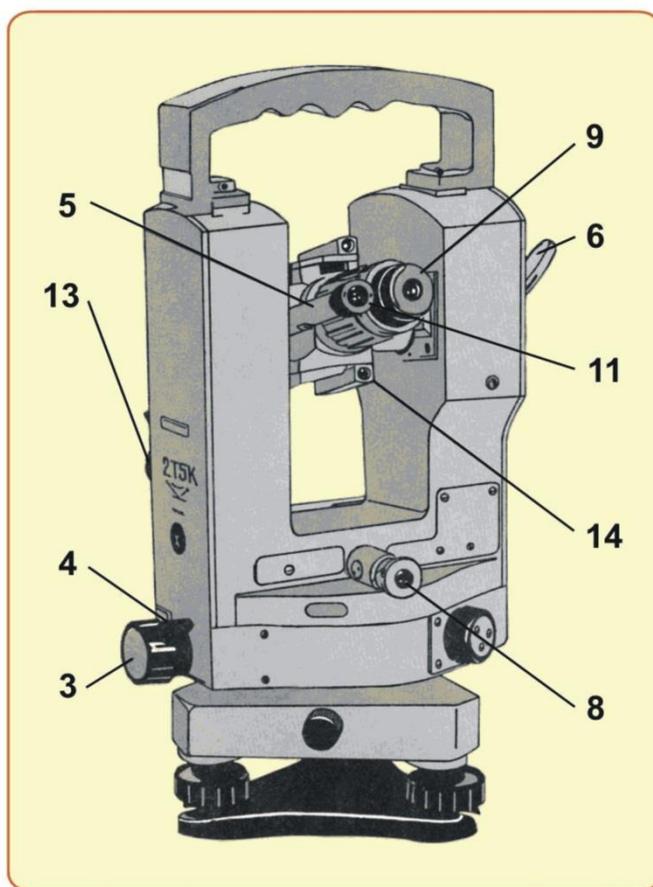


Рис. 5.4. Устройство теодолита Т15: 3 – микрометрический винт алидады; 4 – зажимной винт алидады; 5 – микроскоп; 6 – зеркало; 8 – оптический центрир; 9 – окуляр трубы; 11 – окуляр микроскопа; 13 – фокусирующий винт трубы; 14 – грубый визир

Устройство оптического теодолита ГЕОВОХ ОТ-05 показано на рис. 5.5.

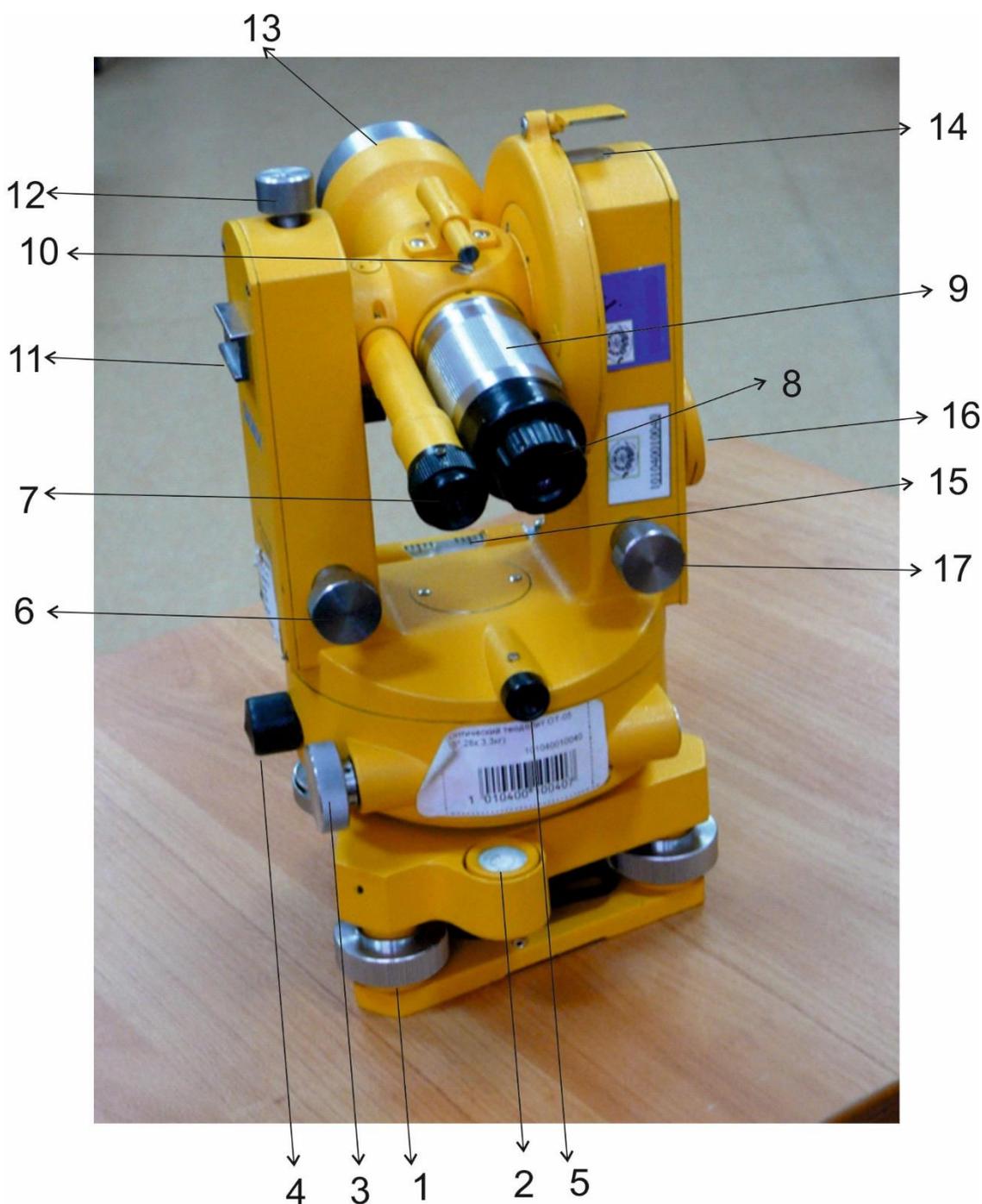


Рис. 5.5. Устройство оптического теодолита GEOBOX OT-05: 1 – подъёмный винт, 2 – круглый уровень, 3 – микрометрический винт горизонтального круга, 4 – закрепительный винт горизонтального круга, 5 – окуляр оптического визира, 6 – микрометрический винт трубы, 7 – окуляр микроскопа, 8 – окулярное (диоптрийное) кольцо трубы, 9 – винт фокусировки трубы, 10 – грубый визир, 11 – гнездо для установки буссоли, 12 – закрепительный винт трубы, 13 – объектив трубы, 14 – цилиндрический уровень при трубе, 15 – цилиндрический уровень при горизонтальном круге, 16 – зеркало подсветки микроскопа, 17 – винт настройки пузырька цилиндрического уровня при трубе

Перечислим основные части теодолита.

1. *Подставка* (треугольное плато) с *тремя подъёмными винтами* в его вершинах, крепится на штативе *становым винтом*; вращением подъёмных винтов можно наклонять теодолит в ту или иную сторону.

2. *Лимб горизонтального угломерного круга* (тонкий стеклянный диск с делениями 0° – 360°) с *закрепительным (зажимным) винтом*, служащим для закрепления его в неподвижном положении и *наводящим винтом*, служащим для медленного и плавного вращения лимба (у современных моделей при горизонтальном угломерном круге одна пара винтов).

3. *Алидада горизонтального угломерного круга* (отсчётное устройство) с *закрепительным (зажимным) винтом*, служащим для закрепления её в неподвижном положении и *наводящим винтом*, служащим для её медленного и плавного вращения.

4. *Зрительная труба* с *закрепительным и наводящим винтом*. Состоит из объектива, окуляра, сетки нитей, фокусирующей линзы.

5. Две колонки для закрепления зрительной трубы.

6. *Вертикальный угломерный круг* (вращается вместе со зрительной трубой) состоит из алидады и лимба, служит для измерения вертикальных углов.

7. *Отсчётный микроскоп*; его окуляр расположен рядом с окуляром трубы.

8. *Цилиндрический уровень* при горизонтальном угломерном круге. Ось уровня горизонтальна, когда пузырёк уровня находится на середине ампулы (в нуль–пункте). У некоторых теодолитов цилиндрический уровень имеется и при трубе и тогда он служит для выставления оси трубы по горизонту.

Рассмотрим подробнее некоторые части оптического теодолита.

3. Зрительная труба

Зрительная труба служит для наблюдений удалённых объектов. Схематично устройство зрительной трубы показано на рис. 5.6. Основные части её: *объектив* (1); *фокусирующая линза* (2), которая может перемещаться с помощью *винта фокусировки трубы* (3) вдоль оптической оси трубы, *сетка нитей* (4) и *окуляр* (5).

Сетка нитей (штрихов) нанесена на тонкий стеклянный диск и помещена в окулярном колене зрительной трубы. Основные штрихи – *горизонтальная нить* и *вертикальная* – пересекаются в точке *перекрестие сетки нитей Z* (рис. 5.6). Два коротких *дальномерных штриха* располо-

жены параллельно горизонтальной нити. Половина вертикального штриха иногда имеет вид биссектора (двойной нити) (рис. 5.8).

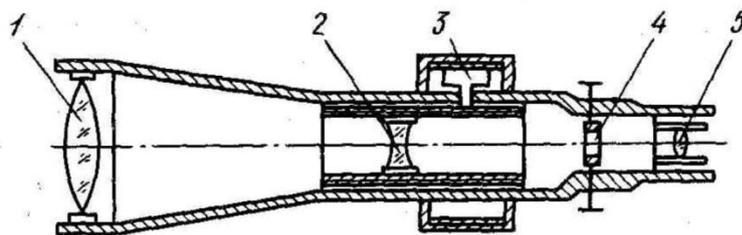


Рис. 5.6. Устройство зрительной трубы: 1 – объектив, 2 – фокусирующая линза, 3 – винт фокусировки трубы, 4 – сетка нитей, 5 – окуляр [4]

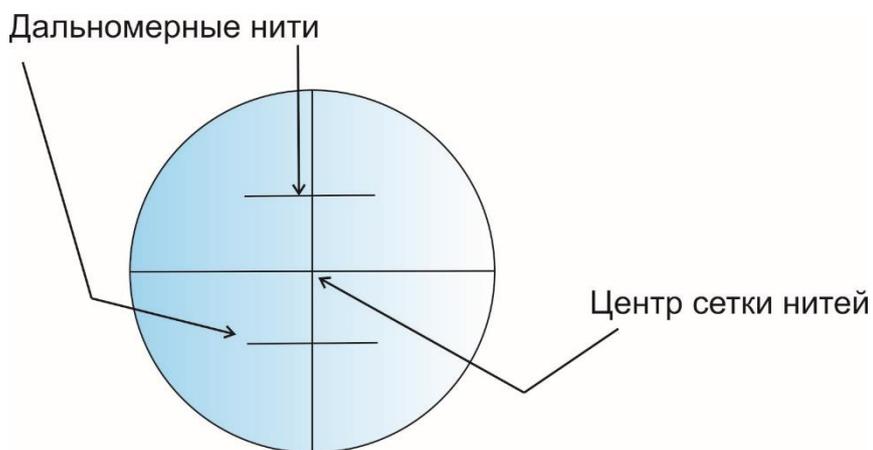


Рис.5.7. Схема сетки нитей зрительной трубы теодолита [4]

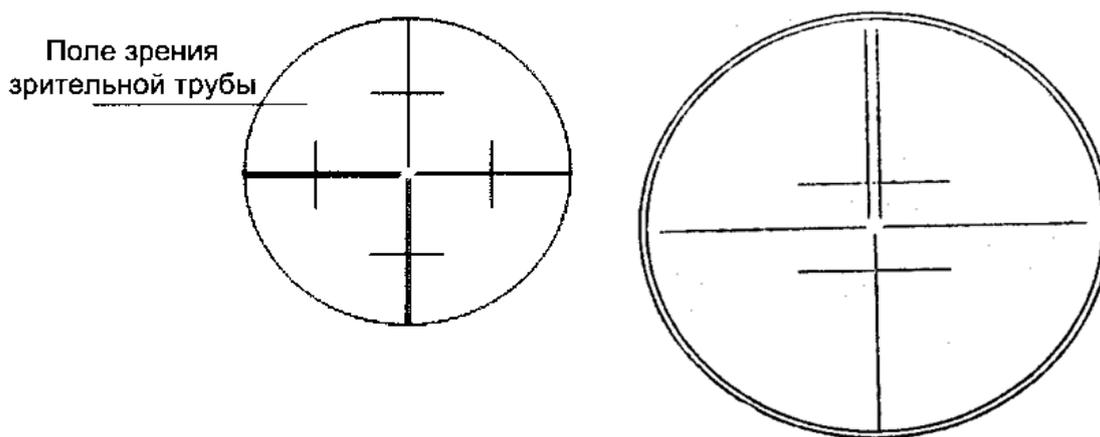


Рис. 5.8. Варианты сетки нитей зрительной трубы теодолита [2]

Одной из важнейших характеристик зрительной трубы является её *увеличение* Γ^x . Оно равно отношению фокусных расстояний объектива и окуляра и определяется по формуле

$$\Gamma^x = \frac{f_{об}}{f_{ок}} \text{ или } \Gamma = \frac{D}{d},$$

где $f_{об}$ – фокусное расстояние объектива, $f_{ок}$ – фокусное расстояние окуляра, D – диаметр входного отверстия объектива, d – диаметр выходного отверстия трубы [2].

Увеличение трубы: Т15 – 25^x, Т30 – 18^x, Геобох ОТ-05 – 28^x. С повышением точности прибора увеличение трубы возрастает и может достигать 60^x [3].

Другая важная характеристика трубы – *поле зрения*. Полем зрения называют коническое пространство, видимое глазом через неподвижно установленную трубу. Определяют по формуле

$$\varphi = \frac{38,2^\circ}{\Gamma}.$$

Из формулы видно, что угол поля зрения обратно пропорционален увеличению трубы. Угол поля зрения геодезических приборов изменяется от 30' до 2°, например: Т15 – 1,5°, Т30 – 2°, Геобох ОТ-05 – 1°20'.

Оси зрительной трубы [3].

- Геометрическая ось – прямая, являющаяся центром симметрии металлического кожуха зрительной трубы.
- Оптическая ось – прямая, проходящая через центры всех линз.
- Визирная ось – прямая, проходящая через центр сетки нитей и центр объектива.
- Ось визирования – проходит через центр объектива и точку визирования.

Перед наблюдением необходимо провести *фокусирование* зрительной трубы, т. е. установить её таким образом, чтобы цель была отчётливо видна. Фокусирование проводится в ходе *подготовки трубы к наблюдениям*, которое заключается в следующем [5]:

- *Установка трубы по глазу* производится вращением диоптрийного кольца окуляра 8 (рис. 5.5) до наилучшей видимости сетки нитей.
- *Приближённое наведение на предмет* с помощью грубого визира 10 (рис. 5.5) при откреплённой алидаде или горизонтальном круге 4 (рис.5.5).
- *Установка трубы по предмету* производится с помощью *винта фокусировки трубы* 9 (рис. 5.5), вращая который добиваются четкого изображения предмета.
- *Точное наведение на предмет* с помощью наводящих винтов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

В поле зрения отсчётной системы теодолита шкала вертикального круга обозначена индексом В, горизонтального – индексом Г. Горизонтальный и вертикальный круги оцифрованы через 1° . У теодолита 2Т30 (рис. 5.9) этот интервал разбит на 12 отрезков, цена каждого из них $5'$. У более точных теодолитов разбивка выполнена через $1'$.

Шкала вертикального круга оцифрована отдельно для положительных и отрицательных углов. Если отсчётный индекс градусного штриха положительный (рис. 5.9, б), то счёт минут ведут слева направо от нуля (по рисунку $45,5'$). Если отсчётный индекс градусного штриха отрицательный (рис. 5.9, а), то счёт минут ведут справа налево от нуля (по рисунку $35'$) [3].

Вид в отсчётный микроскоп 2Т30 показан на рис. 5.9 [6].

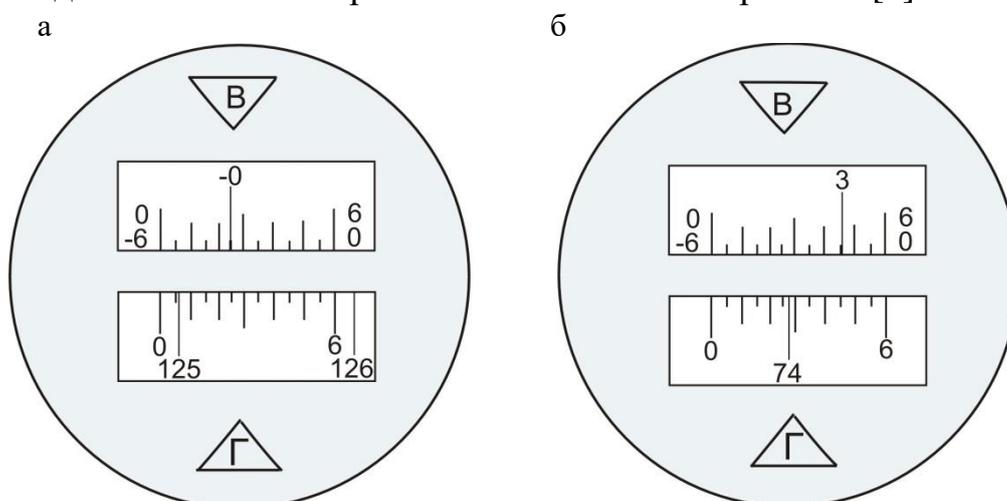


Рис. 5.9. Вид в отсчётный микроскоп 2Т30: а) отсчёт по горизонтальному кругу (внизу) $125^\circ 06'$, отсчёт по вертикальному кругу (вверху) – $0^\circ 35'$; б) отсчёт по горизонтальному кругу $74^\circ 27,5'$, отсчёт по вертикальному кругу – $3^\circ 45,5'$ [6]

Точность взятия отсчётов для шкалы с ценой деления $5'$ равна $0,5'$ (рис. 5.9), для шкалы $1'$ – $0,1'$ [2] (рис. 5.11).

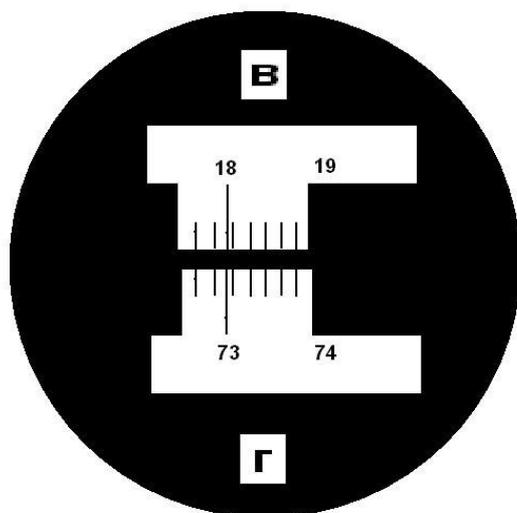


Рис. 5.10. Вид в отсчётный микроскоп Т30: а) отсчёт по горизонтальному кругу (внизу) $73^{\circ} 18'$, отсчёт по вертикальному кругу (вверху) – $18^{\circ} 18'$ [2].

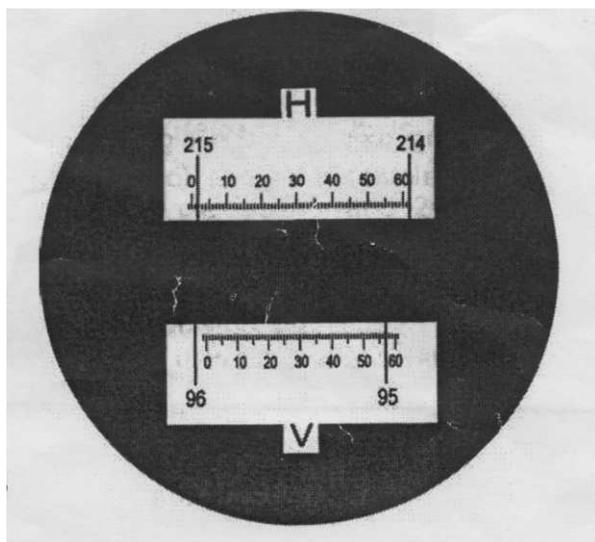


Рис. 5.11. Вид в отсчётный микроскоп GEOBOX OT-05: а) отсчёт по горизонтальному кругу (вверху) $215^{\circ} 02'$, отсчёт по вертикальному кругу (внизу) – $95^{\circ} 57'$ [2].

4. Уровни

Уровни служат для приведения осей геодезических приборов в горизонтальное или вертикальное положение [3]. По форме, конструктивным особенностям и точности различают цилиндрические, круглые и контактные уровни.

Цилиндрический уровень состоит из ампулы, оправы и исправительных (юстировочных) винтов. Внутренняя поверхность ампулы в разрезе имеет вид дуги (отшлифована по дуге) радиуса 3,5-200 м (рис. 5.12). Чем больше радиус дуги, тем более чувствителен уровень¹.

Ампула заполняется нагретым спиртом или эфиром, запаивается. При охлаждении образуется небольшое пространство – пузырёк уровня. Для защиты от повреждений ампулу помещают внутрь металлической оправы. На наружной поверхности ампулы наносят шкалу с делениями через 2 мм. Среднюю точку между центральными штрихами называют *нуль-пунктом*.

Касательная к внутренней криволинейной поверхности ампулы в нуль-пункте называется *осью уровня*. Когда пузырёк находится в нуль-пункте – ось уровня горизонтальна, если пузырёк отклоняется – отклоняется ось. *Ценой деления уровня* μ называется угол, соответствующий одному делению ампулы. Цена деления уровня геодезических приборов составляет 1–2' [3].

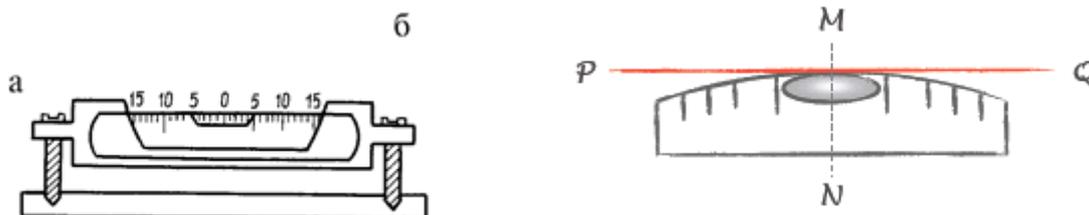


Рис. 5.12. Цилиндрический уровень теодолита: а) общий вид, б) схема.

Контактные уровни (рис. 5.13) более точны, более удобны в работе. Устроены так, что изображение концов пузырька с помощью призмной системы передаётся в поле зрения трубы. При совмещении концов пузырька уровня его ось становится горизонтальной.

¹ Чувствительность уровня – минимальный угол наклона уровня, когда происходит еле заметное смещение пузырька

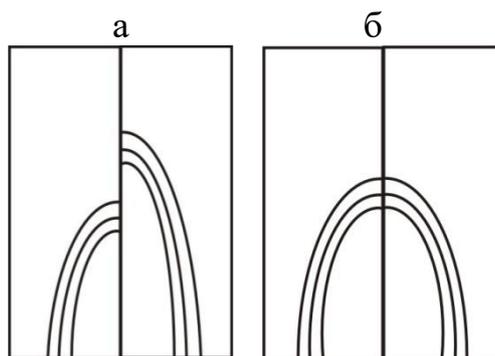


Рис. 5.13. Контактный уровень: а – несовмещённое положение концов пузырька, б – совмещённое положение концов пузырька

Круглые уровни (рис. 5.14) предназначены для предварительной установки оси вращения прибора в отвесное положение. Цена деления уровня составляет $5'$ и более [3].

Ампула круглого уровня является частью сферы. Нуль-пунктом круглого уровня является центр concentрических окружностей, нанесенных на поверхность ампулы. Ось круглого уровня – нормаль к внутренней поверхности ампулы.

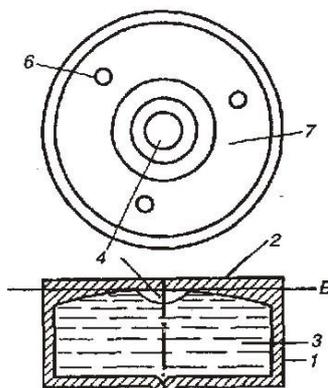


Рис. 5.14. Круглый уровень: 1 – коробка, 2 – стеклянная крышка, 3 – заполняющая жидкость, 4 – пузырёк, 5 – ось круглого уровня, 6 – юстировочные винты, 7 – concentрические круговые деления [6].

5. Современные теодолиты и тахеометры

Линейки современных тахеометров представлены в табл. 5.2–5.3 (по материалам сети Интернет).

Таблица 5.2.

Серии электронных тахеометров компаний, лидирующих в разработке и производстве приборов [7]

Фирма	Инженерные					Роботы
ТОРCON Япония	GTS 230 	GPT3000 	GTS 720/ GPT7000 			GTS 820/ GPT8200 
Sokkia Япония	10 	30R 	030R 	130R 	110M 	NET 1200 
Trimble Navigation США	TS 3300 		TTS 3600 			TTS 5600 
Leica Geosystems, швейцария	TPS400 	TPS800 	TPS1200 			TCRP NCH 

Таблица 5.3

Основные характеристики некоторых электронных тахеометров (интернет)

Технические характеристики	ха-	Sokkia SET-530R	Leica TCR-405	Nikon NPL-352	Topcon GPT-3005	Trimble 3305 DR	Trimble 3605 DR	Pentax 325N
Увеличение зрительной		30x	30x	26x	30x	26	30x	30x

трубы							
Угловая точность	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Диапазон компенсатора	±3"	±4"	±3"	±3"	±5"	±5"	±3"
Измерение на одну стандартную призму (дальность)	до 5000 м	до 3500 м	до 5000 м	до 3000 м	до 3000 м	до 3000 м	до 4000 м
Измерения без отражателя (дальность)	до 100 м	до 80 м	до 200 м	до 250 м	до 100 м	до 120 м	до 180 м
Точность измерения расстояний на призму	2+2ppm	2+2ppm	3+2ppm	2+2ppm	3+2ppm	3+2ppm	3+2ppm
Водозащищённость	IP66	IP54	IPx4	IPx6	IPx3	IPx4	IPx6
Хранение данных	10000 точек	4000 точек	10000 точек	8000 точек	1893 строки	8000 точек	7500 точек
Вес	5,3 кг	4,2 кг	5,3 кг	5,2 кг	3,5 кг	6,7 кг	5,7 кг
Рабочая температура	-20° + 50°С						
Цена (в рублях)	276765	388780	260200	276735	184500	279300	259900

Особенностью электронных теодолитов и тахеометров является то, что измерения углов проводятся в автоматическом режиме, углы отображаются на жидкокристаллическом экране.

Общее устройство электронного теодолита TOPCON GTS-235 показано на рис. 5.15.



Рис. 5.15 . Устройство электронного теодолита TOPCON GTS 235

6. Поверки оптических теодолитов

Поверка 1. Ось “И-И₁” цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси “Z-Z₁” прибора (рис. 5.16).

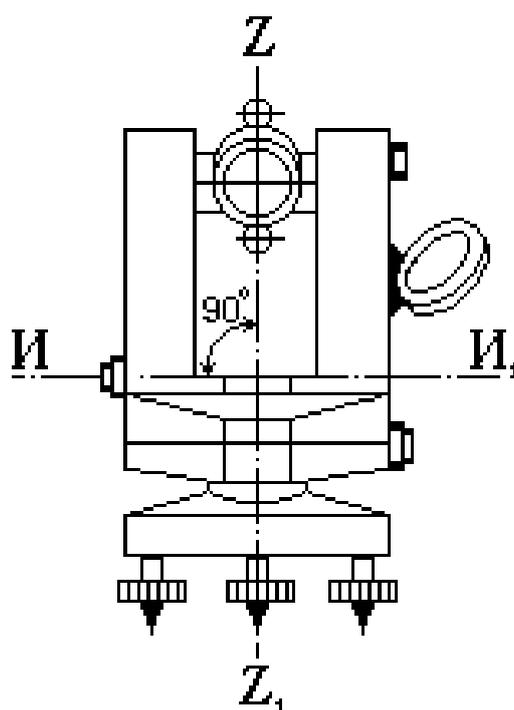


Рис. 5.16. Схема поверки теодолита № 1 ($ZZ_1 \perp ИИ_1$) [Технология геодезического обследования стальных вертикальных резервуаров ТД 23.115-96 1996]

Порядок выполнения.

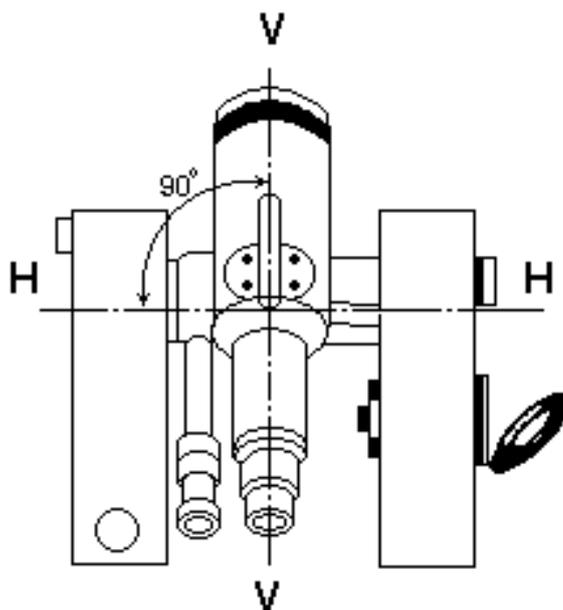
1. Расположите алидаду прибора таким образом, чтобы ось проверяемого уровня была параллельна двум подъемным винтам и приведите этими винтами пузырек уровня в нуль-пункт.

2. Возьмите отсчет по лимбу, поверните алидаду точно на 180° . Если пузырек уровня остался в нуль-пункте или отклонился от него не более, чем на одно деление, – условие выполнено.

3. Если пузырек уровня отклонился больше чем на одно деление, то исправительными винтами уровня переместите пузырек уровня к нуль-пункту на половину отклонения; другую половину отклонения уберите подъемными винтами.

4. Действия, оговоренные в п. 1.3 повторяют до тех пор, пока пузырек уровня будет отклоняться от нуль-пункта не более чем на одно деление.

Поверка 2. Визирная ось трубы “V-V” должна быть перпендикулярна к оси вращения “Н-Н” трубы (рис. 5.17).

Рис. 5.17. Схема поверки № 2 теодолита ($HH \perp VV$)

Порядок выполнения.

1. Приведите вертикальную ось прибора в отвесное положение с помощью выверенного уровня.
2. Наведите трубу на удаленную, находящуюся примерно на одном уровне с осью вращения трубы, точку.
3. Возьмите отсчет $КЛ_1$ по лимбу, переведите трубу через зенит и наведите ее на ту же точку. Вновь возьмите отсчет $КП_1$ по лимбу.
4. Для теодолита Т30 (с односторонним отсчетным устройством)-открепите горизонтальный круг в подставке и поверните его примерно на 180° . Повторите отсчеты ($КЛ_2$ и $КП_2$).
5. Вычислите величину коллимационной погрешности по формуле и все данные запишите в журнал (табл. 5.4):

$$C = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)}{4}$$

Таблица 5. 4.

Определения коллимационной погрешности

Точка наблюдения	Отсчет по горизонтальному кругу		Вычисление
	КП	КЛ	
	До поворота лимба		$C = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)}{4}$
1			
2			

	После поворота лимба	$C = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)}{4}$
1		
2		

Если величина “С” не превышает точности отсчетного устройства, то условие выполнено.

6. Для устранения недопустимой коллимационной погрешности устанавливают алидаду на один из отсчетов, вычисленных по формулам:

$$КП = КП_2 + С; \quad КЛ = КЛ_2 - С.$$

После такой установки центр сетки нитей смещается с наблюдаемой точки на угол “С”. Действуя исправительными винтами сетки нитей совместите центр сетки с наблюдаемой точкой.

Для контроля поверка повторяется при разных отсчетах по лимбу.

Поверка 3. Ось вращения “Н-Н” зрительной трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси “Z-Z₁” теодолита (5.18).

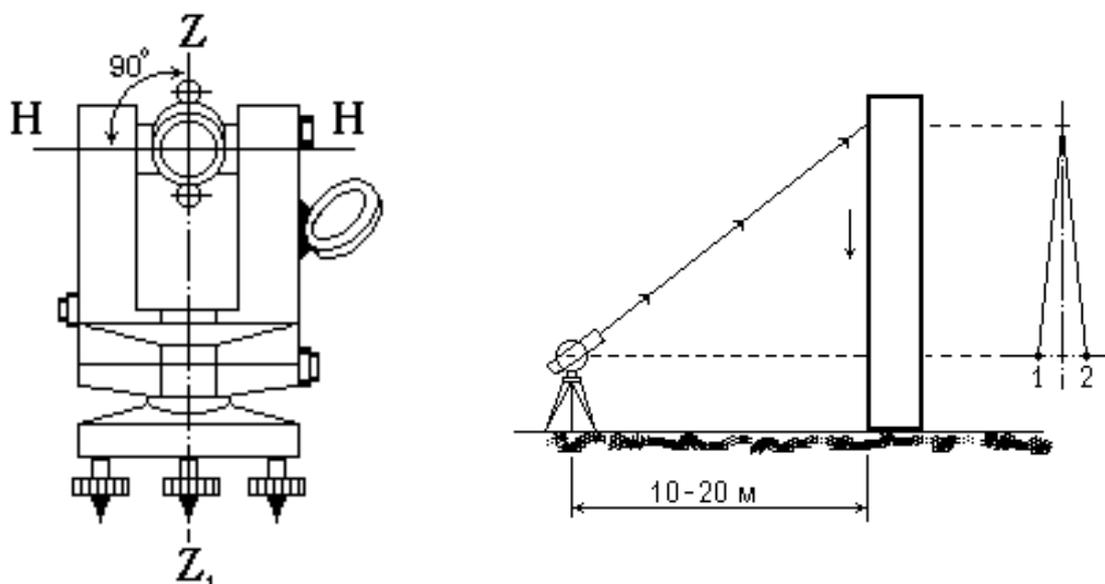


Рис. 5.18. Схема поверки № 3 теодолита ($НН \perp ZZ_1$)

Порядок выполнения.

1. Установите теодолит в 10-20 метрах от стены здания, приведя вертикальную ось прибора в отвесное положение.
2. Наведите центр сетки прибора на высоко расположенную точку.
3. Опустите трубу до горизонтального положения и отметьте карандашом проекцию центра сетки на стене.

4. Переведите трубу через зенит, вновь наведите на ту же точку и аналогичным способом получите вторую проекцию.

5. Если обе точки находятся в пределах биссектора (рис. 5.19) нитей, условие выполнено.

Исправление недопустимой погрешности возможно только в мастерской по ремонту и обслуживанию приборов.

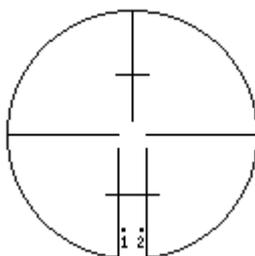


Рис. 5.19. Схема расположения точек в биссекторе

Проверка 4. Вертикальная нить “А-А” сетки трубы должна быть параллельна вертикальной оси “Z-Z1” теодолита (рис. 5.20).

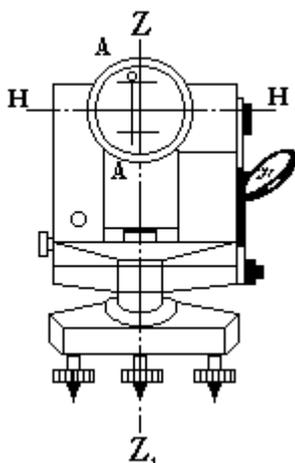


Рис. 5.20. Схема проверки сетки нитей теодолита.

Порядок выполнения.

1. Приведите вертикальную ось прибора в отвесное положение.
2. На расстоянии 5...10 метров от прибора подвесьте отвес.
3. Наведите вертикальную нить прибора на нить отвеса.

Если при подъеме и опускании трубы вертикальная нить сетки совпадает с нитью отвеса, условие выполнено.

Если условие не выполняется, то необходимо снять предохранительный колпачок сетчатой диафрагмы и, ослабив винты, скрепляющие окуляр с кожухом трубы, повернуть диафрагму на требуемый угол.

4. После выполнения юстировки повторите поверку перпендикулярности визирной оси трубы к оси вращения.

Примечание.

При отсутствии отвеса или неблагоприятных погодных условиях (сильный ветер) допускается проводить поверку № 4 в следующей последовательности:

- приведите вертикальную ось прибора в отвесное положение;
- наведите зрительную трубу на визирную цель, совместить изображение цели с левым концом горизонтального штриха сетки нитей.
- вращая алидаду наводящим винтом по азимуту, проследите, не сходит ли изображение цели с правого конца горизонтального штриха сетки нитей. Если оно сходит более чем на три ширины штриха, произведите юстировку.

Литература

1. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: Учебное пособие для вузов / Чекалин С.И. – М.: Академический проект, 2009. – 393 с.
2. Попов В.Н., Чекалин С.И. Геодезия: Учеб. для вузов. – М.: «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2007. – 722 с.
3. Геодезия: учебное пособие для вузов / Поклад Г.Г., Гриднев С.П. - М. : Академический проспект, 2007. - 592 с.
4. Поклад Г.Г. Геодезия: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
5. Основы геодезии и топографии: учебное пособие / В.М. Передерин, Н.В. Чухарева, Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 123 с.
6. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник / Федотов Г.А. – М.: Высшая шк., 2006. – 463 с.
7. Современные геодезические приборы, применяемые при строительстве и ремонте газонефтепроводов и газонефтехранилищ: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам: "Геодезическое обеспечение строительства газонефтепроводов и газонефтехранилищ", "Инженерная геодезия", "Основы геодезии и топографии", "Геодезия и топография" для студентов дневного обучения направлений: 130500 "Нефтегазовое дело", 130200 "Технология геологической разведки", 130300 "Прикладная геология", 130100 "Геология и разведка полезных ископаемых", 280400 "Природоустройство" / Томский политехнический университет, Институт геологии и нефтегазового дела ; сост. Н. А. Антропова. — Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
8. ТД23.115-96" Технология геодезического обследования стальных вертикальных резервуаров"