
**ТЕОДОЛИТЫ
ЗТ5КП**

**Внесены
в Государственный
реестр
под № 11450—88
Взамен № 5243—77**

Утверждены Государственным комитетом СССР по стандартам 14 июня 1988 г.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Теодолиты ЗТ5КП предназначены для измерения углов в геодезических сетях сгущения, съемочных сетях для теодолитных съемок, измерения в прикладной геодезии, разбивочных работах в строительстве и определения магнитных азимутов; выпускаются по ГОСТ 10529—86, ТУЗ-3; разработаны на базе теодолита ЗТ2КП.



ОПИСАНИЕ

В основу разработки положен модульный принцип конструкции. Основными модулями являются: узел отсчетной системы с маятниковым компенсатором, низок теодолита, колонка с осью, зрительная труба, оптический центрир.

Система вертикальной оси неповторительная. Самоустанавливающийся оптический компенсатор обеспечивает приведение отсчетного штриха вертикального круга в нулевое положение при наклоне теодолита в пределах $\pm 4'$ от среднего положения.

Наиболее существенными преимуществами нового теодолита ЗТ5КП являются: вертикальная ось полукинематического типа; устройство изменения знаков вертикального угла; удобная юстировка места нуля (МО); устройство точной установки отсчета по горизонтальному

кругу (вносит большое удобство при разбивочных работах); большее увеличение зрительной трубы и большая разрешающая способность; «мягкая» укладка теодолитов, обеспечивающая удобство укладки прибора и лучшую его сохранность.

Зрительная труба — прямого изображения.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения углов одним приемом: горизонтальных $5''$, вертикальных $5''$.

Увеличение зрительной трубы 30 крат.

Угол поля зрения $1^{\circ}35'$.

Диаметр свободного отверстия объектива 40 мм.

Пределы визирования, м: без насадки на объектив от 1,5 м до бесконечности; с насадкой на объектив от 0,9 м до бесконечности.

Предел разрешения в центре поля зрения $3,44''$.

Коэффициент светопропускания 60 %.

Коэффициент светорассеяния 10 %.

Удаление выходного зрачка $(6 \pm 0,3)$ мм.

Коэффициент нитяного дальномера $(100 \pm 0,5)$.

Постоянное слагаемое дальномера 0.

Пределы измерения вертикальных углов от -55° до $-1^{\circ}00'$.

Цена деления лимбов вертикального и горизонтального 1° .

Полная погрешность диаметров лимба: горизонтального $2,5''$; вертикального $3,5''$.

Цена деления цилиндрического уровня на 2 мм $30''$, круглого уровня $5'$.

Средний срок службы 10 лет.

Установленная безотказная наработка 2000 ч.

Масса, кг: теодолита с подставкой 4,4; укладочного футляра 4,0;

штатива 5,6.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки входят: теодолит; подставка; футляр; штатив; комплект ЗИП; комплект эксплуатационной документации.

ПОВЕРКА

Методы и средства проверки теодолита изложены в соответствующем разделе технического описания и инструкции по эксплуатации ЗТБКП-с60 ПС.

Испытания проводила государственная комиссия.

ТЕОДОЛИТ
ЗТ5КП

ПАСПОРТ
ЗТ5КП-с60 ПС

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ТЕОДОЛИТА	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
3. КОМПЛЕКТНОСТЬ	5
4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	8
4.1. Теодолит	8
4.2. Штатив	13
4.3. Окулярные насадки	14
4.4. Ориентир-буссоль	15
4.5. Футляр	15
5. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	17
6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	17
7. ПОДГОТОВКА ТЕОДОЛИТА К РАБОТЕ	17
7.1. Развертывание и установка комплекта	17
7.2. Центрирование теодолита	18
8. ПОРЯДОК РАБОТЫ	19
8.1. Отсчитывание по кругам	19
8.2. Измерение углов	21
8.3. Измерение расстояний и превышений	22
8.4. Упаковка	24
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	24
9.1. Проверка технического состояния	25
9.2. Юстировка теодолита	36
9.3. Чистка оптических поверхностей	40
9.4. Чистка и смазка осей	41
10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	43
11. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	45
11.1. Операции поверки	45
11.2. Средства поверки	45
11.3. Условия поверки и подготовка к ней	46
11.4. Проведение поверки	47
11.5. Оформление результатов поверки	50
12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	51
13. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	51
14. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ И ПОВЕРКЕ	52
15. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	52
16. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ	53
Приложение. Учет результатов поверки	54

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия в конструкцию могут быть внесены не принципиальные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ТЕОДОЛИТА

Теодолит ЗТ5КП предназначен для измерения углов в геодезических сетях сгущения, съёмочных сетях, для теодолитных съёмок, проведения изыскательских работ, измерения в прикладной геодезии и определения магнитных азимутов.

Теодолит может быть использован для измерения расстояний нитяным дальнометром и для определения магнитных азимутов с помощью буссоли.

На теодолит можно устанавливать светодальномер для измерения расстояний с высокой точностью.

Температурный диапазон работы от минус 40 до плюс 50 °С.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Средняя квадратическая погрешность измерения угла одним приемом:	
горизонтального (m_β)	5''*
вертикального (m_α)	5''*1
Погрешность ориентирования по буссоли:	
систематическая составляющая	30' *2
среднее квадратическое отклонение случайной составляющей	10'
Диапазон измерения вертикальных углов	-55...+60°

Зрительная труба

Изображение	прямое
Увеличение	30 ^x
Угловое поле	1°35'
Наименьшее расстояние визирования, м:	
без дополнительной насадки	1,5
с линзовой насадкой	0,9

* Характеризует погрешность данного типа приборов.

*1 После введения поправки на влияние эксцентриситета вертикального круга.

*2 Параметр, юстируемый при эксплуатации.

Коэффициент нитяного дальномера	100 ± 0,5
Постоянное слагаемое нитяного дальномера	0
Наружный диаметр оправы объектива, мм	48

Отсчетное устройство

Цена деления:

лимбов	1°
шкал микроскопа	1'
круга-искателя	10°

Диапазон работы компенсатора при вертикальном круге	± 4'
Систематическая погрешность компенсации на 1' наклона	1,5"

Уровни

Цена деления уровней:

цилиндрического	30"
круглого	5'

Оптический центрир

Изображение	прямое
Увеличение	2,5x
Угловое поле	4°30'
Наименьшее расстояние визирования, м	0,6

Масса, кг

Теодолит	3,7
Подставка	0,7
Теодолит в футляре с принадлежностями	8,8
Штатив	5,6

Габаритные размеры, мм

Теодолит с подставкой	345 × 183 × 123
Футляр	470 × 240 × 210
Штатив	∅ 160 × (1000 . . . 1600)
Высота горизонтальной оси от опорной плоскости подставки	232*

Сведения о содержании драгоценных материалов, г

Серебро	0,2607
-------------------	--------

* При среднем положении подъемных винтов подставки.

Сведения о содержании цветных металлов, кг

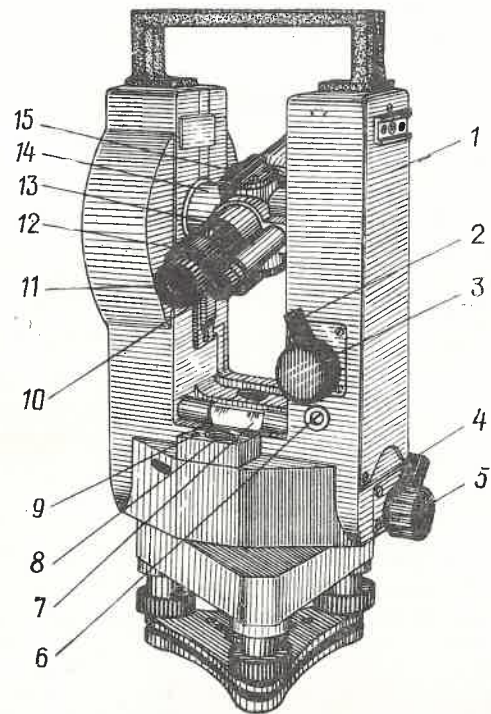
Алюминий и алюминиевые сплавы	3,513
Медь и сплавы на медной основе	0,359
Титан и титановые сплавы	0,120

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

Теодолит с подставкой	1
Футляр	1
Чехол для теодолита	1
Насадка линзовая на объектив	1
Бленда	1
Насадки окулярные:	
на зрительную трубу (с нейтральным светофильтром)	1
на микроскоп	1
Крышка на объектив	1
Штатив	1
Отвес нитяный	1
Ориентир-буссоль	1
Вешка	1
Тройник электроосвещения	1*
Аккумулятор в футляре	1*
Чехол для аккумулятора	1*
Комплект визирных целей КВЦ	1*
Масленка с маслом	1
Отвертка большая	1
Отвертка малая	1
Шпилька большая	1
Шпилька малая	1
Ключ разводной	1
Ключ юстировочный	1
Ключ гаечный	1
Салфетка	1
Паспорт	1
Аккумуляторы и батареи аккумуляторные щелочные никель-кадмиевые и никель-железные. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1*

* Поставляется по заказу, оформленному в установленном порядке.

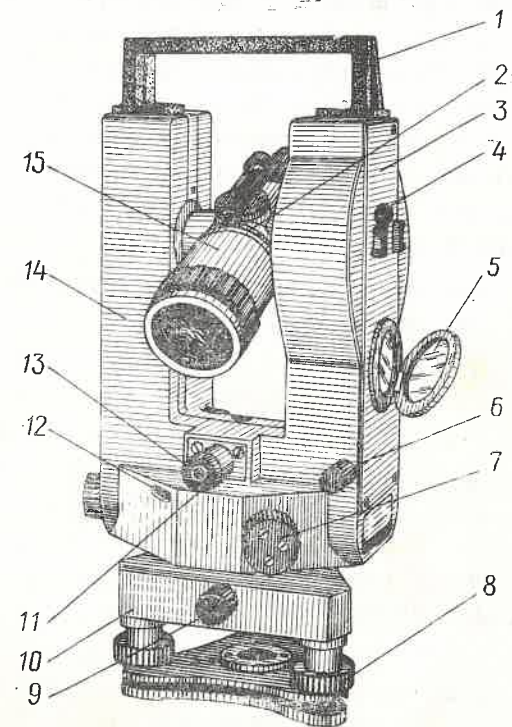
Теодолит



1 — боковая крышка; 2, 4 — закрепительные винты; 3, 5 — наводящие винты; 6 — юстировочный винт цилиндрического уровня; 7 — цилиндрический уровень; 8 — круглый уровень; 9 — юстировочный винт круглого уровня; 10 — окуляр микроскопа; 11 — окуляр зрительной трубы; 12 — колпачок; 13 — кремальера; 14 — горизонтальная ось; 15 — визир

Рис. 1

Теодолит



1 — ручка; 2 — клиновое кольцо; 3 — боковая крышка; 4 — пробка; 5 — зеркало; 6 — установочный винт; 7 — рукоятка; 8 — подъемный винт; 9 — закрепительный винт; 10 — подставка; 11 — винт; 12 — окно круга-искателя; 13 — окуляр центра; 14 — колонка; 15 — зрительная труба

Рис. 2

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. Теодолит ЗТ5КП (рис. 1, 2) — оптический прибор с самоустанавливающимся компенсатором вертикального круга и шкаловым отсчетным микроскопом. Благодаря секторной оцифровке вертикального круга и устройству автоматического изменения знаков отсчеты по величине и знаку соответствуют измеренному вертикальному углу без дополнительных вычислений независимо от того, при каком положении теодолита (круг слева или справа) проводилось измерение (символы Л и П).

Теодолит снабжен устройством для точной установки отсчета по горизонтальному кругу.

Круг-искатель направлений позволяет быстро установить теодолит по заданному направлению.

Наводящие винты зрительной трубы и алидады горизонтального круга соосны с соответствующими закрепительными винтами куркового типа. Обе пары винтов расположены с одной стороны теодолита для удобства перехода от наведения зрительной трубы по азимуту к наведению в вертикальной (коллимационной) плоскости.

Теодолит ЗТ5КП сконструирован по модульному принципу. Основными частями теодолита являются зрительная труба, вертикальная ось с горизонтальным кругом, колонка с горизонтальной осью и вертикальным кругом, модуль отсчетной системы, отсчетный микроскоп, наводящие устройства.

Зрительная труба 15 (см. рис. 2) прямого изображения обоими концами переводится через зенит и фокусируется вращением кремальеры 13 (см. рис. 1). Окуляр 11 устанавливается по глазу вращением диоптрийного кольца до появ-

ления четкого изображения штрихов сетки нитей (рис. 3). Два горизонтальных штриха сетки нитей (выше и ниже перекрестия) относятся к нитяному дальномеру. На краю сетки указано направление вращения кремальеры при фокусировании на бесконечность. Коллиматорные визиры 15 (см. рис. 1) предназначены для предварительного наведения на цель.

Сетка нитей

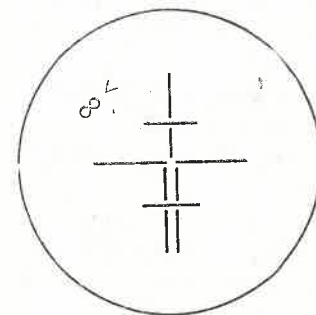


Рис. 3

Корпус зрительной трубы крепится в горизонтальной оси 14. Для устранения коллимационной погрешности между корпусом трубы и осью расположено клиновое кольцо 2 (см. рис. 2), вращением которого устраняют коллимационную погрешность, изменяя направление визирной оси относительно горизонтальной оси вращения. Кроме того, коллимационную погрешность можно устранять попеременным вращением горизонтально расположенных юстировочных винтов, закрытых колпачком 12 (см. рис. 1).

Наведение зрительной трубы на цель осуществляется вращением трубы вокруг горизонтальной оси и алидады теодолита вокруг вертикальной оси. При открепленных винтах 2, 4 проводят предварительное наведение на цель, используя коллиматорные визиры; при закрепленных — наводящими винтами 3, 5 проводят точное совмещение изображения визирной цели с перекрестием сетки нитей.

Вертикальная ось — полукинематического типа с опорой на шарики в верхней части. На втулке вертикальной оси укреплен горизонтальный круг.

Смена участков горизонтального круга осуществляется вращением рукоятки 7 (см. рис. 2) после нажатия на нее вдоль оси вращения.

Для контроля установки горизонтального круга при смене его участков между приемами используют круг-искатель, отсчет по которому берут по индексам, нанесенным на окнах 12.

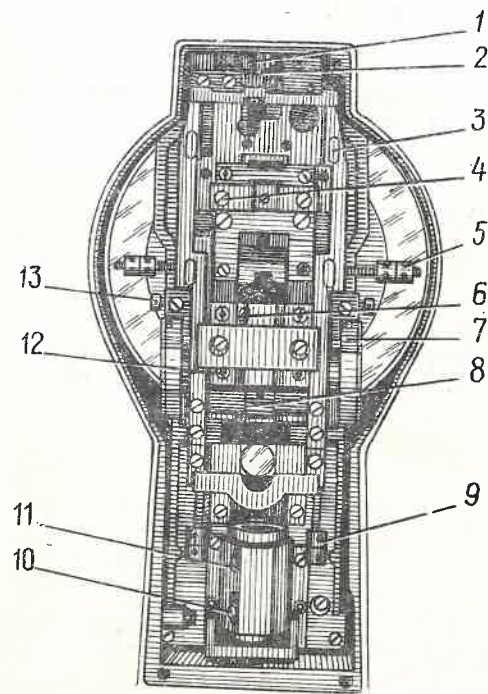
Винтом 6 устанавливают точный отсчет по горизонтальному кругу в начале измерений. Винт прикрыт снаружи колпачком, предохраняющим от случайного касания в процессе измерения углов.

Юстировочным винтом 6 (см. рис. 1) исправляют положение оси цилиндрического уровня 7 при алидаде горизонтального круга. Юстировочными винтами 9 исправляют положение оси круглого уровня 8.

Горизонтальный и вертикальный круги разделены и оцифрованы через 1° . Изображения штрихов и цифр проецируются на плоскость отсчетных шкал микроскопа. Изображение вертикального круга оттенено голубым фоном, горизонтального — желто-зеленым. Поворотом и наклоном зеркала 5 (см. рис. 2) достигают оптимального освещения поля зрения. Вращением диоптрийного кольца окуляр микроскопа устанавливают по глазу до появления четкого изображения шкал.

В стойке колонки 14 со стороны вертикального круга расположен отсчетный модуль с маятниковым компенсатором, обеспечивающий автоматическое приведение к горизонту отсчетного индекса вертикального круга при отклонении вертикальной оси теодолита от отвесного положения. Компенсатором служит призма с крышей, установленная с помощью кронштейна 8 (рис. 4) на рамке 3 маятника компенсатора. Рамка через пружинный подвес 2 соединена с неподвижным кронштейном 1.

Теодолит без боковой крышки



1, 8 — кронштейны; 2 — пружинный подвес; 3—рамка; 4, 6, 10, 11, 12—винты; 5, 9—гайки; 7 — воздушный успокоитель; 13 — винт-упор

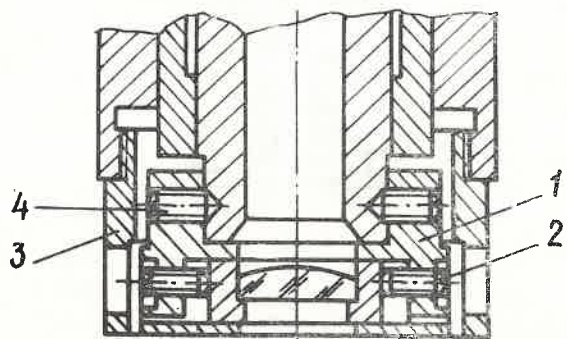
Рис. 4

Винты-упоры 13 ограничивают колебания маятника, а воздушные успокоители 7 гасят их. Гайками 5, 9 балансируют маятник компенсатора и регулируют момент инерции при юстировке.

Теодолит имеет устройство точного приведения места нуля к нулю. Доступ к юстировочному винту 4 — через отверстие в боковой крышке, закрываемое пробкой 4 (см. рис. 2).

Окуляр 13 оптического центрира устанавливают по глазу вращением диоптрийного кольца до получения четкого изображения сетки нитей в виде концентрических окружностей. Продольным перемещением окулярного колена центрир фокусируется на точку местности. Объектив центрира установлен внутри пустотелой вертикальной оси. На нижнем конце вертикальной оси закреплен узел юстировочной длиннофокусной линзы в оправе 1 (рис. 5). Перемещая линзу юстировочными винтами 2, выставляют визирную ось оптического центрира параллельно оси вращения теодолита. Колпачок 3 предохраняет юстировочные винты от случайных воздействий.

Оптический центрир



1 — линза в оправе; 2 — юстировочный винт; 3 — колпачок;
4 — стопорный винт

Рис. 5

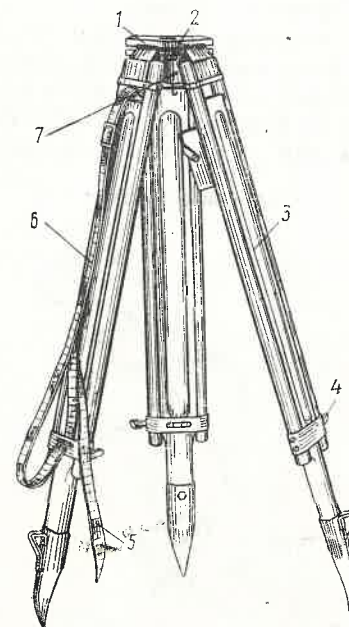
Ручка 1 (см. рис. 2) служит для переноски теодолита, установки вешки и придает колонке дополнительную жесткость.

Теодолит крепится на подставке 10 винтом 9. Подставка съемная, что позволяет выполнять измерения трехштативным способом.

Вращением подъемных винтов 8 вертикальную ось теодолита устанавливают по уровню в отвесное положение.

4.2. Штатив (рис. 6) служит для установки теодолита над точкой местности — вершиной измеряемого угла.

Штатив



1 — головка; 2 — болт; 3 — ножка; 4 — винт; 5, 6 — ремни;
7 — стальной винт.

Рис. 6

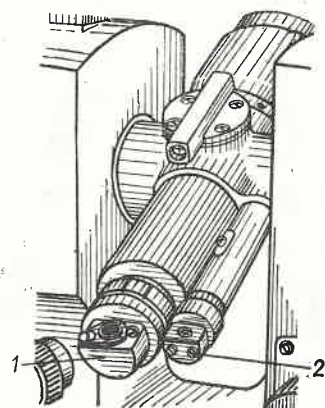
Ножи 3 штатива шарнирно соединены с головкой 1. Болтами 2 регулируют плавность движения ножек в шарнирах. Высоту штатива изменяют выдвижением ножек, закрепляемых винтами 4. Наконечники ножек можно углубить в грунт, нажав на их упоры.

Теодолит с подставкой устанавливают на плоскость головки и закрепляют станковым винтом 7. На крючок внутри винта подвешивают нитяный отвес.

При транспортировании ножки вдвигают до упора, закрепляют винтами 4 и стягивают ремнем 5. Регулируемый ремень 6 служит для переноски штатива на плече или за спиной. На одной из ножек имеется пенал с крышкой для нитяного отвеса и гаечного ключа.

4.3. Окулярные насадки 1, 2 (рис. 7) на зрительную трубу и отсчетный микроскоп применяются при визировании на цели, расположенные под углами 45° и более к горизонту. Окулярная насадка на зрительную трубу снабжена откидным светофильтром для визирования на Солнце.

Окулярные насадки

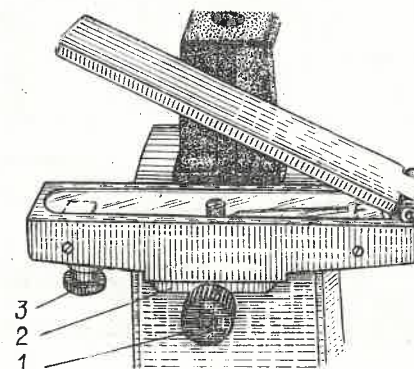


1 — на зрительную трубу; 2 — на микроскоп

Рис. 7

4.4. Ориентир-буссоль для ориентирования визирной оси зрительной трубы относительно магнитного меридиана устанавливают в паз на крышке 1 (см. рис. 1) и крепят винтом 1 (рис. 8). Положение магнитной стрелки наблюдают в зеркале, которому придают нужный наклон. Стрелку арретируют вращением винта 3. Ее северный конец окрашен в синий цвет. Для уравнивания на южном конце установлен передвижной грузик.

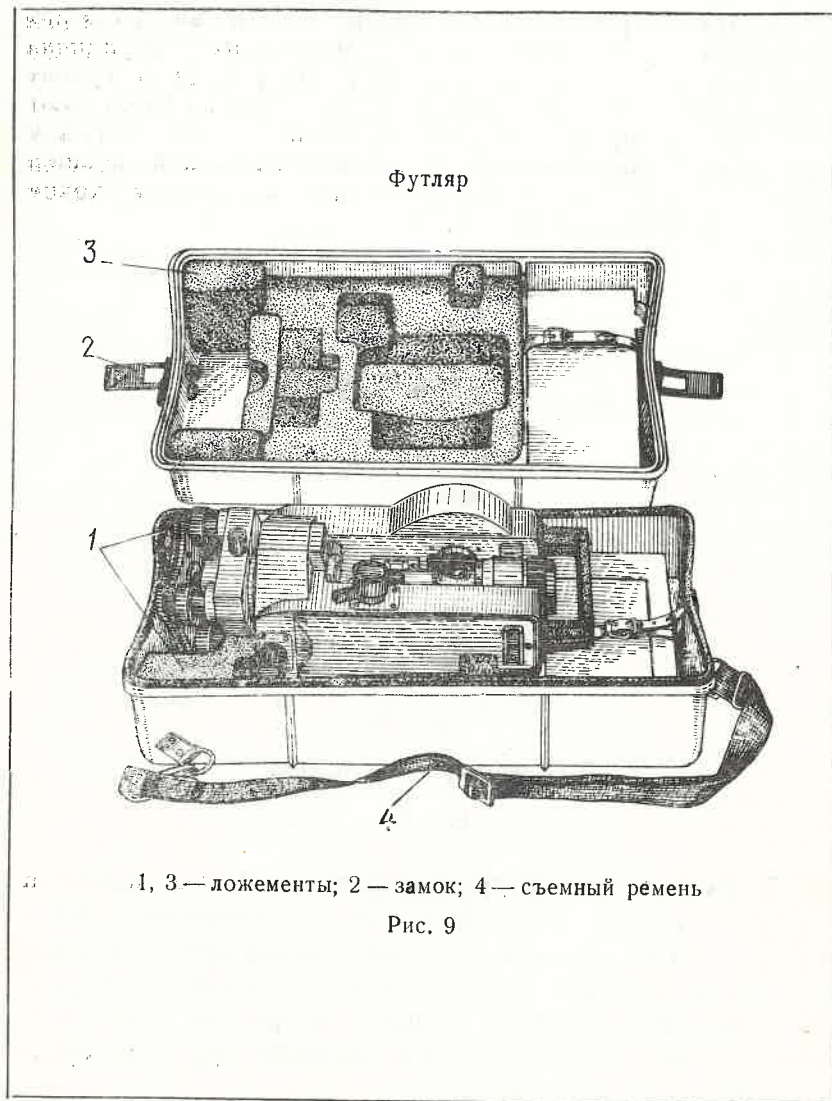
Ориентир-буссоль



1, 3 — винты; 2 — кронштейн

Рис. 8

4.5. Футляр (рис. 9) представляет собой пластмассовый корпус, состоящий из двух половин, заполненных ложе-ментами 1, 3 из упругого пластика, охватывающими поверхность теодолита. При смыкании половин футляра и закреплении их замками 2 теодолит надежно фиксируется ложе-ментами, что обеспечивает его сохранность при транспортировании.



В отсеках футляра в специальных боксах упакованы инструмент и принадлежности, входящие в комплект теодолита.

Футляр комплектуется съемными ремнями 4 для переноски за спиной.

5. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Комплект теодолита имеет следующую маркировку: теодолит — обозначение, заводской номер, год выпуска, знак Государственного реестра, товарный знак предприятия-изготовителя; ориентир-буссоль — номер; футляр — обозначение теодолита и его номер; штатив — обозначение по ГОСТ 11897 — 78.

Теодолит поступает с предприятия-изготовителя в опломбированном футляре.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При работе в полевых условиях следует руководствоваться „Правилами по технике безопасности на топографо-геодезических работах“ (ПТБ — 73), утвержденными приказом начальника Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР от 27 декабря 1972 г. № 384.

7. ПОДГОТОВКА ТЕОДОЛИТА К РАБОТЕ

7.1. Развертывание и установка комплекта:
отстегнуть ремешок, стягивающий ножки штатива, и отрегулировать их длину;

установить штатив над точкой так, чтобы плоскость его головки располагалась горизонтально, а высота соответствовала росту наблюдателя;

отстегнуть замки, открыть футляр и извлечь теодолит; закрепить теодолит на штативе и подъемными винтами подставки привести пузырек уровня в среднее положение; проверить правильность юстировки уровня (п. 9.1.3), при необходимости отъюстировать уровень, как указано в п. 9.2.3;

проверить устойчивость штатива и подставки (п. 9.1.4), при необходимости провести исправление, как указано в п. 9.2.4.

7.2. Центрирование теодолита. Центрирование над точкой выполняют одним из двух способов: при первом способе для предварительного центрирования используют нитяный отвес, при втором — предварительное и точное центрирование проводят оптическим центриром.

Первый способ:

закрепить нитяный отвес на крючке станového винта; отпустить становой винт и, перемещая теодолит по головке штатива, совместить острие отвеса с центрируемой точкой;

уложить отвес в пенал штатива, подъемными винтами подставки привести пузырек уровня в среднее положение и ввести изображение точки в центр окружности сетки нитей центрира, перемещая теодолит по плоскости головки штатива;

закрепить теодолит станovým винтом, проверить положение пузырька уровня и изображение точки в поле зрения оптического центрира;

повернуть алидаду на 180° и проверить правильность юстировки центрира (п. 9.1.12). Если изображение точки сошло с центра сетки и несовпадение более допустимой погрешности центрирования, следует отъюстировать центрир, как указано в п. 9.2.9, и повторить центрирование или переместить теодолит на половину несовпадения так, чтобы при вращении алидады изображение точки описывало окружность, концентричную окружностям сетки нитей.

Примечание. Радиус малой окружности сетки нитей при высоте штатива 1,2 м соответствует 2 мм на местности, радиус большой окружности — 6 мм.

Второй способ:

вращением подъемных винтов подставки совместить изображение точки с центром окружностей сетки нитей оптического центрира;

последовательным регулированием длины всех ножек штатива привести пузырек уровня при алидаде горизонтального круга в пределы шкалы на ампуле, поворачивая теодолит вокруг вертикальной оси так, чтобы один конец уровня располагался над регулируемой ножкой штатива;

подъемными винтами подставки отгоризонтировать теодолит и, если изображение точки не совпало с центром сетки нитей центрира, совместить их перемещением прибора по головке штатива;

закрепить теодолит станovým винтом, уточнить установку уровня подъемными винтами подставки, проверить центрировку по сетке нитей оптического центрира;

повернуть алидаду на 180° и проверить правильность юстировки центрира (п. 9.1.12). Если изображение точки сошло с центра сетки нитей и несовпадение более допустимой погрешности центрирования, отъюстировать центрир, как указано в п. 9.2.9, и повторить центрирование или переместить теодолит на половину несовпадения так, чтобы при вращении алидады изображение точки описывало окружность, концентричную окружностям сетки нитей.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Отсчитывание по кругам. Вид поля зрения отсчетного микроскопа показан на рис. 10. В верхнюю его часть, отмеченную буквой В, проецируются изображения отсчетной шкалы и вертикального лимба, в нижнюю, отмеченную буквой Г, — изображения шкалы и горизонтального лимба.

Каждое деление шкалы соответствует одной угловой минуте. Доли деления оцениваются на глаз с округлением до 0,1 интервала. Индексом для отсчета служит штрих лимба. Погрешность отсчитывания 0,05...0,1 деления шкалы, что соответствует 3...6".

Отсчетная шкала вертикального круга имеет два ряда цифр, возрастающих слева направо и справа налево. По обе стороны расположены математические символы „+“ и „—“. Во время измерения углов одна пара символов оказывается

Поле зрения микроскопа

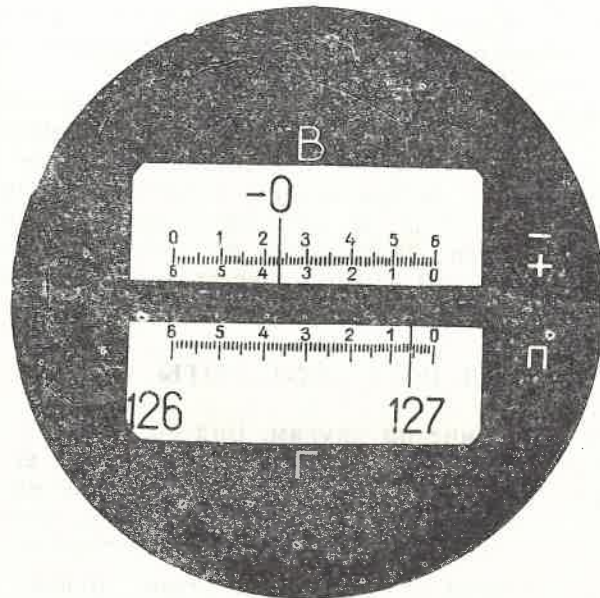


Рис. 10

открытой, а другая закрытой в зависимости от того, при каком положении теодолита производится измерение (круг слева или справа). Верхний знак относится к верхнему ряду цифр шкалы, нижний — к нижнему. Знак „—“, а следовательно, и весь ряд сопряженных с ним цифр используется, когда в пределах шкалы находится штрих вертикального круга со знаком „—“, и наоборот, знак „+“ и весь ряд сопряженных с ним цифр используется, когда штрих вертикального круга не имеет знака.

Одновременно с этим поле зрения отсчетного микроскопа содержит информацию о том, при каком положении теодолита произведен отсчет. Эта информация содержится в боковых, попеременно закрывающихся окошках с нанесенными на них обозначениями Л (круг слева) и П (круг справа).

На рис. 10 отсчет по вертикальному кругу соответствует минус $0^{\circ}23,3'$, по горизонтальному $127^{\circ}05,6'$.

8.2. Измерение углов. Наименьшая погрешность измерения углов обеспечивается при выполнении измерений полными приемами (при положениях теодолита „круг слева“ и „круг справа“). Количество приемов зависит от требуемой точности измерения (устанавливается соответствующими инструкциями и наставлениями по производству геодезических работ) и влияния внешних условий.

Для уменьшения влияния погрешности диаметров после каждого приема следует переставлять горизонтальный круг на $180^{\circ}/n$ (n — количество приемов).

Не допускается измерять горизонтальные углы полуприемами (при одном положении теодолита), так как результаты будут искажены влиянием эксцентриситета алидады горизонтального круга, а при измерении угла между целями, расположенными под разными углами относительно горизонта, кроме того, будут искажены влиянием коллимационной погрешности и наклона горизонтальной оси.

Вертикальные углы α вычислить по формуле

$$\alpha = 0,5 (Л + П), \quad (1)$$

где Л, П — отсчеты по вертикальному кругу при его положении слева и справа от наблюдателя.

При выполнении работ, не требующих высокой точности измерений (с допускаемой погрешностью до $20''$), или при использовании графика поправок на эксцентриситет, измерения вертикальных углов могут производиться полуприемами. Значения углов в этом случае следует вычислять по одной из формул:

$$\alpha = Л - М0; \quad (2)$$

$$\alpha = П + М0, \quad (3)$$

где М0 — место нуля вертикального круга, определяемое перед началом работ согласно п. 9.1.9.

При визировании на точки, расположенные ближе 1,5 м, на объектив надевают линзовую насадку, при этом измерения производят обязательно полными приемами.

8.3. Измерение расстояний и превышений. Расстояния и превышения измеряют с помощью нитяного дальномера по вертикальной рейке с сантиметровыми делениями, определяя длину l отрезка рейки, заключенного между дальномерными штрихами сетки.

Горизонтальные проложения S вычисляют по формуле

$$S = Kl \cos^2 \alpha, \quad (4)$$

где K — коэффициент дальномера;

α — вертикальный угол, измеренный после наведения на рейку.

При $K = 100$ формула (4) может быть представлена в виде

$$\left. \begin{aligned} S &= L \cos^2 \alpha \\ \text{или} \quad S &= L - \delta S_{\alpha} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где L — число сантиметровых делений рейки между дальномерными штрихами сетки нитей;

δS_{α} — поправка на наклон измеренной линии к горизонту, вычисленная по формуле

$$\delta S_{\alpha} = L \sin^2 \alpha. \quad (6)$$

Точность заводской установки коэффициента дальномера 1 : 200. Если необходимо измерять расстояния с большей точностью, следует определить и использовать коэффициент пропорциональности k или поправку Δ , учитывающие отклонение коэффициента дальномера от 100, по одной из формул:

$$S = k(L - \delta S_{\alpha}) \quad \text{или} \quad S = L + \Delta - \delta S_{\alpha}; \quad (7)$$

$$S = kL \cos^2 \alpha \quad \text{или} \quad S = (L + \Delta) \cos^2 \alpha; \quad (8)$$

$$\delta S_{\alpha} = kL \sin^2 \alpha \quad \text{или} \quad \delta S_{\alpha} = (L + \Delta) \sin^2 \alpha. \quad (9)$$

При углах наклона менее 20° поправку на наклон допускается вычислять по формуле (6).

Коэффициент пропорциональности k и поправки Δ определить согласно п. 9.1.13.

Превышение h между точками вычислить по формуле

$$\left. \begin{aligned} h &= 0,5 k L \sin 2\alpha + I - v \\ \text{или} \quad h &= 0,5 (L + \Delta) \sin 2\alpha + I - v \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где I — высота теодолита;

v — длина отрезка рейки от ее основания до штриха, совпадающего с горизонтальным штрихом перекрестия сетки нитей зрительной трубы.

Если наводить горизонтальную нить зрительной трубы на отсчет, равный высоте теодолита, то превышение определяется первым слагаемым. Для быстроты и удобства вычислений следует пользоваться тахеометрическими таблицами.

8.4. Упаковка. Принадлежности к теодолиту и инструмент для юстировки уложить в соответствующие гнезда боксов (п. 4.5). Перед упаковыванием теодолит повернуть так, чтобы круглый уровень находился над закрепительным винтом подставки, а зрительную трубу направить в зенит, закрепить алидаду и зрительную трубу. Теодолит уложить в футляр, закрыть крышкой и скрепить футляр замками.

Комплект теодолита выпускается предприятием законсервированным для хранения в течение 4 лет. Условия хранения Л по ГОСТ 15150 — 69.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Теодолит необходимо содержать в исправности и постоянной готовности к применению. Бережное обращение с теодолитом обеспечит надежную его работу и длительный срок службы без ремонта.

При эксплуатации необходимо соблюдать следующие правила:

о беречь теодолит от осадков и одностороннего нагрева солнечными лучами, при кратковременном дожде накрывать теодолит чехлом, при длительном — укладывать в футляр. При перерывах в работе надевать на объектив крышку, накрывать теодолит чехлом;

во избежание конденсации влаги, приводящей к загрязнению оптики, следует вносить теодолит с холода в теплое помещение в футляре и вынимать не ранее чем через 2 ч;

вынося теодолит на холод, вынимать его из футляра не ранее чем через 30 мин во избежание больших местных напряжений в оптических деталях, приводящих к разъюстировке.

Необходимо соблюдать правила транспортирования и хранения.

9.1. Проверка технического состояния. Проверка позволяет своевременно выявить и устранить неисправности теодолита. Рекомендуемый перечень операций и средств проверки технического состояния приведен в табл. 1.

Таблица 1

Проверяемый параметр	Номер пункта метода		Средства проверки
	проверки	исправления	
Комплектность, внешний вид, чистота рабочих шкал	9.1.1	9.3	—
Взаимодействие узлов	9.1.2	9.2.1, 9.2.2, 9.4	—
Перпендикулярность оси уровня вертикальной оси теодолита	9.1.3	9.2.3	—
Устойчивость штатива и подставки	9.1.4	9.2.4	Визирная цель (п. 11.2.1)
Наклон сетки нитей зрительной трубы	9.1.5	9.2.5	То же
Рен отсчетного устройства	9.1.6	9.2.2	—
Диапазон работы и погрешность компенсатора	9.1.7	9.2.6	—
Коллимационная погрешность	9.1.8	9.2.7	Визирная цель на расстоянии не менее 50 м
Место нуля вертикального круга	9.1.9	9.2.7	То же
Наклон горизонтальной оси	9.1.10	—	Марки (п. 11.2.1)
Параллельность осей коллиматорных визиров и зрительной трубы	9.1.11	9.2.8	Точка предмета, удаленного не менее чем на 50 м, или марка (п. 11.2.2)
Параллельность оси оптического центра вертикальной оси теодолита	9.1.12	9.2.9	Марка (п. 11.2.3)
Коэффициент нитяного дальномера	9.1.13	—	Базис длиной 130 ... 150 м, погрешность не более 1:1500
Погрешности ориентирования по буссоли	9.1.14	9.2.10	Ориентир с известным магнитным азимутом

9.1.1. Внешний осмотр. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие теодолита следующим требованиям:

полнота комплекта по разд. 3, правильность маркировки в соответствии с разд. 5;

отсутствие механических повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства, метрологические характеристики или сохранность прибора;

чистота поля зрения отсчетного микроскопа, зрительной трубы и оптического центрира, рабочих поверхностей угломерных кругов;

качество нанесения штрихов лимбов и сеток нитей.

Не допускаются дефекты, мешающие использованию теодолита по своему назначению. При неудовлетворительных результатах осмотра исправить теодолит согласно п. 9.3 или отправить в ремонт.

9.1.2. Проверка взаимодействия узлов:

опробовать плавность вращения зрительной трубы, алидады горизонтального круга, наводящих винтов, кремальеры, диоптрийных колец окуляров зрительной трубы, микроскопа, оптического центрира, подъемных винтов подставки, плавность движения окулярного колена центрира;

опробовать работу закрепительных винтов зрительной трубы, алидады горизонтального круга, подставки;

проверить работу механизма перевода горизонтального круга, убедиться, что при нажатии на рукоятку включается зубчатое зацепление, а при вращении рукоятки без нажатия вдоль ее оси горизонтальный круг остается неподвижным;

проверить, удерживается ли зеркало подсветки в любом приданном ему положении;

оценить четкость изображения штрихов лимбов и отсчетных шкал в поле зрения микроскопа, опробованием убедиться, что наилучшая их резкость достигается при одном положении окуляра без перефокусировки.

Примечание. Качество изображения штрихов вертикального круга проверять после установки теодолита по уровню на основании, защищенном от вибраций;

проверить подвижность маятника компенсатора и скорость его успокоения, слегка постукивая по колонке теодолита или вращая алидаду на небольшой угол в ту или другую сторону и одновременно наблюдая изображение штрихов вертикального лимба. Остановка колебаний изображения штриха, являющаяся следствием „прилипания“ маятника к винтам-упорам, не допускается. Не позднее чем через 2 с после прекращения воздействия на алидаду (постукивания, повороты) должна обеспечиваться возможность отсчитывания по вертикальному кругу;

проверить футляр теодолита, убедиться, что его замки исправны и обеспечивают надежное скрепление половин корпуса футляра, а ложементы — неподвижность теодолита.

При неудовлетворительных результатах опробования исправить теодолит согласно пп. 9.2... 9.4 или отправить в ремонт.

9.1.3. Проверка уровней. Положение осей уровней относительно вертикальной оси теодолита проверить следующим образом. Повернуть алидаду так, чтобы ось цилиндрического уровня расположилась параллельно прямой, соединяющей два подъемных винта подставки, и вращением этих винтов в противоположных направлениях вывести пузырек уровня на середину. Повернуть алидаду на 90° и третьим подъемным винтом установить пузырек уровня на середину. Затем повернуть алидаду на 180° и оценить смещение пузырька от среднего положения. Если отклонение больше одного деления, выполнить юстировку согласно п. 9.2.3 и повторить проверку.

Одновременно юстировочными винтами 9 (см. рис. 1) ввести пузырек круглого уровня 8 в пределы малой окружности.

9.1.4. Проверка устойчивости штатива и подставки. Закрепить теодолит на штативе, привести вертикальную ось в отвесное положение и навести зрительную трубу на визирную цель. Приложив к головке штатива небольшое крутящее усилие в горизонтальной плоскости, сместить визирную ось с выбранной цели на половину ширины биссектора сетки нитей. После снятия усилия проверить,

имеется ли остаточное смещение вертикального штриха сетки нитей теодолита относительно изображения цели. Повторить проверку, прикладывая к головке штатива крутящее усилие противоположного направления.

При наличии остаточных смещений устранить их, как указано в п. 9.2.4, после чего проверить устойчивость подставки, слегка поворачивая ее корпус. При необходимости отрегулировать подставку в соответствии с п. 9.2.4 и повторить проверку.

9.1.5. Определение наклона сетки нитей зрительной трубы. Закрепить теодолит на штативе и привести его ось в отвесное положение. Навести зрительную трубу на визирную цель, совместить изображение цели с левым концом горизонтального штриха сетки нитей и, вращая алидаду наводящим винтом по азимуту, проследить, не сходит ли изображение цели с правого конца штриха. Если оно сходит более чем на три ширины штриха, выполнить юстировку согласно п. 9.2.5 и повторить проверку.

9.1.6. Определение рена отсчетного устройства. Изображение одного деления лимба должно быть равно 60 делениям шкалы микроскопа. Разность между ними называется реном, значение которого можно определить следующим образом:

совместить штрих А лимба с нулевым штрихом шкалы микроскопа и взять отсчет по штриху ($A - 1^\circ$);

вычислить разность отсчетов, выполненных по штрихам А и ($A - 1^\circ$), равную рену на данном участке круга;

рен вертикального круга определить на участках 0, 2, минус 2° при положении теодолита „круг слева“ и на таких же участках при положении „круг справа“;

рен горизонтального круга определить через 60° ;

вычислить среднее арифметическое значение рена для каждого круга из шести определений.

При значении рена более $3''$ исправить его согласно п. 9.2.2 и повторить проверку. Расхождение между значениями рена для разных участков круга не должно превышать $9''$.

9.1.7. Проверка компенсатора. Диапазон работы компенсатора и погрешность его установки проверить следующим образом. Установить теодолит на основании, защищенном от вибрации, отгоризонтировать и закрепить алидаду в положении, при котором один из подъемных винтов подставки располагался бы в коллимационной плоскости зрительной трубы. Взять отсчет по вертикальному кругу и, продолжая наблюдать в микроскоп, медленно вращать подъемный винт подставки до тех пор, пока не прекратится смещение изображения штриха вертикального круга относительно шкалы микроскопа. Взять второй отсчет по кругу. Разность отсчетов должна быть не менее $3'$. Аналогично проверить отклонение компенсатора в другую сторону, вращая винт в противоположном направлении. Если разности показаний или одна из них меньше $3'$, рекомендуется исправить теодолит в мастерской.

Погрешность работы компенсатора определить в следующем порядке:

развернуть подставку теодолита так, чтобы один из винтов подставки расположился в направлении на визирную цель, отгоризонтировать теодолит, навести зрительную трубу на цель и взять отсчет $v_{0,1}$ по вертикальному кругу;

вращением подъемного винта, расположенного в коллимационной плоскости, изменить отсчет на $3'$, т. е. установить по вертикальному кругу отсчет ($v_{0,1} - 3'$), и вращением наводящего винта трубы совместить перекрестие сетки нитей зрительной трубы с изображением визирной цели;

взять отсчет v_1' по вертикальному кругу;

подъемным винтом подставки привести вертикальную ось в отвесное положение, навести на выбранный ориентир и взять отсчет $v_{0,2}$;

подъемным винтом подставки наклонить теодолит в противоположную сторону на $3'$, навести зрительную трубу на ориентир и взять отсчет v_1'' ;

подъемным винтом подставки привести вертикальную ось в отвесное положение. На этом заканчивается прием.

Необходимо выполнить не менее трех приемов, причем при втором и третьем приемах наводят верхним и нижним горизонтальными штрихами сетки нитей зрительной трубы.

Систематические погрешности $\Delta\theta'$ и $\Delta\theta''$ установки компенсатора на $1'$ наклона теодолита вычисляют по формулам

$$\left. \begin{aligned} \Delta\theta' &= \frac{\Sigma(\theta' - \theta_0)}{3n}; \\ \Delta\theta'' &= \frac{\Sigma(\theta'' - \theta_0)}{3n}, \end{aligned} \right\} (10)$$

где $\Sigma(\theta' - \theta_0)$ — сумма разностей средних арифметических значений из отсчетов при наклонах в одну сторону и отвесном положении оси теодолита при наведении по каждой нити сетки зрительной трубы;

$\Sigma(\theta'' - \theta_0)$ — сумма разностей средних арифметических значений из отсчетов при наклонах в противоположную сторону;

n — количество приемов.

Если величина $\Delta\theta'$, $\Delta\theta''$ превышает $1,5''$, следует выполнить юстировку согласно п. 9.2.6 или отремонтировать в мастерской.

9.1.8. Определение коллимационной погрешности (неперпендикулярности визирной оси зрительной трубы горизонтальной оси теодолита):

навести зрительную трубу при положении теодолита „круг слева“ на визирную цель и взять отсчет L_1 по горизонтальному кругу;

повторить наведение при положении теодолита „круг справа“ и взять отсчет P_1 ;

освободить закрепительный винт подставки, повернуть теодолит на 180° и снова закрепить его;

навести зрительную трубу на ту же цель при двух положениях теодолита и взять отсчет L_2 и P_2 ;

вычислить коллимационную погрешность c до целого числа секунд по формуле

$$c = 0,25 [(L_1 - P_1 \pm 180^\circ) + (L_2 - P_2 \pm 180^\circ)]; \quad (11)$$

повторить определение коллимационной погрешности c и вычислить ее среднее арифметическое значение. Разность между значениями коллимационной погрешности не должна превышать $15''$.

Если среднее арифметическое значение коллимационной погрешности больше $15''$, рекомендуется исправление согласно п. 9.2.7 и повторение проверки.

9.1.9. Определение места нуля вертикального круга. Место нуля вертикального круга (МН) определить визированием на удаленную цель при двух положениях теодолита и вычислить до целого числа секунд по формуле

$$M_0 = 0,5(L - P), \quad (12)$$

где L , P — отсчеты по вертикальному кругу при двух положениях теодолита.

Повторить определение МН и вычислить его среднее арифметическое значение. Разность между значениями места нуля не должна превышать $15''$. Если среднее арифметическое значение места нуля больше $15''$, рекомендуется исправление согласно п. 9.2.7 и повторение проверки.

9.1.10. Определение наклона горизонтальной оси. Неперпендикулярность горизонтальной и вертикальной осей теодолита проверить следующим образом:

установить теодолит на штативе по уровню на расстоянии $2 \dots 3$ м от стены;

укрепить на стене марку под углом $\alpha = 25 \dots 35^\circ$ к горизонту;

навести на перекрестие марки зрительную трубу при положении теодолита „круг слева“ и взять отсчет $L_в$ по горизонтальному кругу;

наклонить зрительную трубу на угол минус $\alpha \pm 1^\circ$ и укрепить на стене вторую марку так, чтобы изображение ее перекрестия расположилось вблизи перекрестия сетки нитей или точно совпало с ним;

навести зрительную трубу на перекрестие нижней марки и взять отсчет $L_н$;

повернуть алидаду на 180° , снова навести зрительную трубу на верхнюю марку при положении теодолита „круг справа“ и взять отсчет $P_в$;

наклонить трубу вниз, навести на перекрестие нижней марки и взять отсчет $P_н$ по горизонтальному кругу;

вычислить наклон i горизонтальной оси до целого числа секунд по формуле

$$i = 0,25 [(L_н - L_в) - (P_н - P_в)] \operatorname{ctg} \alpha; \quad (13)$$

повторить проверку и определить среднее арифметическое значение наклона из двух определений. Разность между значениями i не должна превышать $20''$.

При среднем значении i более $20''$ рекомендуется исправить его в мастерской.

Примечание. Если измерения выполняются полными приемами, т. е. при двух положениях теодолита „круг слева“ и „круг справа“, наклон оси не оказывает влияния на результаты измерений, и в теодолитах, находящихся в эксплуатации, его значение можно допускать до $40''$.

9.1.11. Проверка коллиматорных визиров. Проверку проводят по марке с двумя перекрестиями (п. 11.2.2) или по точке предмета, удаленным не менее чем на 50 м. Необходимо навести зрительную трубу коллиматорным визиром на верхнее перекрестие марки (на точку предмета) и оценить смещение изображения нижнего перекрестия марки (точки предмета) относительно перекрестия сетки нитей зрительной трубы. Если изображение нижнего перекрестия марки (точки предмета) смещено с перекрестия сетки нитей зрительной трубы более чем на $15'$, исправить положение визира согласно п. 9.2.8 и повторить проверку.

Перевести зрительную трубу через зенит, повернуть алидаду на 180° и аналогично выполнить проверку второго визира.

9.1.12. Проверка оптического центрира. Параллельность оси оптического центрира вертикальной оси теодолита проверить следующим образом. Закрепить теодолит на штативе, под штатив положить марку (п. 11.2.3). Ввести изображение перекрестия марки в центр сетки нитей центрира, действуя подъемными винтами подставки. Повернуть алидаду на 180° и оценить смещение изображения марки относительно центра сетки нитей. Смещение, равное радиусу малой окружности сетки нитей, соответствует погрешности центрирования, равной $0,8 i$ мм, где i — высота штатива в метрах (при i , равном 1,2 м, погрешность равна 1 мм). При смещении более радиуса рекомендуется отъюстировать центрир согласно п. 9.2.9 или устранить влияние погрешности путем осреднения после поворота алидады на 180° .

9.1.13. Определение коэффициента нитяного дальномера по дальномерной (тахеометрической) рейке:

разбить на ровной местности базис длиной 130 ... 150 м и разделить его на 6 ... 8 интервалов, кратных длине мерной ленты или другого измерительного приспособления;

измерить каждый интервал с точностью не ниже 1 : 1500 и привести значения интервалов к горизонту;

установить и отцентрировать теодолит на одном конце базиса, а рейку — последовательно на всех остальных точках;

измерить каждый интервал 4 ... 6 приемами, вычислить средние значения и измерить углы наклона;

вычислить разности Δ_1 по формуле

$$\left. \begin{aligned} \Delta_1 &= (S^{\circ}_1 + \delta S_{\alpha_1}) - L_1; \\ \Delta_2 &= (S^{\circ}_2 + \delta S_{\alpha_2}) - L_2; \\ &\dots \dots \dots \\ \Delta_n &= (S^{\circ}_n + \delta S_{\alpha_n}) - L_n, \end{aligned} \right\} (14)$$

где S°_0 — значение горизонтального проложения интервала, принимаемое за истинное;

δS_{α} — поправка на наклон измеренной линии, берется из таблиц или вычисляется по формуле (6);

нанести полученные разности Δ_1 на график „ k “ (рис. 11), откладывая по оси абсцисс расстояния S_1 (м), а по оси ординат — значения Δ_1 (см);

соединить точки и осреднить ломаную линию прямой по равенству сумм площадей между ломаной и осредняющей, расположенных выше и ниже осредняющей; при этом общая сумма площадей должна быть минимальной. На графике сравниваемые площади заштрихованы.

Точка пересечения прямой с осью ординат отметит на ней значение постоянного слагаемого дальномера. В теодолите ЗТ5КП постоянное слагаемое практически равно нулю, поэтому осредняющая прямая пройдет через начало координат.

Отношение ординаты Δ (см) любой точки осредняющей прямой к ее абсциссе S (м) равно отклонению коэффициента дальномера от 100, которое не должно превышать 0,5.

При необходимости используют график „ k “ для введения поправок Δ в измеренное расстояние или для вычисления коэффициента пропорциональности k . Поправкой служит ордината точки осредняющей прямой, соответствующей измеренному расстоянию. Например, при S , равном 150 м, Δ равна +49 см

График „ k “

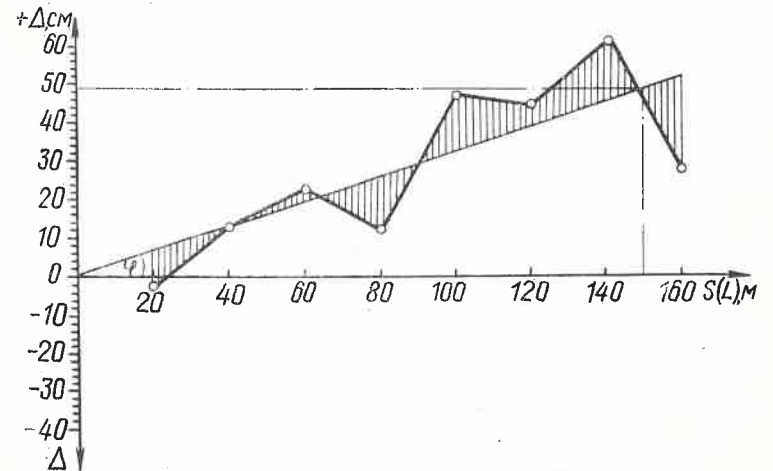


Рис. 11

Коэффициент пропорциональности k вычислить по формуле

$$k = 1 + \frac{\Delta \text{ (м)}}{S \text{ (м)}} \quad (15)$$

Для приведенного примера $k = 1 + \frac{0,49}{150} = 1,0033$.

9.1.14. Определение погрешностей ориентир-буссоли.

Погрешности ориентирования по буссоли относительно магнитного меридиана определить в полевых условиях. В радиусе 6 м от теодолита не должно быть больших магнитных масс.

Выбрать ориентир, магнитный азимут которого известен из определений другими способами, измерить его теодолитом с ориентир-буссолью двенадцатыми приемами и вычислить среднее арифметическое значение.

Вычислить систематическую погрешность ориентирования как разность между известным значением азимута, принимаемым за истинное, и средним арифметическим.

Вычислить среднее квадратическое отклонение случайной погрешности по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\sum v_1^2}{n-1}}, \quad (16)$$

где v_1 — отклонения результатов отдельных измерений от их среднего арифметического значения;

n — количество приемов измерения.

Если значение систематической погрешности не соответствует точности выполняемой работы, исправить буссоль, как указано в п. 9.2.10, и повторить проверку. При неудовлетворительном значении среднего квадратического отклонения случайной погрешности заменить шпиль или стрелку буссоли в мастерской.

9.2. Юстировка теодолита

9.2.1. Регулирование зеркала отсчетного устройства. Если зеркало подсветки отсчетного микроскопа не сохраняет приданного ему положения, увеличить трение в шарнирах двумя регулировочными винтами, сжимающими прорезь в оправе зеркала.

9.2.2. Устранение параллакса и рена отсчетного устройства. Если резкое изображение штрихов лимба достигается при одном положении окуляра микроскопа, а резкость штрихов отсчетной шкалы — при другом, устранить параллакс следующим образом:

снять крышку 3 (см. рис. 2), открывающую доступ к двум кронштейнам, в которых расположены линзы объективов микроскопа горизонтального и вертикального кругов.

Внимание! Для устранения параллакса в отсчетном устройстве горизонтального круга слегка открепить винт 11 (см. рис. 4), крепящий линзу объектива;

наблюдая в микроскоп, установить окуляр по глазу до получения четкого изображения отсчетной шкалы, вставить лезвие отвертки в шлиц открепленного винта и сместить его вместе с оправой линзы вдоль прорези в кронштейне до появления четкого изображения штрихов горизонтального лимба, закрепить винт в этом положении и повторить проверку.

Аналогичное исправление в отсчетном устройстве вертикального круга выполнить перемещением оправы линзы, закрепленной винтом 6.

После устранения параллакса проверить и при необходимости устранить рен горизонтального круга перемещением линз объектива, закрепленных винтами 10, 11, рен вертикального — винтами 6, 7.

Если изображение круга необходимо уменьшить, обе линзы переместить вверх, если увеличить — вниз. Одновременно следует убедиться в отсутствии параллакса между изображениями штрихов лимба и шкалы микроскопа.

При юстировке не задевать детали маятника компенсатора, чтобы не вызвать деформацию чувствительного элемента.

9.2.3. Юстировка уровней. Если при проверке цилиндрического уровня смещение пузырька превышает одно деление, половину смещения исправить подъемным винтом подставки, другую — юстировочным винтом 6 (см. рис. 1). Юстировку круглого уровня проводить юстировочными винтами 9.

9.2.4. Устранение остаточных смещений штатива и подставки. Для устранения остаточных смещений штатива затянуть гаечным ключом болты в шарнирах головки, в наконечниках и винты крепления деревянных стержней ножек в верхней металлической обойме. При недостаточной устойчивости подставки отрегулировать ход подъемных

винтов или завинтить три винта, крепящие пружины трегера к основанию подставки, предварительно ослабив гайки, находящиеся между пружиной трегера и основанием подставки.

Для регулирования хода подъемного винта вывинтить винт на несколько оборотов до совпадения отверстий во втулке и регулировочной гайке. В отверстия вставить шпильку и, поворачивая ею гайку, регулировать ход подъемного винта.

9.2.5. Устранение наклона сетки нитей зрительной трубы. Снять колпачок 12 (см. рис. 1) и слегка отпустить четыре винта крепления корпуса окуляра к зрительной трубе. Поворотом корпуса устранить наклон сетки нитей. Закрепить корпус окуляра и повторить проверку.

9.2.6. Юстировка компенсатора. Диапазон работы исправить следующим образом: снять боковую крышку 3 (см. рис. 2) и винтами-упорами 13 (см. рис. 4) выставить необходимый зазор, обеспечив при этом симметрию отклонения от среднего положения. Перед вращением упоров вывинтить стопорные винты на 1,5 оборота, а по завершении юстировки снова закрепить их.

Верхними гайками 5 маятник компенсатора балансируют, изменяя его положение относительно отвесной линии, при этом изменяется и место зенита.

Погрешность работы компенсатора устранить, изменяя момент инерции маятника перемещением нижних грузиков-гаек 9 вверх или вниз. По завершении юстировки гайки в каждой паре должны плотно прилегать друг к другу.

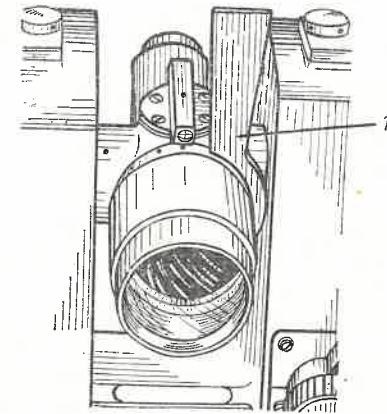
9.2.7. Исправление коллимационной погрешности и места нуля вертикального круга. Коллимационную погрешность устранить вращением клинового кольца 2 (см. рис. 2) юстировочным ключом 1 (рис. 12) или смещением сетки нитей горизонтальными юстировочными винтами, расположенными под колпачком 12 (см. рис. 1).

Для исправления места нуля вертикального круга снять отсчет по вертикальному кругу (Л или П), вращением винта 4 (см. рис. 4), закрытого пробкой 4 (см. рис. 2), установить отсчет, равный (Л - М0) или (П + М0).

Исправить место нуля можно перемещением гаек 5 (см. рис. 4) балансировки маятника.

Примечание. При вращении клинового кольца изменяется не только коллимационная погрешность, но и место нуля. Поэтому сначала следует исправить коллимационную погрешность, затем место нуля вертикального круга.

Ключ для устранения коллимационной погрешности



1 — ключ

Рис. 12

9.2.8. Юстировка коллиматорных визиров. При неудовлетворительных результатах проверки визира слегка вывинтить четыре винта крепления визира к горизонтальной оси, навести зрительную трубу на нижнее перекрестие марки (точку предмета) и повернуть визир по азимуту до совмещения его вертикальной нити с верхним перекрестием марки (точкой предмета). При закреплении визира следует менять последовательность ввинчивания винтов так, чтобы горизонтальная нить сетки визира также совпала с визирной целью.

9.2.9. Юстировка центрира. Ослабить два крепежных винта 11 окуляра центрира (см. рис. 2) и сместить его так, чтобы изображение точки переместилось на половину отклонения, полученного при проверке центрира. Осторожно закрепить окулярную часть и повторить проверку.

Если неисправность устранить не удалось, используют длиннофокусную линзу, закрепленную на конце вертикальной оси теодолита. Для этого, вращая теодолит, следует расположить юстировочные винты 2 (см. рис. 5) напротив соответствующих отверстий защитной втулки 3, закрепленной на хвостовике теодолита. Попеременным вращением противоположащих юстировочных винтов сместить изображение точки на половину величины максимального отклонения. Проверку повторить.

9.2.10. Устранение систематической погрешности буссоли:

установить визирную ось проверяемого теодолита по магнитному меридиану, используя значение магнитного азимута ориентира, принимаемое за истинное;

ослабить крепление корпуса буссоли к кронштейну 2 (см. рис. 8), слегка вывинтив два винта на нижней его части, и разворотом корпуса буссоли относительно кронштейна совместить концы стрелки с индексами буссоли;

скрепить корпус буссоли с кронштейном и повторить проверку.

9.3. Чистка оптических поверхностей. Теодолит имеет просветленную оптику, которая особенно чувствительна к механическим повреждениям.

С наружных оптических поверхностей зрительной трубы, микроскопа, оптического центрира и визиров сдуть пыль (лучше сжатым воздухом из резинового баллончика), затем сухой салфеткой удалить пятна.

Жирные пятна (следы пальцев) удалить ватным тампоном, смоченным спирто-эфирной смесью (50% спирта, 50% эфира), после чего осторожно, без нажима протереть поверхность вращательными движениями от центра к краю.

Внутренние поверхности оптических деталей чистить ватой, нагнутой на костяную или деревянную палочку и смоченной спирто-эфирной смесью.

9.4. Чистка и смазка осей. В сезонной замене смазки теодолит не нуждается. Смазку осей производить только в случае необходимости, при тугом ходе алидады или зрительной трубы, если он не устраняется попеременным вращением в обоих направлениях.

При эксплуатации теодолита в условиях низких температур тугой ход может явиться следствием повышения вязкости масла, поэтому необходимость смазки можно определить только при температуре 10...30°C. Смазка осей связана с частичной разборкой теодолита, которая должна производиться в чистом помещении с использованием салфетки и бензина.

Тугой ход горизонтальной оси следует устранить без разборки следующим образом. Положить теодолит на боковую крышку и ввести 1 — 2 капли масла на стык оси с неподвижной втулкой-лагером, предварительно очистив их от пыли. Затем переложить теодолит на другой бок и таким же способом смазать другой конец оси. Повернуть зрительную трубу на несколько оборотов. Если смазка не дала положительных результатов, разборку, чистку и смазку лагер и цапф производить в мастерской.

В качестве смазочного материала используют масло 132-08, имеющееся в комплекте теодолита.

При необходимости разборку вертикальной оси производить в следующем порядке:

вывинтить три винта, крепящие рукоятку 7 (см. рис. 2), и снять ее;

вывинтить четыре винта, открывшиеся под рукояткой 7, и извлечь механизм поворота лимба;

положить теодолит без подставки на бок, вывинтить три винта 1 (рис. 13), которые крепят дно 3 к колонке 14 (см. рис. 2);

вывинтить втулку 3 (см. рис. 5), после чего, отпустив четыре стопорных винта 4, снять с оси оправу 1 с линзой;

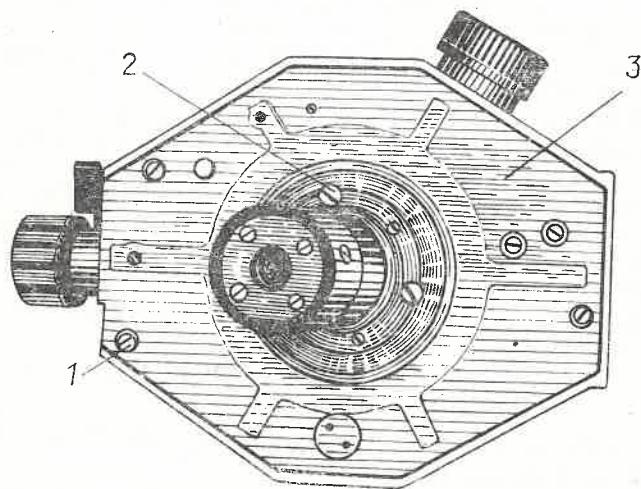
придерживая корпус низка, поставить теодолит в подставку, закрепить его и, взявшись за колонку, осторожно извлечь вертикальную ось из баксы;

ось и баксу протереть салфеткой, промыть бензином, просушить и вновь протереть;

нанести на ось 1—2 капли масла и осторожно ввести в баксу;

скрепить колонку с корпусом низка винтами 1 (см. рис. 13) и повернуть алидаду несколько раз вокруг оси.

Теодолит снизу без подставки



1, 2 — винты; 3 — дно

Рис. 13

Если требуется чистка и смазка оси вращения горизонтального круга, после извлечения оси из баксы вывинтить три винта 2 и осторожно снять с баксы втулку вместе с горизонтальным кругом. Выполнить чистку и смазку трущихся поверхностей втулки и баксы, как указано выше, и провести сборку осей в обратном порядке.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
Подставка неустойчива к азимутальным сдвигам, регулировка подъемных винтов и закрепление пружины трегера неустраивают дефекации (п. 9.2.4)	Ослабла или вывинтилась гайка одного или нескольких подъемных винтов, крепящая узел подъемного винта в корпусе подставки	Завинтить гайку до отказа и зафиксировать ее положением стопорными винтами	Исправление проводить в мастерской
В зрительной трубе или отсчетном микроскопе не видно изображения	1. Отплотел объектив зрительной трубы или окуляр 2. Отплотели поверхности внутренних оптических деталей 3. Попала влага между линзами объектива или окуляра	1. Протереть чистой салфеткой 2. Внести теодолит в теплое сухое помещение и дать просохнуть в течение 1,5—2 ч 3. Требуется разборка объектива	Разборку проводить в мастерской
В поле зрения окуляра оптического центра не видно изображения: окружностей сетки; предметов местности	Отплотел окуляр Загрязнилась линза на торце посадочного хвостовика теодолита	Протереть мягкой чистой салфеткой Протереть линзу снаружи и изнутри (при необходимости)	

Наименование неисправности, внешне проявляющиеся и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
Зеркало полсветки отсчетной системы самопроизвольно падает	Ослабло крепление в шарнире	См. п. 9.2.1	
Рен не постоянен на различных участках угломерного круга. Разница в значениях рена превышает 5"	Расцентровка угломерный круг	Центрировка угломерного круга	Исправление проводить в мастерской
Наводящий винт имеет мертвый ход, увеличивающийся при его вывинчивании	1. Увеличилось трение в осях 2. Ослабла пружина наводящего устройства	1. Почистить и смазать осевые системы теодолита (п. 9.4) 2. Теодолит отправить в ремонт для замены пружины	
Тугой ход подвижных частей при нормальной температуре	Вытекла или загустела смазка, в зазор попали посторонние предметы	Трущиеся поверхности почистить и смазать согласно п. 9.4	

11. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок теодолита ЗТ5КП.

Теодолиты, находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическим ведомственным поверкам не реже одного раза в 2 года. В зависимости от условий эксплуатации этот срок уточняется органами метрологической службы.

Перед вводом в эксплуатацию нового теодолита или теодолита, поступившего из ремонта, со склада после длительного хранения, проводят внеочередную поверку. Дату ввода в эксплуатацию нового теодолита записывают в паспорте (см. приложение).

11.1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта метода поверки
Внешний осмотр	11.4.1
Опробование	11.4.2
Определение метрологических параметров: погрешностей измерения горизонтального и вертикального углов;	11.4.3 а, б
погрешностей ориентирования теодолита по ориентир-буссоли;	11.4.3 в
коэффициента дальномера	11.4.3 г

Примечание. При проверке методом опробования допускается исправление юстируемых параметров в соответствии с методами п. 9.2.

11.2. Средства поверки. При проведении поверки должны применяться следующие средства.

11.2.1. Визирные цели для проверки устойчивости штатива и подставки, наклона сетки нитей зрительной трубы, коллимационной погрешности, места нуля вертикального круга, погрешностей измерения углов. В качестве визирной цели могут быть использованы точка предмета местности,

изображение сетки нитей коллиматора или отфокусированной на бесконечность зрительной трубы геодезического прибора (с применением подсветки или светлого экрана за окуляром), марка в виде перекрестия, выполненная любым способом. Длина штрихов перекрестия не регламентируется, рекомендуемая ширина штрихов $0,012 S \dots 0,018 S$ мм, где S — расстояние до марки в метрах.

11.2.2. Марка для проверки коллиматорных визиров с двумя перекрестиями, расположенными на одной отвесной линии. Расстояние между центрами перекрестий должно быть $(28 \pm 0,5)$ мм. Рекомендуемая ширина штрихов верхнего перекрестия не менее $0,4 S$ мм (S — в метрах), нижнего — как в п. 11.2.1.

11.2.3. Марка для проверки оптического центрира в виде перекрестия или кружка. Рекомендуемая ширина штрихов или диаметра кружка $0,14 S \dots 0,20 S$ мм, где S — расстояние от нижней установочной плоскости подставки до марки в метрах.

11.2.4. Теодолит типа Т2 (ГОСТ 10529 — 86) для определения погрешностей измерения вертикального угла и коэффициента дальномера.

11.2.5. Ориентир (визирная цель) с известным магнитным азимутом или теодолит с аттестованной ориентир-буссолью; погрешность аттестации — не более $10'$ (для определения систематической погрешности ориентир-буссоли).

11.3. Условия поверки и подготовка к ней

11.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха $45 \dots 80\%$;

отсутствие одностороннего нагрева;

возмущающие вибрации не должны вызывать колебаний изображения штриха вертикального круга более чем $6''$.

11.3.2. Перед проведением поверки теодолит и средства поверки должны быть выдержаны на рабочих местах не менее 2 ч.

11.4. Проведение поверки

11.4.1. Внешний осмотр проводить в соответствии с п. 9.1.1.

11.4.2. Проверку опробованием проводить в соответствии с пп. 9.1.2 ... 9.1.12.

11.4.3. Определение метрологических параметров.

а) Среднюю квадратическую погрешность горизонтального угла определить по результатам многократных измерений угла, образованного двумя визирными целями, направления на которые отличаются по наклону на $15 \dots 30^\circ$. Рекомендуемое значение угла $60 \dots 120^\circ$.

Измерить угол двенадцатью приемами с перестановкой круга между приемами на 15° .

Среднюю квадратическую погрешность m измерения угла из одного приема вычислить по формуле (16) до $0,1''$ и округлить до целого числа секунд. Индивидуальная средняя квадратическая погрешность не должна быть более $6''$.

б) Погрешность измерения вертикального угла определить с помощью теодолита типа Т2 (ГОСТ 10529 — 86) следующим образом:

отфокусировать трубы обоих теодолитов на бесконечность по коллиматору или точке удаленного предмета и установить их горизонтально;

закрепить теодолиты на общем основании (тумбе, плите) или на штативах возможно ближе друг к другу. Проследить, чтобы их горизонтальные оси были на одном уровне;

выставить оба теодолита по уровням, на объектив поверяемого теодолита наложить диафрагму — кружок из темной бумаги диаметром $39 \dots 40$ мм с отверстием в центре диаметром $15 \dots 25$ мм. Повернуть теодолиты объективами друг к другу;

установить на вертикальном круге поверяемого теодолита $0^\circ 00'$ при круге слева, за окуляром поставить светлый экран или лампу;

навести зрительную трубу точного теодолита на перекрестие зрительной трубы поверяемого, используя последнюю в качестве коллиматора;

проверить совпадение оптических осей зрительных труб обоих теодолитов, наблюдая через лупу положение изображения диафрагмы на объективе поверяемого теодолита относительно выходного зрачка зрительной трубы точного теодолита. Если изображение отверстия диафрагмы смещено относительно центра выходного зрачка, отрегулировать взаимное положение теодолитов по высоте и по азимуту до устранения видимого смещения диафрагмы и проверить отсчет на вертикальном лимбе поверяемого прибора;

измерить точным теодолитом вертикальный угол α_d , визируя на горизонтальную нить сетки зрительной трубы поверяемого теодолита;

вернуть алидаду и зрительную трубу поверяемого теодолита на 180° и установить на вертикальном круге отсчет $0^\circ 00'$;

измерить точным теодолитом вертикальный угол α_n , визируя на горизонтальную нить сетки зрительной трубы поверяемого теодолита;

вычислить максимальное влияние эксцентриситета вертикального круга (максимальное значение систематической погрешности измерения вертикального угла) до $0,1''$ по формуле

$$\Delta \varepsilon_{\max} = 0,5 (\alpha_d + \alpha_n) \quad (17)$$

и округлить до целого числа секунд по СТ СЭВ 543 — 77.

Повторить измерения α_d и α_n тремя приемами и вычислить среднее арифметическое значение $\Delta \varepsilon_{\max}$ из всех определений, которое не должно превышать $10''$.

Среднюю квадратическую погрешность m_α измерения вертикального угла определить по результатам измерения аттестованных углов. Погрешность аттестации — не более $1,5''$. Количество углов должно быть не менее трех, а приемов — не менее шести.

Измерение вертикальных углов допускается выполнять по трем нитям сетки. В этом случае количество приемов измерений может быть сокращено до двух.

В измеренные полными приемами вертикальные углы α_i ввести поправки $\Delta \Sigma_i$ на эксцентриситет вертикального круга, вычисленные по формуле

$$\Delta \varepsilon_i = \Delta \varepsilon_{\max} \cos \alpha_i. \quad (18)$$

Вычислить значение средней квадратической погрешности m_α по формуле

$$m_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \delta_{ij}^2}{nk}}, \quad (19)$$

где δ_{ij} — отклонение измеренных вертикальных углов (с учетом поправки на эксцентриситет) от их истинных (аттестованных) значений;

n, k — количество приемов и измеренных углов соответственно.

Вычисление производить до $0,1''$ и округлять до целого числа секунд.

Средняя квадратическая индивидуальная погрешность не должна быть более $6''$.

в) Погрешности ориентирования теодолита по ориентир-буссоли определить в полевых условиях. В радиусе 6 м от теодолита не должно быть больших магнитных масс.

Порядок измерений следующий. Разарретировать стрелку буссоли, повернуть колонку теодолита до совмещения северного конца стрелки с индексом буссоли и снять показание A с горизонтального лимба с округлением до $1'$. Затем ориентировку сбить и произвести вновь. Выполнить 12 приемов указанных измерений. Вычислить среднее арифметическое значение $A_{\text{ср}}$, отклонения v_i значений A_i от $A_{\text{ср}}$ и среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ориентирования по формуле (16) до $0,1'$ и округлить до целого числа минут.

Навести зрительную трубу теодолита на ориентир, магнитный азимут которого известен из определений другими методами или из измерений теодолитом с аттестованной буссолью, снять показание A_0 с горизонтального лимба с округлением до $1'$ и вычислить значение азимута как разность ($A_{cp} - A_0$).

Вычислить систематическую погрешность ориентирования как разность между значением азимута, принимаемым за истинное, и значением, получаемым в результате измерения поверяемым теодолитом.

Если систематическая погрешность превышает $30'$, исправить буссоль, как указано в п. 9.2.10, и повторить поверку. Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ориентирования не должно превышать $10'$.

г) Коэффициент дальномера определить с помощью теодолита типа Т2 следующим образом:

установить теодолиты, как указано в п. 11.4.3б, проверить совпадение оптических осей их зрительных труб;

измерить теодолитом Т2 угол между дальномерными штрихами сетки нитей поверяемого теодолита шестью полуприемами (при круге справа или слева) и вычислить его среднее арифметическое значение, которое должно быть равно $34'22,6'' \pm 10''$.

11.5. Оформление результатов поверки

11.5.1. Положительные результаты поверки записывают в паспорте (см. приложение 1), заверяют оттиском поверительного клейма или выдают свидетельство о поверке установленной формы.

11.5.2. При отрицательных результатах поверки теодолит к применению непригоден. Оттиск поверительного клейма и другие отметки, удостоверяющие положительный результат предыдущей поверки, гасят и выдают извещение о непригодности к применению с указанием причины.

12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Теодолиты хранить в чистом помещении при температуре от $+5$ до $+40^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 65%. При температуре ниже $+25^\circ\text{C}$ допускается увеличение относительной влажности до 80%.

Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей. Не хранить в помещении вместе с теодолитами аккумуляторы, кислоты, щелочи и другие материалы, выделяющие химически активные газы и пары.

Теодолиты, упакованные в футляры, размещать на стеллажах или в шкафах в один ряд во избежание деформации футляров и повреждения отделки.

Штативы хранить с выдвинутыми и закрепленными ножками, стянутыми внизу ремнем.

Не хранить комплект теодолита на полу, возле печей, батарей центрального отопления, у окон, пропускающих прямые солнечные лучи.

13. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Упакованные теодолиты допускается транспортировать любым видом крытого транспорта.

Теодолит не подвергать резким толчкам и ударам, так как это может привести к его повреждению и разъюстировке. Соблюдать все правила перевозки и погрузки, не бросать, не кантовать. При перевозке приборов гужевым транспортом пользоваться повозками с рессорами.

Футляр с теодолитом тщательно закреплять в передней части транспортного средства и защищать от проникновения влаги.

14. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ И ПОВЕРКЕ

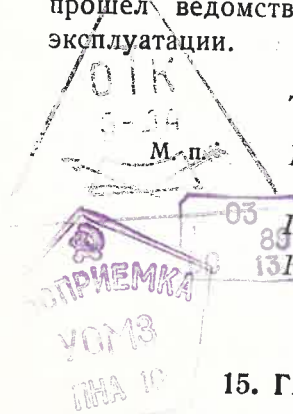
Теодолит ЗТ5КП заводской № 32653 с ориентир-
буссолью № 01 соответствует ТУЗ-3.2076 — 88,
прошел ведомственную поверку и признан годным для
эксплуатации.

Дата выпуска 28.02.89

Представитель ОТК Богуси

Поверитель Гавлова

Работник Государ-
ственной приемки Михайлов



15. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует безотказную работу теодолита и обязуется безвозмездно ремонтировать его в течение гарантийного срока при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, указанных в паспорте.

Гарантийный срок хранения 4 года со дня изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации 3 года со дня ввода теодолита в эксплуатацию в пределах гарантийного срока хранения.

АДРЕСА РЕМОНТНЫХ БАЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

420075, г. Казань, ул. Главная, 47, Приволжский центр „Оптика“

220037, г. Минск, ул. Авангардная, 58, ателье „Оптика“

630048, г. Новосибирск, ул. Телевизионная, 13, салон „Оптические приборы“

620100, г. Свердловск, ул. Мичурина, 217, Уральский центр „Оптика“

16. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

Рекламации составляются в следующих случаях:

1) нарушения работоспособности теодолита по вине изготовителя (поставщика);

2) несоответствие теодолита требованиям технических условий по качеству в пределах гарантийного срока эксплуатации.

При составлении записи необходимо указать обстоятельства, при которых выявлен дефект и характер дефекта.

Запись заносится в таблицу 3.

Таблица 3

Дата	Краткое содержание рекламации	Меры, принятые по рекламации

Дата ввода теодолита в эксплуатацию „ _____ “ _____ 19 г.

Учет результатов поверки

Дата	Вид поверки (после ремонта, при эксплуатации и т. д.)	Результаты поверки	Должность, фамилия и подпись поверителя

Лист регистрации изменений

Изм. измененных	Номера листов (страниц)			Всего листов (страниц) в докум.	Номер докум.	Входящий номер сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	замененных	новых	аннулированных					