

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»


Автопрогресс М.С. Никитин

«30» марта 2016 г.

НИВЕЛИРЫ ЛАЗЕРНЫЕ РОТАЦИОННЫЕ
GRL 500 H, GRL 500 HV

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 51-15

и.р. 65126-16

Москва
2016 г.

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры лазерные ротационные GRL 500 H, GRL 500 HV (далее - нивелиры) производства «Robert Bosch GmbH», Германия и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| № | Наименование операции | № пункта | Проведение операций при | |
|-----|--|----------|-------------------------|-----------------------|
| | | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 | Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности | 7.1 | Да | Да |
| 2 | Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, диапазона (радиуса) действия | 7.2 | Да | Да |
| 3 | Определение метрологических характеристик | 7.3 | | |
| 3.3 | Определение диапазона работы компенсатора | 7.3.1 | Да | Да |
| 3.4 | Определение средней квадратической погрешности нивелирования | 7.3.2 | Да | Да |
| 3.5 | Определение диапазона задаваемых уклонов и абсолютной погрешности в режиме наклона | 7.3.3 | Да | Да |

2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| № пункта документа по поверке | Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики |
|-------------------------------|--|
| 7.2 | Рулетка измерительная металлическая, КТЗ, ГОСТ 7502-98 |
| 7.3.1 | Квадрант оптический КО-60, ТУ 3-3.1387-82 |
| 7.3.2 | Нивелир высокоточный типа Н-05, ГОСТ 10528-90 Рулетка измерительная металлическая, КТЗ, ГОСТ 7502-98 Линейка измерительная металлическая, ПГ ±0,2мм, ГОСТ 427-75 |
| 7.3.3 | Рулетка измерительная металлическая, КТЗ, ГОСТ 7502-98 Нивелир высокоточный типа Н-05, ГОСТ 10528-90 Квадрант оптический КО-60, ТУ 3-3.1387-82 |

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящих методических указаний.

3. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на нивелиры, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними.

4. Требования безопасности

При проведении испытаний, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на нивелиры, испытательное оборудование, правилам по технике безопасности, действующие на месте проведения испытаний и

требованиям МЭК-825 «Радиационная безопасность лазерной продукции, классификация оборудования, требования и руководство для потребителей».

5. Условия поверки

При проведении поверки в лаборатории должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С.....(20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, %..... не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....84,0...106,7 (630...800);
- изменение температуры окружающей среды во время поверки, °С.....не более 2;
- полевые измерения должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра;
- приборы должны быть защищены от прямых солнечных лучей.

6. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- нивелир и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- нивелир должен быть выдержан в лабораторном помещении не менее 1ч.;
- нивелир и эталоны должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги).

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на его эксплуатационные и метрологические характеристики;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации.

Если требование п.7.1. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.2. Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, диапазона (радиуса) действия

При опробовании должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов;

Диапазон (радиус) действия определяется измерением расстояния, на котором приёмник лазерного излучения чётко определяет положение лазерного луча. Диапазон (радиус) действия должен быть не менее значений, приведенных в эксплуатационной документации.

Если требование п.7.2. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3. Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение диапазона работы компенсатора

Диапазон работы компенсатора определяется с помощью квадранта оптического путем определения наибольшего угла наклона оси нивелира вперед, назад, вправо и влево от среднего положения, при котором компенсатор обеспечивает стабилизацию лазерных лучей.

Диапазон работы компенсатора должен быть не менее: $\pm 5^\circ$.

Если требование п.7.3.1. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.2 Определение средней квадратической погрешности нивелирования

7.3.2.1 Горизонтальная плоскость

Средняя квадратическая погрешность нивелирования определяется независимыми многократными, не менее 10 раз, измерениями превышения двух точек, расстояние между которыми не менее 30м, и вычисляется по выражению:

$$m_h = \frac{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (h_0 - h_i)^2\right) / n}}{S} \cdot 10, \text{ где}$$

m_h – средняя квадратическая погрешность нивелирования, мм/10м;

h_0 – превышение между точками, измеренное эталонным нивелиром, мм;

h_i – превышение, измеренное поверяемым нивелиром i -м приемом, мм;

S – расстояние между измеряемыми точками, м;

n – число приемов измерений.

Превышения между точками определяется при установке нивелира по уровню сначала, приблизительно, посередине между определяемыми точками, а затем на расстояние, приблизительно, 1м около одной из них и большого расстояния до другой.

Средняя квадратическая погрешность нивелирования не должна превышать: 0,5 мм/ 10 м.

7.3.2.2 Вертикальная плоскость (только для нивелира лазерного ротационного GRL 500 HV)

Для определения погрешности задания вертикальной плоскости, на высоте не менее 10 м относительно нивелира подвешивается нитяной отвес, при этом нивелир располагают на расстоянии (10 - 20) м от подвешенного отвеса. Нивелир устанавливается в вертикальное положение таким образом, чтобы лазерный луч по оси Y проходил точно через точку крепления отвеса. Измеряется высота инструмента, и на этом же уровне замеряют смещение лазерного луча относительно нити отвеса. Затем нивелир поворачивают вокруг вертикальной оси на 180° таким образом, чтобы лазерный луч проходил точно через точку крепления отвеса, и проводят аналогичное измерение расстояния, на которое смещён лазерный луч относительно нити отвеса. Полученные значения расстояний суммируются и вычисляется погрешность задания вертикальной плоскости по следующей формуле:

$$i = \arctg\left(\frac{\sum_{j=1}^n A_j / 2}{n \cdot S}\right) \cdot 3600, \text{ где}$$

i - погрешность задания вертикального направления, ...";

A_j – сумма величин смещений лазерного луча, задающего вертикальную плоскость, относительно отвеса, до и после поворота нивелира на 180° при j -ом измерении, мм;

n – число измерений;

S – вертикальное расстояние между фиксированной точкой крепления отвеса и уровнем установки нивелира, на котором производится замер смещения лазерного луча, мм.

Следует выполнить не менее 10 раз измерений при установке нивелира по уровню. За окончательный результат принять наибольшее значение погрешности.

Погрешность задания вертикальной плоскости не должна превышать: 1 мм /10 м.

Если требование п.7.3.2. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.3 Определение диапазона задаваемых уклонов и абсолютной погрешности в режиме наклона

Для определения диапазона и абсолютной погрешности в режиме наклона необходимо расположить на расстоянии (4 – 5) м от нивелира тыльной (миллиметровой) стороной рейку. Нивелир устанавливают в вертикальное положение таким образом, чтобы лазерный луч по оси Z падал точно на миллиметровую шкалу рейки. Измеряется точное расстояние от нивелира до рейки. Затем задается угол наклона лазерного луча относительно оси Z, берется отсчет по нивелирной рейке и вычисляется абсолютная погрешность в режиме наклона по следующей формуле:

$$I_j = i_j - i_o, \text{ где}$$

I_j – абсолютная погрешность задания наклона при j-ом измерении, ...";
 i_o – угол наклона задаваемый по нивелиру при j-ом измерении, ...";
 i_j – посчитанный угол наклона при j-ом измерении, ...".

$$i_j = \arctg\left(\frac{A_j}{S}\right) \cdot 3600, \text{ где}$$

A_j – величина смещения лазерного луча, задающего наклона, относительно его «нулевого» положения (положения, при котором испускаемый лазерный луч совпадает с осью Z) при j-ом измерении, мм;
 S – расстояние между нивелиром и рейкой, мм.

Определение абсолютной погрешности задания наклона выполняется во всем диапазоне задаваемых уклонов.

Следует выполнить определение абсолютной погрешности задания наклона вверх и вниз относительно «нулевого» положения нивелира при установке нивелира по уровню и в наклонном положении. За окончательный результат принять наибольшее значение погрешности.

Аналогичные операции провести для осей X, Y.

Абсолютная погрешность в режиме наклона не должна превышать: $\pm 0,5\text{мм}/10\text{м}$ – по осям X, Y; $\pm 1\text{мм}/10\text{м}$ – по оси Z.

Если требование п.7.3.3. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Оформление результатов поверки

8.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики поверки с указанием предельных числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с предъявленными требованиями. Пример таблицы см. в Приложении к настоящей методике поверки.

8.2. При положительных результатах поверки нивелир признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и / или поверительного клейма.

8.3. При отрицательных результатах поверки нивелир признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела координации работ
по обеспечению единства измерений
ООО «Автопрогресс-М»



В.А. Лапшинов

ПРИЛОЖЕНИЕ (рекомендуемое)

Протокол поверки № _____ от _____._____._____ г.

Нивелир лазерный ротационный _____, серийный номер _____

Владелец: _____,
ИНН _____

Условия поверки: температура окружающей среды _____ °С, относительная влажность _____ %

Средства поверки

| Наименование средств поверки | Основные метрологические характеристики |
|------------------------------|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

Результаты поверки

1. Внешний осмотр

| Наименование операции | Результат | Примечание |
|--|-----------|------------|
| Отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на его эксплуатационные и метрологические характеристики | | |
| Наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации | | |

2. Опробование

| Наименование операции | Результат | Примечание |
|---|-----------|------------|
| Качка и смещение неподвижно соединённых деталей и элементов отсутствуют | | |
| Взаимодействие с комплектом принадлежностей происходит без замечаний | | |
| Все функциональные режимы работоспособны | | |

| Наименование Характеристики | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | Среднее значение | Требование |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------|
| Диапазон (радиус) действия, м | | | | | |

3. Определение диапазона работы компенсатора

| Направление наклона | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | Среднее значение | Требование |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------|
| Наклон вперед | | | | | ± ° |
| Наклон назад | | | | | |
| Наклон вправо | | | | | |
| Наклон влево | | | | | |

4. Определение погрешности нивелирования

Нивелир равноудалён от обеих точек

| № приёма | h_i , мм | h_0 , мм | Δh^2 , мм |
|----------|------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| | | $\sum \Delta h^2$ | |

Расстояние между точками $S = \underline{\hspace{2cm}}$ м

Погрешность нивелирования $m_h = \underline{\hspace{1cm}}$ мм/10м,

Требование: не более $\pm \underline{\hspace{1cm}}$ мм/10м

Нивелир установлен на расстоянии $\underline{\hspace{2cm}}$ м от одной из точек

| № приёма | h_i , мм | h_0 , мм | Δh^2 , мм |
|----------|------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| | | $\sum \Delta h^2$ | |

Расстояние между точками $S = \underline{\hspace{2cm}}$ м

Погрешность нивелирования $m_h = \underline{\hspace{1cm}}$ мм/10м,

Требование: не более $\pm \underline{\hspace{1cm}}$ мм/10м

5. Определение погрешности задания вертикальной плоскости

Нивелир находится в среднем положении

| № приёма | $A_j/2$, мм | Среднее значение, мм |
|----------|--------------|----------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |

Расстояние от фиксированной точки крепления отвеса до уровня установки нивелира $S = \underline{\hspace{2cm}}$ м

Погрешность задания вертикальной плоскости $i = \underline{\hspace{2cm}}$ "

Требование: не более $\pm \underline{\hspace{2cm}}$ "

6. Определение диапазона задаваемых уклонов и абсолютной погрешности в режиме наклона

Нивелир установлен по уровню

| Направление наклона относительно «нулевого» положения | A_j , мм | S , мм | i_j, \dots " | i_0, \dots " | I_j, \dots " | Заявляемое требование, I_j, \dots " |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| вверх | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| вниз | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Нивелир наклонен вперед на угол 5°

| Направление наклона относительно «нулевого» положения | A_j , мм | S , мм | i_j, \dots " | i_0, \dots " | I_j, \dots " | Заявляемое требование, I_j, \dots " |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| вверх | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| вниз | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Нивелир наклонен назад на угол 5°

| Направление наклона относительно «нулевого» положения | A_j , мм | S , мм | i_j, \dots " | i_0, \dots " | I_j, \dots " | Заявляемое требование, I_j, \dots " |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| вверх | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| вниз | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Нивелир наклонен вправо на угол 5°

| Направление наклона относительно «нулевого» положения | A_j , мм | S , мм | i_j, \dots " | i_0, \dots " | I_j, \dots " | Заявляемое требование, I_j, \dots " | |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|--|
| вверх | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| вниз | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Нивелир наклонен влево на угол 5°

| Направление наклона относительно «нулевого» положения | A_j , мм | S , мм | i_j, \dots " | i_0, \dots " | I_j, \dots " | Заявляемое требование, I_j, \dots " | |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|--|
| вверх | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| вниз | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |