

ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОКГ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Э. ФАРКАШ—Д. ГРАЦКА

Институт Геодезии, Кафедра Общей Геодезии Будапештского Технического Университета

(Поступило: 1 октября 1974 г.)

Представлено: д-р П. Биро

В научно-исследовательской лаборатории института Геодезии Будапештского Технического Университета с 1973-ого года мы занимаемся исследованием возможности использования луча ОКГ для строительных целей. Особое внимание мы уделяли областям высотного и туннельного строительства.

Целью повседневно продолжающейся работы является исследование параметров существующих лазерных геодезических приборов, и — на основе этого — разработка новых, наиболее рациональных при использовании специальных конструкций.

Первым мы исследовали параметры прибора SIEMENS LG—68 в сотрудничестве с Институтом Строительных Наук. Фирменные технические данные прибора следующие: лучистый поток ОКГ — работающего на гелие-неоновой смеси — 1 милливатт, диаметр пучка лучей ОКГ — 16 мм, дрейф направления лазерного луча от окружающей температуры $\pm 3 \times 10^{-6}$ рад/°К. Прибор работает на постоянном токе с напряжением 12. Требуемая мощность: 12 ватт.

В ходе проведенных экспериментов мы определяли зависимость дрейфа направления луча ОКГ как функцию времени от момента включения до полной стабилизации работы прибора, а также от изменения окружающей температуры, и от изменения питающего напряжения.

Для выявления дрейфа направления, составляющего всего несколько угловых секунд, мы применили высокоточный угломерный инструмент (теодолит Т 4 фирмы WILD), с помощью которого достигли ср. кв. ош. угловых измерений $\pm 0,5''$.

Полученные нами значения параметров в основном соответствовали заводским данным, кроме одного: вертикальной составляющей дрейфа направления, равной $1,82''/°К$, которая была несколько выше заводской.

При исследовании точности приспособления для измерения наклона луча ОКГ оказалось, что данное приспособление удовлетворяет предписанной точности в $\pm 0,01\%$ только в пределах наклона луча $\pm 2\%$, вместо указанной фирмой величины в $\pm 10\%$. Нужно далее упомянуть, что точность

угломерной части прибора достигает лишь $\pm 0,1^\circ$, которая далеко не соответствует точности, достигаемой самим лучом ОКГ.

В дальнейшем мы исследовали возможности применения прибора в области строительной геодезии. На основе опыта, полученного на строительстве туннелей городской коммуникации, можно утверждать, что прибор LG—68 с необходимыми для приема луча ОКГ приспособлениями (сигнальные марки, оптико-электронные датчики положения луча и т.д.) более целесообразен и рационален, чем традиционные.

Однако, упомянутые параметры прибора не удовлетворяют требованиям точности измерений при монтаже высотных сооружений. Так например, относительная ошибка высотной разбивки при монтаже крупных панелей допускается ± 2 мм/50 м, по сравнению с достигаемой точностью ± 5 мм/50 м прибора LG—68. Для повышения точности нужно одновременно повысить чувствительность датчика горизонтального направления (уровня или автоматического компенсатора) и контрастность светового пятна лучей ОКГ.

Далее, горизонтальная ось прибора LG—68 недостаточно точная для разбивки крупных панелей относительно вертикальной плоскости.

Вышеупомянутые факты обосновывали наши намерения разработать приспособления, соответствующие требованиям точности каждой фазы монтажных работ. На первом этапе мы составили экспериментальную модель с использованием данного ОКГ. С целью увеличения контрастности светового пятна на пути лучей была размещена афокальная оптическая система с увеличением $0,4^x$, тем самым было достигнуто уменьшение светового диаметра пучка до 10 мм, а также увеличение освещенности в световом пятне.

С помощью цилиндрической линзы мы растянули пучок лучей в горизонтальной плоскости, вертикальная расходимость пучка $\pm 30''$, горизонтальный угол светового пучка около 3° .

Размеры светового пятна на расстоянии 50 М: 5 мм \times 2,5 м (рис. 1). Наименьшее расстояние наблюдений 1,6 м.

Применение разработанной оптической схемы, показанной на рис. 2, дало возможность приема пучка с требуемой точностью (± 2 мм/50 м).

Применение же растянутой световой полосы вместо круглого светового пятна привело к упрощению наведения луча ОКГ на сигнал, таким образом, работа с прибором не нуждается в присутствии квалифицированных работников.

Для приведения в горизонтальное положение луча ОКГ на юстируемых опорах визирной трубы прибора LG—68 закрепили алидадную часть нивелира Цейсс Ni—030. С помощью юстируемых опор визирную зрительную трубу Ni—030 привели в положение, параллельное направлению лучам ОКГ. Теперь же, если ось уровня нивелира приведем в горизонтальное положение, то и лучи ОКГ будут распространяться в горизонтальной плоскости. Присутствие зрительной трубы дает возможность просто и надежно прове-

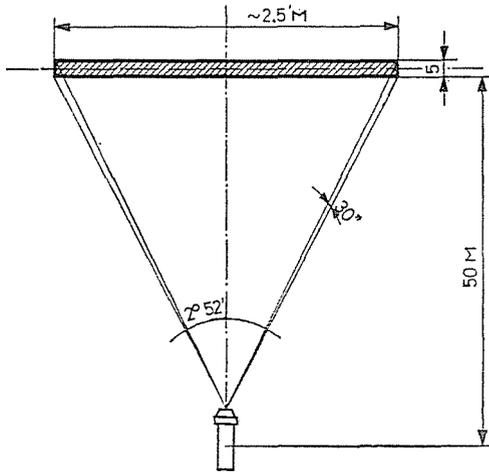


Рис. 1.

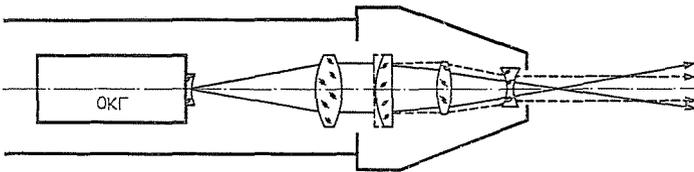


Рис. 2. — меридиональное сечение; - - - сагиттальное сечение

рять работу лазерного нивелира, механическую схему которого мы показали на рис. 3.

В ходе экспериментов приходилось решать вопрос приема светового пятна малой освещенности при дневном свете, так как лучистый поток ОКГ в 1 милливатт обеспечивает освещенность всего (0,02 — 0,04) мватт/см² на расстоянии 50 м. Обычные диффузные поверхности оказались непригодными для приема лучей. Вместо них успешно применяли светоотражающие поверхности типа «скотч-лайт». Общеизвестно, что эти светоотражающие поверхности становятся селективными для различных длин волны света отражателями, в зависимости от цвета окраски их материалов. Выбор отражателя с максимумом для лучей ОКГ в то же время приведет к ослаблению влияния дневного света. Для дальнейшего ослабления мешающего света были предусмотрены черные экраны-бленды вокруг отражающей поверхности.

Визирная марка, конструкция которой показана на рис. 4, служит для установки в нужное высотное положение элементов зданий самим работником: без помощи геодезиста. Подъем или спуск устанавливаемого элемента производится до момента совпадения луча ОКГ со штриховой линией

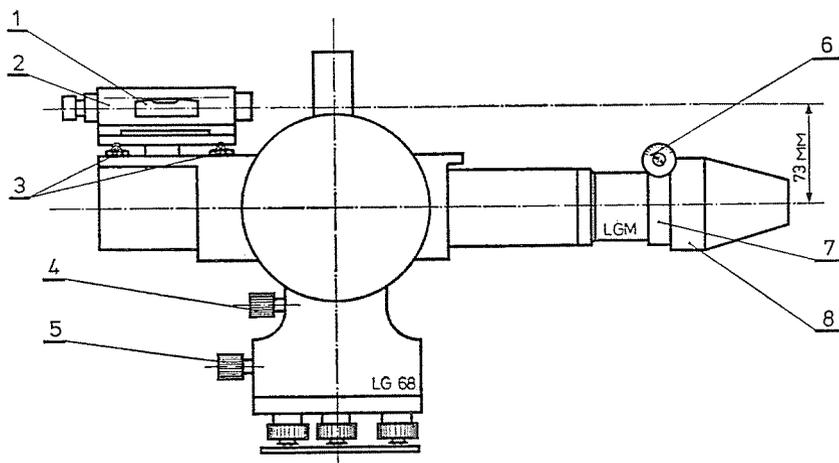


Рис. 3. Механическая схема экспериментальной модели лазерного нивелира. 1. Уровень цилиндра; 2. Нивелир Ni—030; 3. Юстировочные винты; 4. Микрометренный винт вертикальный; 5. Микр. винт алидады; 6. Приспособленные для определения поперечного наклона плоскости лучей ОКГ; 7. Узел крепления цилиндрической линзы; 8. Узел крепления афокальной оптической системы

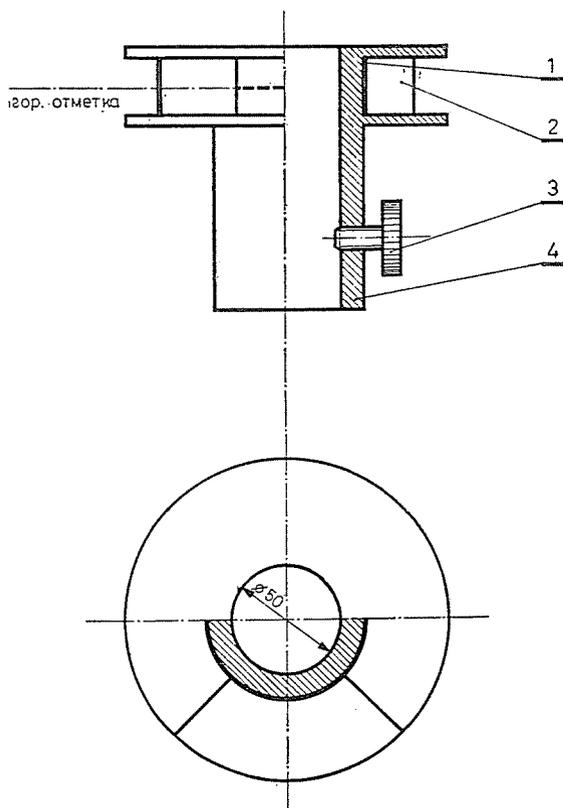


Рис. 4. Визирная марка. 1. Поверхности типа «Скотч-лайт»; 2. Экран-бленда; 3. Закреп. винт; 4. Основание-кронштейн

визирной марки. Параметры разработанной модели лазерного нивелира тщательно проверялись в ходе лабораторных и рабочих исследований.

Целью лабораторных исследований явилось установление точностных указателей, а на основе рабочих исследований убедились в возможности рационального применения прибора.

Для проверки точности разбили трассу длиной в 50 м, состоящую из пяти-метровых отрезков. В начале трассы установили модель лазерного нивелира. На каждом отрезке по очереди устанавливали визирную марку на подъемном механизме, затем на каждом пункте несколько раз производили совмещения отметки визирной марки с лучом ОКГ, как это полагается при высотнo-разбивочных работах. Положение визирной марки после совмещения проверялось геометрическим нивелированием. В итоге, ср. кв. ош. одного совмещения получилась $\pm 0,2$ мм, а максимальная ошибка разбивки горизонтальной линии (или плоскости) до 50-и метров не была больше $\pm 1,4$ мм, независимо от расстояния.

О возможностях применения прибора убедились при работе с прибором в рабочих условиях строительства крупнопанельного здания: на восьмом этаже здания производили установки крепежных элементов по высоте. По сравнению с традиционным методом, преимущество «лазерной» разбивки было очевидно, а именно простота, быстрота и точность новой методики.

В ходе новых экспериментов старались разработать конструкцию с автоматической компенсацией луча ОКГ в горизонтальной плоскости. При этом оказалось, что требуемой точности соответствует уже и сравнительно простой оптико-механический узел на торсионном подвесе. Диапазон работы такого компенсатора легко достигает значения $\pm (15-20)'$. Соответственно новым требованиям к работе прибора была изменена конструкция держателя и штатива прибора, вследствие чего удалось уменьшить габариты и вес. Применение более современного источника питания привело к дальнейшему уменьшению веса. Ранее использованные свинцовые аккумуляторы имели вес в $5 + 8$ кг, в то время как современные аккумуляторы типа Ag—Zn весят всего 1,6 кг при одинаковой емкости.

В результате многочисленных экспериментов удалось разработать конструкцию лазерного нивелира, соответствующую требованиям высотной разбивки при высотном строительстве, габаритные размеры его соизмеримы с традиционными. Применение самоустанавливающейся плоскости визирования привело к упрощению и убыстрению технологического процесса, что в свою очередь повышает производительность монтажных работ.

Некоторые технические данные разработанного нивелира:

Максимальная дальность действия	50 м
Минимальная дальность действия	1,6 м
Ср. кв. ош. нивелирования и высотной разбивки	± 2 мм

Диапазон работы компенсатора	$\pm 12'$
Горизонтальный угол расхода лучей ОКГ	3°
Размеры световой полосы на расст. 50 м	5мм×2,5м
Диапазон работы шарового подвеса для установки оси алидады в верт. положение	$\pm 5^\circ$
Лучистый поток ОКГ, типа SIEMENS LG—68	1 мватт
Источник питания (Ag—Zn аккумулятор)	13 в 12 Ач. 1,6 кг
Требуемая мощность питания	12 ватт
Вес прибора со штативом	6 кг
Габариты—макс. диаметр	106 мм
—мин. высота (при перевозке)	1000 мм
—макс. высота	1600 мм

Для обеспечения дальнейших нужд — прямолинейная и вертикальная разбивки и т. п. — мы имеем также обнадеживающие результаты первичных экспериментов.

Резюме

В лаборатории Геодезического института при Будапештском Техническом Университете были проведены эксперименты с целью использования луча ОКГ в строительстве. В ходе экспериментов проверялись некоторые технические данные прибора SIEMENS LG—68, а также исследовались возможности применения прибора при разбивочных работах строительства городской коммуникации и монтаже высотных сооружений. Первой из планируемых была разработана конструкция лазерного нивелира для высотной разбивки при монтаже высотных сооружений, обеспечивающая относительную ошибку разбивки, не превышающую $\pm 2\text{мм}/50\text{м}$. Прибор имеет вес и габариты, соизмеримые с традиционными приборами.

Применение в приборе принципа самоустанавливающейся горизонтальной плоскости лучей ОКГ способствует рационализации технологического процесса монтажа сооружений, по сравнению с традиционными методами геодезических разбивочных работ.

Ин ж. Эрвин Фаркаш }
А сс. Дюла Грацка } Н—1521 Будапешт