

# ТЕХНОЛОГИЯ СЪЕМКИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ БЕЗОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ТАХЕОМЕТРОВ\*

И.В. Сухов (Фирма Г.Ф.К.)

В 1986 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 1986 г. — ассистент на кафедре геодезии. С 1994 г. по настоящее время работает экспертом в Фирме Г.Ф.К.

В настоящее время Leica Geosystems (Швейцария) производит три серии электронных тахеометров (TPS400, TPS700, TPS1100), которые широко используются для работы в подземных выработках.

Наибольший интерес представляет технология съемки подземных выработок с использованием электронных роботизированных тахеометров серии 1100, разработанная специалистами Фирмы Г.Ф.К. и ВНИМИ (Санкт-Петербург). Следует отметить, что данная технология также может с успехом применяться при работе с электронными тахеометрами 400 и 700 серий, но с одним отличием — все измерения выполняются в ручном режиме.

Приборы этих серий позволяют измерять углы с точностью от 1,5 до 7", а расстояния — с точностью 2 мм + 2 ppm. В безотражательном режиме точность измерения расстояний составляет 3 мм. Приборы 400 и 700 серий имеют встроенную память, приборы 1100 серии — память на РСМСИА-картах. Одной из важных особенностей всех серий является возможность работы с пленочными отражателями до 300 м без дополнительных устройств и мо-

дернизации приборов. Все приборы имеют встроенное программное обеспечение, в том числе такие программы как «Обратная засечка» и «Ориентирование». Использование этих программ обеспечивает быстрое и точное определение местоположения прибора в подземных выработках относительно пунктов опорной сети, закрепленных как в кровле, так и в стенах.

Технология съемки включает: определение плано-высотного положения прибора на станции и его ориентирование — первый этап и съемку подземных выработок — второй этап.

**Первый этап.** При установке электронного тахеометра над (под) точкой с известными координатами используется универсальный лазерный центрир. Кроме того, для центрирования прибора под точкой можно использовать стандартный нитяной отвес. Для этого на верхней части прибора существует специальная метка. Расстояние от оси вращения трубы до точки, закрепленной в кровле (высота инструмента), можно измерять безотражательным дальномером, предварительно сняв ручку с тахеометра.

Если прибор невозможно установить над (под) точкой с известными координатами (рис. 1), то для определения координат точки стояния прибора используется метод обратной засечки. При этом в месте установки прибора необходимо иметь видимость минимум на три исходных точки. Исходными точками могут быть пункты опорной или съемочной сети с установленными под ними визирными целями или специально заложенные для этой цели точки (предпочтительно закрепленные в бортах выработки). Поскольку наличие безотражательного дальмера с видимым красным лазером позволяет измерять линии до любого объекта с высокой точ-

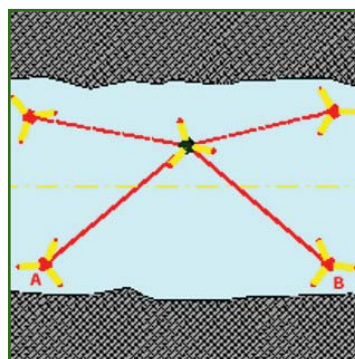
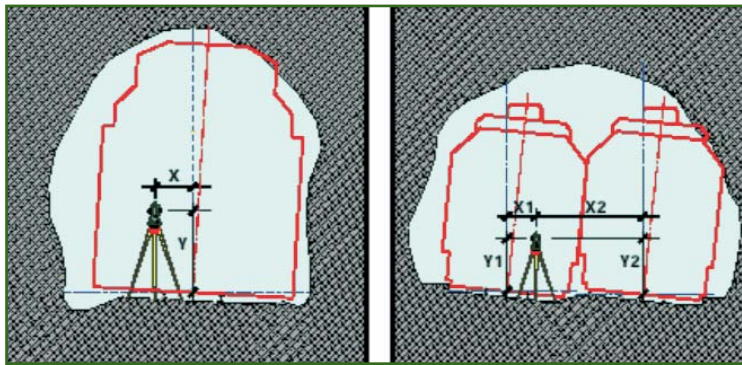


Рис. 1  
Определение координат точки стояния прибора методом обратной засечки

\* Статья подготовлена по материалам Leica Geosystems (Швейцария) и ВНИМИ (Санкт-Петербург).



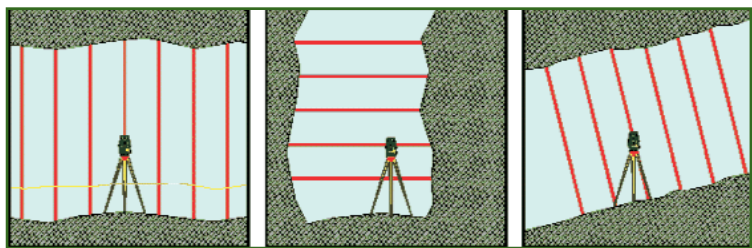
**Рис. 2**  
Определение координат точки стояния прибора относительно закрепленных осей

ностью без использования отражателя, то ограничений в способах закрепления точек практически нет. Они, например, могут быть закреплены клеящимися бумажными или пластиковыми марками, дюбелями, кернами и т. д.

Порядок действий при определении координат съемочной точки методом обратной засечки следующий. Выбирается место, наиболее удобное для проведения съемочных работ, в котором имеется видимость на исходные точки. В этом месте закрепляется временная точка, над которой центрируется и приводится в рабочее положение электронный тахеометр. Затем на точках с известными координатами устанавливаются отражатели (в случае безотражательных измерений этого не требуется). На панели прибора выбирается режим FREE STATION (привязка станции), который позволяет определять ко-

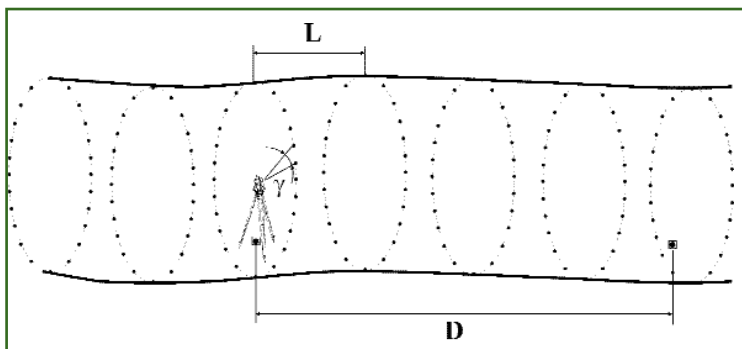
ординаты точки установки прибора минимум по двум и максимум десяти точкам с известными координатами.

В любом варианте засечек рекомендуется измерять все возможные расстояния, так как «чистая» угловая засечка в ус-



**Рис. 4**  
Типы профилей (вертикальный, горизонтальный, наклонный)

ловиях ограниченного пространства горной выработки может иметь плохую геометрию, и, соответственно, точность координат съемочной точки будет недостаточна. Измеренные расстояния, включенные в обработку, позволяют повысить точ-



**Рис. 3**  
Съемка подземной выработки методом построения профилей

ность определения координат переходных точек до 2–4 мм. При наведении на исходные точки не требуется соблюдать какую-либо обязательную последовательность наведения на точки или смены положения трубы.

Следует отметить, что определение координат прибора и его ориентирование на съемочной точке может быть выполнено относительно одной или двух закрепленных осей (рис. 2).

**Второй этап.** Для съемки подземных выработок и тоннелей в полуавтоматическом режиме используется специализированное программное обеспечение TMS PROscan, встроенное в электронный тахеометр. Рассмотрим работу с ним на примере метода построения

профилей. Порядок работы при съемке следующий (рис. 3).

1. Прибор устанавливается над съемочной точкой и приводится в рабочее положение.

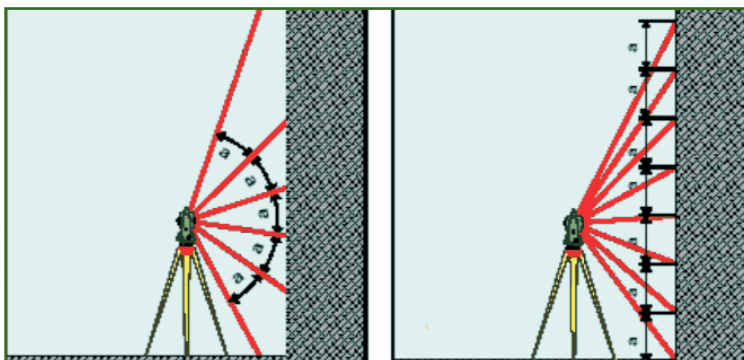
2. Запускается программа TMS PROscan.

2.1. Открывается меню Configuration:

— если координаты съемочной точки еще не определялись, то из меню выбирается способ определения координат. Координаты определяются способом, описанным выше;

— после определения координат выбирается тип профилей, которые будут строиться: вертикальные, горизонтальные или наклонные (рис. 4);

— указывается имя наблю-



**Рис. 5**  
Определение шага измерений (линейный или угловой)

дателя;

- включается или выключается компенсатор во время автоматических наблюдений;

- нажатием клавиши F1 (CONT) подтверждаются все установки.

2.2. Открывается меню Position — measure:

- вводится номер точки стояния, выполняются стандартные операции установки станции (Setup) и ориентирования в соответствии с выбранным в Configuration методом. Исходные данные можно вводить вручную или выбирать из памяти прибора, куда они заносятся заранее при подготовке прибора к работе;

- после этих операций прибор автоматически переходит в режим измерений;

- во время измерений выполняются настройки в подменю Setup, а именно: шаг измерений (линейный или угловой, рис. 5), наименьший и наибольший угол измерений (чтобы указать пространство под штативом, недоступное для измерений);

- нажатием клавиши F2 SINGL выполняются измерения по начальному профилю;

- после завершения измерений по начальному профилю при помощи пункта меню PRL переходят к измерениям параллельных профилей. Перед началом измерений выполняют настройку параметров: указы-

вают расстояние до первого профиля L (рис. 3), расстояние до последнего профиля, интервал между профилями и допуск



**Рис. 6**  
Съемка с помощью тахеометра с сервоприводом

на расхождение расстояний до расчетных точек. Ввиду неровности поверхности кровли и бортов выработки расстояние до последнего профиля не следует устанавливать слишком большим (при значительных неровностях допускается не более 30 м), так как в противном случае возникают «тени» за выступами породы. Соответственно расстояние между съемочными точками (D на рис. 3) не должно превышать 50–60 м;

- нажатием клавиши Start начинают измерения всех параллельных профилей.

Если выбранные параметры при съемке профилей не обеспечивают достоверного отображения ситуации или наблюдатель

стремится более подробно отобразить какой-либо участок, необходимо остановить автоматический режим измерения нажатием клавиши F1 STOP и набрать дополнительные точки вручную, используя клавишу F2 SINGL, а затем продолжить измерения в автоматическом режиме.

Следует отметить, что степень автоматизации съемок зависит от используемого комплекта электронного тахеометра. На рис. 6 показана работа с помощью электронного тахеометра с сервоприводом, оснащенного пультом дистанционного управления.

Результаты измерений передаются в специализированную программу, которая обеспечивает обработку и вычисление пространственных координат выработки. Одной из таких программ является TMS PROwin, которая позволяет: построить продольный и поперечные профили выработки, определить отклонения бортов и кровли от проектного положения, определить объем выработки и т. д.



«Фирма Г.Ф.К.»

109004, Москва,  
Шелапутинский пер., 6  
Тел/факс: (095) 911-13-56,  
912-27-26  
E-mail: GFKMOS@dol.ru  
Интернет: www.gfk-leica.ru

**RESUME**

The technology of underground opening surveys using electronic robotic total stations by Leica Geosystems company is described. The order of work carrying-out while making compilation ground and underground opening in sections under survey is shown. Several peculiarities of sets and software which make easier surveyors' lives are pointed.