

В. А. КЛИМКОВИЧ

СПОСОБЫ И ТОЧНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

При рабочем проектировании подземных коммуникаций определяется положение трубопроводов в плановом и высотном отношениях. Высотное размещение трубопроводов производится аналитически на профилях масштаба 1 : 500 или 1 : 1000.

Основанием для размещения коммуникаций в плане являются копии топографических планов, чаще всего масштаба 1 : 500. На проездах вновь застраиваемых городских территорий трубопроводы проектируют параллельно красной линии застройки, расстояние от которой принимается согласно допускам технических условий. Если до разбивки подземных коммуникаций на местности закреплены точки пересечения красных линий или осей проездов, то положение точек трубопроводов* определяется по отношению к этим закрепленным точкам обычно способом линейных засечек или полярным способом.

При этом в городских условиях наиболее распространенными случаями расположения красных линий по отношению к линиям координатной сетки являются следующие.

1. Красные линии пересекаются под прямым углом, но не параллельны линиям координатной сетки (рис. 1).

2. Красные линии, а следовательно и трубопроводы, пересекаются не под прямым углом (рис. 2).**

Определение элементов проекта и разбивочных данных может быть выполнено, как известно, тремя способами: аналитическим, графическим и комбинированным.

При аналитическом способе проектирования решением треугольников $AA'M$ и $AA''M$ (рис. 1) определяются: углы α и γ , длина отрезка $AM = l$, координаты точки M (а также точки N), протяженность трубопровода между точками M и N .

Во втором случае (рис. 2) дополнительно определяет угол ε и длина отрезков ME , MK и $K'N$. В результате проектирования аналитическим способом все основные элементы проекта получают числовые величины, связанные между собой строгой математической зависимостью. Таким образом, деформация и ошибки плана, на котором параллельно аналитическому проектированию осуществляется графическое отображение составленного проекта, не влияют на точность поло-

* При совмещенной прокладке определяется положение одного трубопровода или оси траншеи.

** На рис. 1 и 2 пунктирными линиями показаны запроектированные трубопроводы, сплошными — красные линии.

жения коммуникаций [1]. Однако аналитический способ проектирования является довольно трудоемким.

При графическом способе все размеры, определяющие положение трассы в плане, снимаются с плана графически. Точность составления проекта графическим способом зависит от точности топографической основы, используемой для проектирования. Ошибку проектирования, зависящую от графической точности и масштаба плана, на котором составляется проект подземных коммуникаций, можно выразить формулой:

$$m_{гр} = mM, \quad (1)$$

где m — средняя квадратическая ошибка положения точки на копии плана;

M — знаменатель масштаба плана.

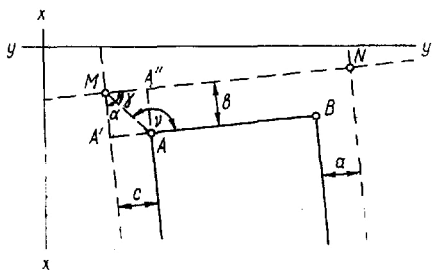


Рис. 1. Схема расположения красных линий и трубопроводов под прямым углом.

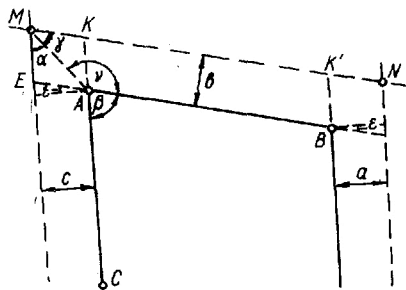


Рис. 2. Схема расположения красных линий и трубопроводов под произвольным углом.

Для копии — синьки масштаба $1 : 500$ $m_{гр} = 0,32$ м [2]. Как показывают подсчеты, предельная ошибка перенесения точек коммуникации на местность с учетом только ошибок определения длины отрезка по копии плана составит 0,8—1,1 м. Величины ошибок в таких пределах значительно превосходят допустимые отклонения в положении трубопроводов.

При комбинированном способе проектирования ошибки графического определения положения точек значительно уменьшаются, но объем вычислений будет даже несколько больше, чем при аналитическом способе.

Для устранения отмеченных недостатков существующих способов проектирования автором предлагается графо-механический способ, основанный на применении прибора координатомера, который воспроизводит в увеличенном масштабе расположение проектируемых трубопроводов по отношению к красным линиям и линиям координатной сетки. Поскольку удаление трубопроводов от красных линий незначительно*, масштаб для координатомера можно принять равным $1 : 100$ или $1 : 50$.

Прибор состоит из двух кругов, аналогичных лимбу и алидаде теодолита (рис. 3). Лимб можно изготовить из непрозрачного органического стекла. На конической поверхности лимба наносятся деления, а на внутренней углубленной части лимба строится или прикрепляется за-

* В зависимости от ширины улицы трубопроводы могут быть удалены от красных линий до 20—30, реже 40 м.

ранее построенная сетка квадратов со стороной 1 мм. Линии сетки подписываются в масштабе 1 : 100 через 1 м. Это будет координатная сетка.

Алидадный круг, вращающийся в углублении лимба, должен быть изготовлен из прозрачного материала. На алидадном круге наносится два верньера и на нижней поверхности сетка квадратов со стороной 5 мм. Линии сетки также подписаны в масштабе 1 : 100. Сетка алидады дает взаимное расположение красных линий и запроектированных параллельно им трубопроводов применительно к случаю 1 (см. рис. 1).

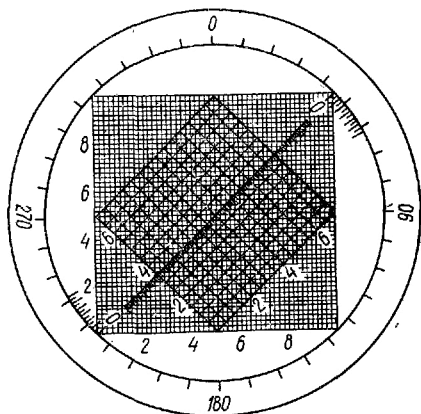


Рис. 3. Координатомер.

$$\text{Итак, } X'_A = 0,09, \quad X'_M = 7,12, \\ Y'_A = 5,00, \quad Y'_M = 6,41.$$

Разность этих координат дает приращения в нужной системе координат, т. е.

$$\Delta X_{AM} = X'_M - X'_A = +7,03 \text{ м,}$$

$$\Delta Y_{AM} = Y'_M - Y'_A = +1,41 \text{ м.}$$

Тогда

$$X_M = X_A + \Delta X_{AM},$$

$$Y_M = Y_A + \Delta Y_{AM}.$$

б) Расстояние. Прикладываем обычную линейку с миллиметровыми делениями к двум смежным сторонам квадрата лимба так, чтобы 0 этой линейки был совмещен с цифрой 4 и линейка проходила бы через цифру 6 перпендикулярной стороны сетки. У этой цифры снимаем отсчет по линейке, который дает искомое расстояние $AM = l$. Чтобы на точность определения расстояния не оказывала влияние толщина алидады, целесообразнее иметь отдельно сетку квадратов или две скрепленные взаимноперпендикулярно линейки. У цифры 6 по линейке определяем $l = 7,22 \text{ м}$. Для контроля определения приращений координат и расстояния длина засечки может быть определена аналогично по приращениям координат, так как

$$l = \sqrt{b^2 + c^2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}. \quad (2)$$

в) Направление отрезка. Алидада устанавливается так, чтобы длине l соответствовало определенное приращение координат;

затем снимаются отсчеты по двум верньерам алидады. Среднее из этих отсчетов соответствует дирекционному углу линии AM . Разность дирекционных углов красной линии AB и засечки AM даст разбивочный угол ν (см. рис. 1).

Для случая 2 (см. рис. 2), когда красные линии и трубопроводы пересекаются не под прямым-углом, должно быть два алидадных круга. На нижней поверхности каждого круга наносится ряд параллельных линий через 5 мм и по два верньера (рис. 4). Для определения приращений координат один алидадный круг устанавливается по дирекционному углу линии AB , другой — по дирекционному углу линии AC . Так, если $T_{AB} = 120^{\circ}00,0$; $T_{AC} = 224^{\circ}50,0$; $c = 4$ м, $b = 6$ м, по координатомеру находим:

$$\begin{aligned} X'_A &= 0,27, & X'_M &= 6,72 & \text{и } \Delta X_{AM} &= + 6,45; \\ Y'_A &= 4,53, & Y'_M &= 5,35 & \text{и } \Delta Y_{AM} &= + 0,82, & l_{AM} &= 6,50. \end{aligned}$$

Длина трубопровода между точками M и N (рис. 2) равняется:

$$\begin{aligned} S_{MN} &= S_{AB} + \frac{c}{\cos \varepsilon} + \\ &+ \frac{a}{\cos \varepsilon} = S_{AB} + S_1, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$S_1 = \frac{c+a}{\cos \varepsilon}. \quad (4)$$

Для определения S_1 устанавливаем алидаду на отсчет, равный углу ε . По миллиметровой шкале алидады снимаем отсчеты по концам отрезка $(c+a)$, взятого по оси X .

Таким образом, с помощью описанного координатомера графо-механически решается прямая и обратная задачи на координаты.

Точность решения задач на координаты зависит от точности построения сеток, нанесения делений на лимб и алидаду и, конечно, от масштаба. Чем крупнее масштаб, тем точнее и больших размеров будет прибор. При тщательном изготовлении прибора в масштабе 1:100 и ценой деления сетки лимба равной 1 мм приращения координат и расстояния могут быть получены с предельной ошибкой 0,5 мм, а в масштабе — 5 см. Такая точность достаточна при проектировании любого вида коммуникации*.

Таким образом, графо-механический способ проектирования сочетает в себе простоту графического и точность аналитического способов проектирования.

Размер прибора с учетом возможных расстояний от коммуникаций до красных линий в масштабе 1:100 будет около 50 см в диаметре. Аналогичный прибор, но большего размера, может быть использован для определения координат точек пересечения красных линий.

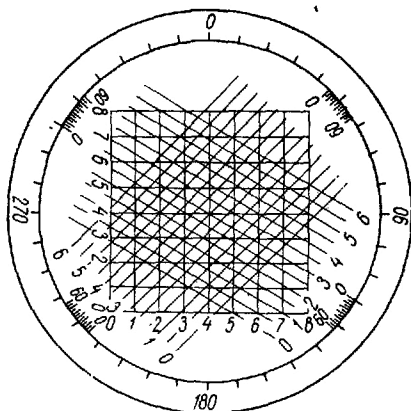


Рис. 4. Координатомер.

* Однако надписи сеток лимба и алидады целесообразно выполнить в двух масштабах — 1:100 и 1:50. Второй оцифровкой следует пользоваться при удалении трубопроводов от красных линий не более чем на 20 м.

Координатомер — это настольный прибор для проектного отдела и геосектора, производящего разбивки подземных коммуникаций. Пользование прибором довольно просто и доступно проектировщику и геодезисту любой квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Лебедев. Особенности геодезических работ на городских территориях. Гедезиздат, М., 1958.

2. В. А. Климович. О точности топографической основы при проектировании подземных коммуникаций. Известия высших учебных заведений, раздел «Геодезия и аэрофотосъемка», № 3, 1963.

Работа поступила
29 марта 1965 г.
