

О ТОЧНОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Обследование — один из элементов технологической схемы съемки подземных коммуникаций ПК (СПК). Оно выполняется с целью определения инженерно-технических характеристик ПК и делится на частичное и детальное.

Частичное обследование — непрерывный составной элемент СПК — выполняется в основном на территориях населенных пунктов. Оно предусматривает следующие процессы: определение назначения, материала и диаметра ПК, точек пересечения осей, углов поворотов и отводов ПК; нивелирование элементов ПК (измерение расстояний от определяемого элемента до обечайки (кольца) колодца).

Детальное обследование выполняется по специальному заданию, как правило, на промышленных предприятиях или при проведении инвентаризации. Кроме указанных процессов, оно включает определение материала колодцев и камер; составление эскизов колодцев в вертикальном сечении и их планов; обмер элементов колодцев с занесением результатов на вертикальный разрез или план колодца.

При обследовании, кроме инженерно-технических характеристик, часто определяют расположение крышек колодцев относительно их центров и переносят направления трубопроводов на поверхность земли. Иногда необходимо установить внецентренность находящихся на водопроводе самостоятельных задвижек и гидрантов относительно проекции оси трассы. Ее значение может достигать, например в г. Львове, 0,6 м. В этом случае две точки проекции оси ПК до и после такой задвижки (гидранта) выносят на поверхность земли искателем ПК (ИПК), а затем привязывают, как и задвижку, методами горизонтальной съемки.

Назначение ПК можно установить по рисунку крышки колодца, открыв колодец, или по данным эксплуатирующих организаций. О материале ПК дают сведения эксплуатирующие организации или его определяют по внешнему виду, по тону звука, издаваемого при постукивании. Для выполнения остальных процессов обследования используют известные приборы, а также ряд экспериментальных приспособлений, которые разделены на четыре группы: 1) для выяснения внецентренности крышек колодцев; 2) для измерения диаметров ПК; 3) для нивелирования элементов ПК; 4) для переноса направлений трубопроводов на поверхность земли [5].

Исходя из сказанного, точность обследования ПК можно определить, проанализировав возникающие погрешности, составив

и рассчитав точность размерной цепи. При обследовании возникают следующие погрешности.

1. Погрешность определения внецентренности крышек колодцев m_q . Внецентренность q обычно определяют с помощью тяжелого отвеса, рейки и рулетки, реже с помощью оптического отвеса теодолита, нитяного отвеса и рулетки или с помощью специальных приспособлений [1, 5, 6, 11].

Для случая применения нитяного отвеса, рейки и рулетки имеем

$$m_q^2 = 2m_s^2 + m_{ц}^2, \quad (1)$$

где m_s — погрешность измерения радиуса крышки или колодца, равная 10 мм [6]; $m_{ц}$ — погрешность центрирования нитяным отвесом, равная 10 мм. А. А. Самборский показал, что точность проектирования (центрирования) отвесом можно вычислить по эмпирической формуле [7]

$$m_{ц} = 0,62 \text{ (см)} + 0,14 h \text{ (м)}. \quad (2)$$

Для примера подставим в (2) поочередно глубину неглубокого колодца $h=3$ м и самого глубокого канализационного колодца в г. Львове $h=17$ м, тогда получим соответственно $m_{ц}$ 10 и 30 мм. Подставив полученные результаты поочередно в (1), имеем $m_q \approx 20$ мм и $m_q = 33$ мм.

При использовании нитяного отвеса для определения q в глубоких колодцах возможны его колебания вследствие суточного вращения Земли, рельефа поверхности, наличия под землей других ПК, геологических образований разной плотности и т. п. Вследствие этого величина q может быть искажена. Однако не все факторы влияют одинаково. Например, проведенный нами расчет влияния суточного вращения Земли показал, что при глубине колодца 17 м колебание отвеса может достигать 10^{-8} мм, что пренебрегаемо мало.

2. Погрешность измерения диаметров ПК m_{\varnothing} . Как правило, на всех ПК, кроме канализации, измеряют наружный диаметр. Измерения выполняют рулеткой, рейкой или специальными приспособлениями, например, диаметрометрами конструкции С. П. Кузнецова. Погрешность измерений не должна превышать 10 мм. Однако m_{\varnothing} начинает влиять на точность планового положения ПК только тогда, когда диаметр трубопровода превышает 600 мм и более, т. е., когда он изображается на плане масштаба 1:500 двойной линией [4, 5].

3. Погрешность переноса направлений трубопроводов на поверхность земли m_N . Для нахождения засыпанного колодца в смежных от него колодцах выносят направления трубопроводов на поверхность земли с помощью нитяных отвесов или специальных приспособлений. По глазомерному пересечению этих направлений и определяют местоположение искомого колодца с погрешностью до 10 м. Если использовать специальные приспособления для переноса направлений (например, планки), то погрешность уменьшится до 2...3 м, если же для поиска

колодцев использовать другие методы (например, экстрасенсорный), что обычно и делают, то m_N может стать пренебрегаемо малой. В большинстве случаев она не влияет на точность обследования, поэтому ее можно не учитывать [1, 3, 5].

Погрешности m_q и m_\varnothing влияют только на точность обследования ПК в плане.

4. Погрешность нивелирования элементов ПК m_{oh} , т. е. промеров от обечайки до элементов ПК. Промеры выполняются нивелирной рейкой, рулеткой или специальными приспособлениями с погрешностью $m_{пр} = 10$ мм [4, 8]. Однако, как показали наши эксперименты, при использовании рейки с сантиметровыми делениями $m_{пр}$ обычно достигает 20 мм, что согласуется с исследованиями Е. И. Фокина [10]. Е. И. Фокин показал, что при этом возникает еще погрешность $m_{фикс}$ за нефиксированную установку рейки, вызванная наклонным положением обечайки люка, не превышающая 10 мм. Чтобы ее исключить, следует промеры и высотную привязку выполнять, например, от самой низкой части обечайки. Такое условие необходимо включить и в новую Инструкцию по СПК. По нашим наблюдениям, при этом следует учитывать общий наклон местности, нахождение люка на проезжей части улицы или внутри квартала и опыт наблюдателя [10].

С учетом проведенного анализа погрешностей суммарная плановая погрешность частичного обследования или уравнение размерной цепи будет

$$m_{\hat{0}xy}^2 = m_q^2 + m_\varnothing^2, \quad (3)$$

а высотная

$$m_{\hat{0}h}^2 = m_{пр}^2 + m_{фикс}^2. \quad (4)$$

В (3) не учтена погрешность обмера нестандартных колодцев и камер $m_{обм}$, которая возникает при детальном обследовании. Обмеры выполняют рулеткой с точностью 10 мм. $m_{обм}$ не влияет на точность планового определения непосредственно ПК, поэтому в (3) ее не учитывают [4, 8].

Подставив в (3) и (4) соответствующие значения и перейдя к предельным погрешностям, получим $m_{oxy} = 40 \dots 60$ мм, $m_{oh} = 40$ мм. В эти значения входят и не показанные в (3) и (4) погрешности компарирования рулетки и реек, принятые нами как пренебрегаемо малые. Это, на наш взгляд, и будет реально обоснованная допустимая точность обследования.

Кроме рассмотренного, в начале 70-х годов начали разрабатывать фотограмметрический метод обследования. Фотографирование колодцев выполняли стереоскопическим фотоаппаратом «Спутник» со вспышкой, укрепленном непосредственно на обечайке люка или на штативе. Измерения снимков выполняли на стереокомпараторе. Были получены средние квадратические погрешности $m_\varnothing = 0,7$ см и $m_{oh} = 2,3$ см. Это говорит о том, что фотограмметрический метод обследования не уступает по точности рассмотренному. Его можно применять при глу-

бине колодцев до 6 м. Он сокращает объемы полевых работ на 20% и является единственно возможным методом в случаях наличия в колодцах и камерах вредных паров, газов, агрессивных жидкостей и т. п. Кроме того, он повышает культуру производства. К недостаткам метода следует отнести несовершенство экспериментальной съемочной аппаратуры, нестабильность элементов внутреннего ориентирования, невозможность его применения при больших глубинах колодцев, при обследовании колодцев канализации, при залитых и загрязненных колодцах и т. п., что вызывает дополнительные погрешности. Самый главный недостаток этого метода — возрастание объемов камеральных работ [2, 9].

Выполненный анализ традиционных и фотограмметрического методов обследования показал, что по точности они практически равноценны, требуют совершенствования, а значит, дальнейшего исследования точности и должны применяться в разумном сочетании. А для повышения точности СПК следует создавать все более современные приборы и приспособления для обследования. При этом допустимая точность обследования колодцев глубиной до 3 м не должна увеличивать полученных значений $m_{oxy}=40$ мм и $m_{oh}=40$ мм, что не превышает точности масштаба 1:500.

1. Баран П. И., Совершенный И. П. Съёмка и картографирование подземных инженерных сетей. К., 1980.
2. Гуткин В. Л., Горелько А. М. Обследование колодцев подземных сетей фотограмметрическим методом // Методы инженерной геодезии и картографии. Ростов-на-Дону, 1976. С. 88—94.
3. Дербал А. И., Хомин Б. А. Экстрасенсорный метод рекогносцировки подземных коммуникаций. К., 1987. С. 17. — Рукопись деп. в УкрНИИТИ. № 563—Ук 87.
4. Инструкция по съёмке и составлению планов подземных коммуникаций. М., 1978.
5. Островский А. Л., Дербал А. И. Съёмка подземных коммуникаций. Львов, 1986.
6. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Съёмка и составление планов подземных коммуникаций. М., 1975.
7. Самборский А. А. Совершенствование технологий съёмок инженерных подземных коммуникаций в городах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 1989.
8. СНиП 1.02.07—87. Инженерные изыскания для строительства. М., 1988.
9. Соколов В. В. Стереофотограмметрическая детальная съёмка инженерных прокладок в камерах и колодцах // Методы инженерной геодезии в ирригационном и гидротехническом строительстве. Ростов-на-Дону, 1973. С. 101—106.
10. Фокин Е. И. Исследование некоторых вопросов съёмки и составления планов инженерных сетей и сооружений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1972.
11. Wiemers H. Kanalvermessung // Zeitschrift für Vermessungswesen. 1970. № 11. S. 488—493.

Статья поступила в редколлегию 25.12.89