**Практическая работа №2**

**Тема:** Нивелирование на станции.

##### **Цель работы:** получение практических навыков по подготовке трассы к нивелированию, нивелированию трассы, построению профиля местности и проектирования продольного профиля газопровода.

**Оборудование:**  Нивелир, штатив, нивелирные рейки, мерная лента, шпильки, колышки, молоток.

**Порядок выполнения работы.**

1. Подготовка трассы к нивелированию.
2. Составление пикетажного журнала.
3. Нивелирование трассы.
4. Обработка результатов нивелирования трассы.
5. Построение профиля местности.
6. Проектирование продольного профиля газопровода.

**Инструкция к выполнению.**

1. ***Подготовка трассы к нивелированию.***

Перед продольным нивелированием по оси трассы газопровода разбивают пикетаж, т.е. откладывают отрезки, горизонтальное проложение которых в городской местности равно 40 м, а в загородной зоне 100 м. Конец каждого пикета закрепляют деревянным колышком длиной 15 – 25 см, забитым вровень с землёй. Рядом с пикетом забивают второй колышек – сторожок, немного выступающий над землёй, на котором обозначают номер пикета. Начало трассы обозначают ПК0, последующие – ПК1, ПК2 и т.д.

Характерные точки излома рельефа местности между пикетами, а также места пересечения трассой границ угодий, ручьёв, рек, озёр, дорог, подземных сооружений и коммуникаций тоже отмечают колышками. Эти точки называют плюсовыми или промежуточными. Их местоположение на трассе определяется расстоянием от пройденного заднего пикета.

Начало, конец трассы и углы поворота привязываются к постоянным точкам (углам здания железобетонным столбам и т.п.), т.е. мерной лентой измеряется расстояние от начала (конца) трассы до этой точки. Начало и конец трассы привязывается к двум, а углы поворота к трём точкам. Привязки записываются в пикетажный журнал.

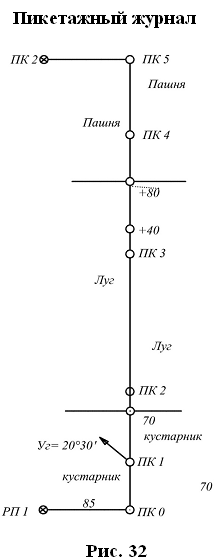
Нивелирный ход обязательно должен быть привязан к точкам высотной геодезической сети – реперам или маркам. Привязка производится с целью включения хода в государственную нивелирную сеть, а также для контроля нивелирования.

1. ***Составление пикетажного журнала.***

При разбивке пикетажа составляют пикетажный журнал, который

привязывают к пунктам геодезической сети (реперам). При составлении пикетажного журнала показывают ось трассы, отмечают на ней пикеты и плюсовые точки, составляют абрис, т.е. наносят ситуацию местности (обозначают дороги, коммуникации, пересекающие трассу и т.п.).

Пример пикетажного журнала



1. ***Нивелирование трассы.***

Нивелирование ведётся с отдельных станций, последовательно включённых в нивелирный ход. Нивелирный ход должен опираться на два исходных репера, отметки которых известны.

По результатам нивелирования вдоль трассы получают отметки всех точек: пикетных, плюсовых, временных реперов и столбов, установленных в углах трассы. В процессе нивелирования по трассе рейки устанавливают на пикетные и плюсовые точки, на временные реперы и столбы в вершинах углов повороты трассы. Нивелирование по трассе выполняют с отдельных станций. На каждой станции нивелируемыми точками бывают: задняя, передняя и промежуточные. *Задняя* и *передняя* точки определяются направлением движения по трассе. Передняя точка на предыдущей станции становится задней точкой на следующей станции. *Промежуточные* – характерные точки трассы (точки перегиба рельефа), отметки которых определяют только на данной станции.

Через пикетные точки происходит передача отметок с предыдущей станции на последующую, поэтому они называются *связующими точками*. В сильно пересечённой местности, когда превышение между смежными пикетами больше длины нивелирной рейки, в качестве связующих точек служат так называемые *иксовые точки*.

Станции должны быть выбраны так, чтобы обеспечивалась видимость на рейки, и визирный луч проходил выше поверхности Земли не меньше чем на 0,2м. Нивелир следует устанавливать на станции так, чтобы расстояние до задней и передней реек было по возможности одинаковым.

В ходе нивелирования трассы заполняются графы 1 – 5 журнала технического нивелирования. Также записываются отметки начальной и конечной точек в графу 11.

1. ***Обработка результатов нивелирования трассы.***

Разберём порядок обработки результатов нивелирования на примере:

#### Журнал технического нивелирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | №  связу-  ющих  точек | Отсчёты по рейкам, мм | | | Превышение, мм | | Среднее  превышение, мм | | Горизонт  Инструмента, м | Отметка, м |
| задняя | перед-  няя | проме-  жуточ-  ная | + | - | + | - |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Рп1  ПК0+20  ПК1 | 0637  5324 | 0864  5552 | 1260 |  | 0227  0228 |  | -1,5  0227,5 | 170,736 | 170,1  169,476  169,871 |
| 2 | ПК1  ПК1+30  ПК1+60  ПК2 | 0460  5148 | 1310  5997 | 0820  0840 |  | 0850  0849 |  | -1,5  0849,5 | 170,331 | 169,871  169,511  169,491  169,020 |
| 3 | ПК2  ПК2+50  Рп2 | 1316  6004 | 0844  5531 | 1500 | 0472  0473 |  | -2,5  0472,5 |  | 170,335 | 169,020  168,835  169,49 |

Графы №1 – 5 заполняются в ходе нивелирования трассы. Отметки Рп1 и Рп2 известны (см. задание).

1. Подсчитываем сумму отсчётов по задней рейке (сумма гр.3, складываем чёрные и красные отсчёты). Получаем 18889 мм.
2. Определяем сумму отсчётов по передней рейке (сумма гр.4). Получаем 20098 мм.
3. Определяем превышения точек на каждой станции заполняя гр.6 или гр.7 в зависимости от знака: hч = Зч – Пч и hкр. = Зкр. – Пкр.
4. Вычисляем среднее превышение на каждой станции заполняя гр.8 или гр.9 в зависимости от знака: 
5. Подсчитываем сумму средних превышений с учётом знака (гр.8 + гр.9) ∑hср.= -227,5 – 849,5 +472,5 = -604,5 мм.
6. Выполняем контроль 
7. Определяем практическую невязку превышений: прак.ƒh = ∑hср.- (Нк – Нн) = -604,5 – (169490 – 170100) = +5,5 мм.
8. Определяем допустимую невязку: , n – число станций (n=3). Получаем .
9. Если практическая невязка меньше или равна допустимой, распределяем её поровну на все превышения с **обратным** знаком.
10. Определяем отметки связующих точек (отметка первой точки Рп1 известна): Нпосл.= Нпред.± hср. испр.,

где hср. испр – исправленное среднее превышение (с учётом

введенной поправки после распределения

невязки), м. Например на 1-й станции:

hср. испр =-227,5 –1,5 = -229 мм = -0,229 м

НПК1 = 170,1 – 0,229 = 169,871 м

**При вычислении отметок не забываем среднее исправленное превышение переводить в метры (делим на 1000)!!!**

После этого выполняем контроль: определяем отметку последней

точки (отметка Рп2 известна) по формуле.

11.Для определения отметок промежуточных точек необходимо

определить горизонт инструмента (ГИ):

ГИ = НЗ + ЗЧ или ГИ = НП + ПЧ,

где НЗ, НП – отметки задней и передней точек,

ЗЧ, ПЧ – отсчёты по рейкам на задней и передней точках по чёрной шкале, м

Например на 1-й станции: ГИ = 170,1 + 0,637 =170,737 м или

ГИ = 169,871 +0,864 = 170,735 м. Среднее значение ГИ 170,736 м.

**Не забываем про единицы измерения!!!**

12.Определяем отметки промежуточных точек по формуле:

НП.Т. = ГИ – вп.т..,

где вп.т.. – отсчёт по чёрной шкале рейки на этой промежуточной точке, м

Например на 1-й станции: НПК0+20 = 170,736 – 1,26 =169,476 м.

**Не забываем про единицы измерения!!!**

1. ***Построение профиля местности.***

Профиль составляется на миллиметровой бумаге (формата А3) в двух масштабах: горизонтальный масштаб 1:1000 и вертикальный масштаб 1:100. Если у Вас нет миллиметровой бумаги, Вы можете аккуратно склеить два листа бумаги в клетку (формата А4) так, чтобы клетки совместились.

Профиль составляется в следующей последовательности (на примере расчетов, приведенных в инструкции по выполнению практической работы №5):

1. Вычерчивается профильная сетка, состоящая из 10 граф. Первой проводится линия условного горизонта (совмещая с полудециметровой линией на бумаге). **Форму и размеры профильной сетки см. на рисунке.**  **Вертикальную шкалу пока не отцифровывать!**
2. После вычерчивания сетки в графе 1 в горизонтальном масштабе наносятся пикеты из пикетажного журнала (в нашем случае из графы 2 таблицы, рассчитанной вами в практической работе №5). Плюсовые точки в гр.1 не указываются. То есть наносите и подписываете только пикеты. Так как горизонтальный масштаб 1:1000, то в 1 см на бумаге - 10 м линии местности. Расстояние между пикетами равно 100 м. Следовательно, на Вашем чертеже расстояние между пикетами будет равно 10 см. Поднимаем эти линии вверх пропуская графы 3, 4 и 5 до верха шкалы.
3. Заполняют графу 2, в которой показывают расстояния между плюсовыми точками. Сумма длин между двумя пикетами должна быть равна 100 м. Например, ПК0+20, следовательно от линии ПК0 в графе 2 нужно отложить 2 см и также поднять линию пропуская графы 3, 4 и 5 до верха шкалы. В графе 2 на отрезке между ПК0 и ПК1 у Вас будут записаны расстояния: 20 и 80, т.к. суммарное расстояние должно быть равно 100. Аналогично откладываем все плюсовые точки. Если между пикетами несколько плюсовых точек (как на станции 2: ПК1+30 и ПК1+60) откладываем расстояния 3 см и 6 см от линии ПК1, так как 30 и 60 м показывают расстояние от заднего пройденного пикета (т.е. ПК1).В графе 2 на отрезке от ПК1 до ПК2 у Вас будут записаны расстояния 30, 30 и 40 (в сумме 100 м).
4. Заполняют графу 9, т.е. выписывают отметки пикетов и плюсовых точек с округлением до сотых (тёмным цветом) из журнала нивелирования (рассчитаны в графе 11 таблицы в практической работе №5).
5. Отцифровывается шкала вертикального масштаба начиная от линии условного горизонта таким образом, чтобы самая низкая точка местности расположилась выше условного горизонта на 4 – 6 см. В нашем случае самая маленькая отметка 168,835 (округляем до 168,84 м) у точки ПК2+50. Целая отметка 168 м. Отнимаем от неё 5 получаем 163 м. Следовательно нумеруем вертикальную шкалу от линии условного горизонта вверх 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170 и т.д. до конца шкалы. Нумеруем через 1 м так как вертикальный масштаб 1: 100, т.е. в 1 см – 1 м.
6. От линии условного горизонта вверх на перпендикулярах от пикетов и плюсовых точек в вертикальном масштабе откладываются отметки земли (из гр.9), после чего соединяют точки между собой и получают профиль местности (чёрная линия).
7. ***Проектирование продольного профиля газопровода.***
8. Для проектирования профиля газопровода необходимо внимательно проанализировать профиль местности и, если не обеспечивается требуемый уклон и глубина заложения газопровода в результате большого перепада по высоте, необходимо на профиле местности нанести проектную линию профиля местности и заполнить графу 10 профильной сетки. Отметки проектной линии определяются графически по шкале вертикального масштаба измерителем.
9. На проектном профиле местности проектируется линия газопровода примерно на одной расчётной глубине параллельно рельефу местности с разносторонним уклоном дна траншеи (*i* ≤ 0,02) приняв глубину на ПК0 по заданию (не меньше 0,8 м).
10. В графе три определяют участки с одинаковыми уклонами. Для этого к проектной линии земли прикладывают линейку. В месте изменения уклона (направления линии) в графе 3 проводят вертикальную черту (только на эту графу). В полученных отрезках графы проводят диагональные линии, соединяя левый нижний угол с правым верхним если уклон идет вверх, и левый верхний с правым нижним, если уклон идет вниз. В полученных нижних частях графы (треугольниках) записывают расстояния суммируя длины соответствующих отрезков участка с одинаковым уклоном. (см. пример)
11. Определяют уклон *i* на отдельных участках и заполняют верхнюю часть графы 3:  где *h* – превышение, м. Определяется как разность отметок конечной и начальной точки на данном участке.

*d* – расстояние между точками, м.

***Например*:** на первом участке ***i* = (169,48 – 170,1) : 20 = - 0,031 (**знак «-« не пишем, он показывает направление уклона).

На втором участке ***i* = (169,87 – 169,48) : 80 = - 0,005** и т.д.

1. Вычисляют отметки дна траншеи и заполняют графу 8. Отметку дна траншеи на начальной точке (ПК0) определяют путём вычитания из отметки земли проектной (гафа10) глубины траншеи (по заданию).

Последующие отметки дна траншеи определяют по формуле:

*Нпосл.= Нпред.± i\*d*, *м*.,

где Нпред. – отметка дна траншеи предыдущей точки,

*i* – уклон на данном участке (берем из графы 3),

d – горизонтальное расстояние между предыдущей и данной точкой (берем из графы 2).

Знак «+» ставится если уклон идет вверх, знак «-«, если уклон идет вниз.

***Например,***  по заданию глубина траншеи на ПК0 равна 1 м. Следовательно отметка дна траншеи на ПК0 будет равна 170,1 – 1 =169,1 м. Вычисляем отметку последующей точки (т.е. ПК0+20) 169,1- 0,031\*20 = 168,48 м. Отметка дна траншеи на ПК1: 168,48 + 0,005\*80 = 168,88 м и т.д.

1. По отметкам дна траншеи строим линию газопровода с помощью

измерителя от линии условного горизонта. Полученные точки

соединяют линией красного цвета. (Линия должна идти параллельно линии земли примерно на одинаковой глубине, равной глубине траншеи на начальной точке по заданию).

1. Вычисляют глубину заложения газопровода (глубину траншеи) и заполняют графу 6:

*hтр.= Нз.пр. – Нд.т.,*

где *Нз.пр.* – отметка земли проектная, м (графа 10)

*Нд.т.* – отметка дна траншеи, м (графа 8)

*Должны получаться примерно одинаковые значения равные глубине траншеи на начальной точке.*

1. Определяют отметку верха трубы: Нв.т.= Нд.т.+ Диз.,

где Диз. – диаметр изолированной трубы, м

Диз.= Дн + 2σ,

Где Дн. – наружный диаметр трубы, мм (принимается по заданию)

σ – толщина изоляции, мм. Тип изоляции принимается по

заданию. Толщина полимерной изоляции равна 3 мм,

битумной усиленной – 6 мм, битумной весьма усиленной – 9

мм.

Сначала вычисляют диаметр изолированной трубы, эта величина будет постоянной. Затем вычисляют отметку верха трубы (записывают в графу 7). **При этом не забудьте перевести значение диаметра изолированной трубы из мм в м (делим на 1000)!!!**

***Например:*** диаметр трубы по заданию равен 108 мм, изоляция весьма усиленная битумная. Тогда диаметр изолированной трубы будет равен 108+2\*9 = 126 мм = 0,13 м

Добавляем каждый раз по 0,13 м к каждой отметке дна траншеи и получаем отметку верха трубы. 169,1+0,13 = 169,23 и т.д.

1. Основание принимаем естественное. Записываем это в графу 4.

На основании пикетажного журнала заполняется графа «Развёрнутый план».

