

Лабораторная работа 2.

Построение продольного и поперечного профилей местности по направлению трассы автодороги, канализационного трубопровода, газопровода

Цель занятия – освоить методику построения продольного и поперечного профилей местности по направлению трассы сооружения. Освоить порядок расчета и оформления профильной сетки и профилей местности.

2.1. Построение продольного и поперечного профилей автодороги

Задание:

1. построить продольный профиль местности по направлению трассы;
2. построить поперечный профиль местности по направлению трассы;
3. рассчитать и оформить профильную сетку и профилей трассы.

Пособия и принадлежности: микрокалькулятор, лист миллиметровой бумаги размером 45×80 см, чертежные принадлежности.

Построение профиля местности. Исходным графическим документом для проектирования автодорог является продольный профиль местности по выбранному направлению (рис.4). Профиль строится на миллиметровой бумаге по материалам нивелирования трассы. Все необходимые для составления профиля данные заносят в графы, расположенные в нижней части и образующие сетку профиля. Вид этой сетки зависит от характера проектируемого сооружения.

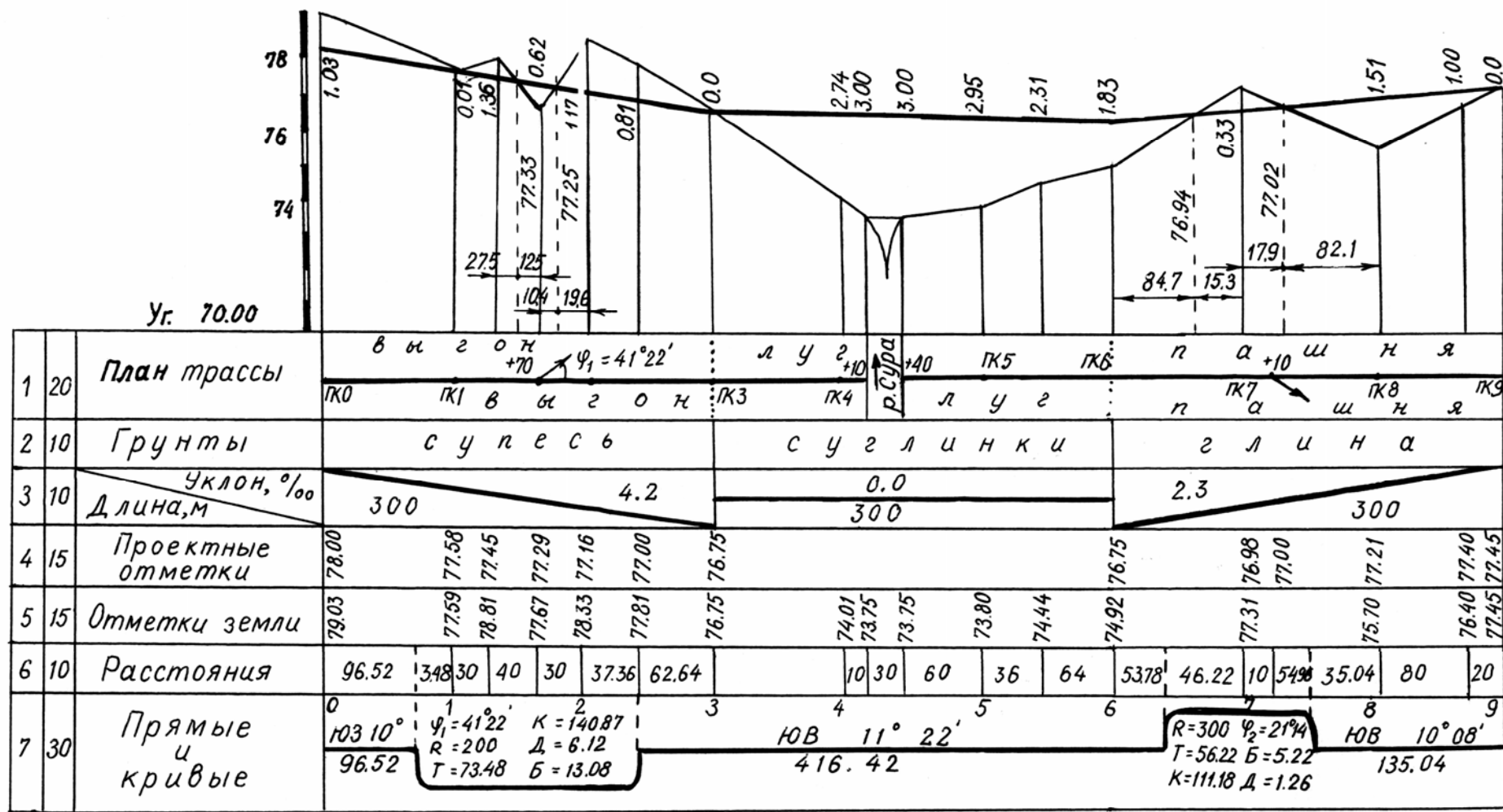


Рис.4. Продольный профиль трассы автодороги

На листе миллиметровой бумаги вычерчивают сетку профиля в соответствии с образцом (см. рис. 4), ширина каждой графы указана в мм. Линия условного горизонта (УГ) проводится на расстоянии 15 см от нижнего края листа с таким расчетом, чтобы она совпала с утолщенной линией миллиметровой бумаги. Начало трассы (ПКО) также выбирают на утолщенной линии на расстоянии 5-6 см от левого края листа.

От линии условного горизонта на расстоянии 5 мм влево от нулевого пикета восставляют вверх перпендикуляр, на котором строят шкалу высот. Условный горизонт (отметку верхней линии сетки профиля) выбирают кратным 2 м с таким расчетом, чтобы самая низкая точка профиля отстояла от линии условного горизонта не менее чем на 4 см (8 м в масштабе 1:200). На рис. 4 отметка такой точки равна 73,75, тогда $УГ = 73,75 - 8 = 66$ м.

Пользуясь данными графы 2 табл.1, заполняют графу «Горизонтальные расстояния»; так как расстояние между соседними пикетами равно 100 м, то пикеты располагаются через 5 см друг от друга. Чтобы построить плюсовую точку +36, находящуюся между пятым и шестым пикетами, откладывают вправо от пятого пикета это расстояние в масштабе 1:2000 ($36 \text{ мм} : 2 = 18 \text{ мм}$). Проведя через эту точку ординату, в графе 6 записывают в двух образовавшихся прямоугольниках числа 36 и 64, дающие в сумме 100 м – расстояние между пикетами. Если между соседними пикетами имеется несколько плюсовых точек, расстояние выписывают между каждыми двумя соседними точками (например, в интервале ГК4-ГК5 записано три расстояния: 10, 30 и 60).

Взятые из табл. 1 отметки всех точек профиля определяют до сантиметров и вписывают в графу 5 рис.4 «Отметки земли». От линии условного горизонта против каждой точки трассы восставляют перпендикуляры (ординаты) и, пользуясь шкалой высот, откладывают на них в масштабе 1:200 соответствующие отметки земли. Концы смежных ординат соединяют прямыми линиями.

Пользуясь данными пикетажного журнала (см. рис. 2), заполняют графы «Развернутый план трассы» и «Грунты».

По вычисленным пикетным обозначениям начала и конца кривой строят эти точки в гр.7 «Прямые и кривые». Так, например, чтобы построить первую кривую, от пикета 0 откладывают вдоль линии пикетов отрезок 96,52 м в масштабе 1 : 2000 (48 мм) и из его конца опускают перпендикуляр длиной 1,5 см. Такой же перпендикуляр строят из точки, отстоящей на расстоянии 37,36 м от пикета 2. На перпендикулярах записывают расстояния между главными точками кривой и ближайшими пикетами, расположенными за ее пределами (3,48 и 62,64); концы перпендикуляров соединяют горизонтальными линиями соответственно с началом трассы и началом второй кривой.

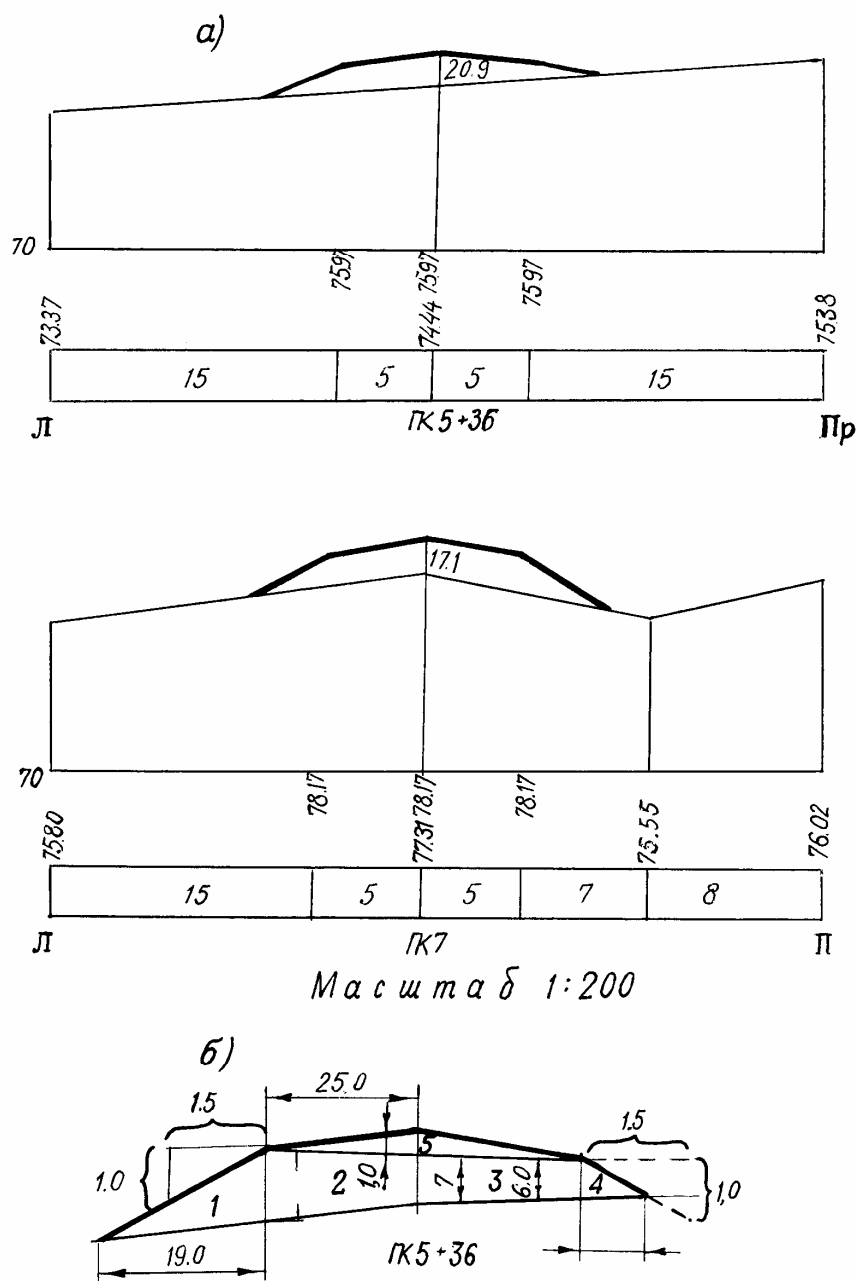


Рис. 5. Поперечный профиль автодороги (а)
и схема для вычисления площади поперечного сечения насыпи (б)

Над серединами этих линий, называемых прямыми вставками, выписывают их длины. Например, длина второй прямой вставки в нашем примере равна $62,64 + 300,00 + 53,78 = 416,42$ м. Сами кривые изображают условными знаками шириной 5 мм, при правых углах поворота кривая обращена выпуклостью вверх, при левых – вниз; внутри кривых выписывают их элементы.

Для контроля вычислений графы «Кривые» складывают длины прямых вставок и кривых; их сумма должна равняться общей длине трассы с точностью до 1-2 см.

7. Задавшись исходным дирекционным углом первой прямой вставки, находят дирекционные углы остальных по формулам:

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + \varphi_{\text{прав}}$$

и

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} - \varphi_{\text{лев}},$$

где $\alpha_{\text{посл}}$ и $\alpha_{\text{пред}}$ — дирекционные углы предыдущей и последующей прямых вставок;

$\varphi_{\text{прав}}$ и $\varphi_{\text{лев}}$ — правый и левый углы поворота трассы.

8. Поперечные профили (рис.5,а) строят в одном масштабе для горизонтальных и вертикальных расстояний. Такой неискаженный чертеж удобен для определения площадей, проектируемых на поперечных профилях насыпей и выемок. Число и содержание граф сетки поперечного профиля ГОСТом не регламентируется. На рис. 5,б приведена схема для вычисления площади поперечного сечения насыпи.

Задание для упражнений

По данным нивелирного (см. табл.1) и пикетажного (см. рис.2) журналов построить продольный профиль подъездной автодороги промышленного предприятия в масштабах 1 : 200 (вертикально).

Построить поперечный профиль в масштабе 1 : 200.

Контрольные вопросы

1. Что такое продольный профиль трассы?
2. Как выбирают масштабы для его построения?
3. Как строят продольный профиль?
4. Для чего строят поперечный профиль?

2.2. Построение продольного и поперечного профилей самотечного канализационного трубопровода

Пособия и принадлежности: микрокалькулятор, лист миллиметровой бумаги размером 60×40 см, чертежные принадлежности.

Положение трассы самотечного канализационного трубопровода, как и любого линейного сооружения, должно удовлетворять определенным техническим требованиям, обеспечивающим нормальные условия его эксплуатации.

К таким требованиям, в частности, относятся минимальная глубина заложения (заглубления) трассы, минимальные уклоны труб, расстояния между смотровыми колодцами (табл.2).

Т а б л и ц а 2

**Технические требования, предъявляемые к трассе
канализационного трубопровода**

Диаметр труб, м	Уклоны, %	Минимальные заглубления, м	Расстояние между смотровыми колодцами, м
150	7	1,5	35
200 – 450	5	1,5	50
500 – 600	5	1,5	75
700 – 900	5	1,5	100
1000 – 1400	0,5	1,5	150

Кроме этого, между осью трубопровода и близлежащими зданиями, сооружениями и подземными сетями должно быть строго выдержано нормативное вертикальное расстояние (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Требования, предъявляемые к положению трасс трубопроводов

Сооружения и подземные сети	Минимальное вертикальное расстояние до трасс, м	
	канализации	газопровода
Железные дороги	1	1
Автодороги	1	1
Водопровод	0,4	0,15
Канализация	0,5	0,15
Газопровод	0,15	0,15
Теплосеть	0,2	0,2
Кабели силовые	0,5	0,5

Исходными данными для построения профиля трассы трубопровода являются отметки земли и отметки пересекаемых трассой подземных коммуникаций (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Исходные данные для построения профиля трассы трубопровода

Номер точек	Отметки, м		Примечания
	земли	подземных коммуникаций пересекаемых трассой	
1	2	3	4
ПК 2+36	72,21		
+56	72,62		
+69	72,34		
+81	72,40		
+86	72,44		
+94	72,50	71,09	Водопровод . 200 мм

Окончание табл. 4

1	2	3	4
ПК3	72,74		
+5	76,99		
+19	72,77		
+26	72,36		
+36	73,01		Угол поворота левый 38°42'
+46,5	71,21	70,08	Теплопровод
+58	70,56		
+76	70,88		
+81	70,27		
+86	70,01		
ПК4	70,18		
+14	69,80		Буровая скважина №11 уровень грунтовых вод 67,10 м на 15. 04.2000 г.
+26	69,59		
+36	69,87		
Поперечный профиль 1			
ПК2+56	72,62		
Л+5	73,01		
ПР+5	72,19		
ПК2+69	72,34		
Л+5	72,98		
ПР+5	73,39		

Построения профиля выполняют в следующем порядке:

На лист миллиметровой бумаги размером 60×40 см наносят сетку профиля согласно рис.6.

Принять горизонтальный и вертикальный масштабы продольного профиля соответственно равными 1:1000 и 1:100 заполняют графы 2, 6 и 7 сетки профиля и откладывают от условного горизонта на соответствующих ординатах все отметки, взятые из табл.4. Пересекаемые трассой подземные коммуникации изображают соответствующими условными знаками.

В графе 8 показывают ось трубопровода и смотровые колодцы 15, 16, 17, 18, 19 на расстоянии 50 м друг от друга.

На участке ПК2 + 36 = ПК3 + 36, начиная от колодца 15 с проектной отметкой лотка 70,62 м проектируют ось трубопровода с минимальным уклоном – 0,005. Такой уклон избавляет от необходимости устройств глубоких колодцев и одновременно обеспечивает нормированное вертикальное расстояние (более 0,4 м) между проектируемой трассой и пересекающим ее водопроводом. Проектные отметки лотка трубопровода вычисляют по формуле 67, например, $H_{K16} = 70,62 + 50 \cdot (-0,005) = 70,37$ м.

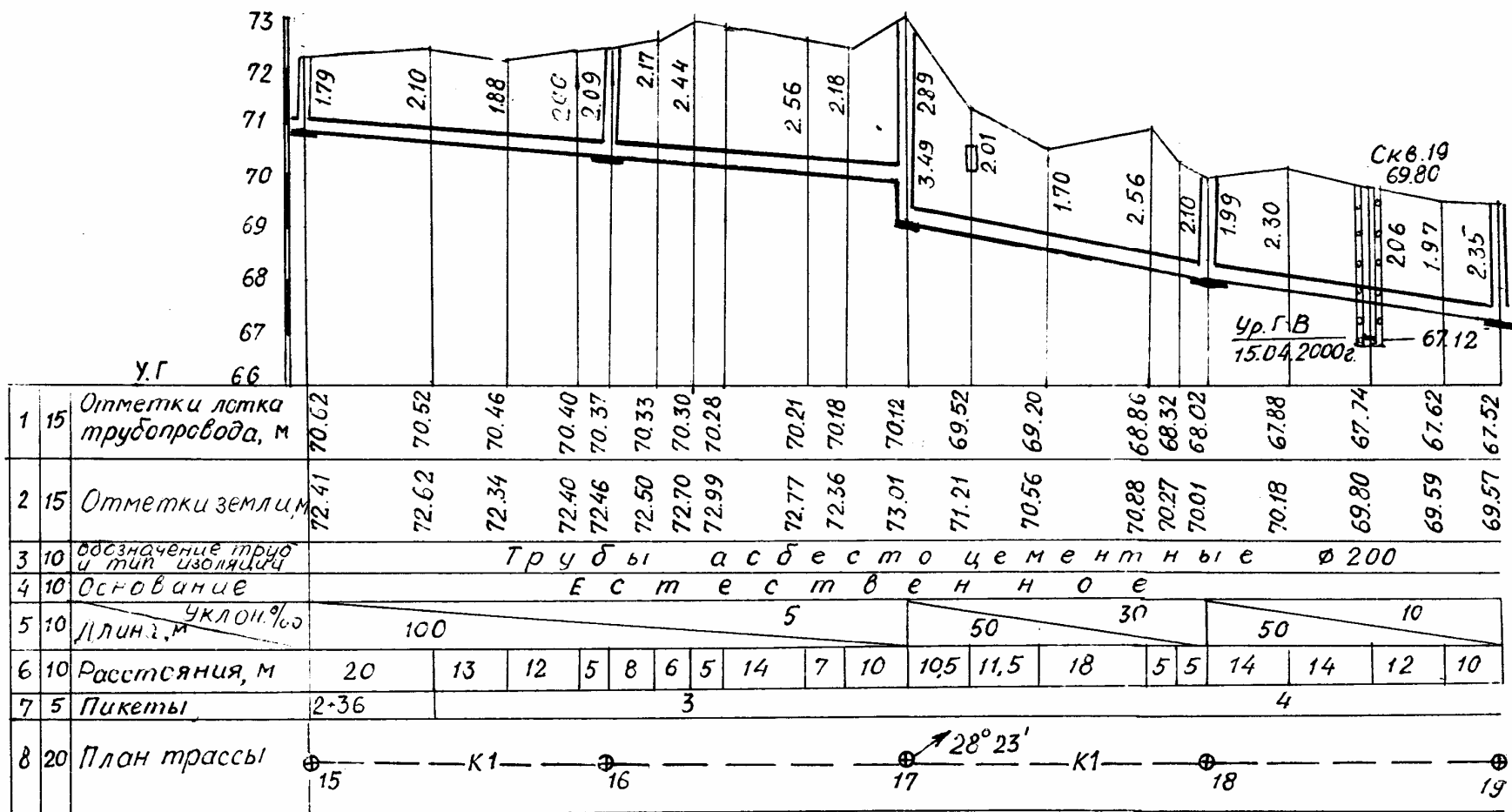


Рис.6. Продольный профиль трассы самотечного канализационного трубопровода

Вычисляют рабочие отметки и выписывают их над профилем.

На ПКЗ + 36 м проектируют перепадный колодец № 17 (смотровой колодец с разностью отметок входящего и выходящего лотков не менее 0,5 м) с отметкой выходящего лотка 70,12 м и с уклоном следующего участка трубопровода, равным 0,030. Такое проектное решение обеспечит нормативное минимальное заглубление трубопровода (1,5 м) с учетом его прохождения под теплопроводом (ПКЗ + 44,5 м, отметка 69,52).

От новой исходной отметки 70,12 м по формуле (5) вычисляют и выписывают в гр.1 (рис.6) проектные отметки лотка трубопровода до колодца № 18. Аналогичные расчеты выполняют для последнего участка в 50 м с проектным уклоном 0,010.

По данным табл. 4 строят поперечные профили в масштабе 1:50 и проектируют на них сечения траншеи шириной по дну 1,80 м с коэффициентом откоса $k = 1$ (рис.7).

Определяют площади сечений графическим способом и вычисляют объем земляных работ на участке между поперечными профилями.

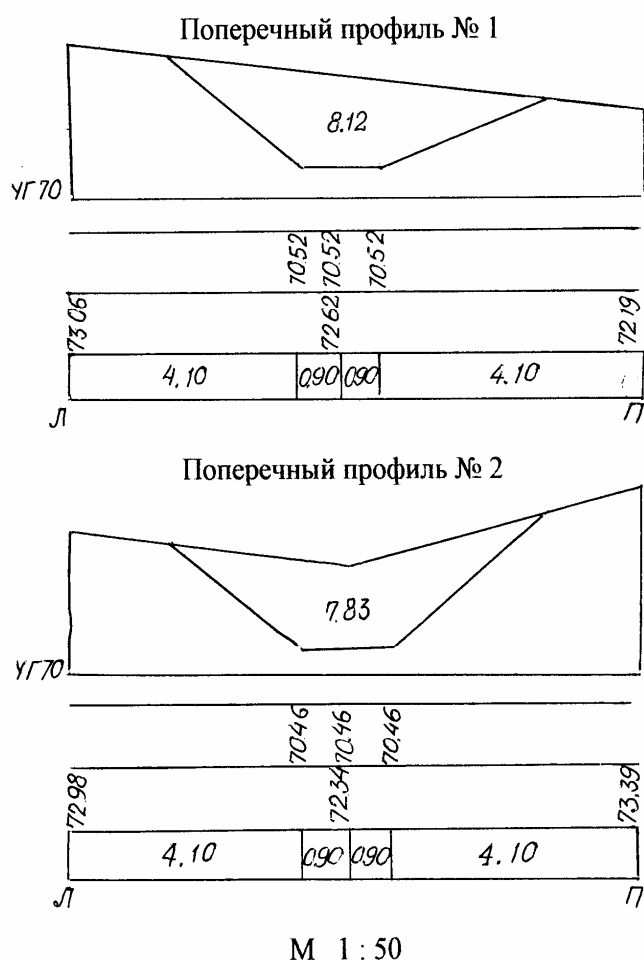


Рис.7. Поперечные профили траншеи самотечного канализационного трубопровода

Задание для упражнений

По данным табл. 4 построить продольный профиль самотечного канализационного трубопровода в масштабах: горизонтальный 1:1000; вертикальный 1:100. Построить два поперечных профиля в масштабе 1:50. Запроектировать на них сечения траншеи шириной по дну 1,8 м с коэффициентом откоса $k = 1$ и подсчитать объем земляных работ.

Контрольные вопросы

1. Как строят продольный профиль самотечного канализационного трубопровода?
2. Как вычисляют объем земляных работ по поперечному профилю?

2.3 Построение продольного и поперечного профиля газопровода

Цель задания – освоить расчеты и ознакомить с проектированием газопровода.

Пособия и принадлежности: микрокалькулятор, лист миллиметровой бумаги размером 55×30 см, чертежные принадлежности.

Основными техническими условиями, определяющими положение трассы газопровода в продольном профиле, являются минимальная глубина заложения труб в грунт (0,8-1 м от уровня земли) и нормированные вертикальные расстояния между верхом труб и пересекающими трассу сооружениями (см. табл. 3).

В отличие от самотечной канализации газопровод является напорным трубопроводом и его можно проектировать встречными уклонами. Поэтому трасса газопровода (рис. 8) проходит примерно на одной и той же расчетной глубине и повторяет профиль естественной поверхности рельефа.

Порядок работы.

Заполняют графы 6, 7 и 8 профильной сетки (см. рис.8) и строят профиль местности в соответствии с изложенными ранее указаниями.

От исходной проектной отметки газопровода $H_{ПК1} = 78,39$ м наносят на профиль первую секцию проектной линии при условии обеспечения расчетной глубины заложения, равной 0,9 м в точке ПК1 + 34,35 с отметкой 79,82 м:

$$H_{ПК1} = 79,82 - 0,9 = 78,92 \text{ м.}$$

Следовательно, проектный уклон трассы на рассматриваемом участке

$$i_1 = \frac{78,92 - 78,39}{10,00 + 6,00 + 18,35} = \frac{0,53}{34,35} = 0,015.$$

Найденную величину уклона и его протяженность выписывают в гр. 3 (рис.8) профильной сетки и вычисляют по формуле (5) промежуточные проектные отметки (гр.2), а также глубину заложения (гр. 4).

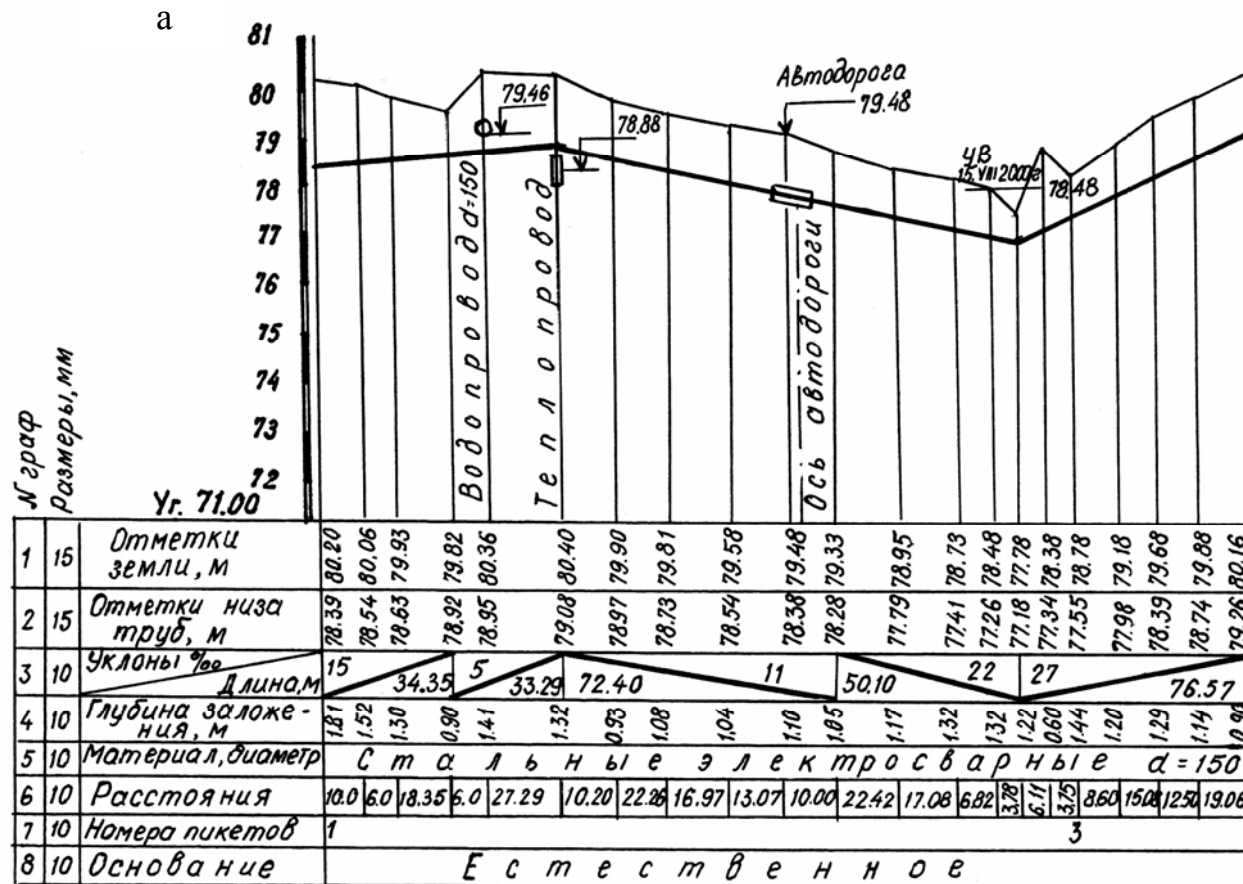


Рис.8. Схема проектирования трассы магистрального газопровода
а – продольный профиль; б – пересечение трассы и автодороги

3. Следующий участок газопровода проектируется между пересекаемыми им трассами водопровода и теплопровода, проходящих соответственно на отметках 79,46 м и 78,88 м. Поэтому проектная отметка на ПК1 + 67,64 (табл.5) должна быть равна $H_{ПК1 + 67,64} = 78,88 + 0,20$ (с запасом) = 79,08 м.

Уклон второй секции проектной линии

$$i_2 = \frac{79,08 - 78,92}{33,29} = 0,005.$$

4. Вычисляют промежуточные проектные отметки и убеждаются, что нормированное вертикальное расстояние между газопроводом и водопроводом (0,15 м) выдержано с запасом: $79,46 - 78,95 = 0,51$ м.

5. На ПК2 + 30,04 трасса пересекает автомобильную дорогу с отметкой левого края подошвы насыпи 79,48 м – дно резерва (см. рис.8,б и табл.5). По техническим условиям проекта верх труб газопровода должен пройти ниже нее не менее чем на 1 м (см. табл.5), т.е. по отметке $79,48 - 1,10$ (с запасом) = 78,38 м.

Поэтому уклон i_3 газопровода на этом участке принимают

$$i_3 = \frac{79,08 - 78,38}{62,40} = 0,011.$$

Т а б л и ц а 5

Исходные данные для построения продольного профиля газопровода

Номер точек	Отметки, м		Примечания
	земли	подземных коммуникаций, пересекаемых трассой	
1	2	3	4
ПК1	80,20		
+10	80,06		
+16	79,93		
+34,35	79,82		
+40,35	80,36	79,46	Водопровод 150 мм
+67,64	80,40	78,88	Теплопровод
+77,84	79,90		
ПК2	79,81		
+16,97	79,58		
+30,04		79,48	Автомобильная дорога (левый край подошвы насыпи)
+40,04	79,33		
+62,46	78,96		
+79,54	78,73		
+86,36	78,48		Урез воды на 15.08.2000 г.
+90,14	77,78		Дно реки
+96,25	78,78		
ПК3	79,33		
+11,47	78,78		
+20,07	79,18		
+35,15	79,68		
+47,65	79,88		
+66,71	80,16		

Пересечение автомобильной дороги намечено осуществить закрытой проходкой с помощью проложенного под дорогой стального футляра, внутри которого укладывается трубопровод.

Концы футляра выводят за подошву насыпи не менее чем на 2 см от ее краев. При ширине основания насыпи 6 см это означает, что длина футляра должна быть равна 10 м. Чтобы избежать излома футляра, необходимо продолжить уклон 0,011 от ПК2 + 30,84 еще на 10 м, увеличив таким образом его протяженность до 72,40 м.

6. При пересечении несудоходной реки трубопровод должен проходить под ее дном на расстоянии не менее чем на 0,5 м. Поэтому в точке ПК2 + 90,14 (дно реки) проектную отметку трассы принимают $77,78 - 0,60$ (с запасом) = 77,18 м.

Уклон i_4 на данном участке трассы

$$i_4 = \frac{78,28 - 77,18}{50,10} = 0,022.$$

Вычислив по найденному уклону промежуточные проектные отметки, задают новый уклон i_5 при условии обеспечения глубины заложения труб, равной 0,9 м в конечной точке трассы (ПК2 + 66,71)

$$i_5 = \frac{(80,16 - 0,90) - 77,18}{76,57} = 0,027.$$

7. Пользуясь данными поперечного профиля дороги (см. рис.8,б), вычисляют проектные отметки H_a и H_b заложения футляра на границах открытых разработок грунта (бровки резервов, обозначенных буквами а и б). С учетом диаметра футляра $d = 300$ мм $H_a = (78,38 - 0,30) - 0,011 \cdot 0,75 = 78,07$; $H_b = 78,07 - 0,011 \cdot 6,0 = 78,00$ м.

Глубина разработки грунта в точках а' и б':

$$a'a = 79,48 - 78,07 = 1,41; \quad б'б = 79,48 - 78,00 = 1,48.$$

Все результаты вычислений заносят в профильную сетку поперечного профиля (рис.8,а).

Задание для упражнений

По данным табл. 5 построить продольный профиль газопровода в масштабах: горизонтальный 1:1000; вертикальный 1:100. Пересечение автомобильной дороги трассой (рис.8,б) запроектировать закрытой проходкой в стальном футляре диаметром $d = 300$ мм.

Контрольные вопросы

1. Как вычисляют проектные уклоны, отметки и глубину заложения трубопровода?
2. Как вычисляют проектные отметки газопровода?
3. Как вычисляют глубину заложения?