

УДК 622

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОЖДЕВОГО КОЛЛЕКТОРА

А. В. Бутченко, студент гр. СДб-131, III курс
Научный руководитель: С. В. Богомолов, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

При проектировании закрытой водосточной сети после гидрологического и гидравлического расчетов дождевого коллектора необходимо определить глубины заложения участков трубопровода и в дальнейшем построить его продольный профиль по найденным отметкам.

Выполнение данной операции вручную методом подбора различных значений глубин заложения - действие очень трудоёмкое и весьма неточное, особенно при наличии большого количества входящих в основной коллектор участков и присоединяемых второстепенных коллекторов.

Использование табличного процессора Microsoft Excel, связывающего формулами между собой ячейки со значениями глубин расчётных участков в сочетании с инструментом «Поиск решений» значительно ускоряет процесс нахождения отметок лотков, удовлетворяющих всем условиям заложения труб в данном районе проектирования, а главное - повышает точность расчетов.

Первое, что необходимо сделать, это визуально разделить сеть на её составные («ключевые») части (рисунок 1):

- основной коллектор;
- второстепенные коллекторы;
- примыкающие участки.

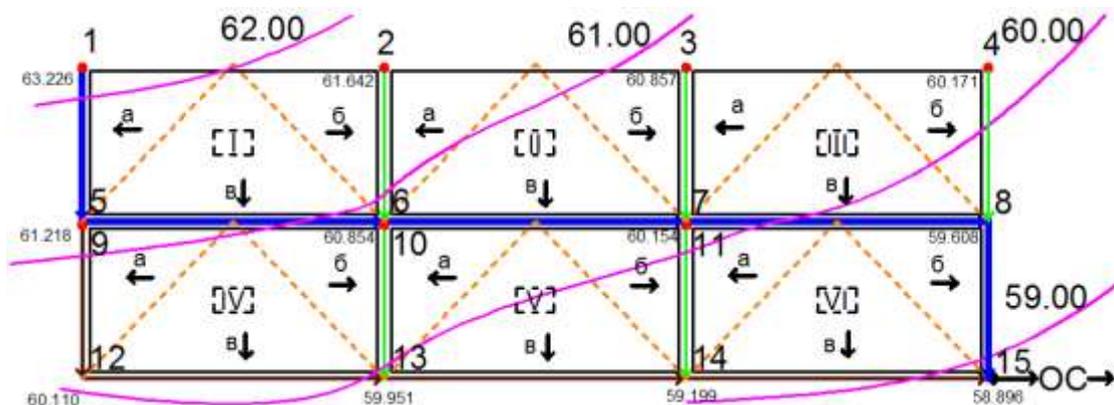


Рисунок 1 - План района и трассировка уличной дождевой сети

- > главный коллектор;
- > второстепенный коллектор;

→ примыкающие участки

Затем, рассматривая каждый коллектор в отдельности, требуется связать формулами все последовательно идущие участки между собой таким образом, чтобы вершины труб с разным диаметром на стыке оказались на одной высоте (соединение «шелыга в шелыгу»).

Поэтому отметка лотка трубы в начале второго и последующих участков определяется по формуле:

$$Z_H = Z_{K-1} - (D_H - D_{K-1}),$$

где Z_{K-1} - отметка лотка трубы в конце предыдущего участка, м; D_H - диаметр текущего расчётного участка, м; D_{K-1} - диаметр предыдущего участка, м.

Отметка лотка трубы в конце участка определяется как разность отметки лотка вначале с перепадом $I \cdot L_p$ на всех участках без исключений.

Все глубины в конце участков H_K находят по формуле:

$$H_K = Z_K - L_K,$$

где Z_K - отметка земли в конце участка, L_K - отметка лотка там же.

Глубины H_H находят так же, но только для участков с уже известными отметками лотка L_H по формуле:

$$H_H = Z_H - L_H,$$

где Z_H - отметка земли в начале участка, L_H - отметка лотка там же.

В итоге представив оставшиеся отметки лотка L_H как разность между известной нам отметкой земли Z_H и неизвестной глубиной H_H все вышеперечисленные значения будут непосредственно связаны с задаваемыми вручную глубинами H_H в начале «ключевых» участков.

Таким образом, все последующие участки будут увеличиваться на ту глубину, которая будет задаваться в этих ячейках.

Проектируя продольный профиль дождевой сети, следует соблюдать некоторые условия, а именно:

- при заложении труб следует учитывать глубину промерзания грунта;
- труба должна располагаться достаточно глубоко во избежание механического разрушения от внешних нагрузок, возникающих в городских условиях;
- слишком большая глубина заложения без необходимости экономически нецелесообразна.

Используя инструмент «Поиск решений» можно достаточно точно и быстро соблюдая все эти требования найти самый оптимальный вариант заложения труб.

Для этого программе необходимо поставить следующие ограничения:

1. Глубины заложения лотков, должны быть больше глубин по морозостойкости и по разрушению;
2. Конечные отметки лотков примыкающих участков, должны быть выше соответствующих отметок коллектора;

3. В месте соединения основного и второстепенного коллекторов необходимо минимизировать разницу между отметками их лотков, с целью минимального заглубления всей сети. Но в то же время нужно учитывать, что основной коллектор всегда расположен ниже второстепенного. Для этого рекомендуется создать отдельную ячейку, в которой задаётся эта разница и условие (рисунок 2);
4. За целевую ячейку необходимо взять сумму всех глубинных отметок H_H и H_K , и выполнить поиск решения по минимальному значению, именно эти значения и будут оптимальным и самым экономически выгодным решением в данной ситуации.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: **СУММ**

По отношению к: Максимум Минимум Значения: 0

Изменяемые ячейки: **\$L\$6:\$L\$10**

В соответствии с ограничениями:

- \$L\$14 >= \$L\$5
- \$L\$15 >= \$L\$6
- \$L\$16 >= \$L\$7
- \$L\$17 >= \$L\$8
- \$L\$18 >= \$L\$9
- \$K\$9:\$K\$18 >= \$L\$4:\$L\$10

Считать параметры без ограничений непрерывными

Выбор метода решения: Поиск решения нелинейных задач методом GRG - Параметры

Метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом GRG, для линейных задач - Поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для нелинейных задач - эволюционный поиск решения.

Целевая ячейка: **K8** (формула: =СУММ(L6:K8))

Исходные данные, м	Глубины				Минимально допустимые значения глубины	
	L ₆	L ₇	H ₆	H ₇	По разрушению	По морозостойкости
8	9	10	11	12	13	
48,25	42,39	-0,82	1,07	1,1	0,8	
42,14	40,79	-0,82	0,86	1,25	0,4	
30,79	39,64	-0,79	0,71	1,45	0,8	
28,29	38,29	-0,86	1,25	1,6	0,8	
28,28	37,69	-1,37	1,98	1,85	0,8	
57,60	57,47	1,29	1,42	1,9	0,4	
61,22	60,09	-0,02	-0,17	0,3	0,6	
60,13	58,79	-0,02	-0,17	1,15	0,4	
58,59	57,43	1,17	1,77	1,45	0,8	
57,28	56,39	1,92	2,32	1,6	0,8	
61,84	60,97	-0,11	1,25	0,4		
60,88	60,18	-0,03	1,15	0,4		
60,17	59,23	-0,17	1,1	0,8		
60,85	60,18	-0,23	1,15	0,4		
60,15	59,46	-0,38	1,15	0,4		

Рисунок 2 – Применение инструмента Поиск решения в Microsoft Excel