**Исходные данные.**

Высота насыпи Ннас

Ширина поверху bнас,

Крутизна откосов1:1,5.

Уклон лотка трубы соответствует уклону лога.

Гладкий лоток расположен на 1/3 периметра поперечного сечения трубы.

Расход расчетный Qр

**Требуется подобрать отверстие трубы и определить подпертые глубины, а также глубины и**

**скорости на выходе из нее.**

Порядок расчета:

1. Определяем длину трубы Lт

2. Находим отверстие трубы.

Согласно СП 35.13330 гофрированные трубы на автомобильных дорогах должны пропускать расчетные и наибольшие расходы при безнапорном режиме ииметь при этом заполнение на входе при пропуске расчетного расхода

$$\frac{h\_{вх}}{D}\leq 0,8$$



1 - без оголовка с вертикальным срезом; 2 - без оголовка со срезом параллельно откосу насыпи

Рисунок 1 - График для определения глубины потока на входе в трубу

Диаметр определяется по формуле

$$D=\left(\frac{Q\_{р}}{П\_{Q}\sqrt{g}}\right)^{2/5}$$

Принимаем к расчету ближайшее большее типовое отверстие D.

3. Устанавливаем, будет ли труба «длинной» или «короткой» в гидравлическомотношении.

Сравниваем уклон трубы iТ с критическим iк.

Критический уклон в общем случае определяется по формуле (2) ОДМ 218.2.082-2017

Для труб D=1,5 и D= 2,0 м iк находим по графику (см. рис. 2).



Рисунок2 –График для определения критического уклона iк для круглых гофрированных труб с гладкими лотками (nгв = 0 ÷ 0,025)

В случае, если уклон трубы больше критического уклона, то труба любой длины является "короткой" в гидравлическом отношении. Во всех остальных случаях труба считается "длинной" в гидравлическом отношении.

Если критический уклон больше уклона трубы, то требуется проверка по критерию относительной длины трубы:

$\frac{Lт}{D}\leq 20$.

4. Определяем подпертые глубины перед трубойдля безнапорного режима.

$Hкор=\left(\frac{Q}{mb\_{k}\sqrt{2g}}\right)^{2/3}$*,*

где m – коэффициент расхода, m=0.33;

bk – средняя ширина потока в сечении с критической глубиной, принимается по Таблице 1

Таблица 1 - Значения *b* при различных диаметрах металлических гофрированных труб

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | *b* при диаметрах труб *D*, м |
|  |  | 1,0 | 1,25  | 1,5  | 2,0  | 3,0  | 5,0  |
| 0,02  | 0,49  | 0,49 | 0,61  | 0,73  | 0,98  | 1,47  | 2,45  |
| 0,03  | 0,52  | 0,52 | 0,65  | 0,78  | 1,04  | 1,56  | 2,60  |
| 0,04  | 0,57  | 0,57 | 0,71  | 0,85  | 1,14  | 1,71  | 2,85  |
| 0,05  | 0,59  | 0,59 | 0,73  | 0,88  | 1,18  | 1,77  | 2,95  |
| 0,06  | 0,62  | 0,62 | 0,78  | 0,93  | 1,24  | 1,86  | 3,10  |
| 0,07  | 0,63  | 0,63 | 0,78  | 0,94  | 1,26  | 1,89  | 3,15  |
| 0,08  | 0,64  | 0,64 | 0,80  | 0,96  | 1,28  | 1,92  | 3,20  |
| 0,09  | 0,66  | 0,66 | 0,82  | 0,99  | 1,32  | 1,98  | 3,30  |
| 0,10  | 0,67  | 0,67 | 0,83  | 1,00  | 1,34  | 2,01  | 3,35  |
| 0,12  | 0,69  | 0,69 | 0,86  | 1,03  | 1,38  | 2,07  | 3,45  |
| 0,14  | 0,72  | 0,72 | 0,90  | 1,08  | 1,44  | 2,16  | 3,60  |
| 0,16  | 0,74  | 0,74 | 0,92  | 1,10  | 1,47  | 2,20  | 3,68  |
| 0,18  | 0,76  | 0,76 | 0,94  | 1,13  | 1,51  | 2,26  | 3,78  |
| 0,20  | 0,77  | 0,77 | 0,96  | 1,15  | 1,34  | 2,31  | 3,85  |
| 0,25  | 0,79  | 0,79 | 0,99  | 1,18  | 1,58  | 2,37  | 3,95  |
| 0,30  | 0,81  | 0,81 | 1,01  | 1,21  | 1,62  | 2,43  | 4,05  |
| 0,35  | 0,32  | 0,32 | 1,02  | 1,23  | 1,64  | 2,46  | 4,10  |
| 0,40  | 0,83  | 0,83 | 1,03  | 1,24  | 1,66  | 2,49  | 4,15  |
| 0,45  | 0,84  | 0,84 | 1,04  | 1,25  | 1,67  | 2,50  | 4,18  |
| 0,50  | 0,84  | 0,84 | 1,05  | 1,26  | 1,68  | 2,52  | 4,20  |
| 0,55  | 0,84  | 0,84 | 1,05  | 1,26  | 1,68  | 2,52  | 4,20  |
| 0,60  | 0,84  | 0,34 | 1,05  | 1,26  | 1,68  | 2,52  | 4,20  |
| 0,65  | 0,84  | 0,84 | 1,05  | 1,26  | 1,68  | 2,52  | 4,20  |
| 0,70  | 0,83  | 0,83 | 1,03  | 1,24  | 1,66  | 2,49  | 4,15  |

,

Устанавливаем режим (безнапорный, напорный, полунапорный):

Hкор(дл)/D

5. Находим возвышение бровки полотна над подпертым уровнем.

∆БП=Hнас-Hкор(дл).

Должно выполниться условие ∆БП≥0,5 м.

6. Определяем глубины и скорости на выходе из трубы

Глубина воды на выходе из трубы определяется по следующим формулам:

При ПQ≤0,8

$$\frac{h\_{вых}}{D}=\frac{0,54}{i\_{T}^{0,1}}П\_{Q}^{0,6}$$

при 0,8<ПQ≤1,35

$\frac{h\_{вых}}{D}=\frac{0,65}{i\_{T}^{0,06}}П\_{Q}^{1,9i\_{T}^{0,25}}$

при ПQ ≥1,35

*h*вых*=D*

Или можно использовать график для определения глубин потока на выходе из труб при разных уклонах (рисунок 3).



Рисунок 3

Скорость потока на выходе из трубы vвых, м/с, из выражения:

$$v\_{вых}=\left(\frac{Q}{1,5D^{2}\sqrt{gD}}+0,73\right)\sqrt{gD}$$

Или по графику для определения скоростей потока на выходе из труб при разных уклонах (Рисунок 4).



Рисунок 4