

И.В.Великанова, Н.В.Колупаева (4 курс, каф. ИМГиООС),
 Г.Я.Булатов, к.т.н., доц.

ПРИЧИНЫ ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ НАД ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ

На дорожных покрытиях и на внутриквартальной территории часто встречаются характерные локальные понижения воронкообразной формы, обусловленные провальными явлениями в грунтовом основании, часто со скрытыми подземными полостями. Их формы и генезис, разумеется, весьма разнообразны. Эти нарушения поверхности территории пока будем называть воронками.

Одной из причин образования воронок, кроме неплотностей (щелей), может быть и излом бетонных неармированных труб, предназначенных для безнапорного водоотведения. Через образовавшийся разлом частицы грунта засыпки проваливаются в полость трубы и засоряют её и ближайшие колодцы. Предварительные расчеты показывают высокую вероятность изломов труб на подходах к колодцам с раскрытием трещин (щелей) до значений 1,0 ... 3,0 см. Процессы воронкообразования усиливаются в периоды дождей и таяния снегов, когда происходит смыв и унос грунта из-под слоя дерна или асфальта и образуются локальные понижения (провалы) на поверхности городских территорий.

Для определения допустимых и критических значений раскрытия щелей в подземных сетях и сооружениях воспользуемся методикой расчета, приведенной в работе [1], т.к. имеется прямая аналогия между явлениями размыва трещины в грунтовом экране плотины и размыва ствола воронки в засыпке над щелью в подземном, например, трубопроводе. Итак, по аналогии с трещиной в экране [1] относительную деформацию (или раскрытие) ствола воронки запишем в виде

$$\varepsilon_c = \frac{a_h}{h_z}, \quad (1)$$

где ah - приведенная деформация ствола воронки, м; h_z - толщина фильтрующего (защищаемого) слоя грунта засыпки. Отсюда

$$a_h = \varepsilon_c \cdot h_z. \quad (2)$$

В качестве примера рассмотрим грунтовую засыпку из пылеватого песка, зерновой состав которого представлен в виде кривой 1 на рис. 1.

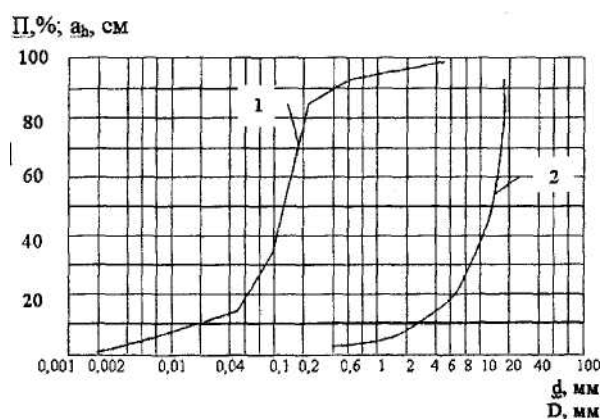


Рис. 1. Фильтрационные деформации: 1 — песок пылеватый ($\Pi = fid$); 2 — приведенная деформация трещины ($ah = D(\sigma)$)

Приведенная деформация ствола воронки для этого грунта рассчитана по методике [1] в таблице 1 и изображена в виде кривой 2 на рис. 1 при $d_0 = 5$ мм, $M = 4$.

Таблица 1

Расчет приведенной деформации a_h

| D , мм | d_1 | $\Pi\%$ | d_2 | $\Pi\%$ | d_3 | $\Pi\%$ | d_4 | $\Pi\%$ | d_5 | $\Pi\%$ | d_6 | $\Pi\%$ | a_h , мм |
|----------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 10 | 2,5 | 97,5 | 0,625 | 92 | 0,1563 | 56 | 0,0391 | 14 | 0,00977 | 7 | 0,00244 | 1,5 | 305,7 |
| 8 | 2 | 97 | 0,5 | 93 | 0,1250 | 45 | 0,0313 | 12 | 0,00781 | 4 | 0,00195 | 1 | 273,4 |
| 6 | 1,5 | 96 | 0,375 | 89 | 0,0938 | 33 | 0,0234 | 10 | 0,00586 | 3,5 | | | 185,0 |
| 4 | 1 | 95 | 0,25 | 85 | 0,0625 | 23 | 0,0156 | 8 | 0,00391 | 2 | | | 139,1 |
| 2 | 0,5 | 93 | 0,125 | 45 | 0,0313 | 12 | 0,0078 | 4 | 0,00195 | 1 | | | 92,1 |
| 1 | 0,25 | 85 | 0,063 | 23 | 0,0156 | 8 | 0,0039 | 2 | | | | | 43,3 |

Но используемая методика рассматривает вынос частиц грунта через поры фильтра с крупностью D . Для перехода к раскрытию щели d_w воспользуемся соотношением

$$d_w = \xi_w \cdot D, \quad (3)$$

где ξ_w - коэффициент полости щели (в первом приближении 0,333).

По кривой 2 (рис. 1) допустимый диаметр частиц защищаемого слоя (фильтра) по первому предельному состоянию (по разрушению) может быть принят (в точке перелома кривой при $a_h \approx 16$ см) равным $D_{допI} \approx 5$ мм и соответственно $= 1,6 d_{щI}$ мм.

Если исходить из расчета по второму предельному состоянию (по деформации), то можно допустить, например, $\epsilon_c = 0,02$. При толщине фильтрующего слоя грунта засыпки над инженерными сетями $h_s = 2$ м по (2) получим $a_h = 4$ см, $D_{допII} = 1$ мм и $d_{щII} = 0,33$ мм.

При $h_s = 6$ м $a_h = 12$ см и далее $D_{допII} \approx 3$ мм, $d_{щII} = 1$ мм.

Полный вынос всех частиц грунта (разрушение слоя) произойдет при $D_{разрI} = 20$ мм и $d_{щразрI} = 7$ мм или при $a_h = 100$ см, $\epsilon_s = 100/200 = 0,5 = 50\%$, $D_{разрI} = 15$ мм и $d_{щразрI} \approx 5$ мм.

По работе можно сделать следующие выводы:

1. Просадочные явления в виде воронок на территориях городов указывают на то, что в подземных сетях и сооружениях могут возникать щели (трещины) со значениями бо лее 5 ... 10 мм.
2. Чтобы исключить возникновение воронок, значения раскрытия щелей (трещин), не должны превышать 1 мм.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Булатов Г.Я., Радченко Г.А. О самозалечивании трещин в грунтовом экране. Труды ЛПИ. - 1976, №354.-с.35-38.