

Секция 2
Современные тенденции в развитии городской инфраструктуры

**СОХРАННОСТЬ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ
КОММУНИКАЦИЙ**

В.Н. СУПОНЕВ, канд. техн. наук, В.И. ОЛЕКСИН, канд. техн. наук
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

При прокладке инженерных коммуникаций приходится сталкиваться с пересечением трассы с дорогами, трамвайными и железнодорожными путями. В стесненных городских условиях это приводит к большим неудобствам и разрушениям дорог. Решение вопроса сохранности инфраструктуры ремонтных участков города - это применение современных, прогрессивных методов прокладки и реконструкции инженерных коммуникаций. Из известных методов бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций, которые применяются при строительстве переходов, наиболее эффективным является метод статического прокола грунта. Процесс заключается в задавливании грунтопрокалывающего рабочего органа с конусным наконечником в грунт с помощью гидравлических домкратов. Силовое усилие передается от домкратов на рабочий орган в виде трубы с конусным наконечником, диаметр которой соответствует диаметру требуемой скважины, либо грунтопрокалывающей головки через наборные штанги с последующим расширением скважины с помощью уплотняющих конусов.

Достоинствами грунтопрокалывающих установок статического действия являются: минимальный объем удаляемого грунта, они имеют малые габариты, стенки скважины формируются устойчивыми к просыпанию, что снимает необходимость их укрепления дорогостоящими способами, такими, как применение скользящей опалубки или пропитка стен бентонитовым раствором.

Основным недостатком метода является формирование в массиве грунте большого напряжения, вызванного радиальным его уплотнением. Это в свою очередь может привести к разрушению дорожного основания и, как следствие, вызвать повреждение покрытия дорог.

Предельную глубину заложения скважины до ее верхней образующей, при которой может начаться поверхностное разрушение грунта, назовем минимально допустимой глубиной прокола. Для ее определения рассмотрим результаты экспериментальных исследований, проведенных В.К. Рудневым, [1], по внедрению штампов в грунт, который установил связь глубины, при которой поверхностное разрушение прекращает происходить с его шириной в виде простой линейной зависимости:

$$H_{кр} = a + bd, \quad (1)$$

где a и b – коэффициенты линейной аппроксимации; d – ширина штампа, м.

Согласно уравнению (1) коэффициенты a , b могут быть определены путем проведения экспериментов с двумя грунтопрокалывающими органами разных диаметров.

Логично предположить, что минимальная глубина заложения скважины пропорциональна диаметру зоны структурных изменений грунта при проколе и также зависит от пористости грунта.



Рисунок 1 - Фрагменты экспериментального определения влияния диаметра скважины на разрушение дневной поверхности грунта

а - образование трещин в массиве грунта при формировании скважины методом статического прокола; б - измерение глубины заложения скважины до ее верхней образующей

А.С. Вазетдинов [2] считает, что сила сопротивления грунта проколу напрямую связана с размером зоны структурных изменений, которая в свою очередь определяется его пористостью, поэтому логично предположить, что минимальная глубина прокола также напрямую связана с размерами зоны структурных изменений. Для проверки этого предположения по результатам экспериментов, представленных в табл. 1, построим зависимость минимальной глубины заложения скважины $H_{пр}$ от его пористости n_o . Для двух случаев прокола скважины диаметрами $d_1 = 65$ мм и $d_2 = 108$ мм и по трем точкам значений минимальной глубины заложения скважины $H_{кр}$ при пористости: $n_o = 38\%$; $n_o = 45\%$; $n_o = 53\%$ можно построить кривую на графике в виде гиперболы, (рис.3), которая хорошо описывается формулой:

$$H_{пр} = D_{скв} \left[4,4 + \frac{1}{(0,01n_o)^{2,25}} \right] \quad (2)$$

где $D_{скв}$ - диаметр скважины, м;

n_o – естественная пористость грунта, %.

График зависимость минимальной глубины прокола от пористости грунта, построенный по формуле (1) для скважин диаметрами $d_1 = 65$ мм и $d_2 = 108$ мм, представлен на рис.2.

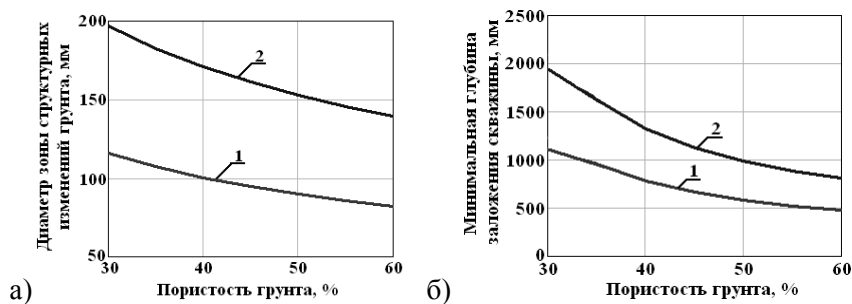


Рисунок 2 - Зависимость зоны структурных изменений и минимальной глубины заложения скважины от пористости грунта

а) – расчетный диаметр зоны структурных изменений грунта;

б) – экспериментальная зависимость минимальная глубина заложения скважины;

1 – $d_1 = 65$ мм; 2 – $d_2 = 108$ мм

На рис. 2 представлены графики зависимости минимальной глубины заложения скважины, построенные по равенствам (1) и (2). Из графика видно, что минимальная глубина заложения скважины зависимости также от ее от диаметра, который в свою очередь определяет размеры зоны структурных изменений при проколе грунта и расхождение между получаемыми значениями минимальной глубины заложения скважины не превышает 5 %.

Изложенное позволяет рекомендовать расчетную зависимость (2) для определения минимальной глубины заложения горизонтальных скважин в грунтах, пористость которых находится в диапазоне 38-53 %.

В практике строительства переходов под дорогами, как правило, определяющей величиной является проектная глубина заложения инженерных коммуникаций. Поэтому важно знать, какой предельный диаметр горизонтальной скважины можно создать методом статического прокола. Ее величину установим из условия разработки скважины в пределах минимально допустимой глубины прокола, которая будет равна:

$$D_{\text{скв}} = \frac{H}{\left[4,4 + \frac{1}{(0,01n_0)^{2,25}} \right]}, \quad (3)$$

где H – глубина заложения скважины до ее верхней образующей.

Если заданный диаметр скважины не превышает значения расчетного, то метод статического прокола можно применять без риска разрушения дорожного основания. Если расчетный диаметр будет большего заданного размера скважины, то необходимо применить другую технологию разработки скважины, например: бурение, продавливание или комбинацию методов прокола и продавливания.

Полученная зависимость для определения допустимого диаметра скважины, позволяет еще на стадии проектирования провести выбор эффективной технологии бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций из условия сохранения дорог от разрушений. В частности, она позволяет установить области рационального применения метода статического прокола грунта. Удобством для практического применения

предложенной методики расчета является ее связь с различными свойствами грунта через один из основных его показателей - пористость. Такая технология позволяет обеспечить сохранность дорог и инфраструктуры городов и населенных пунктов.