

насыщенных слабых оснований насыпей лесовозных автомобильных дорог.

### Л и т е р а т у р а

1. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т.1. М., 1959.
2. Покровский Г.И., Федоров И.В. Моделирование осадок оснований. М., 1939.
3. Дружинин Н.И. Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации. М.-Л., 1956.

УДК 625.731

Ю.Г.Бабаскин

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПРОПИТКИ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

При проектировании и строительстве лесовозных автомобильных дорог из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, необходимо учитывать гидрогеологические факторы, от которых будет зависеть выбор метода укрепления грунтов.

Анализ грунтовых залежений на территории лесозаготовительных предприятий БССР позволил сделать вывод, что около половины всей территории занято супесями и песками различной крупности. Эти виды несвязанных грунтов обладают высокими коэффициентами фильтрации  $k_f$  и пористости  $n$ , что может способствовать прониканию вяжущего вещества между грунтовыми частицами.

Критерием определения проницаемости раствора в песчаных породах [1] служит отношение характерного диаметра наиболее крупных частиц раствора  $D_{85}$  (мм) к эффективному диаметру частиц грунта  $D_{15}$  (мм):

$$\frac{D_{15}}{D_{85}} > 25 .$$

При выполнении этого неравенства может быть применен метод строительства дорожных одежд автомобильных дорог путем пропитки.

В строительстве подземных сооружений и фундаментов, а также при возведении фильтрационных плотин у гидротехни-

ческих сооружений широко применяется способ нагнетания вяжущих растворов в толщу грунта. В данном случае имеет место глубинное нагнетание, которое связано со значительными расходами вяжущих веществ, длительным временем нагнетания и большим давлением. При нагнетании раствора получаются разрывы песчаного грунта и уплотнение грунтовых частиц по области распространения вещества. Выбивание раствора на поверхность почти исключено из-за больших глубин.

Учитывая положительные стороны процесса пропитки, нами исследована возможность устройства таким способом дорожных одежд. Для исследования были выбраны следующие материалы: грунты песчаные с  $k_{\phi} = 9,5$  м/сутки и  $k_{\phi} = 5,2$  м/сутки, которые были взяты с одного из карьеров Минского района и с предполагаемого места строительства опытных участков; вяжущее вещество — карбамидная смола "крепитель М-3".

С целью определения оптимальных параметров нагнетания были исследованы такие технологические факторы как радиус распространения раствора, его расход в зависимости от величины давления, времени нагнетания, конструкции инжектора, вязкости раствора, которая в свою очередь оказывает прямое влияние на прочность закрепленного грунта.

Принимая во внимание результаты исследований Б.П. Горбунова [2], касающиеся выбора типа инжектора в зависимости от отношения длины перфорированной части В к радиусу самого инжектора  $r_0$ , работы проводились с двумя типами:

а) сферическим источником

$$\frac{B}{r_0} < 5;$$

б) плоско-радиальным источником

$$\frac{B}{r_0} > 5.$$

Первоначально инжектирование велось водой, подкрашенной красителем, на оборудовании, разработанном и изготовленном в Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова. Для выбора оптимальной функциональной зависимости радиуса распространения раствора от времени нагнетания была составлена программа на ЭЦВМ "Минск-22". Выбор функции происходил из 16 зависимостей. На основе методов математической статистики и на основании анализа выданных результатов ЭЦВМ

пришли к выводу, что данные совокупности чисел наиболее тесно связаны функциональной зависимостью, представляющей выражение:

$$R = a + b \lg t + c \lg^2 t.$$

В соответствии с этим получены графики (рис. 1) зависимости радиуса распространения раствора от времени нагнетания при различных давлениях.

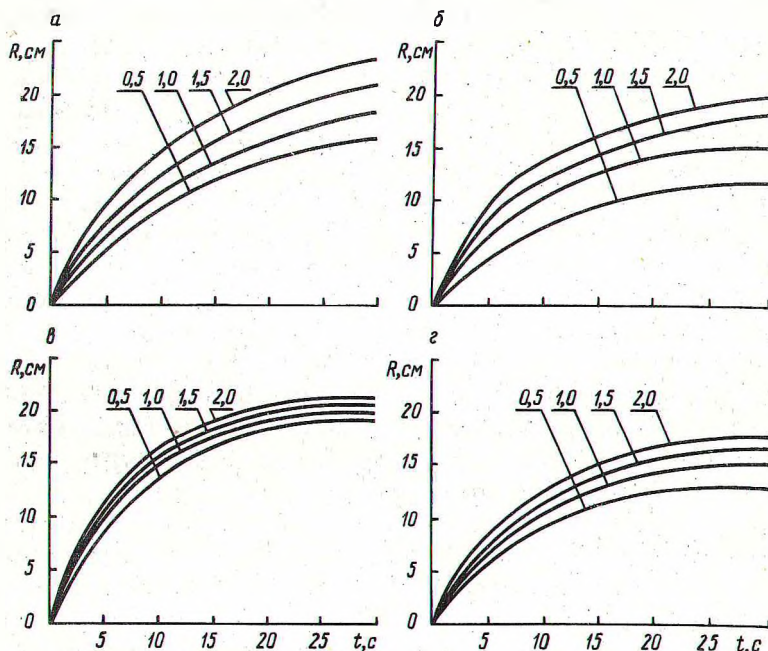


Рис. 1. Графики зависимости радиуса распространения раствора от времени нагнетания при различных давлениях: а, б — для сферического источника с  $k_{\phi} = 9,5$  м/сутки и  $k_{\phi} = 5,2$  м/сутки соответственно; в, г — для плоско-радиального и тех же значений коэффициента фильтрации.

В результате исследований установлено:

1. Для грунтов с  $k_{\phi} = 9,5$  м/сутки при малом давлении (0,5 атм) радиус распространения выше у плоско-радиального источника при незначительном перерасходе вещества (при  $t = 10$  с).

2. При возрастании времени нагнетания в два раза радиусы у плоско-радиального источника возрастают незначительно, зато сильно возрастает расход.

3. При нагнетании раствора через плоско-радиальный источник в грунт с  $k_{\phi} = 5,2$  м/сутки с давлением свыше 2,0 атм и временем больше 20 с имеет место выброс раствора.

4. Для обоих типов грунтов были определены оптимальные параметры нагнетания. Так, для грунта с  $k_{\phi} = 9,5$  м/сутки при нагнетании через плоско-радиальный источник они составляют:

$R = 15$  см,  $Q = 1,4$  л,  $P = 0,5$  атм,  $t = 10$  с, а для грунта с  $k_{\phi} = 5,2$  м/сутки при нагнетании через сферический:  $R = 11$  см,  $Q = 0,85$  л,  $P = 1,0$  атм,  $t = 10$  с.

Результаты, полученные экспериментальным путем, были сравнены с теоретическими результатами, вычисленными по формулам Горбунова Б.П. [2] и Каранфилова Т.С. [3], которые были рассчитаны для условий глубинного инъецирования. Анализ выявил существенное расхождение, что требует дополнительных исследований для выведения математического выражения определения радиуса распространения в зависимости от технологических факторов. Необходимость определения этого выражения продиктована механизацией работ по пропитке, т.е. для определения компоновки инжекторов на рабочем органе инжекционного устройства.

При выбранных оптимальных условиях и пропитке песчаных грунтов растворами карбамидной смолы (крепитель М-3) и водой в соотношении 1:1 было установлено, что прочность в самом закрепленном массиве равномерна по мере удаления от центра и составляет  $16 \text{ кг/см}^2$  при области распространения порядка 25 см. Отдельные образцы с отвердителем 3%-ного раствора кремне-фтористо-водородной кислоты составили  $40 \text{ кг/см}^2$ .

Испытания покрытий из грунтов, укрепленных карбамидной смолой (крепитель М-3) методом пропитки подтвердили целесообразность применения этого метода при строительстве автомобильных дорог с облегченными типами покрытий.

#### Л и т е р а т у р а

1. Гончаров Л.В. Основы искусственного улучшения грунтов. М., 1973. 2. Горбунов Б.П., Марголин В.М. Расчет радиусов закрепления при нагнетании крепителей в водоносные грунты. - Основания, фундаменты и механика грунтов, 1967, № 3. 3. Каранфилов Т.С. Определение величины радиуса закрепления грунтов при постоянном коэффициенте фильтрации. - Гидротехническое строительство, 1951, № 1.