

кетирующих машин с манипуляторами. При этом представляется возможность широкого анализа и выбора оптимальных параметров системы. Результаты исследований, приведенные в данной работе, подтверждают возможность широкого использования ВПМ типа ТБ-1 со срезающей головкой.

### Л и т е р а т у р а

1. Рахманин Г.А. Исследование динамики погрузочного устройства манипуляторного типа с гидравлическим приводом. "Труды ЦНИИМЭ", №91, 1968. 2. Александров В.А. Исследование динамики гидроманипулятора ТБ-1 в период подъема поваленных на лесосеке деревьев. — "Материалы к научно-технической конференции ЛМФ 1970 года". Л., 1970. 3. Кушляев В.Ф. Исследование некоторых вопросов процесса работы валочно-пакетирующих машин с гидроманипулятором. Автореф. дис. Минск, 1972. 4. Троязык В.М., Александров В.А. Исследование динамики гидроманипулятора валочно-пакетирующей машины. — "Научные труды", №150, Л., 1972.

Н.П. Вырко

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ГРУНТОВ

В связи с постоянным ростом объема лесозаготовок возникает необходимость в строительстве обширной сети лесовозных дорог, которые могли бы обеспечить круглогодичную вывозку древесины с использованием тяжелых лесовозных автопоездов. В решении данного вопроса особенно актуальной является проблема обеспечения нормального водно-теплового режима земляного полотна, исследования которого на лесовозных дорогах выполнены в незначительном объеме и только для отдельных лесозаготовительных районов. Поэтому изучение водно-теплового режима имеет большое практическое значение для проектирования, строительства и эксплуатации лесовозных дорог.

Одной из важнейших характеристик водно-теплового режима земляного полотна является коэффициент влагопроводности грунтов. В настоящее время для его определения используется теория тепловлагоденоса

$$i = k \gamma_{ск} \left( \frac{\partial w}{\partial x} + \delta \frac{\partial \theta}{\partial x} \right), \quad (1)$$

где  $i$  — поток влаги через единичную площадку в единицу времени;  $k$  — коэффициент влагопроводности;  $\gamma_{\text{ск}}$  — объемный вес скелета грунта;  $-\frac{dw}{dx}$  — градиент весовой влажности;  $\frac{d\theta}{dx}$  — градиент температуры;  $\delta$  — термоградиентный коэффициент.

При изотермических условиях  $\frac{d\theta}{dx} = 0$  и градиенте не весовой, а объемной влажности уравнение (1) примет вид

$$i = k_1 \frac{dw}{dx} \quad (2)$$

С учетом характера влагопереноса коэффициент влагопроводности определяется двумя методами: методом стационарного влагообмена ( $i = \text{const}$ ) и методом нестационарного влагообмена ( $i \neq \text{const}$ ); однако для практического применения они несколько сложны. С целью упрощения методики установления коэффициента влагопроводности профессором И.А. Золотарем (1) предложено вычислить его величину по количеству влаги  $q$ , впитываемой через единицу поверхности образца за определенное время  $\tau$ , используя при этом следующую формулу:

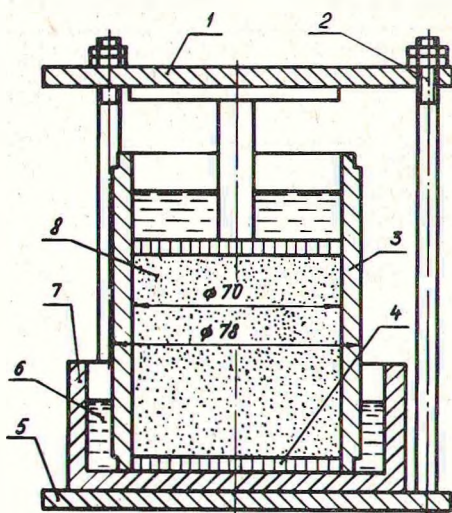
$$k_1 = \frac{1}{\pi \tau} \left[ \frac{2p(100 + w_H)}{d^2 \gamma (w_{\text{пс}} - w_H)} \right]^2 \quad (3)$$

где  $\tau$  — время водонасыщения, ч;  $p$  — количество впитавшейся в образец воды, г;  $d$  — внутренний диаметр формы, см;  $\gamma$  — объемный вес грунта при начальной его влажности, г/см<sup>3</sup>;  $w_{\text{пс}}$  — влажность поверхностного слоя грунта, %;  $w_H$  — начальная влажность грунта, %.

Методика определения коэффициента влагопроводности, рекомендуемая профессором И.А. Золотарем, состоит в следующем: взятые в процессе изысканий пробы (5—6 кг) грунта высушиваются и измельчаются в фарфоровой ступке, затем приготавливается замес грунта при оптимальной влажности  $w$  и устанавливается на сутки в эксикатор. На следующие сутки грунт помещается в предварительно взвешенный тонкостенный цилиндр прибора для определения коэффициента влагопроводности (рис. 1). Грунт в цилиндре уплотняется до фиксированной отметки, обуславливающей плотность земляного полотна (0,85—

Рис. 1. Прибор для определения коэффициента влагопроводности грунтов:

1—упор; 2—стойки зажима; 3—тонкостенный цилиндр; 4—металлическая решетка; 5—пластины зажима; 6—вода; 7—поддон; 8—грунт.



1,0), затем цилиндр тщательно взвешивается и устанавливается в поддон, в который налита вода.

Образец грунта в цилиндре с обеих сторон закрывается двумя кружками фильтровальной бумаги и металлическими решетками. Для устранения набухания на поверхность образца через металлическую решетку дается пригрузка из расчета  $0,05 - 0,1 \text{ кг/см}^2$ . После подачи воды снизу образца фиксируется время начала водонасыщения (при этом должно быть исключено испарение воды через поверхность), и через 4—5 часов испытания прекращаются. Признаком достаточного увлажнения является впитывание образцом 10—15 г воды, что устанавливается контрольным взвешиванием. Количество впитавшейся воды определяется как разность веса до и после испытания. Зная количество впитавшейся воды, по формуле (3) определяется коэффициент влагопроводности, объемный вес скелета и полная влагоемкость грунта.

Используя данную методику, мы определили значение  $k_1$  для различных типов грунтов. По каждой разновидности грунта приготавливалось от 4 до 6 образцов.

Результаты исследований приведены в табл. 1.

По данным табл. 1 и на основании исследований других типов грунтов, построены графики зависимости коэффициента влагопроводности грунта от степени его уплотнения (рис. 2).

Исследования убеждают в том, что чем больше степень уплотнения грунта, тем меньше коэффициент влагопроводности. Так,

Таблица 1

Тип грунта	Полная влагоемкость, %	Объемный вес скелета грунта, г/см <sup>3</sup>	Коэффициенты	
			уплотнения	влагопроводности, см <sup>2</sup> /ч
Супесь	16,2	1,70	0,85	190
Оптимальная влажность	15,5	1,80	0,90	110
$W_0=10,0\%$	15,0	1,85	0,92	70
$\gamma_{ск}=2,01\text{г/см}^3$	14,6	1,87	0,93	49,1
$W_T=15,7\%$	13,0	1,95	0,97	20
	12,3	2,01	1,00	8,5
Супесь пылевая	19,2	1,75	0,92	15,8
$W_0=12\%$	19,5	1,78	0,93	10
$\gamma_{ск}=1,91\text{г/см}^3$	20,3	1,81	0,95	7,2
$W_T=23,8\%$	20,8	1,83	0,96	6,6
	21,0	1,88	0,98	4,4
	21,5	1,91	1,00	2,9

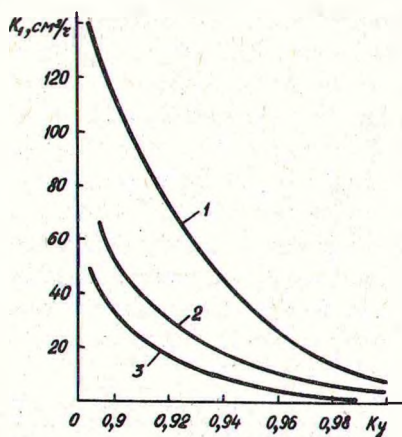


Рис. 2. Зависимость влагопроводности грунта от степени уплотнения:  
1—супесчаный грунт; 2—глина пылеватая; 3—супесь пылеватая.

для супесчаных грунтов при  $k_u=0,92$ ,  $k_1=70$  см<sup>2</sup>/ч, а при  $k_u=0,93$   $k_1=49,1$  см<sup>2</sup>/ч, то есть при увеличении коэффициента уплотнения коэффициент влагопроводности значительно уменьшается.

Используя данные проведенных исследований, можно определить влажность земляного полотна от расстояния до источ-

ника увлажнения и продолжительность его действия (2) по следующей формуле:

$$W = W_{\Pi} \left[ 1 - \Phi \left( \frac{x}{2\sqrt{K_1 t}} \right) \right] + W_e \Phi \left( \frac{x}{2\sqrt{K_1 t}} \right), \quad (4)$$

где  $W_{\Pi}$  — полная влагоемкость грунта, %;  $x$  — текущая координата (расстояние от источника увлажнения), см;  $K_1$  — коэффициент влагопроводности грунта, см<sup>2</sup>/сут;  $t$  — время увлажнения, сут;  $W_e$  — естественная влажность грунта, %.

На основании выражения (4) и проведенных исследований коэффициента влагопроводности грунтов с помощью ЭВМ "Проминь" нами получены данные, которые для некоторых типов грунтов (супесь, глина) характеризуют изменение влажности земляного полотна в зависимости от первоначальной влажности от расстояния до источника увлажнения и от продолжительности действия последнего.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: коэффициент влагопроводности грунтов зависит как от типа грунта, так и от степени его уплотнения, от последнего в значительной мере; интенсивное передвижение влаги происходит в основном в первые пять суток, и за это время влажность грунта увеличивается на 60—70% по сравнению с первоначальной; значения коэффициентов влагопроводности при возведении земляного полотна из супесчаных грунтов в среднем составляет 8—12 см<sup>2</sup>/ч.

Увеличение степени уплотнения грунта земляного полотна является одним из наиболее эффективных мероприятий по стабилизации водно-теплового режима дорожной конструкции.

### Л и т е р а т у р а

1. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд. М., 1971. 2. Леонович И.И., Вырко Н.П. Накопление и передвижение влаги в грунтах земляного полотна. — В сб.: Строительные конструкции и теория сооружений. Вып. 2. Минск, 1973.