

## ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТА ВО ВРЕМЕНИ

Глубина промерзания грунта — важнейший расчетный показатель в инженерно-строительном деле, который зависит от температуры воздуха, количества осадков, высоты снежного покрова, суммы отрицательных температур, температуры поверхности грунта, типа грунта и его состава. Для установления зависимости влияния каждого из этих факторов на глубину промерзания нами проведен анализ статистических данных по глубине промерзания во времени и установлена соответствующая зависимость.

Для рассмотрения вопроса изменения глубины промерзания грунта с течением времени проанализированы данные по Белорусским метеостанциям (табл. 1).

В таблице собраны данные исследования двух периодов. Во второй графе приводятся средние глубины промерзания за исследуемый период (1946—1964 гг.), в третьей — средние глубины промерзания за исследуемый период (1961—1978 гг.), четвертая графа — процент отклонения. В таблице представлен также анализ и коэффициента вариации.

Если рассмотреть проценты отклонения между глубиной промерзания двух исследуемых периодов ранее и в настоящее время, то можно отметить следующую закономерность: средняя глубина промерзания увеличивается с

Т а б л и ц а 1

Сравнительные данные по  $Z_{cp}$  и  $C_v$ 

Наименование станции	$Z_{cp}$ , см			$C_v$		
	годы		процент отклонения	годы		процент отклонения
	1946—1964	1961—1978		1946—1964	1961—1978	
Брест	40,47	43,11	+4,64	0,47	0,46	+2,08
Василевичи	72,6	65,54	-9,72	0,38	0,51	+34,21
Ганцевичи	44,9	47,47	+5,72	0,48	0,47	-2,08
Житковичи	49,9	51,8	+3,80	0,51	0,50	-1,96
Пинск	54,5	58,54	+7,41	0,54	0,49	-9,25
М.Горка	67,5	72,9	+8,32	0,51	0,46	-9,80
Воложин	62,6	55,78	-10,89	0,42	0,50	-19,04
Жлобин	65,6	69,56	+6,36	0,47	0,41	-12,76
Витебск	74,75	75,61	+1,15	0,28	0,38	-26,32
Липень	52,7	56,26	+1,06	0,53	0,38	-28,3
Славгород	62,6	65,03	+3,88	0,42	0,44	+4,76
Горки	77,86	75,92	+2,52	0,44	0,46	+4,35
Ивацевичи	49,2	55,29	+11,0	0,51	0,55	+7,28

течением времени, отклонение в процентах колеблется в пределах от  $-1,15$  до  $+10\%$ .

Для установления получившейся закономерности необходимо рассмотреть погодные условия периодов 1946–1964 гг. и 1961–1978 гг. Несколько зим за этот период было достаточно суровых (1962–1963 гг., 1977–1978 гг., 1969–1970 гг.). Например, средняя температура воздуха за зиму 1962–1963 гг. отмечалась  $-9,8^\circ\text{C}$ , а за зиму 1969–1970 гг. —  $9,1^\circ\text{C}$ . Понижение средних отрицательных температур за зиму в значительной мере влияет на увеличение средних глубин промерзания. В последние годы замечена тенденция к снижению покрова с 12–15 декабря.

За осенний период грунт успевает промерзнуть на достаточную глубину. В результате этого уменьшение снежного покрова является причиной увеличения глубины промерзания.

Помимо средней температуры воздуха и снежного покрова за исследуемый период (1961–1978 гг.) на глубину промерзания оказывают влияние и другие факторы.

Для установления зависимости между глубиной промерзания и влиянием на нее различных факторов нами составлена программа на алгоритмическом языке "АНАЛИТИК", предназначенная для реализации на ЭВМ "Мир-2".

#### Стандартная информатива

"ПУСТЬ"Я."РАЗР"РА; РЕГРЕССИЯ2. "ДЛ"И=1"Ш"1"ДО"Н+1"ВЫП" ("ВЫВ"  
 "ЗНАЧ"X[I,M], "ПРОБ"2;  $M1[I] = \sum_{J=1, M, X[I,J]} / M$ ; "ВЫВ" "МАСС" M1;  
 "ДЛ"J=2"Ш"1"ДО"Н+1"ВЫП" A [J-1, N+1] =  $\sum_{\{I=1, M, (X[I, J] - M1[I]) \times (X[J, J] - M1[J])\}}$ ; "ДЛ"K= 1"Ш"1"ДО"Н"ВЫП" "ДЛ"J=1"Ш"1"ДО"Н"ВЫП" A  
 [K,J] =  $\sum_{\{I=1, M, (X[K+1, J] - M1[K+1]) \times (X[J+1, J] - M1[J+1])\}}$ ;  $Ы=M; W=$   
 $=N$ ; "ДЛ"И=1"Ш"1"ДО"Н "ВЫП" (Д[I]=A[I, N+1]); "ВЫВ" "МАСС" Д;  
 "РАЗР"8; ; "ДЛ"И=1 "Ш"1 "ДО"Н"ВЫП" P[I]=I; "ДЛ"K=1 "Ш"1"ДО"Н-1 "ВЫ  
 П" (E=0; "ДЛ"И=K"Ш"1"ДО"Н"ВЫП" "ДЛ"J=K"Ш"1"ДО"Н"ВЫП" "Е" ABS(E)  
 -ABS(A[I,J]) < 0"ТО" (E=A[I,J]; B=I; C=J); "Е"K=B"ТО" ("НА"Л); "ДЛ"J=K"Ш  
 "1"ДО"Н+1"ВЫП" (S=A[K,J]; A[K,J]=A[B,J]; A[B,J]=S); Л."Е"K=C "ТО" ("НА  
 "L); "ДЛ" I = 1 "Ш" 1 "ДО" N "ВЫП" (S = A [I, K]; A[I, K] = A[I, C]; A [I, C]=  
 S); D = P[K]; P[K] = P[C]; P[C] = D ; L. "ДЛ"И = K + 1 "Ш" 1 "ДО" N"ВЫП  
 "(M = A [I, K]/A [K, K] ; "ДЛ" J = K "Ш" 1 "ДО" N + 1 "ВЫП" A [ I, J ] =  
 A [ I, J ] - M x A [ K, J ])) ; "ДЛ" I = N "Ш" - 1 "ДО" 1 "ВЫП" (S =  
 0 ; "ДЛ" K = 0 "Ш" 1 "ДО" N - I - 1 "ВЫП" S = S + A [N-K, N+1] x A [ I  
 N-K]; A [I, N+1] = (-S + A [I, N + 1])/A [I, I]); "ДЛ" I=1 "Ш"1 "ДО"Н-1  
 "ВЫП" ("ДЛ" K=1 "Ш"1 "ДО"Н "ВЫП" "Е" P[K] = I "ТО" ("Е"K = I "ТО"  
 ("НА"Г) "ИНАЧЕ" (S = A [I, N+1]; A [I, N+1] = A [K, N+1]; A [K, N+1]=S;  
 D=P[I]; P[I]= P[K] ; P[K]=D;"НА"Г)); G.); "ДЛ" I = 1 "Ш" 1 "ДО" N "ВЫП" P  
 [I] = A [I, N+1]; "ВЫВ" "МАСС" P ; "РАЗР"6; M=Ы; N=W; A1=M1[I]-  
 $\sum_{I=1, N, P[I] \times M1[I+1]}$ ;  $BX12 = \sum_{I=1, M, (X[I, I] - M1[I])^2}$ ; B =  
 $\sum_{I=1, N, P[I] \times Д[I]}$ ; "ВЫВ" A1, "ПРОБ"5,  $BX12 / (M-1)$ , "СТРО";  $COOB =$   
 $\sqrt{(BX12 - B) / (M - N - 1)}$ ;  $R2 = B / BX12$ ;  $R = \sqrt{R2}$ ; "ВЫВ" COOB, "ПРОБ"2,

R2, "ПРОБ"2, R; "СТЕРЕТЬ"А, Д, М1; "ВЗЯТЬ"0; "СРАВН"0, || -; "ДЛ"1= 1 "Ш"1 "ДО"М"ВЫП( $Y = A1 + \sum_{J=1, N, P [J]} xX[J+1, I]$ ); АО = X[1, I] - Y; "ВЫВ" "ТАБЛ"1, I, Y, X [1, I], АО) "КОН" "◇

### Директива

"ВЫПОЛНИТЬ"РА=6; "НА"Я"КОНЕЦ" ◇

Данная программа позволяет установить зависимость между глубиной промерзания грунта у при изменении фактора х (средней температуры воздуха, средней температуры почвы, высоты снежного покрова).

Эта зависимость имеет следующий вид:  $y = a_0x^6 + a_1x^5 + a_2x^4 + a_3x^3 + a_4x^2 + a_5x + a$ . Она позволяет произвести сглаживание имеющегося ряда  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  и установить в нем случайные колебания.

Приведем пример машинной обработки данных глубины промерзания по данным метеостанции Гродно:

ст. Гродно (средняя температура воздуха)

50 ◇ .310000 1.960000 1.298000 2.923000 2.286300 3.887400 3  
M[7] = .731538<sub>ю 2</sub>, .478461<sub>ю 1</sub>, .256077<sub>ю 2</sub>, .154661<sub>ю 3</sub>, .104008<sub>ю 4</sub>, .760226<sub>ю 4</sub>,  
.587975<sub>ю 5</sub> ◇  
Д[6] = .324133<sub>ю 3</sub>, .402219<sub>ю 4</sub>, .392254<sub>ю 5</sub>, .353631<sub>ю 6</sub>, .309209<sub>ю 7</sub>, .266974<sub>ю 8</sub> ◇  
P[6] = -.25451421<sub>ю 3</sub>, .12596705<sub>ю 3</sub>, -.22582330<sub>ю 2</sub>, .72564661<sub>ю 0</sub>,  
.16789856<sub>ю 0</sub>, -.11655570<sub>ю -1</sub> A1 = .211971<sub>ю 3</sub> БХ12/(М-1) = .768966<sub>ю 3</sub>  
СООВ = .323150<sub>ю 2</sub> R2 = .320993<sub>ю 0</sub> R = .566562<sub>ю 0</sub> ◇

### "ТАБЛИЦА" 1

I	Y	X[1, I]	АО
1	.729870 <sub>ю 2</sub>	42	-.309870 <sub>ю 2</sub>
2	.737990 <sub>ю 2</sub>	65	-.879900 <sub>ю 1</sub>
3	.996510 <sub>ю 2</sub>	81	-.186510 <sub>ю 2</sub>
4	.635470 <sub>ю 2</sub>	58	-.554700 <sub>ю 1</sub>
5	.615400 <sub>ю 2</sub>	76	.144600 <sub>ю 2</sub>
6	.635470 <sub>ю 2</sub>	105	.414530 <sub>ю 2</sub>
7	.602670 <sub>ю 2</sub>	89	.287330 <sub>ю 2</sub>
8	.770770 <sub>ю 2</sub>	52	-.250770 <sub>ю 2</sub>
9	.122061 <sub>ю 3</sub>	134	.119390 <sub>ю 2</sub>
10	.602670 <sub>ю 2</sub>	67	.673300 <sub>ю 1</sub>
11	.682040 <sub>ю 2</sub>	36	-.322040 <sub>ю 2</sub>
12	.640010 <sub>ю 2</sub>	96	.319990 <sub>ю 2</sub>
13	.640010 <sub>ю 2</sub>	50	-.140010 <sub>ю 2</sub> ◇

средняя температура почвы

50 ◇6 ◇36 ◇216 ◇1296 ◇7776 46656  
M[7] = .731538<sub>ю 2</sub>, .692308<sub>ю 1</sub>, .556923<sub>ю 2</sub>, .512769<sub>ю 3</sub>, .521384<sub>ю 4</sub>,  
.564623<sub>ю 5</sub>, .634412<sub>ю 6</sub> ◇

$D[6] = .422160_{ю3}, .806430_{ю4}, .116861_{ю6}, .153053_{ю7}, .191345_{ю8},$   
 $.233666_{ю9} \diamond$   
 $P[6] = .93656678_{ю2}, -.27521068_{ю2}, .14877875_{ю1}, .29467270_{ю0},$   
 $-.38246637_{ю-1}, .12616573_{ю-2} A1 = .172938_{ю2} \quad БХ12/(M-1) = .768966_{ю3}$

$COOB = .251083_{ю2} \quad R2 = .590077_{ю0} \quad R = .768164_{ю0} \diamond$

"ТАБЛИЦА"1

I	У	X[ 1, I ]	АО
1	.513988 <sub>ю2</sub>	42	-.939880 <sub>ю1</sub>
2	.531916 <sub>ю2</sub>	65	.118084 <sub>ю2</sub>
3	.109663 <sub>ю3</sub>	81	-.286630 <sub>ю2</sub>
4	.531916 <sub>ю2</sub>	58	.480840 <sub>ю1</sub>
5	.882390 <sub>ю2</sub>	76	-.122390 <sub>ю2</sub>
6	.678861 <sub>ю2</sub>	105	.371140 <sub>ю2</sub>
7	.882390 <sub>ю2</sub>	89	.761000 <sub>ю0</sub>
8	.678861 <sub>ю2</sub>	52	-.158861 <sub>ю2</sub>
9	.109663 <sub>ю3</sub>	134	.243370 <sub>ю2</sub>
10	.678861 <sub>ю2</sub>	67	-.886100 <sub>ю0</sub>
11	.531916 <sub>ю2</sub>	36	-.171916 <sub>ю2</sub>
12	.874630 <sub>ю2</sub>	96	.853700 <sub>ю1</sub>
13	.531916 <sub>ю2</sub>	50	-.319160 <sub>ю1</sub> $\diamond$

высота снежного покрова

50  $\diamond$  15  $\diamond$  225  $\diamond$  3375  $\diamond$  50625 759375 11390625

$M1[7] = .731538_{ю2}, .183846_{ю2}, .373923_{ю3}, .837223_{ю4}, .204017_{ю6},$   
 $.532823_{ю7}, .146598_{ю9} \diamond$

$D[6] = -.302784_{ю3}, -.820440_{ю4}, -.169304_{ю6}, -.323653_{ю7}, -.651270_{ю8},$   
 $-.151819_{ю10} \diamond$

$P[6] = .84254338_{ю1}, -.24463968_{ю1}, .12458144_{ю0}, -.12856597_{ю-2},$   
 $-.29977091_{ю-4}, .39041360_{ю-6} A1 = .154790_{ю3} \quad БХ12/(M-1) = .768966_{ю3}$

$COOB = .348303_{ю2} \quad R2 = .211188_{ю0} \quad R = .459551_{ю0} \diamond$

"ТАБЛИЦА"1

I	У	X[ 1, I ]	АО
1	.777510 <sub>ю2</sub>	42	-.357510 <sub>ю2</sub>
2	.676290 <sub>ю2</sub>	65	-.262900 <sub>ю1</sub>
3	.647460 <sub>ю2</sub>	81	.162540 <sub>ю2</sub>
4	.647460 <sub>ю2</sub>	58	-.674600 <sub>ю1</sub>
5	.628190 <sub>ю2</sub>	76	.131810 <sub>ю2</sub>
6	.644640 <sub>ю2</sub>	105	.405360 <sub>ю2</sub>
7	.895300 <sub>ю2</sub>	89	-.530000 <sub>ю0</sub>
8	.725310 <sub>ю2</sub>	52	-.205310 <sub>ю2</sub>



9	.859380 <sub>ю</sub>	2	134	.480620 <sub>ю</sub>	2
10	.667930 <sub>ю</sub>	2	67	.207000 <sub>ю</sub>	0
11	.628190 <sub>ю</sub>	2	36	-.268190 <sub>ю</sub>	2
12	.103523 <sub>ю</sub>	3	96	-.752300 <sub>ю</sub>	1
13	.677920 <sub>ю</sub>	2	50	-.177920 <sub>ю</sub>	2◇

На основании исследований и проведенного анализа изменения глубины промерзания грунтов установлена зависимость между различной глубиной промерзания у при изменении различных факторов  $x$  (средней температуры воздуха, средней температуры почвы, высоты снежного покрова и т.д.).

УДК 625.731.7/8 (064)

П.А.ЛЫЩИК, канд.техн.наук (БТИ)

### КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время в СССР и за рубежом все в большем объеме применяются синтетические текстильные материалы в дорожном, аэродромном и гидротехническом строительстве. Накоплен определенный опыт их применения и при строительстве лесовозных автомобильных дорог. Текстильные синтетические материалы не гниют, не чувствительны к воздействию воды, не подвержены старению, хорошо выдерживают низкие температуры до  $-70^{\circ}\text{C}$ , а также стойки к большинству химических веществ. Свойства материалов зависят от их исходного состава, а также технологии производства.

Однако в настоящее время нет теоретически обоснованной и экспериментально доказанной надежной методики по определению основных физико-механических свойств нетканых синтетических материалов (НСМ). С появлением большого разнообразия типов и видов данного материала и расширением областей его применения назрел актуальный вопрос о характеризующих его критериях и о возможностях применения в той или другой областях строительства. Организации, применяющие синтетические материалы в строительных конструкциях, до сих пор используют характеристики материалов фирм, изготавливающих их. Однако ограниченное число заводских характеристик не всегда позволяет определить область применения материала.

Самое широкое распространение по определению основных физико-механических свойств материалов получил норвежский метод, который в конечном итоге позволяет классифицировать материал по деформации при растяжении и пенетрации падающим конусом.

В основу приведенной в данной статье методики положен принцип комплексного исследования материала с включением отдельных видов испытаний из различных методик, разработанных учеными Англии, Норвегии, Франции, Финляндии и других стран [ 1 ] .

Однако следует отметить, что прежде чем приступать к исследованиям нетканых синтетических материалов необходимо четко определить область их применения и функции.