

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐẶC TÍNH CƠ HỌC CỦA BÊ TÔNG ASPHALT TRONG TÍNH TOÁN ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO 22TCN211:2006

Tháng 12/2015

Trần Ngọc Hưng



NỘI DUNG

- **ĐẶT VẤN ĐỀ, GIỚI THIỆU VỀ KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO 22TCN211:2006**
- **GIỚI THIỆU VỀ KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO QUY TRÌNH NGÀ (LIÊN XÔ CỬ) QUA CÁC THỜI KÌ**
- **SƠ SÁNH PHƯƠNG PHÁP KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG THEO 22TCN211:2006 VÀ TIÊU CHUẨN NGÀ ODN 218.046:2001**
- **GIÁ TRỊ THAM KHẢO CÁC CHỈ TIÊU CƠ HỌC CỦA BÊ TÔNG ASPHALT PHỤC VỤ KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM**
- **NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM UT**

Các giả thiết giải bài toán:

- + Kết cấu nền – áo đường được coi như một bán không gian đàn hồi vô hạn theo chiều sâu chịu tác dụng của tải trọng tĩnh tập trung q , quy đổi từ tải trọng trục tiêu chuẩn.
- + Mỗi lớp kết cấu áo đường được coi là vật liệu đàn hồi tuyến tính với thông số tính toán: mô đàn hồi E_i và hệ số poisson μ .

3 kiểm toán khi thiết kế áo đường mềm

Độ võng đàn hồi lớn nhất

$$E_{ch} \geq K \cdot E_{yc}$$

$$E_{tb} = E_1 \left(\frac{1 + k \cdot t^{1/3}}{1 + k} \right)^3$$

$$k = h_2/h_1, t = E_2/E_1 \quad \beta = 1,114 \left(\frac{H}{D} \right)^{0,12}$$

$$\left(\frac{H}{D}; \frac{E_0}{E_1} \right) \rightarrow \frac{E_{chung}}{E_1} \rightarrow E_{chung}$$

Thông số tính toán: E_i
ở nhiệt độ 30 °C

Chịu cắt trượt của lớp VL kém dính

$$\tau_{ax} + \tau_{av} \leq \frac{C_{tt}}{K_{cd}^{tr}}$$

$$C_{tt} = C \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$\frac{H}{D} \rightarrow \frac{E_1}{E_2} \rightarrow \varphi \rightarrow \frac{\tau_{ax}}{p} \rightarrow \tau_{ax}$$

$$H \rightarrow \varphi \rightarrow \tau_{av}$$

Thông số tính toán: E_i
ở 60 °C, φ , c
VSN 46-83; ODN
218.046-2001

Chịu kéo khi uốn của lớp VL liền khối

$$\sigma_{ku} \leq \frac{R_{tt}^{ku}}{K_{cd}^{ku}}$$

$$R_{tt}^{ku} = k_1 \cdot k_2 \cdot R_{ku}$$

$$\sigma_{ku} = \overline{\sigma_{ku}} \cdot p \cdot k_b$$

$$\frac{h_1}{D} \rightarrow \frac{E_1}{E_{chm}} \rightarrow \overline{\sigma_{ku}}$$

Thông số tính toán: E_i
ở 10-:-15 °C, R_{ku}
VSN 46-83; ODN
218.046-2001

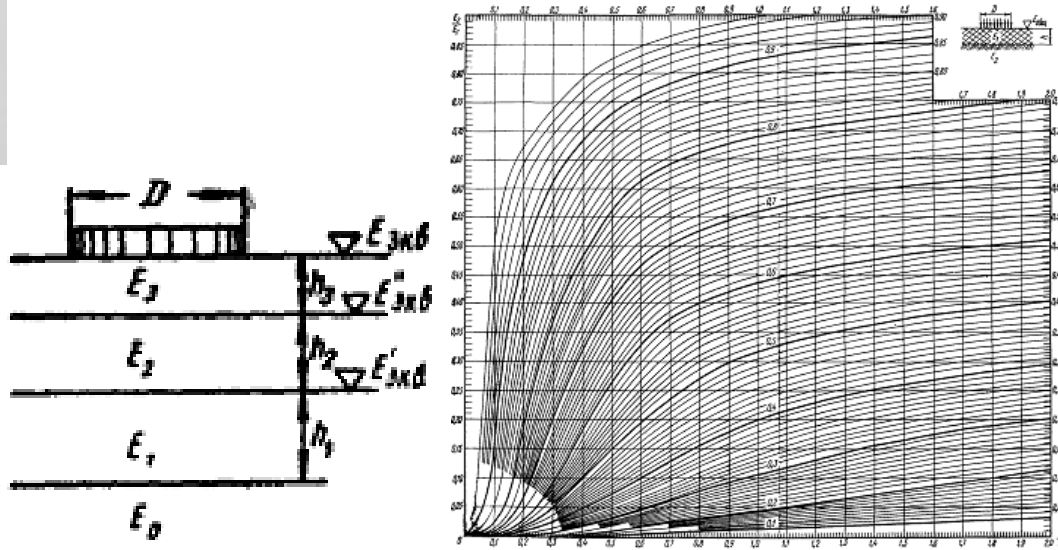
QUY TRÌNH VSN 46-72

Giả định: Áo đường được coi là một hệ kết cấu nhiều lớp, liên kết giữa các lớp là lý tưởng, vật liệu áo đường và nền đất làm việc đàn hồi tuyến tính.

Kiểm toán chính: Độ võng đàn hồi cho phép.

$$E_{tp} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{p}{\lambda} K_p, \quad K = 0,5 + 0,65 \lg(\gamma N_p),$$

Giá trị E (mô đun biến dạng) của các lớp vật liệu được xác định trong điều kiện tải trọng tĩnh



TT	Loại vật liệu	E, MPa
1	BTA lớp trên	260-300
2	BTA lớp dưới	210-240
3	BTA hạt nhỏ (cát)	240
4	Đá dăm đen	150-220
5	Móng đá dăm TC	110-130
6	Móng áo đường xỉ thép	90-120

$$E_{3KB} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3,5}} \right) \arctg n \frac{h}{D}}$$

Khi tỷ lệ $h/D \leq 2$, sử dụng toán đồ để tìm E chung

GIỚI THIỆU VỀ KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO QUY TRÌNH NGA (LIÊN XÔ CŨ) QUA CÁC THỜI KÌ – VSN 46.83

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

Согласована Госстроем СССР Утверждена Минтрансстроем

20 сентября 1982 г.

29 апреля 1983 г.

№ ДП-5231-1

№ ЛН-550

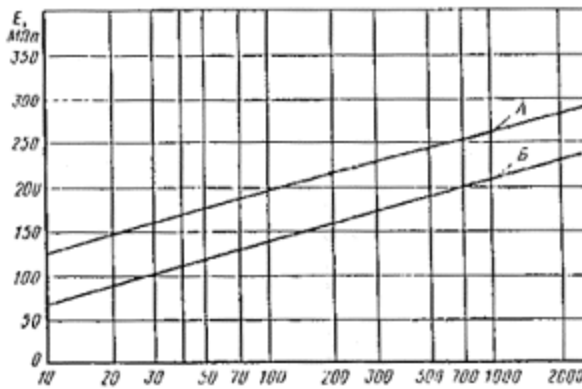
ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

ВСН 46-83

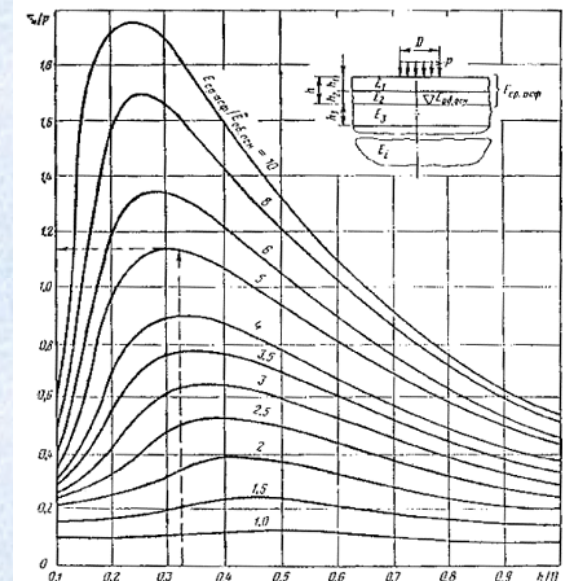
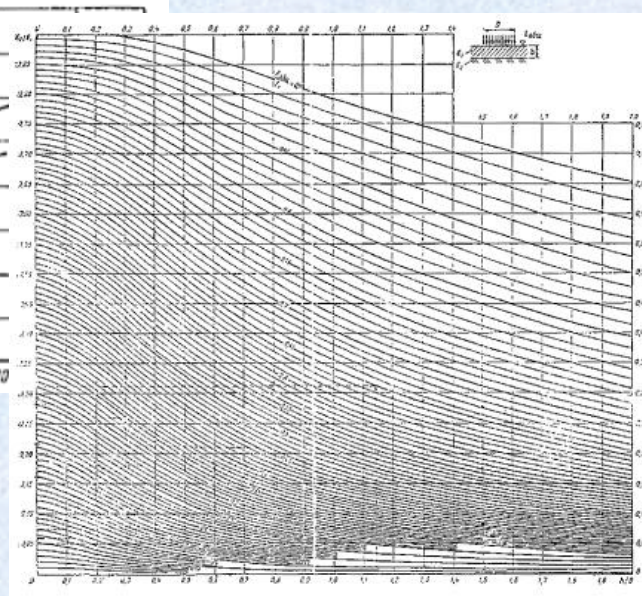
МИНТРАНССТРОЙ



МОСКВА, «ТРАНСПОРТ», 1985



$$E_{\text{офм}}^{(i)} = \frac{\left[1,05 - 0,1 \frac{h_2}{D} \left(1 - 3 \sqrt{\frac{E_{\text{офм}}^{(i+1)}}{E_i}} \right) \right] E_i}{0,713 \sqrt{\frac{E_{\text{офм}}^{(i+1)}}{E_i} \arctg \left(\frac{1,35 h_2}{D} \right) + \frac{E_i}{E_{\text{офм}}^{(i+1)}} \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h_2}}$$



$$t_{\text{н}} = [(s_1 - s_3) - (s_1 + s_3) \sin j] : (2 \cos j),$$

E động BTA: thời gian đặt tải 0.1s, thời gian nghỉ 0.9s

E tĩnh BTA: thời gian đặt tải 60s.

QUY TRÌNH VSN 46.83

Tải trọng động trong mô hình tính toán

Kiểm toán các điều kiện:

+ Độ võng đàn hồi giới hạn: $E_{ch} \geq E_{yc} \cdot K_{đv}$

+ Chống cắt trượt trong nền đất (E ở 50 °C): $\tau_{ax} + \tau_{av} \leq \frac{\tau_{tt}}{K_{cd}^{tr}}$

+ Chống cắt trượt các lớp vật liệu kém dính: $\tau_{ax} \leq \frac{\tau_{tt}}{K_{cd}^{tr}}$

+ Ứng suất kéo khi uốn lớp vật liệu liền khối

+ Chống cắt trượt của lớp bê tông asphalt tại T=50 °C

GIỚI THIỆU VỀ KIỂM TOÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO QUY TRÌNH NGA (LIÊN XÔ CŨ) QUA CÁC THỜI KÌ – ODN 218.046-2001

ОДН 218.046-01

ОТРАСЛЕВЫЕ ДОРОЖНЫЕ НОРМЫ

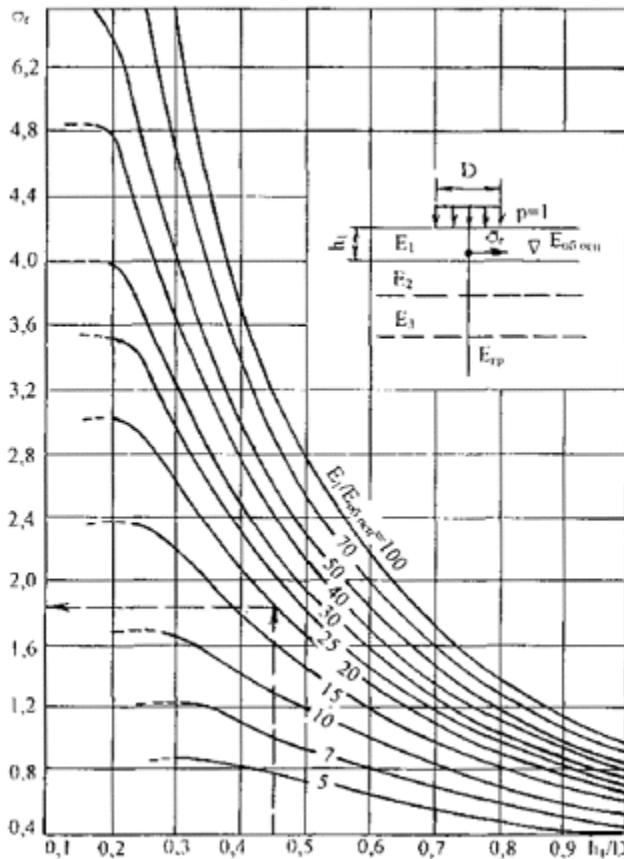
ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕЖЕСТКИХ
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКВА 2001

Документ содержит указания по конструированию и расчету нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общей сети. ОДН применимы для проектирования вновь сооружаемых дорожных одежд, новых участков реконструируемых дорог, разработки альбомов типовых конструкций, а также могут использоваться при оценке прочности и при проектировании усиления дорожных одежд существующих дорог.

Предназначены для работников системы дорожного хозяйства.

Общее редактирование выполнено д-ром техн. наук В.Д. Казарновским и канд. технич. наук В.М. Юмашевым. Список участников разработки ОДН приведен в [Приложении 9](#).



TIÊU CHUẨN NGÀNH ODN 218.046-2001

Tải trọng động trong mô hình tính toán

Kiểm toán 3 điều kiện:

+ Độ võng đàn hồi giới hạn: $E_{min} = 98,65 [lg(SN_p) - c]$

+ Chống cát trượt trong nền đất và

vật liệu kém dính (E ở 50 °C):

+ Ứng suất kéo khi uốn lớp vật liệu liên khối

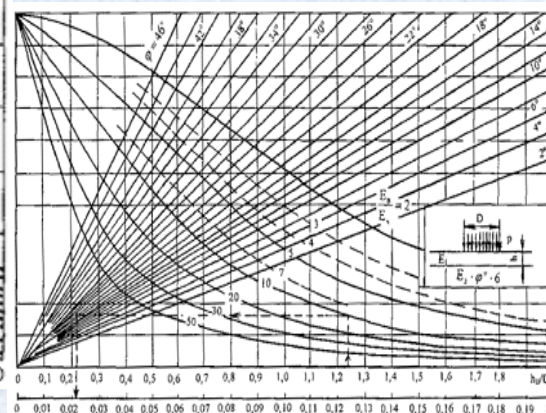
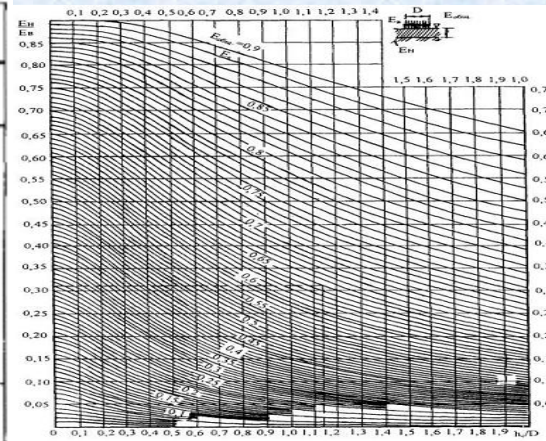
$$\tau_{ax} + \tau_{av} \leq \frac{\tau_{tt}}{K_{cd}^{tr}}$$

Mô đun đàn hồi tải trọng động

Bê tông nhựa	E ku	E đh 30 °C	E CT 50 °C
BTNC, 40/60	6000	1550	520
BTNC, 60/90	4500	1100	460
BTNR, 40/60	3600	900	390
BTNR, 60/90	2800	700	360

Mô đun đàn hồi tải trọng tĩnh

BTA	20 °C	30 °C	50 °C
BTNC loại A	480	420	300
BTNC loại B	400	350	250
BTNR	290	250	200



GIÁ TRỊ THAM KHẢO MÔ ĐUN ĐÀN HỒI VÀ R KÉO UỐN THEO 22TCN 211:2006 VÀ TIÊU CHUẨN NGÀNH LB NGA ODN218.046-2001

Loại bê tông asphalt	Theo ODN 218.046.2001					Theo 22TCN211-93				Theo 22TCN211-2006			
	E kéo uốn, Mpa	R kéo uốn, Mpa	E độ võng ở 30 °C, Mpa	E tĩnh, 30 °C, Mpa	E tĩnh, 50 °C, Mpa	E kéo uốn, Mpa	R kéo uốn, Mpa	E độ võng ở 30 °C, Mpa	E tĩnh, 60 °C, Mpa	E kéo uốn, Mpa	R kéo uốn, Mpa	E độ võng ở 30 °C, Mpa	E tĩnh, 60 °C, Mpa
BTNC													
bitum 40/60	6000	10	1550	280/350 /420	300/250 /200	từ 1000	từ 1,5 đến 2,0	270/ 300/ 350	200/2 50	từ 1200 đến 2200	từ 1,2 đến 2,8	280/ 350/ 420	200/ 250/ 300
bitum 60/90	4500	9,8	1100			đến 1500							
bitum 90/130	3600	9,5	550										
BTNR													
bitum 40/60	3600	8,3	900	250/320	200/250	từ 500 đến 900	từ 0,9 đến 1,4	250/ 290/ 320 tùy cỡ hạt cốt liệu	250	từ 1200 đến 1600	từ 1,2 đến 1,6	320	250
bitum 60/90	2800	8	700										
bitum 90/130	2200	7,8	510										

ОДН 218.046-01

ОТРАСЛЕВЫЕ ДОРОЖНЫЕ НОРМЫ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕЖЕСТКИХ
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

МОСКВА 2001

TIÊU CHUẨN NGÀNH

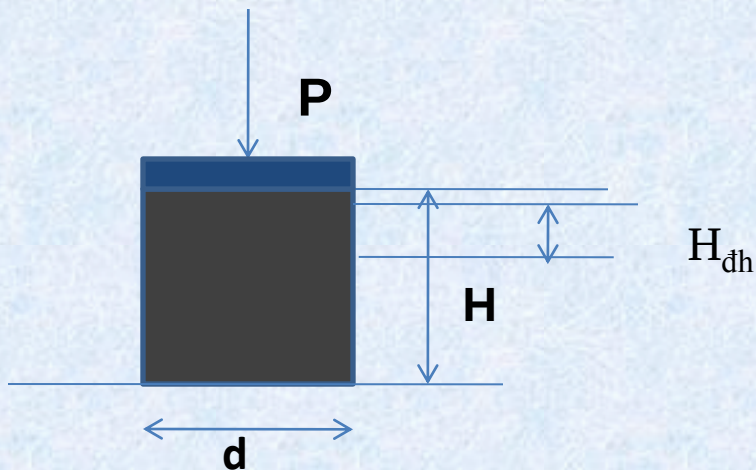
CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	QUY TRÌNH THIẾT KẾ ÁO ĐƯỜNG MỀM	22TCN 211-93
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI		Có hiệu lực từ 30/6/1993

(Ban hành theo Quyết định số 1293/KHKT ngày 29/6/1993)

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	ÁO ĐƯỜNG MỀM - CÁC YÊU CẦU VÀ CHỈ DẪN THIẾT KẾ	22 TCN 211 - 06
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc		Có hiệu lực từ ngày .../.../2007.
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI		

(Ban hành kèm theo quyết định số 52 /2006/QĐ-BGTVT ngày 28 / 12 / 2006

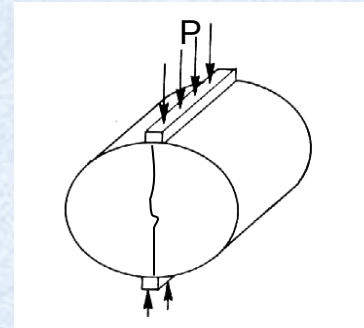
Thí nghiệm xác định E



$$\sigma = p = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} \quad \varepsilon = \frac{H_{dh}}{H}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{p \cdot H}{H_{dh}}$$

Thí nghiệm xác định R_{ku}



$$R_c = 2 \cdot \frac{P}{\pi \cdot d \cdot h}$$

$$R_{ku} = K_n \cdot R_c$$

Thí nghiệm ép chẻ TCVN 8862



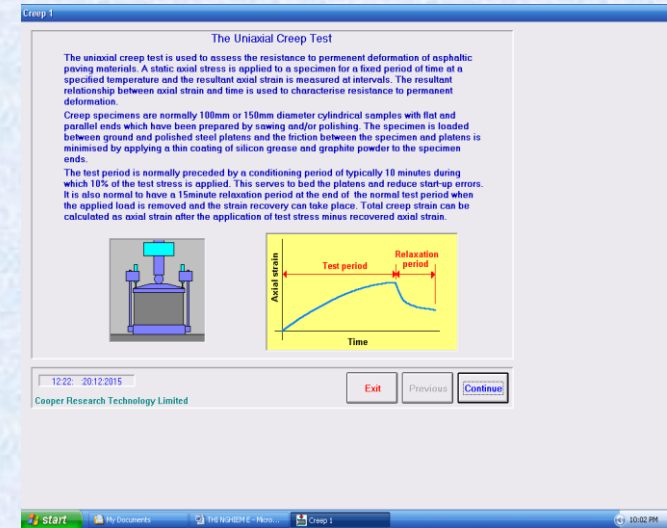
THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI VÀ R KÉO UỐN THEO HƯỚNG DẪN CỦA 22TCN211:2006



Buồng bảo ôn máy UTM Cooper



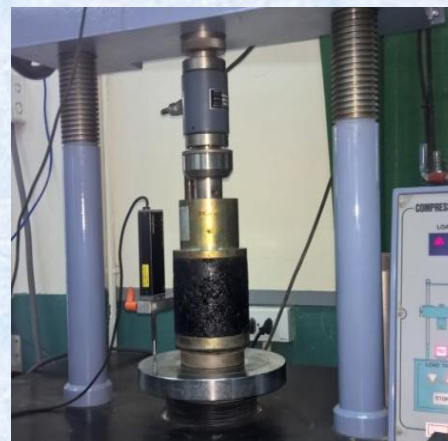
Mô hình thí nghiệm với UTM Cooper



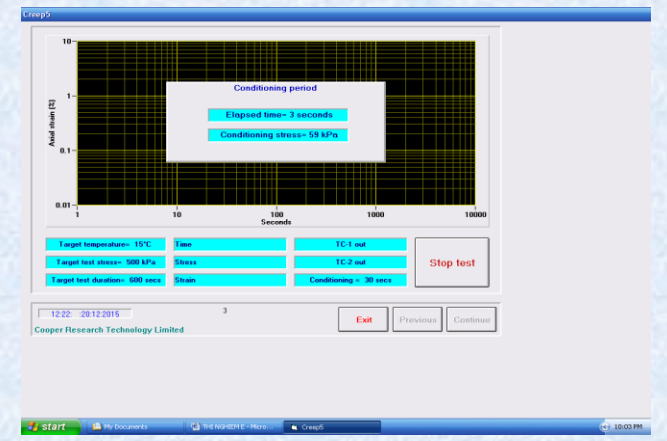
Mô hình Uniaxial Creep Test



Mẫu BTA phục vụ thí nghiệm



Thí nghiệm xác định R_n



Thực hiện Uniaxial Creep Test

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Loại bê tông asphalt	Thành phần cấp phối theo TCVN8819			Thành phần cấp phối theo QĐ 858		
	BTNC12.5	BTNC19	BTNP12.5	BTNC12.5	BTNC19	BTNP12.5
Hàm lượng nhựa tối ưu, %	5.0	4.8	5.3	4.5	4.3	5.0

TT	Chỉ tiêu	Loại bê tông nhựa			Tỷ lệ áp lực thí nghiệm mô đun đàn hồi			Giá trị tham khảo theo 22TCN211:2006
		BTNC12.5	BTNC19	BTNP12.5	BTNC12.5	BTNC19	BTNP12.5	
1	Độ ổn định Marshall, kN	12,52	11,78	18,15	-	-	-	-
2	Độ dẻo Marshall, mm	2,56	2,47	2,67	-	-	-	-
3	Cường độ chịu nén ở 15 °C, Mpa	6,31	5,95	6,96	7,93%	8,40%	7,18%	-
4	Cường độ chịu nén ở 30 °C, Mpa	3,16	2,96	4,62	15,82%	16,89%	10,82%	-
5	Cường độ chịu nén ở 60 °C, Mpa	1,41	1,32	1,88	35,46%	37,88%	26,60%	-
	Cường độ ép chế ở 15 °C, Mpa	1,63	1,525	1,86	-	-	-	-
6	Cường độ chịu kéo khi uốn xác định thông qua mô hình ép chế theo hướng dẫn 22TCN211:06, Mpa	3,26	3,05	3,72	-	-	-	từ 1,6 đến 2,8

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

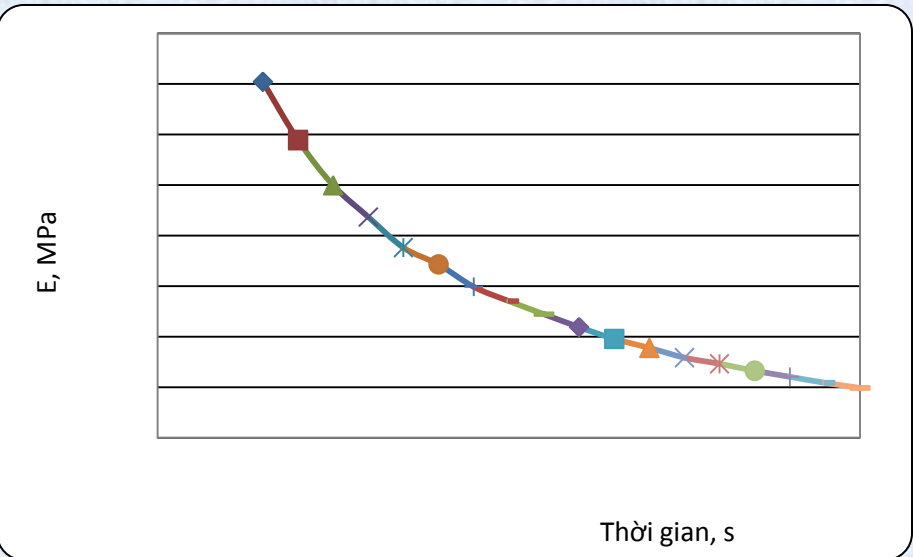
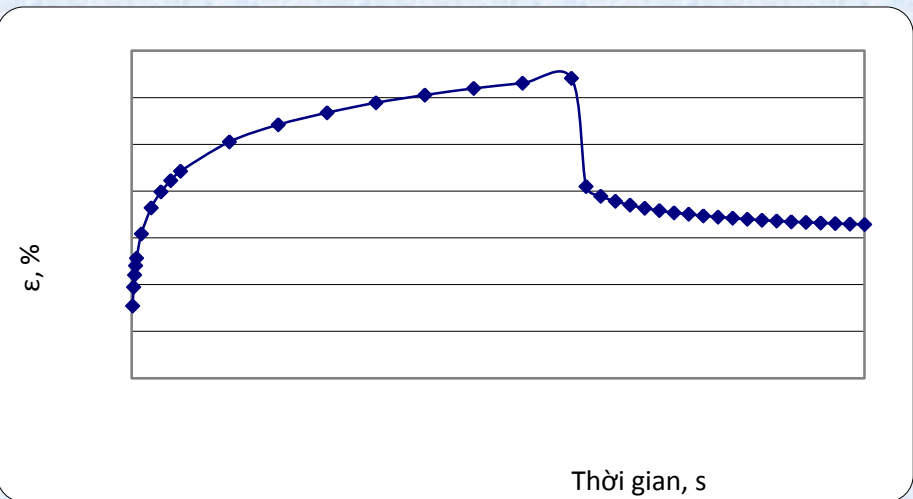
Cấp phối theo TCVN 8819:2011

Cấp phối theo QĐ 858/2014

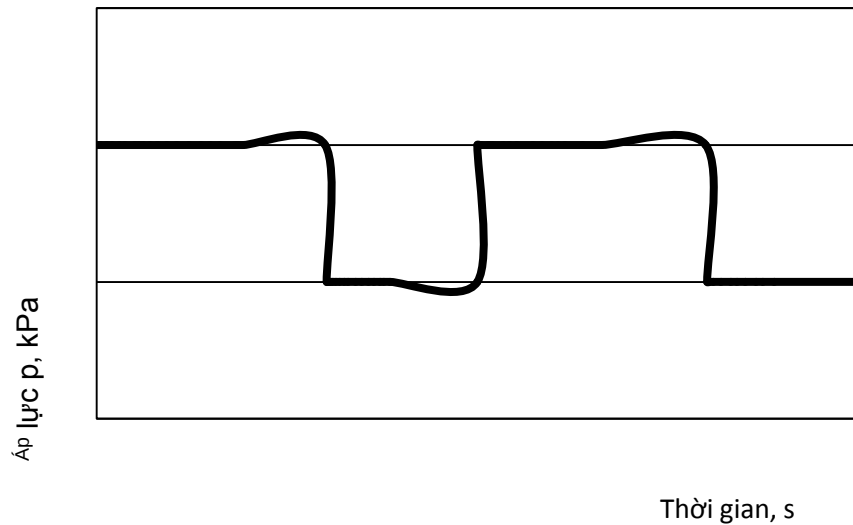
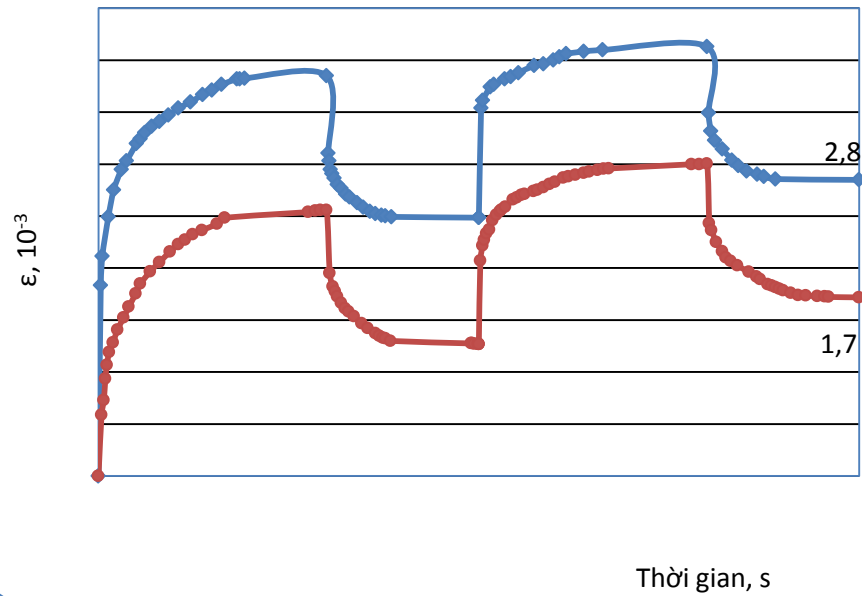
TT	Giá trị mô đun đàn hồi tính tại các nhiệt độ, Mpa									Giá trị mô đun đàn hồi tính tại các nhiệt độ, Mpa								
	15 °C			30 °C			60 °C			15 °C			30 °C			60 °C		
	C12.5	C19	P12.5	C12.5	C19	P12.5	C12.5	C19	P12.5	C12.5	C19	P12.5	C12.5	C19	P12.5	C12.5	C19	P12.5
1	721	767	736	287	286	278	201	214	211	780	822	725	345	390	390	250	243	291
2	725	763	754	275	295	289	198	224	212	789	803	724	356	382	401	255	255	287
3	702	754	761	268	281	288	188	223	216	767	793	733	361	385	388	231	267	270
4	696	768	757	271	274	290	183	221	220	768	799	715	372	387	375	243	256	265
5	698	746	742	289	268	300	185	218	200	750	780	719	333	381	381	234	271	284
6	705	788	744	291	279	269	180	227	218	755	777	717	346	371	369	231	259	288
7	686	790	765	265	275	280	198	217	217	747	802	715	350	375	380	245	258	266
8	694	765	743	251	287	286	187	235	219	755	818	704	354	378	373	247	262	275
9	712	781	747	287	268	287	198	224	222	765	794	714	342	380	377	251	244	277
10	715	757	753	276	280	293	204	225	210	783	795	698	341	382	379	268	256	282
11	717	769	789	268	270	298	203	216	215	771	806	696	356	367	382	239	241	296
12	704	776	775	284	276	284	187	229	217	765	800	692	367	374	368	251	256	289
E _{tb} , Mpa	706,25	768,67	755,5	276	278,25	286,83	192,67	222,75	214,75	766,25	799,08	712,67	351,92	379,33	380,25	245,42	255,67	280,83
Độ lệch chuẩn	11,88	13,31	15,25	12,06	8,20	8,55	8,47	6,00	5,89	13,16	13,10	12,65	11,33	6,69	9,33	10,79	9,21	10,17
Độ biến động, %	1,68%	1,73%	2,02%	4,37%	2,95%	3,0%	4,39%	2,69%	2,75%	1,72%	1,64%	1,78%	3,22%	1,76%	2,45%	4,40%	3,60%	3,62%
E với R=90%,Mpa	691	752	736	261	268	276	182	215	207	749	782	696	337	371	368	232	244	268
E với R=95%,Mpa	687	747	730	256	265	273	179	213	205	745	778	692	333	368	365	228	241	264
E với R=98%,Mpa	682	741	724	251	261	269	175	210	203	739	772	687	329	366	361	223	237	260
Giá trị tham khảo trong Phụ lục 22 TCN211:2006, Mpa	1600 đến 2000	1800 đến 2200	1600 đến 2000	350	420	350	250	300	250	1600 đến 2000	1800 đến 2200	1600 đến 2000	350	420	350	250	300	250

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

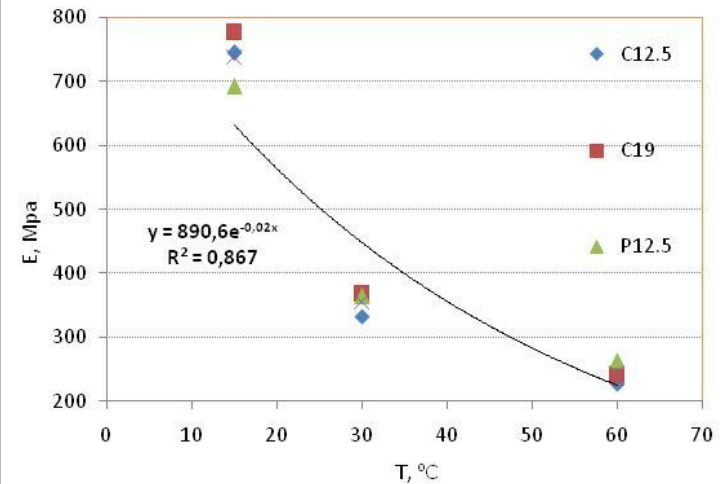
ε , mm/phút	ε đàn hồi, %	E, MPa
0,020846	0,126097	396,5
0,010666	0,13143	380,4
0,008206	0,135533	368,9
0,006734	0,1389	360,0
0,004922	0,141361	353,7
0,004926	0,143824	347,6
0,002788	0,145218	344,3
0,003776	0,147106	339,9
0,002464	0,148338	337,1
0,0023	0,149488	334,5
0,002298	0,150637	331,9
0,002134	0,151704	329,6
0,00164	0,152524	327,8
0,001808	0,153428	325,9
0,001146	0,154001	324,7
0,001316	0,154659	323,3
0,001148	0,155233	322,1
0,00115	0,155808	320,9
0,000984	0,1563	319,9



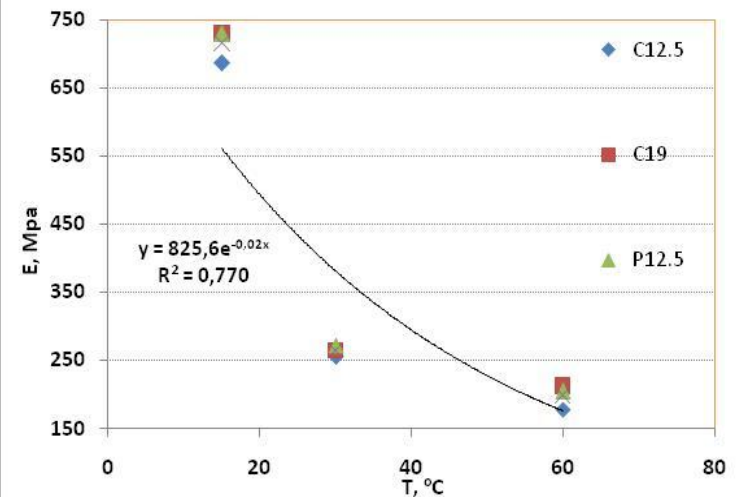
KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM



Tương quan nhiệt độ - mô đun đàn hồi BTN có TPCP theo QĐ 858



Tương quan nhiệt độ - mô đun đàn hồi BTN có TPCP theo TCVN8819



- ✓ Mô hình kiểm toán kết cấu đường mềm theo 22 TCN 211:06 của Việt Nam kế thừa xuyên suốt các phiên bản hướng dẫn thiết kế áo đường mềm của LB Nga từ những năm 1972, 1983 và 2001.
- ✓ Các toán đồ hiện tại sử dụng tương đồng với các toán đồ của Tiêu chuẩn ngành LB Nga ODN 218.046-2001, sử dụng lời giải bài toán hệ nhiều lớp trên nền đàn hồi chịu tác dụng của tải trọng động, tuy nhiên giá trị sử dụng cho tính toán lại là mô đun đàn hồi với tải trọng tĩnh.
- ✓ Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy giá trị mô đun đàn hồi của BTA thí nghiệm theo hướng dẫn của 22TCN211:06 phụ thuộc vào nhiệt độ, hàm lượng đá dăm, và loại bitum sử dụng.
- ✓ Giá trị mô đun đàn hồi thu được từ nghiên cứu thực nghiệm khác xa với giá trị tham khảo trong 22 TCN 211:2006, đặc biệt ở 15 °C sử dụng cho kiểm toán khả năng chịu kéo khi uốn của các lớp vật liệu liên khối.
- ✓ Cần bổ sung chỉ tiêu kiểm tra mô đun đàn hồi và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông nhựa trong quá trình thi công.

CẢM ƠN SỰ CHÚ Ý THEO DÕI!

