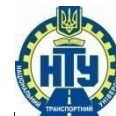




**Державне агентство автомобільних доріг України
(Укравтодор)**



Національний транспортний університет

КАФЕДРА АЕРОПОРТІВ

**Круглий стіл.
“Бетонні дороги.
Реальність для України”**

**Гамеляк Ігор Павлович,
завідувач кафедри
аеропортів, д-р техн. наук,
професор**

**м. Київ
14 листопада 2017 р.**



Актуальність

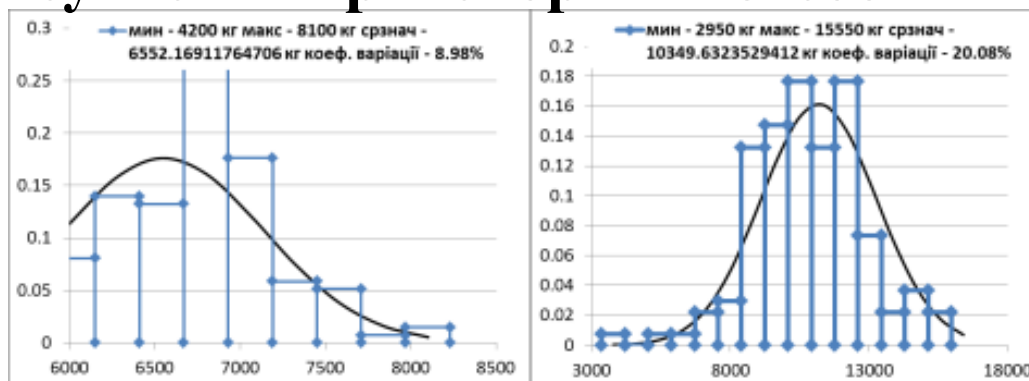
Протягом багатьох років, як в Україні, так і в усьому світі спостерігається динамічне зростання інтенсивності руху (більше як у два рази за десять років) та навантаження на вісь (з 6... 10 т (60... 100 кН) до більше 11,5 ... 13 т (115 ... 130 кН) для одиночних осей, з 14... 16 т (140 ... 160 кН) до 18...22 т (180... 220 кН) для здвоєних та з 20...22 т (200...220 кН) до 26...30 т (260 ...300 кН) для строєних осей. Загальна маса транспортних засобів для перевезення зерна та технологічного транспорту перевищує 40 – 60 тонн. При цьому постійно зростає тиск в пневматику (з 0,45 ...0,6 МПа (4,5...6,0 кгс/см²) до 0,85 ... 0,9 (1,1 для причепів та напівпричепів) МПа (8,5...9,0 (11) кгс/см²). Для прикладу, сучасні зерновози перевозять 60т на 4- х осях і 80 т на 5 – ти та вже розроблено “вагони” на колеса для перевезення вантажів масою до 100 т. Конструкції доріг та мостів не розраховані на таке навантаження, а держава не захищає свої інтереси з метою збереження національного багатства створеного працею попередніх поколінь.

У світі від 3 до 6 % дорожньої мережі мають бетонне покриття. Приймаючи цю статистику для нашої країни отримаємо, що близько 10.000 км доріг України повинні мати цементобетонне покриття. Зокрема це стосується магістральних автомобільних доріг та швидкісних доріг, де висока міцність поверхні дуже важлива. Розвиток стратегії будівництва покриттів добре прослідковується у наших сусідів на заході.

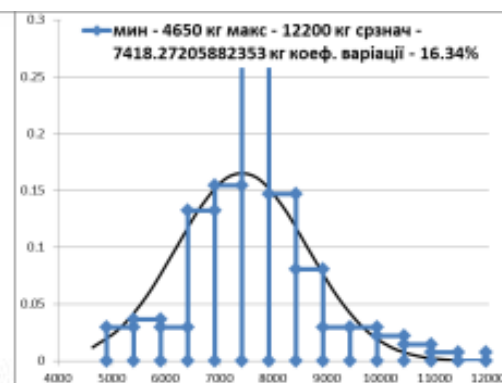
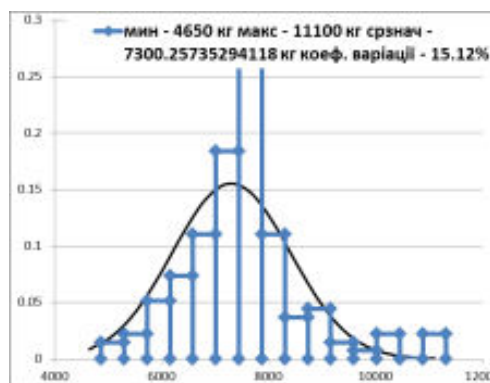
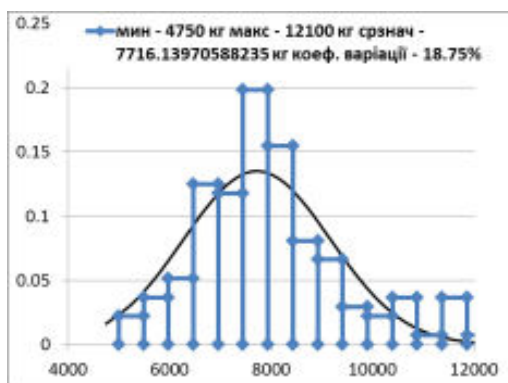
В Україні більшість цементобетонних покриттів побудовані в 50 - х ... 70 - х роках минулого століття. Майже всі вони потребують ремонту або вже відремонтовані з використанням асфальтобетонних шарів покриття. Із близько 170 тис. доріг загального користування тільки 2,4 тис. мають цементобетонне покриття, що становить всього 1,4 %.

Результати статистичної обробки даних навантаження на осі сучасних транспортних засобів

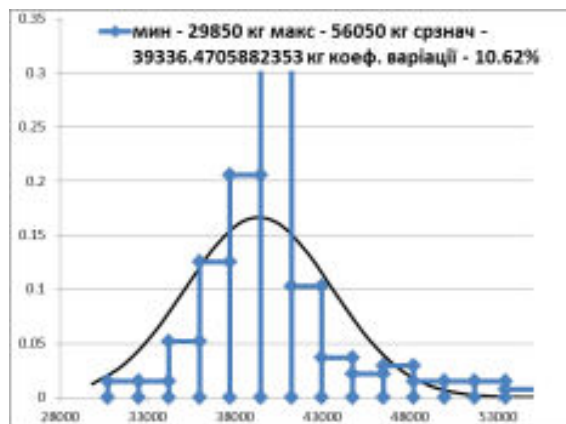
3



Навантаження на вісь тягача



Навантаження на вісь напівпричепу



Загальна маса

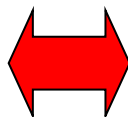
$$6+10+22=38 \text{ т}$$

Фактично
(в середньому)
 $7+12+24=43 \text{ т}$

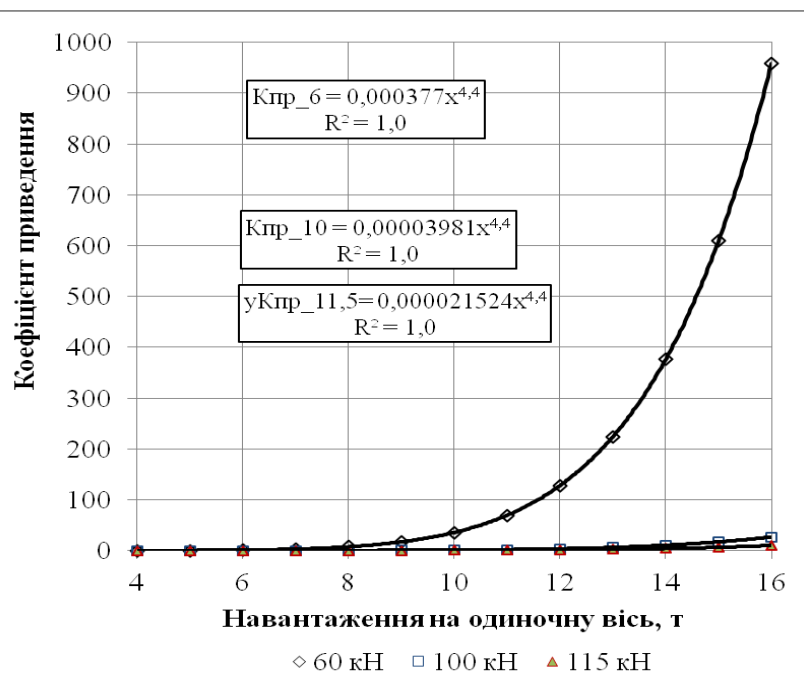
За даними 2014 р. **32%** ТЗ
рухаються з
перевищенням осьових
навантажень!!!

РУЙНУЮЧИЙ ВПЛИВ транспортних засобів на автомобільні дороги

Згідно ДБН В.2.3-4:2007
конструкції дорожніх одягів
на дорогах I і II категорій
необхідно розраховувати під
навантаження на вісь 115 кН



За критерієм колійності, прийнятим в Європейських країнах при максимальному навантаженні на окрему вісь 16 тон руйнуючий вплив одиночної осі становить $K_{np}=10,0$ для навантаження на вісь 11,5 т (I – II категорія автомобільної дороги), $K_{np}=26,8$ для навантаження на вісь 10,0 т (III категорія автомобільної дороги) та $K_{np}=960$ для навантаження на вісь 6,0 т (IV - V категорія автомобільної дороги).



Маса двохвісного ТЗ при якій коефіцієнт приведення дорівнює одиниці ($K_{np}=1$) для розрахункового навантаження **8,2 тонн/вісь**, що прийнято в США та використовується для приведення в практично усіх Європейських країнах під назвою ESAL

Категорії автомобільних доріг загального користування (ДБН В.2.3-4: 2015)

Категорія	1а	1б	2	3	4	5
Розрахункова перспективна інтенсивність руху (у транспортних одиницях)	>10000	>10000	>3000- 10000	>1000- 3000	>150- 1000	<150
Розрахункова перспективна інтенсивність руху (у приведених до легкового автомобіля)	>14000	>14000	>5000- 14000	>2500- 5000	>300- 2500	<300
Розрахункова швидкість руху, км/год	150	140	120	100	90	90
Кількість смуг (в обидві сторони), шт	4;6;8	4;6	2	2	2	1(всього)
Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Ширина роздільної смуги, м	6,0	6,0	-	-	-	-
Ширина крайової зміцнювальної смуги на роздільній смузі, м	1	1	-	-	-	-
Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі, м	1,0	1,0	-	-	-	-
Найменша ширина земляного полотна, м	28,5; 36,0; 43,5	28,5; 36,0	15	12	10	8

Таблиця 9.1 – Розрахункові параметри навантаження

Ч. ч.	Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Група розрахункового навантаження	Нормативне статичне навантаження на вісь. кН	Нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля. $Q_{розр.}$ кН	Розрахункові параметри		
						Тиск повітря в шині p . МПа	Діаметр відбитка колеса $D_{н.}$ м	Діаметр відбитка колеса рухомого автомобіля. $D_{д.}$ м
1	Ia - II	Капітальний	A_1	130	65	0,90	0,303	0,346
			A_2	115	57,5	0,80	0,303	0,345
2	III	Капітальний	A_2	115	57,5	0,80	0,303	0,345
		Удосконалений полегшений	A_3	100	50,0	0,60	0,326	0,371
3	IV - V	Капітальний	A_3	100	50,0	0,60	0,326	0,371
		Удосконалений полегшений	A_3	100	50,0	0,60	0,326	0,371
4	V	Перехідний	Б	60	30,0	0,50	0,276	0,315

Примітка 1. За відповідного техніко-економічного обґрунтування розрахункове навантаження на найбільш завантажену вісь дорожньо-транспортного засобу для автомобільних доріг I-II категорії можна приймати групу розрахункового навантаження A_1 з параметрами: розрахункове навантаження на найбільш завантажену вісь 130 кН. нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля – 65 кН. тиск повітря в шині – 0,9 МПа. діаметр відбитка колеса – 0,303 м. діаметр відбитка колеса рухомого автомобіля – 0,346 м.

У Німеччині в 70-ті роки минулого століття будувалося 30 % цементобетонних покриттів, у 80-ті близько 60 %, а у другій половині 90-х вже 62 %. Так само в Чеській Республіці, де в останні 15 років близько 65 % нових доріг були збудовані з бетонним покриттям. В інших європейських країнах, також постійно зростає частка цементобетонних доріг. Наприклад, в Австрії частка бетонних доріг більше 50 %. У Бельгії, цементобетонні шосе складають 40 %, а доля місцевих доріг побудованих за цементобетонною технологією складає близько 60 %.

АД Київ – Ковель км. 96



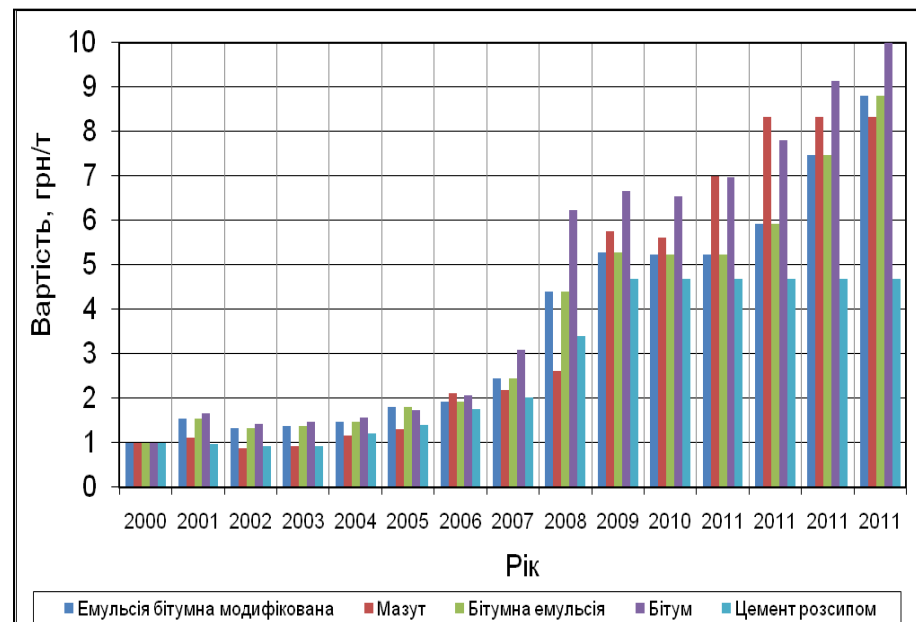
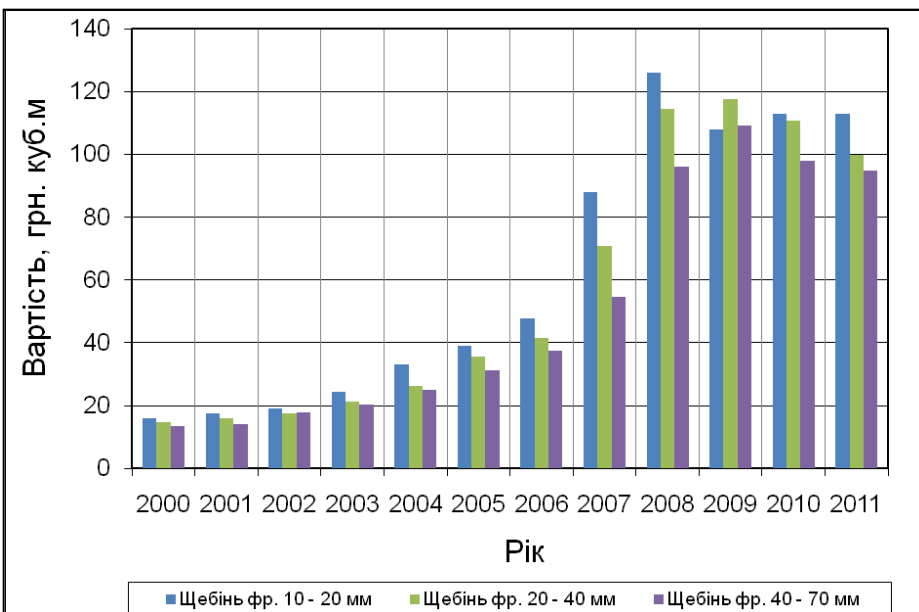
Обхід м. Житомира



Зміна вартості ДБМ

щебінь

в'яжучі



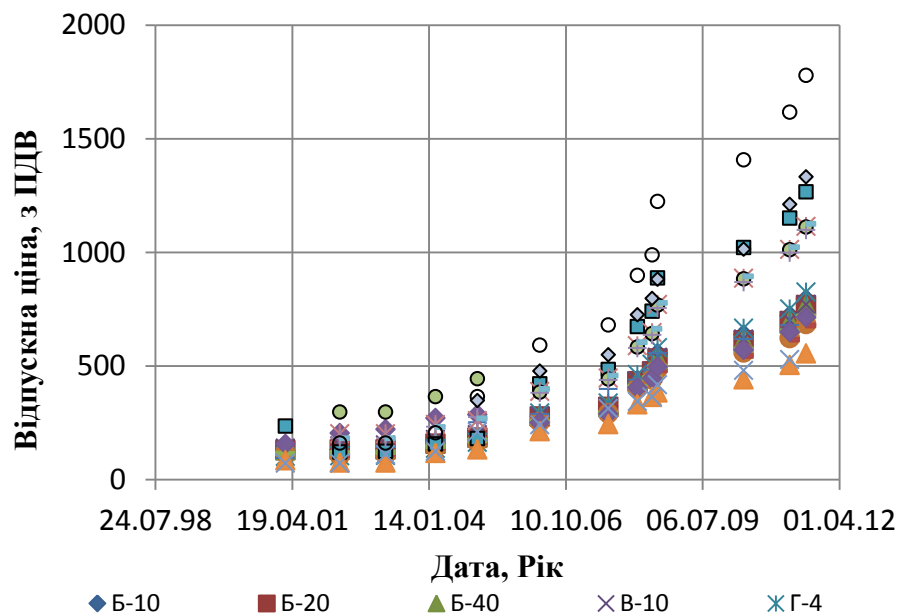
Вартість бітуму за десятиліття зросла більше як в 10 разів!!!

Вартість цементу зросла в 4,7 рази та за попередні 3 роки практично не змінювалася.

Вартість різних фракцій щебеню зростала за експоненційною залежністю в період з 2000 по 2008 рік в 5...8 разів, проте в останні роки спостерігається практично незмінна вартість.

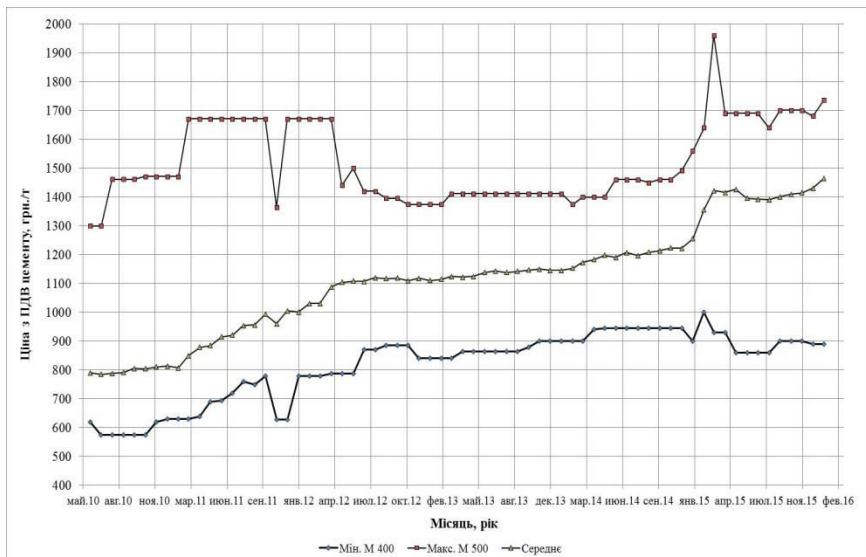
Асфальтобетонна суміш дрібнозерниста щільна тип Б. марка І в 6 - 6,5 раз.

Ціна литого асфальтобетону зросла в 11,2 рази.

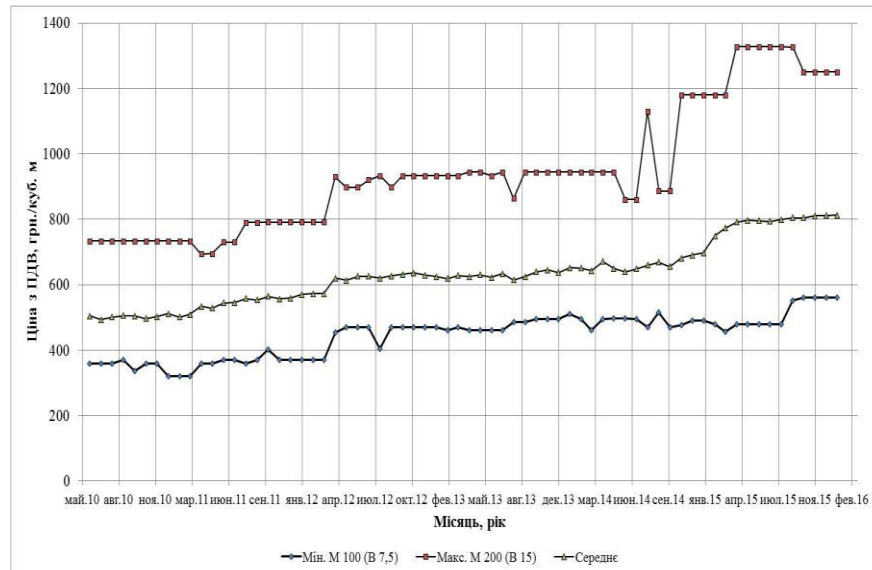


Зміна вартості ДБМ

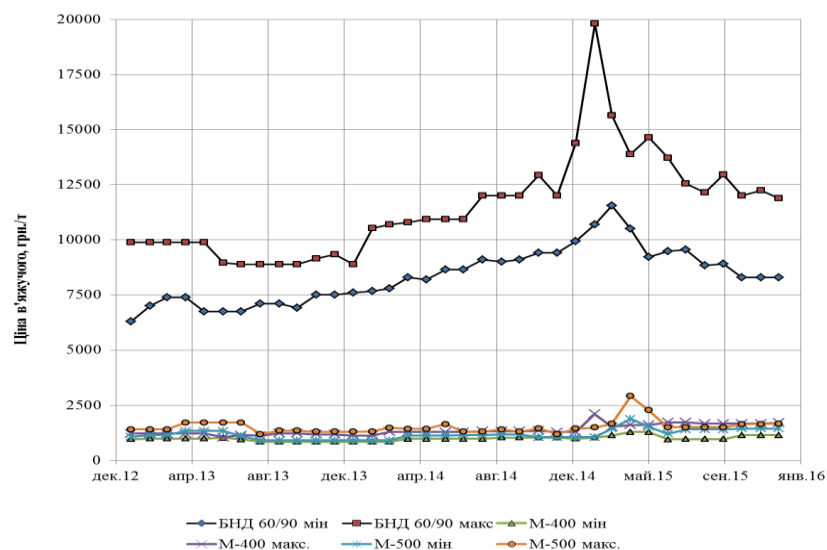
Зміна ціни цементу М 400, М 500



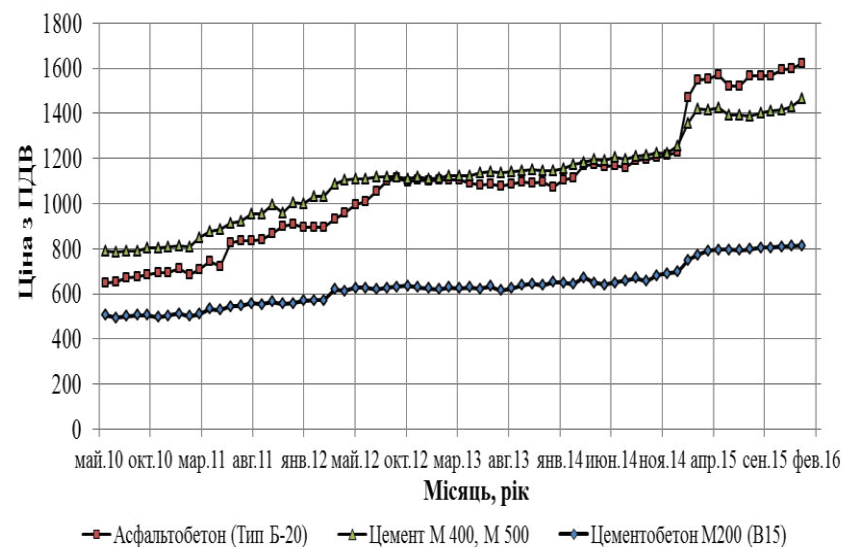
Зміна ціни товарного бетону



Порівняння ціни бітуму БНД 60/90 та цементу М 400 і М 500 за даними Укравтодору

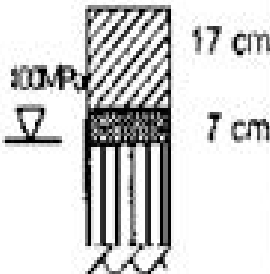
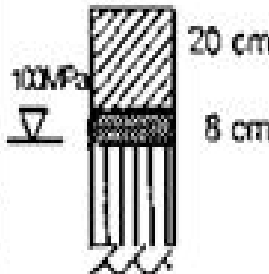
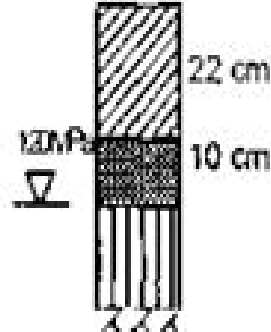
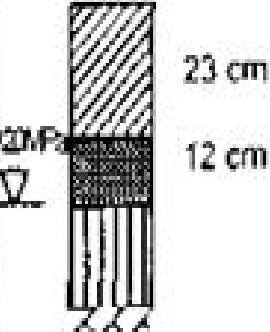
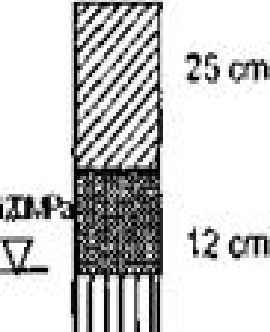
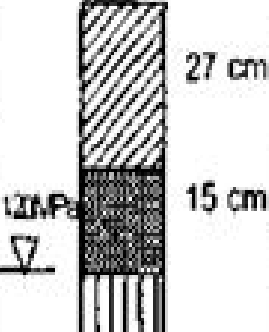


Порівняння ціни матеріалів АБ і ЦБ



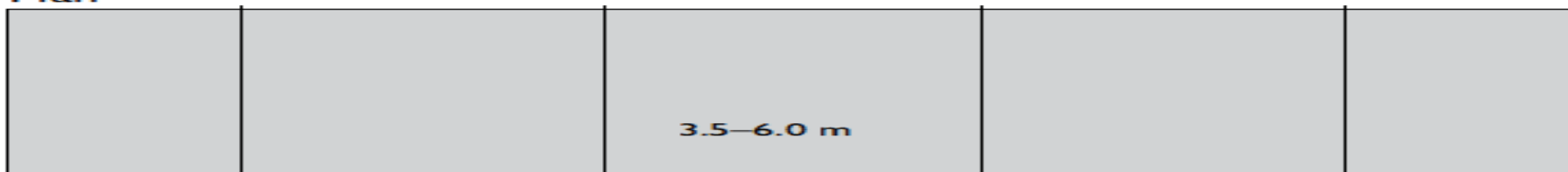
Кількість проїздів розрахункових осей 100 кН (на смугу за добу)

Кількість проїздів розрахункових осей 115 кН (на смугу за добу)

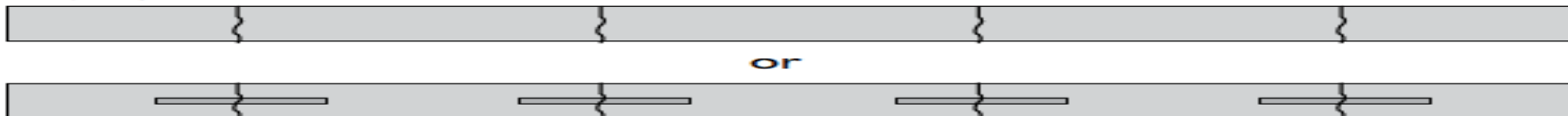
KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6
≤ 12 (≤ 7)	13 – 70 (8 – 40)	71 – 335 (41 – 192)	336 – 1000 (193 – 572)	1001-2000 (573-1144)	>2001 (1145)
 17 cm 7 cm niedyblowana	 20 cm 8 cm niedyblowana	 22 cm 10 cm dyblowana	 23 cm 12 cm dyblowana	 25 cm 12 cm dyblowana	 27 cm 15 cm dyblowana
 - beton cementowy - beton asfaltowy - warstwa mrozochronna lub wzmacniająca podłoże					

Цементобетон з поперечними швами (JPCP)

Plan



Profile

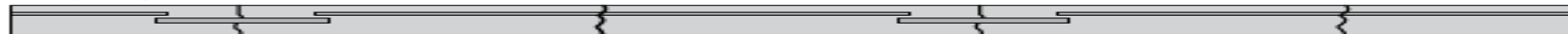


Армований цементобетон з поперечними швами (JRCP)

Plan

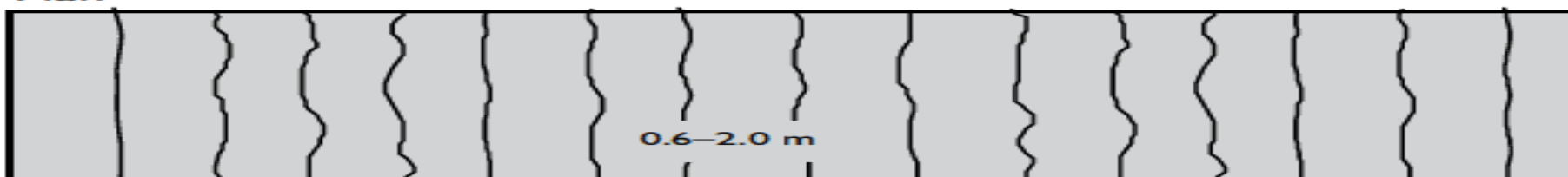


Profile



Неперервно армований цементобетон без регулярно розташованих поперечних швів (CRCP)

Plan



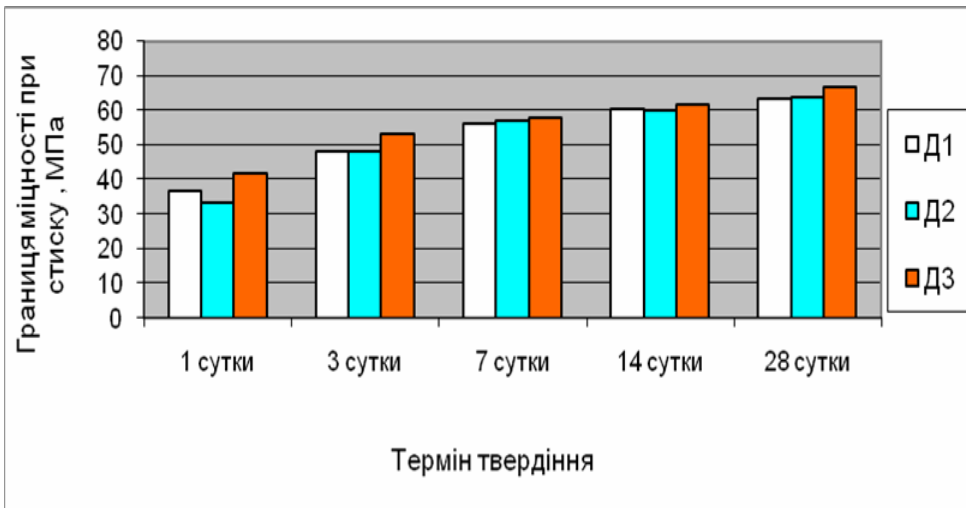
Profile



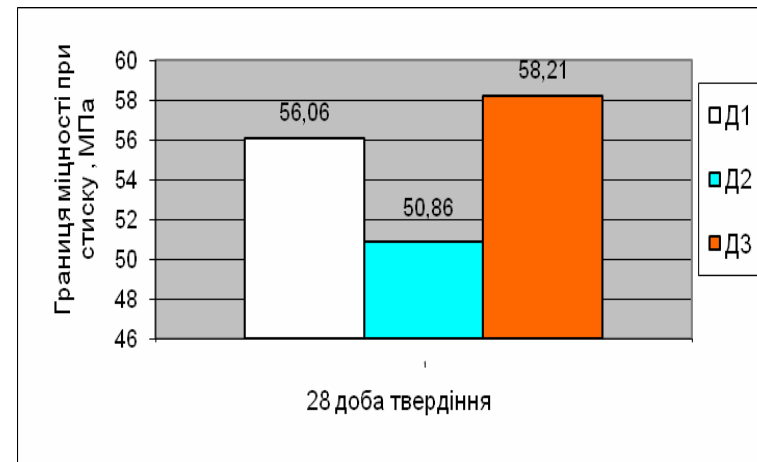
ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ НА СТИСК ТА РОЗПОДІЛ СЕРЕДНЬОЇ ЩІЛЬНОСТІ ЗРАЗКІВ

13

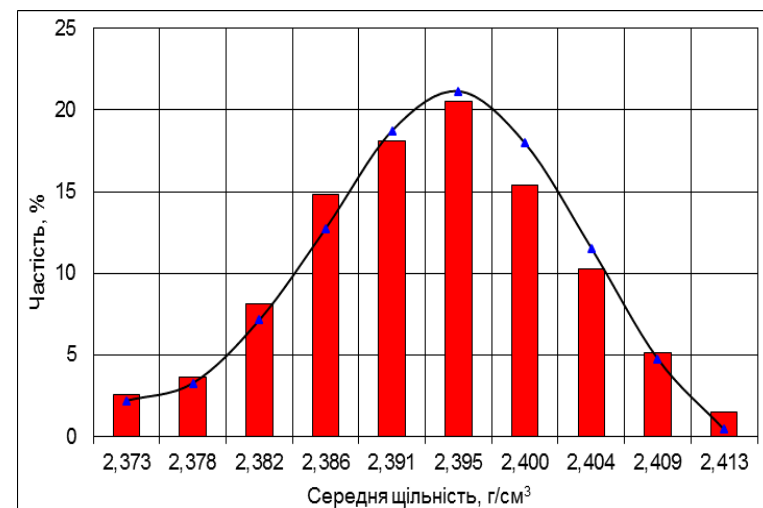
Залежність міцності цементобетону зразків кубів на стиск від строку твердіння



Вплив хімічних добавок на міцність при стиску зразків - призм



Характер руйнування зразків призм при випробуванні на стиск



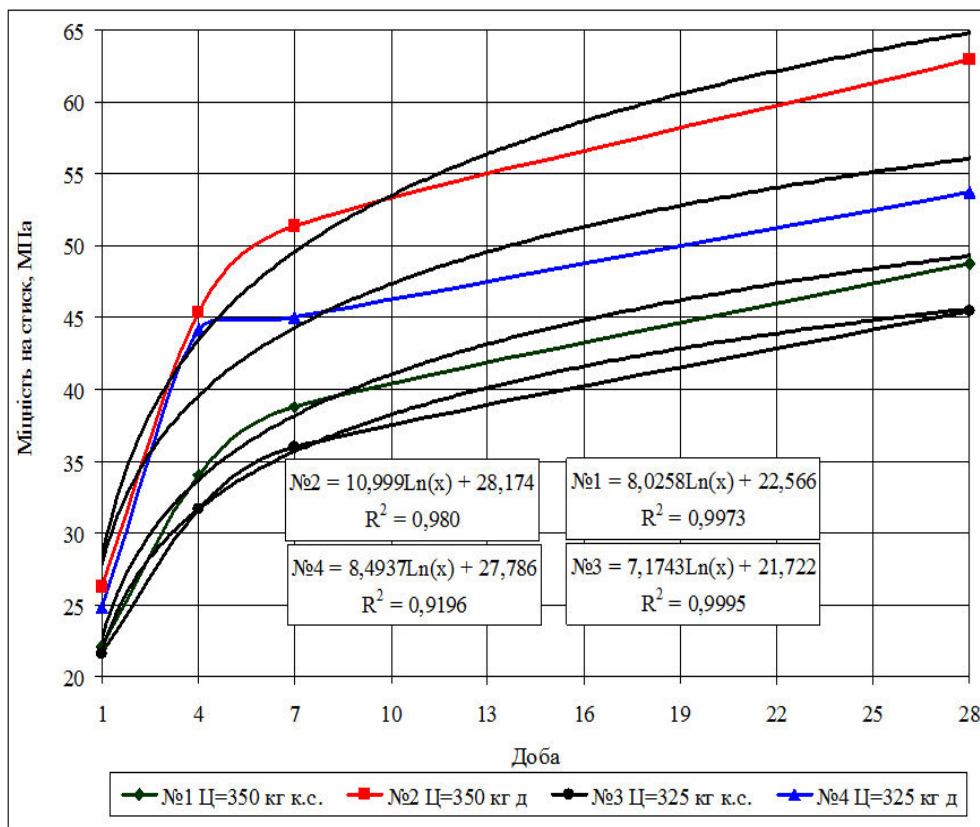
Зразки – призми при випробуванні на стиск руйнуються під кутом 70° – 80°



Збільшення міцності цементобетону в часі.

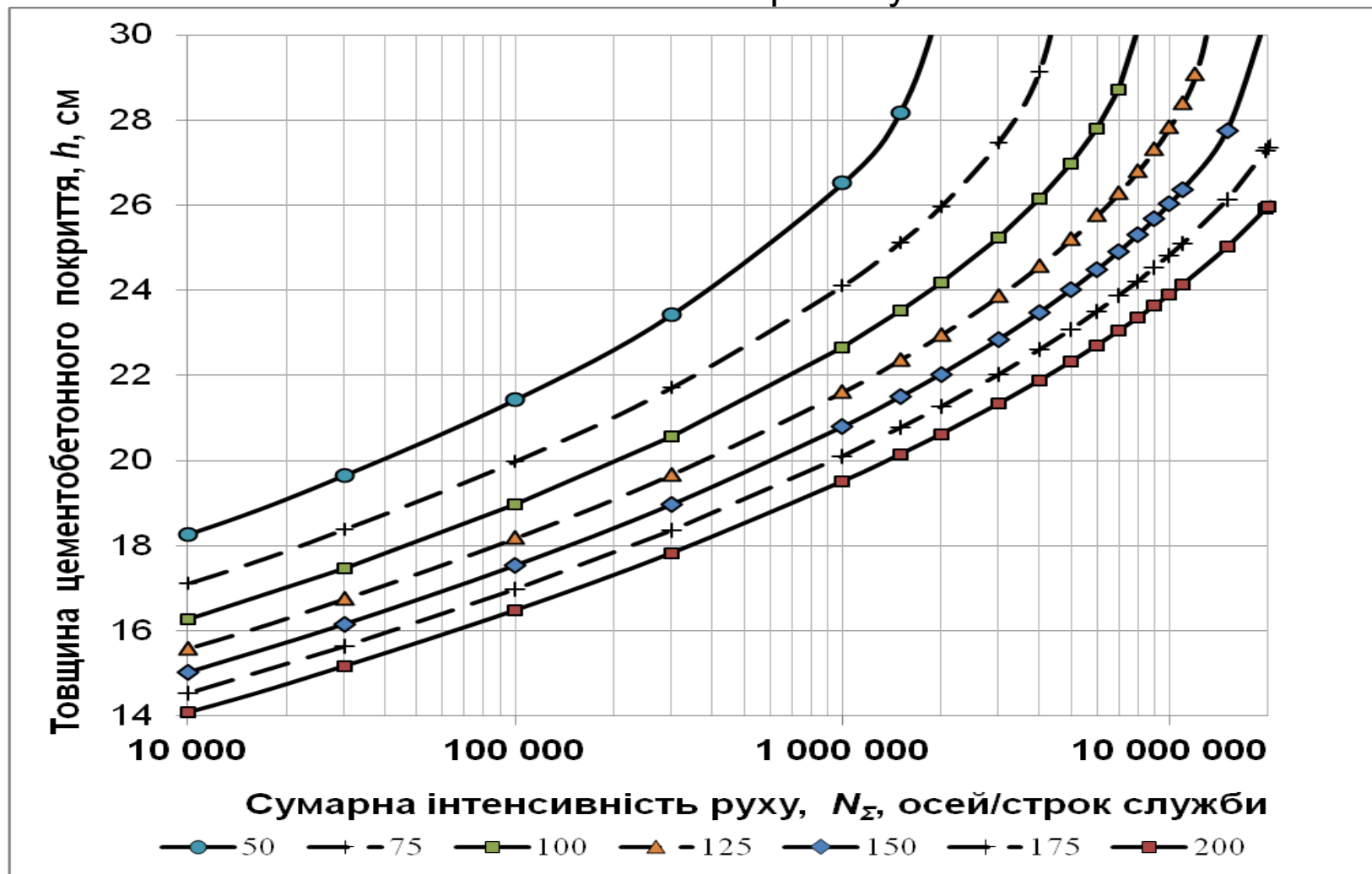
$$R_t = R \lg t / \lg 28 = 0,7 R \lg t$$

Результати визначення міцності на стиск



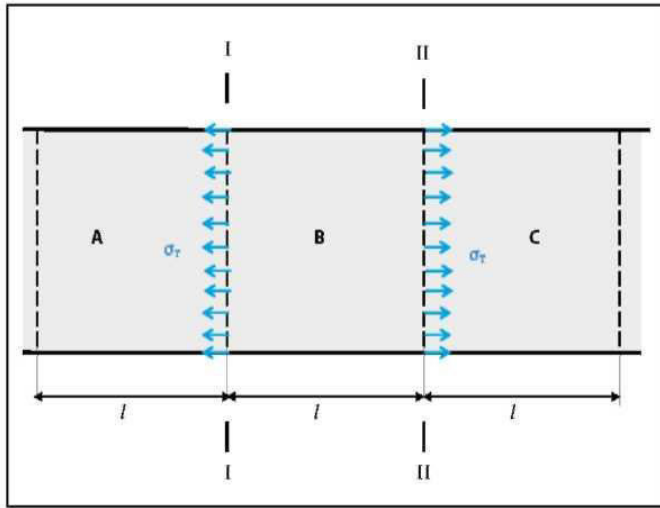
Найменування	Склад № 2
Дата	18.07.14
Цемент	ПЦ I – 500 Р-Н
В/Ц	0,36
Ц, кг	350
П, кг	750
Щ ₅₋₁₀ , кг	347
Щ ₁₀₋₂₀ , кг	806
Добавка, %	1,05 (3,7 кг)
Вода, л	126
Вміст залученого повітря, %	6,1
Щільність суміші відразу, кг/м³	2363
Щільність суміші через 1 год, кг/м³	2372
t°C, повітря	20,0
t°C, суміші	21,8
Вихід, л	50

Номограма для визначення товщини цементобетонного покриття в залежності від сумарної інтенсивності руху розрахункового навантаження 115 кН/вісь за строк служби



Для проектування дорожніх одягів жорсткого типу нарізла необхідність уточнення розрахункового апарату так як існуючі залежності не дозволяють проектувати покриття товщиною більше 27...30 см. При цьому треба враховувати дію не тільки одного колеса, але і взаємний вплив коліс від суміжних осей.

Поперечні шви стиснення потрібні, щоб покриття могло охолоджуватися

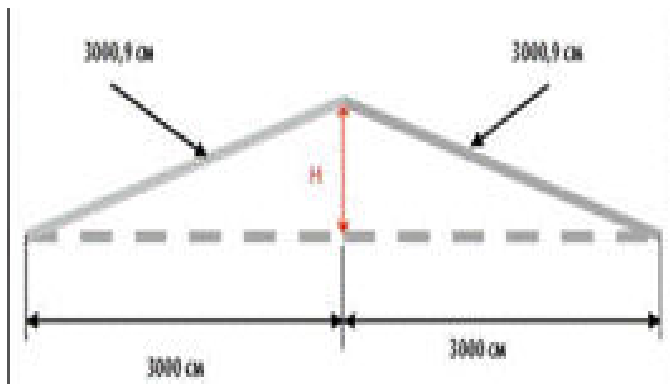


Шви стиснення (за проф. Радовським Б.С.)

Взимку при охолоджуванні до -20°C у безшовному бетонному покритті виникне подовжнє напруження

$$\sigma_T = -E \alpha \cdot (T_2 - T_1). \quad (2)$$

де для цементобетону типовий модуль пружності $E=30 \times 10^3$ МПа. За формулою виходить, що ці напруження склали б $\sigma_T = -30 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-5} \times (-20 - 15) = 10,5$ МПа, що приблизно в два - три рази більше міцності звичайного дорожнього бетону на осьове розтягування.



Шви розширення

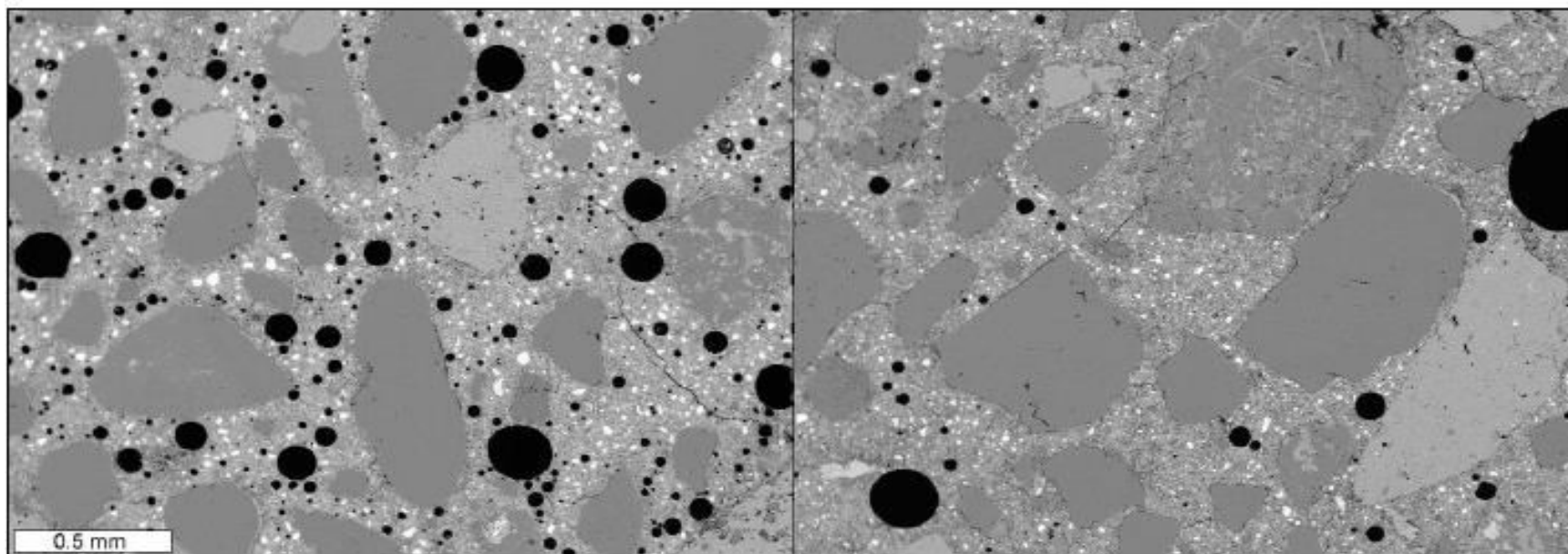
Коефіцієнт лінійної температурної деформації цементобетону, як вже наголошувалося, має порядок $\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$. Проте якщо переважає щебінь з крем'янистого сланцю, то $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$, з граніту $\alpha = 1,05 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$, з базальту $\alpha = 0,94 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$, а з діабазу $\alpha = 0,83 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

Морозостійкість цементобетону F200

Структура пор
(відсоток 4 – 6% та розподіл за розмірами)

Добра

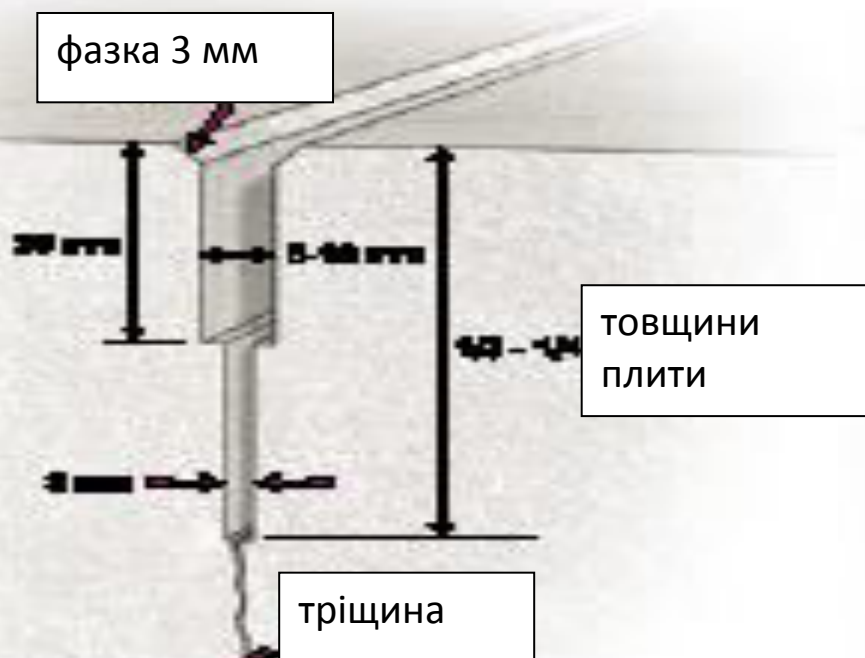
Погана



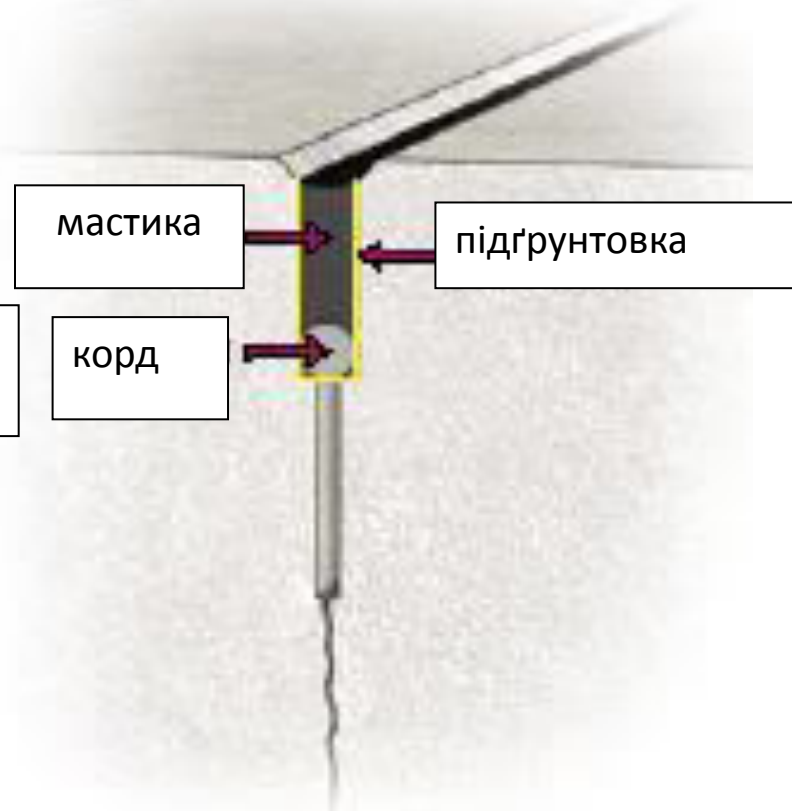
Таблиця - Визначення часу нарізання швів

Середня температура повітря, °С	від 1 до 5	від 5 до 15	від 15 до 25	від 25 до 30
Кількість годин від укладання бетонної суміші до набору міцності 10 МПа (М 100)	від 20 до 30	від 15 до 20	від 10 до 15	від 6 до 10

Розміри швів

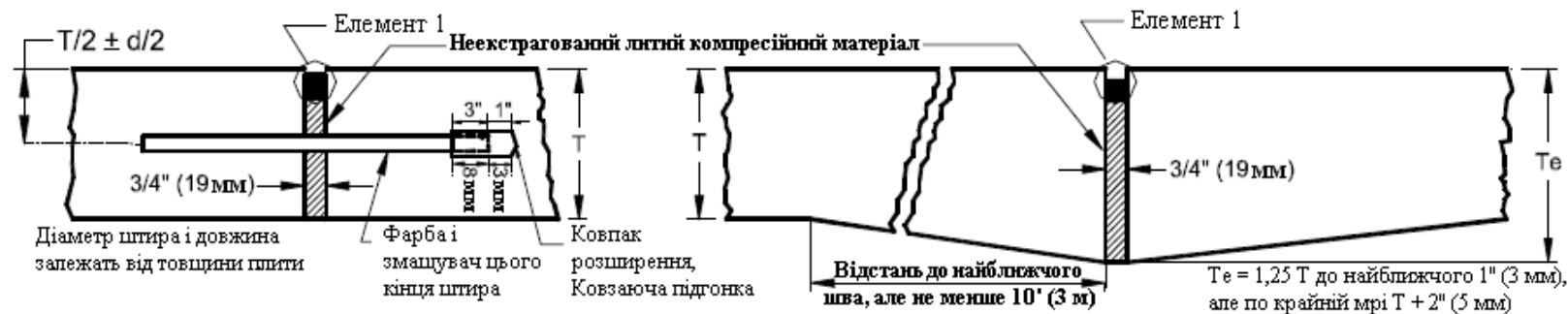


Приклад поздовжнього шва

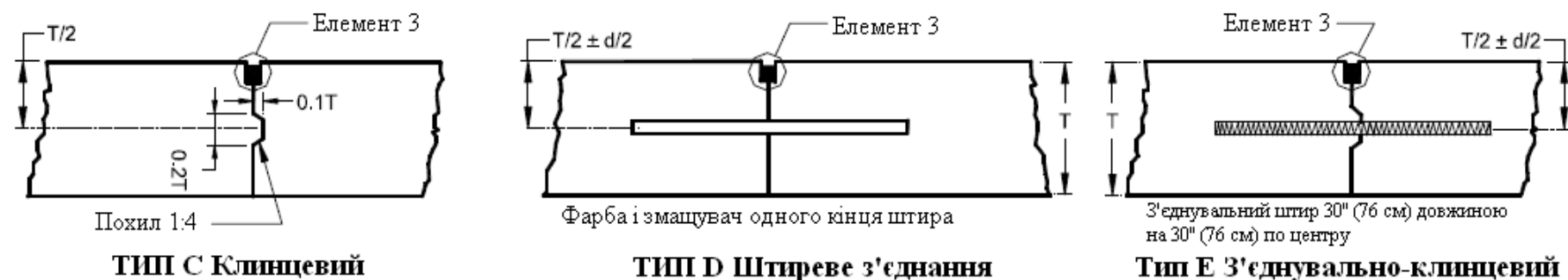


Типи швів та їх елементи жорсткого покриття

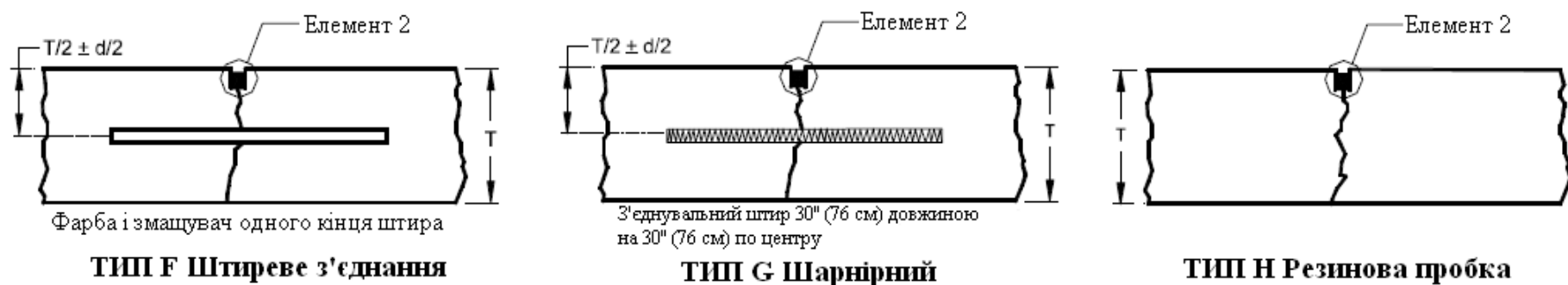
ШВИ РОЗШИРЕННЯ



КОНСТРУКТИВНІ ШВИ



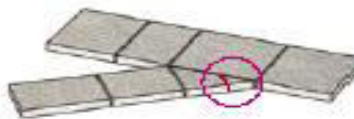
ШВИ СТИСНЕННЯ



Приклад поділу швів на перехресті, та на границі колодязів



правильно



неправильно

Характерні руйнування узбіччя в зонах
спряження

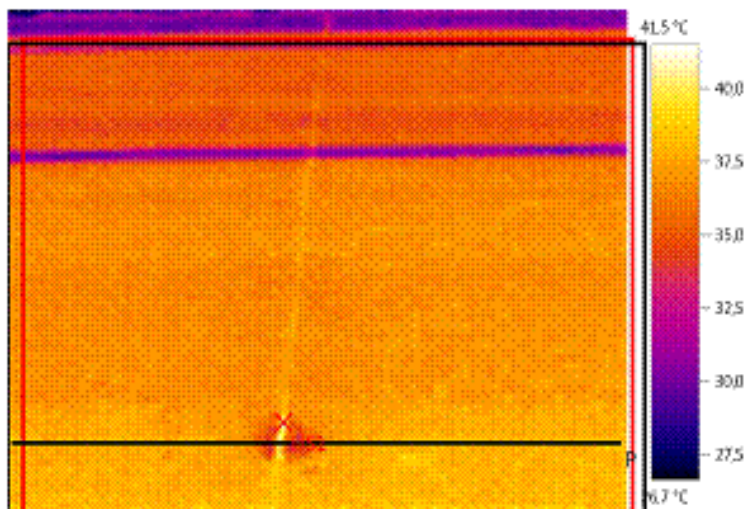


Заливка
герметиком або
бітумно –
полімерні
стрічки

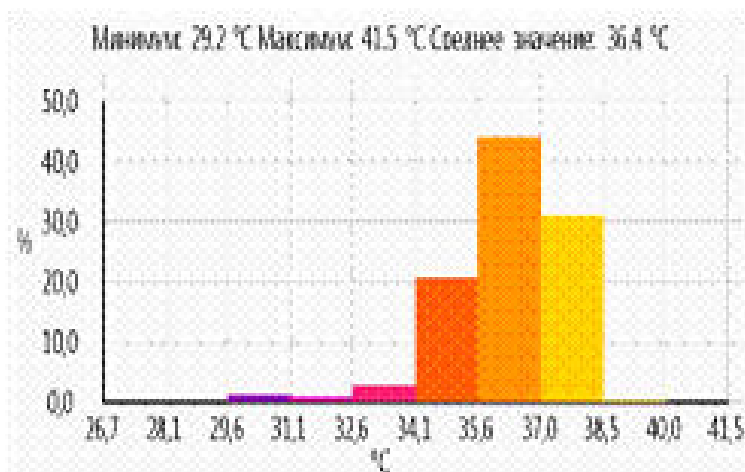
Руйнування в зоні шва



Відшарування тонкошарового асфальтобетону від цементобетону



Гістограма

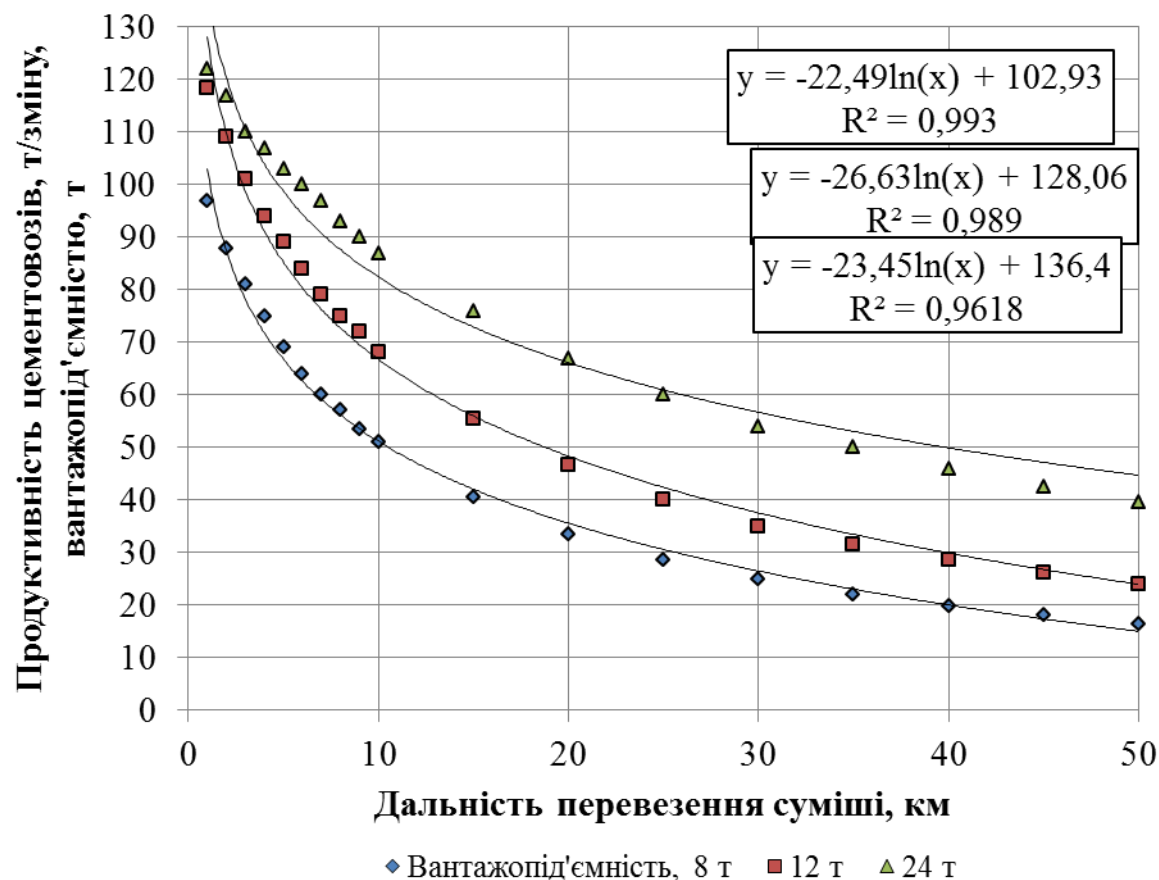


Лінія профілю температур



Технологічні аспекти будівництва цементобетонних доріг

Продуктивність – дальність перевезення



Продуктивність різних транспортних засобів (П)

$$П = \frac{TKq}{\frac{2l}{V} + t},$$

де Т- тривалість робочого дня (зміни), год; К - коефіцієнт використання транспортних засобів по часу, $K = 0,8 \div 0,85$; q - вантажопід'ємність транспортного засобу, т; l - дальність возки матеріалів, км; V - середньотехнічна швидкість, км/год; t - час, необхідний навантажувально - розвантажувальні операції, год.

Технологічні аспекти будівництва цементобетонних доріг

Потреба в автомобілях - самоскидах від дальності транспортування

Конструктивний шар дорожнього одягу товщиною, см	Вид дорожніх покриттів на под'їзних дорогах	Потреба в автомобілях-самоскидах вантажопідємністю 20 т при дальності транспортування, км (при коефіцієнті використання по часу 0,8)																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	35	40
Цементобетонне покриття, см																		
22	Удосконалені	10	11	12	13	13	14	16	17	18	19	22	25	31	37	43	49	55
	Нижчі	11	13	14	16	17	19	20	22	25	26	30	36	45	55	64	74	83
24	Удосконалені	10	11	13	14	14	16	17	18	20	21	23	28	34	40	46	53	60
	Нижчі	11	14	16	17	18	20	22	25	26	29	33	39	49	60	70	80	91
Основа ґрунт, оброблений цементом																		
16	Удосконалені	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	17	19	24	28	33	37	43
	Нижчі	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	23	28	35	43	49	56	64
18	Удосконалені	8	10	10	11	11	13	14	14	16	17	19	22	27	32	37	42	47
	Нижчі	9	11	13	14	14	16	18	19	21	23	26	31	39	47	55	64	72
щебенева основа																		
16	Удосконалені	5	7	7	7	8	8	9	10	11	11	13	14	18	22	25	28	32
	Нижчі	6	8	8	9	10	11	12	13	14	16	17	21	26	32	37	43	49
	Удосконалені	6	7	8	8	8	9	10	11	11	12	14	16	20	23	27	31	35
18	Нижчі	7	8	9	10	10	12	13	14	16	17	19	23	29	35	41	47	53

Розділення для відокремлення шарів

- Розділення необхідне для кращої роботи при експлуатації .
 - Ізолює покриття від основи:
 - Попереджає відображені тріщини.
 - Попереджає з'єднання шарів.
 - Забезпечує стабільну товщину верхнього шару.
 - Традиційно чорний пісок або АБ.
 - Новим є – неткані геотекстильні матеріали (МО, ND, VA...)

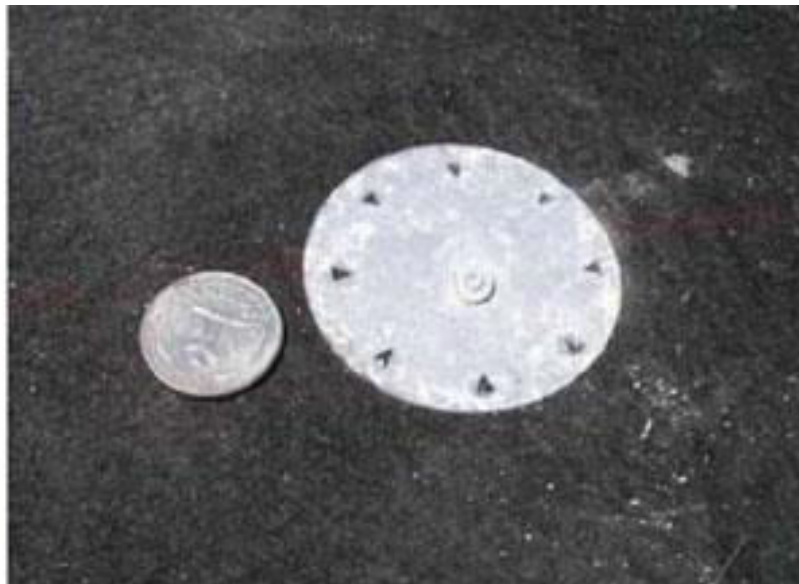


Прошарок із голкопробивного геотекстилю

25



Кріплення геотекстилю до існуючого бетонного покриття



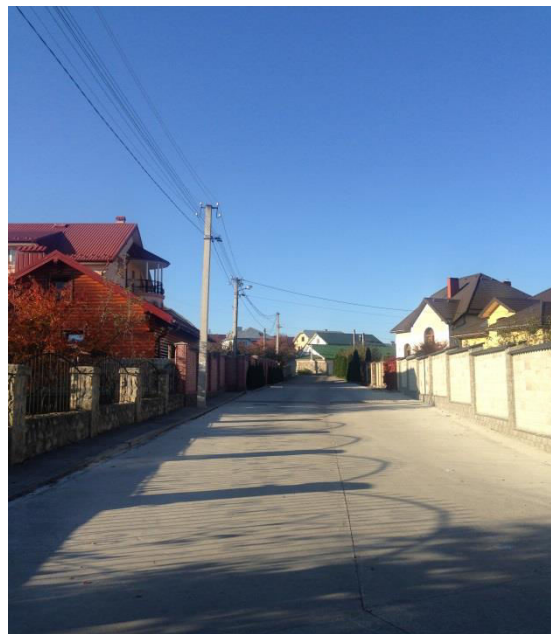
Перекриття з геотекстилю



Влаштування цементобетонного шару покриття з жорсткої бетонної суміші (з ОК менше 2 см) для доріг I – II категорії)



Влаштування покриттів та основ з пластичної бетонної суміші (ПЗ - П4)



В/Ц менше 0,45.
Бетон В 25 – В 30 (М 300-
М350). ОК 5-7. Товщина
бетону 14 - 16 см для доріг
4-5 категорії без
армування. W8 F 130 - 200.
Влаштовується нарізка
бетону на плити.



Лазерний бетоноукладач MANIPAV M-2000.

Дана машина сконструйована для влаштування цементобетонних покриттів та основ автомобільних доріг, площадок та підлог. Машина призначена для рівномірного розподілу свіже укладеного цементобетону безпосередньо після його подачі. Тягове зусилля, необхідне для руху машини, створює бензиновий двигун Honda, який призводить трисекційний гідронасос. Насос направляє гідравлічну рідину під високим тиском в різні циліндри машини для роботи бетоноукладача (колеса, шнек, рейка та ін.) Максимальна швидкість пересування машини рівна 0,6 км / год (10 м / хв). Головні переваги бетоноукладача MANIPAV M-2000 це невелика вага (470 кг) і висока продуктивність. Роботи можуть проводитися безпосередньо на монтованих плитах перекриття із середньою швидкістю 200 кв.м. в годину.

Технічні характеристики стандартної комплектації:

Максимальна висота 1250/1750 мм (*).

Максимальна довжина 2600/2900 мм (*).

Максимальна ширина 1700/2500 мм (*).

Маса в робочому режимі (включаючи паливо) 470 кг.

Максимальна швидкість 0,6 км / год (10 м / хв) .

Максимальний тиск в гідросистемі 250 кг / см².

Налаштування перепускного клапана 120 кг / см².

Довжина рейки (стандартна) 2500 мм.

Ємність паливного бака 5 л.

Ємність гідравлічного бака 40 л.

Фібробетон - цементобетон армований волокнами

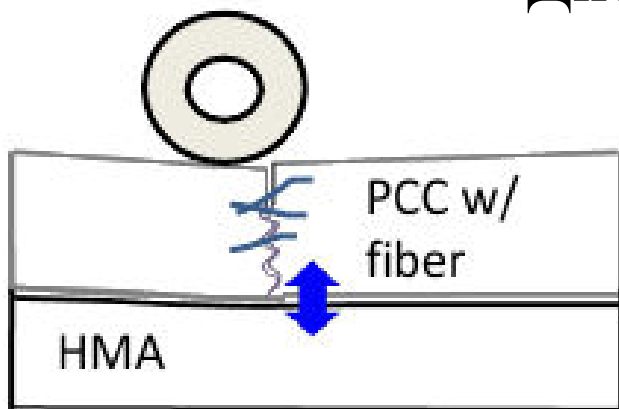
29



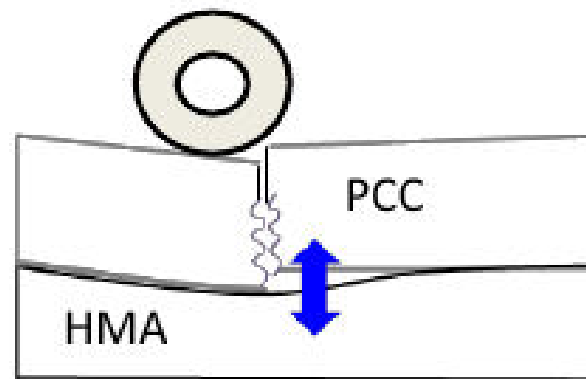
Фібробетон використовується в таких випадках:

- Проект має специфічні вертикальні обмеження (обмеження по товщині плити).
- Якщо асфальтобетонний шар дуже тонкий і не можна забезпечити зв'язок із бетоном.
- Товщина основи і / або її стан є незадовільним.
- Товщина конструкції робить звичайне армування важким до використання (технологічні обмеження).
- Недостатня міцність цементобетону на розтяг при згині.
- Агресивне середовище (рН біля 3 ... 5).
- Ділянки автомобільних доріг та аеродромів, де діє ударне навантаження.

Дисперсні волокна



Залишкова міцність
Відношення = 24%



Структура фібробетону

- Не збільшується міцність на розтяг при згині бетону при типовому дозуванні
- При високому розході волокон може збільшитися міцність, але суміш стає не технологічною (дуже важко з нею працювати).
- Збільшується ударна в'язкість
- Збільшується тріщиностійкість (час проростання тріщини та живучість (довговічність після проростання магістральної тріщини).
- Допомогає контролювати пластичні тріщини усадки.
- Сталево волокно не рекомендується, там де можливе використання антиожеледних солей.



Strux 90/40

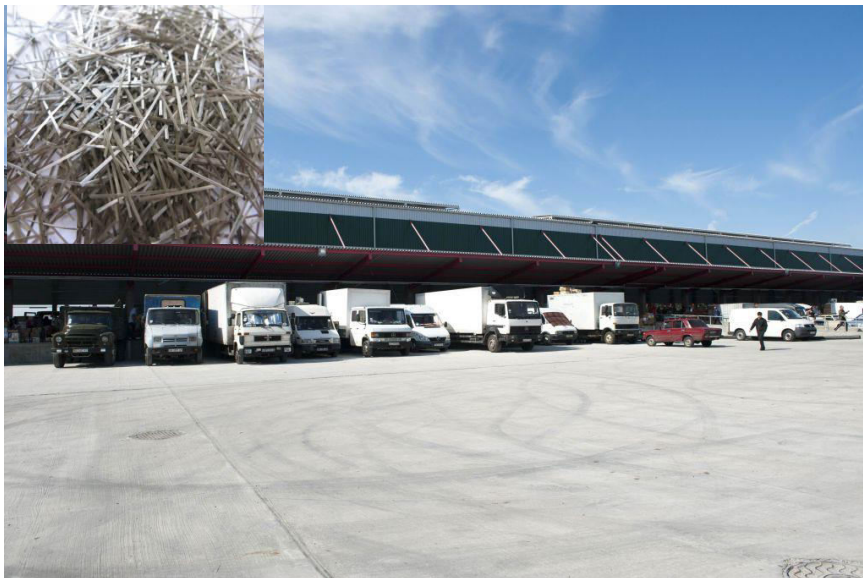


Enduro 600

Київська обл., під'їзд до с. Лісники
(базальтова арматура)



м. Київ, с/г ринок Столичний
(базальтові волокна)



Закарпатська обл., під'їзд до санаторію
Кришталева Купель

31



Базальтова фібра

- підвищує стійкість цементобетонів до стираності на 13%,
- підвищує міцність до 50%.
- підвищує водонепроникність до 30%.
- підвищує морозостійкість до 20%.
- підвищує ударну міцність.

Базальтова арматура

- легша від сталюї арматури в 4 рази,
- збільшує строк служби конструкції в 2-3 рази
- не кородує
- діелектрична
- нетеплопровідна - радіопрозора.

Дренуючий цементобетон. Основні вимоги.



Кам'яний матеріал має бути високої якості, чистий.
Щебінь кубовидної форми.

Водоцементне відношення 0,3 ... 0,4.

Гідравлічні властивості.

Відкриті пори діаметром 1 ... 8 мм мають
займати 15 ... 30% від загального об'єму
цементобетону.

Водопроникність або інфільтрація
вимірюється в мм / с (звичайно 2 - 5,5 мм/с).

Орієнтовний склад суміші

Матеріал	Вміст, %	Вміст, кг
Цемент М 500		320
Пісок фр. 0-5 мм	12 %	180
Щебінь фр. 5 – 10 мм	88 %	1345
Вода		100
В/Ц	0,4	
Добавки і домішки		
Mapecrete Drain L	1,0 %	3,2
Mapetard SD-2000 - сповільнювач схоплення	0,9%	2,9



ДРЕНУЮЧИЙ ЦЕМЕНТОБЕТОН



Результати випробування

Характеристика		Склад	
		№ 2	№ 5
Середня щільність, кг/м ³		1964	2025
Міцність на стиск, МПа	3 доба	10,8	4,2
	7 доба	15,9	17,0
	14 доба	19,2	21,3
	28 доба	21,1	24,9
Міцність на розтяг при згині (28 доба), МПа		3,2	3,6
Модуль пружності (28 доба), МПа		24585	22183
Модуль деформації (28 доба), МПа		11565	12629
Стиранність, г/см ²		0,34	0,33
Морозостійкість		F100	F150
Водопроникна здатність, л/м ²		16	8

Класи бетону на стиск та розтяг при згині

Характеристика	Склад	
	№ 2	№ 5
Клас бетону на стиск	B 15	B 20
Клас бетону на розтяг при згині	B _{tb} 2,4	B _{tb} 2,8

MAPECRETE DRAIN L

- Рідкі добавки для дренуючого цементобетону
- Підвищення міцності на згинання та стискування
- Підвищує зчеплення з частками заповнювача
- Знизити модуль еластичності

Область використання дренуючого цементобетону

34

Велосипедні та пішохідні доріжки,
тротуари

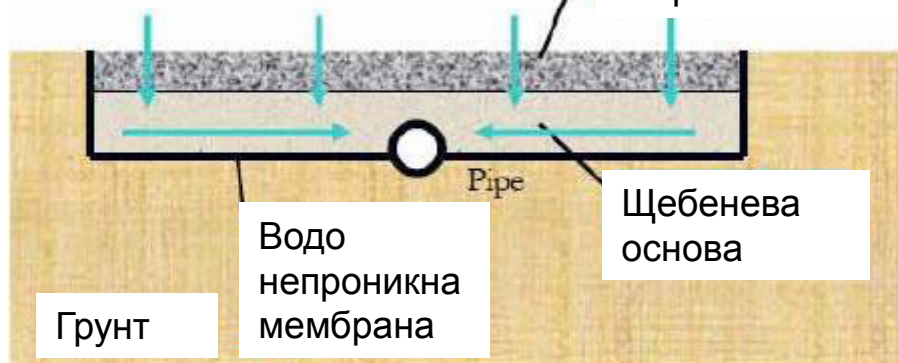


Місця для паркування Міські вулиці та дороги Під'їзні
дороги Основа для звичайного бетону Шумові екрани
Паркінги



Площі, площадки

Дренуюче
цементобетонне
покриття



Іноді в нижній частині основи використовують перфоровані труби, щоб відвести воду до зовнішньої дренажної системи або каналізації

Використання непроникної мембрани допускається, якщо існують певні побоювання щодо якості води або для обмеження забруднення води



Укладка (розподіл суміші)

Широко використовуються вібраційні та ручні розподілювачі суміші, а також укладка під лазерним контролем. Слід уникати надмірного ущільнення, оскільки це може призвести до закриття пор.



Ущільнення

Консолідація здійснюється за допомогою роликового ущільнення. Завдяки швидкому випаровуванню води рекомендується завершити обробку протягом 15 хвилин після розподілу.



Шви

Контрольні шви повинні бути нарізані через кожні 6 - 13,5 м, щоб уникнути температурного розтріскування. Шви покриття повинні збігатися з швами основи. Шви повинні нарізатися не менше ніж на $\frac{1}{4}$ товщини плити.

Догляд за бетоном

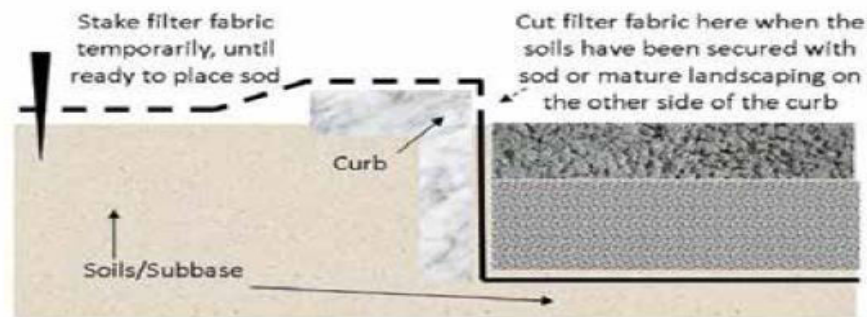


Основу необхідно змочити, щоб запобігти поглинанню води з бетону. При затвердіння рекомендується покривання полімерною захисною плівкою або скроплювання водяним туманом як мінімум протягом 7 днів.

Пігменти можуть також використовуватися для приготування кольорового бетону для будівництва доріг, тротуарів, велосипедних доріжок



Дренуючий геотекстильний матеріалу, використовується для збереження ґрунту що дозволяє воді вільно протікати



УКОЧЕНИЙ БЕТОН, ІСТОРИЧНА СПРАВКА

На початку минулого століття в багатьох країнах бетон у дорожньому будівництві ущільнювали за допомогою котків. Однак наявні тоді котки не забезпечували якості бетону, яка досягалася в тридцять років після впровадження методу віброущільнення. У сімдесяті роки, коли стали замислюватися над відповідними заходами енергозбереження й економічним зміцненням доріг загального користування, поліпшене на той час устаткування зіграло вирішальну роль у повторному відкритті укоченого бетону для дорожнього будівництва.

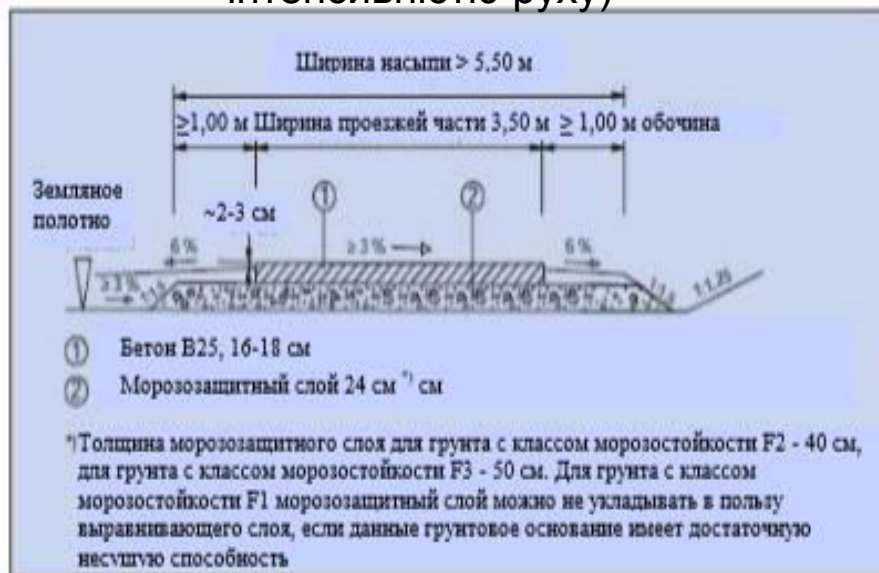
Покриття із укоченого бетону побудовані в 1986 р. в Чернігівській обл. в рамках програми Цемент. Керівник роботи - Борисенко А.А. Випробування показали, що модуль пружності на поверхні шару 16 см становив більше 450 МПа. Для забезпечення морозостійкості поверх шару свіжого бетону влаштована поверхнева обробка. Покриття прослужило 30 років.

У дорожньому будівництві укочений бетон при інтенсивних і високих транспортних навантаженнях використовується в якості несного шару основи. Однак його також використовують для паркувань, доріг промислового призначення, площ для військових потреб і сільських доріг безпосередньо як дорожнє покриття, придатне для руху.

Приклад сільськогосподарської дороги з бетонним покриттям



Стандартний профіль дороги з бетонним покриттям односмугової з'єднувальної (з високою інтенсивністю руху) сільськогосподарської дороги



СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ УКОЧЕНОГО БЕТОНУ



Укочений бетон складається з недроблених і/або дроблених мінеральних речовин, гідравлічних в'язучих речовин і якщо буде потреба заповнювачів і добавок до бетонної суміші. Найчастіше для досягнення максимально можливого ступеня ущільнення суміш підбирається за правилами механіки ґрунтів.

Опір укоченого бетону при стиску відповідає опору бетону для дорожніх покриттів і досягає значення від 30 до 50 Н/мм² (клас міцності В 25 ... В 40).

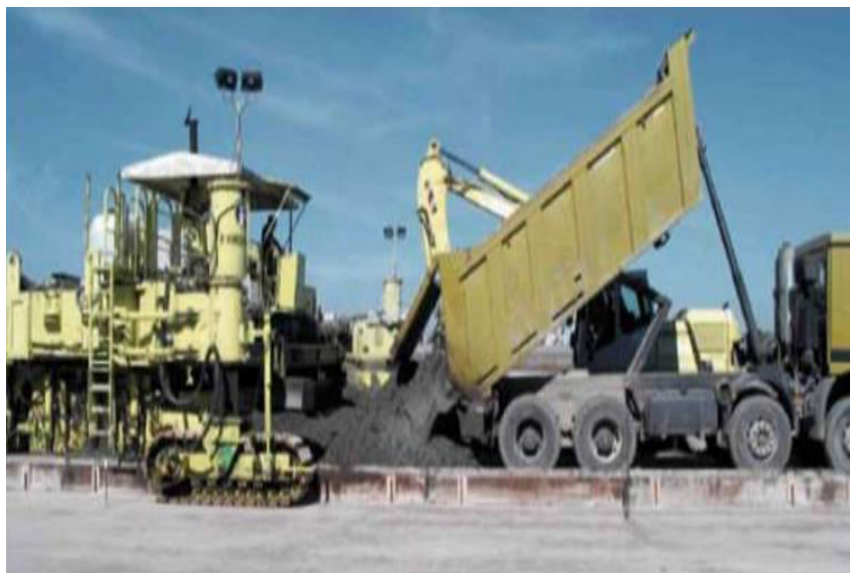
Укочений бетон морозостійкий. Проте, необхідна стійкість до розморозуючих солей забезпечується тільки при дуже високому ступені ущільнення. Повітровтягувальна добавка й кремнеземний пил підвищують опір атмосферним впливам.

При класичному способі дорожнього будівництва укочений бетон вимагає тонкого асфальтобетонного (бітумно – мінерального) покриття або поверхневої обробки для підвищення рівності й шорсткості поверхні.

Виготовлення та влаштування шарів із дорожнього укоченого бетону



Вивантаження бетону на
будівельній ділянці



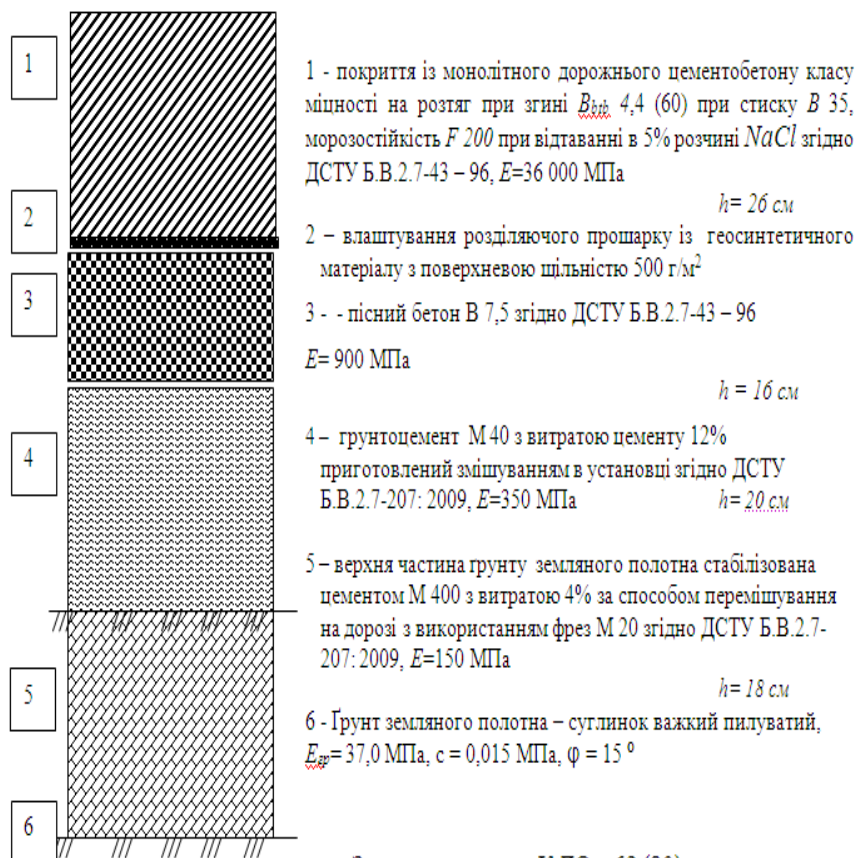
Укочений бетон можна змішувати в цементобетонних (ЦБЗ) або асфальтобетонних (АБЗ) змішувальних установках. Для укладання не потрібно ніякого спеціального устаткування. Досить устаткування, яким укомплектована дорожньо – будівельна організація. Укочений бетон дає меншу усадку, ніж вібрований бетон, що веде до менших усадочних напружень і тим самим скорочує безпеку появи тріщин



Порівняння варіантів КДО жорсткого і нежорсткого типу для АД І – категорії

Вартість 1 м² – 862 грн.

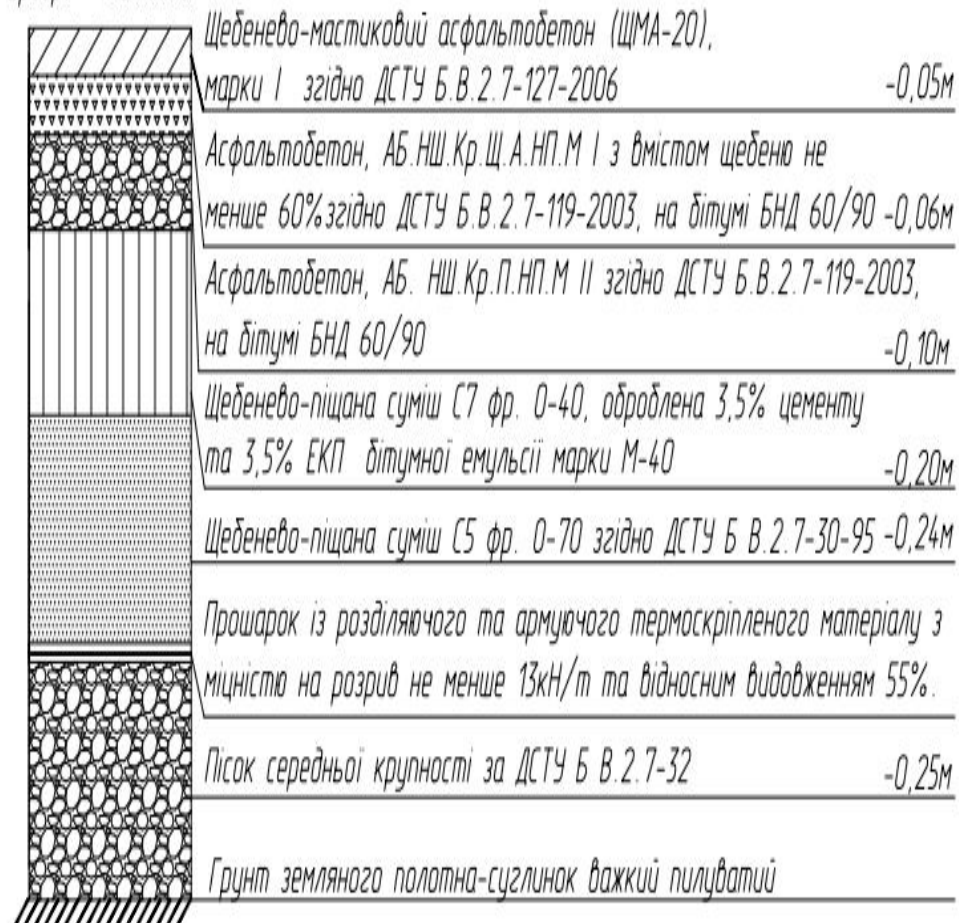
Рекомендована конструкція жорсткого дорожнього одягу із монолітним бетонним покриттям при дії навантаження 115 кН/вісь
Варіант Ж.Н.1. Нове будівництво (пісний бетон + ґрунтоцемент М 40+стабілізація ґрунту М 20)



Загальна товщина КДО – 62 (80) см.

Вартість 1 м² – 1300 грн.

Ерозр. = 481 МПа

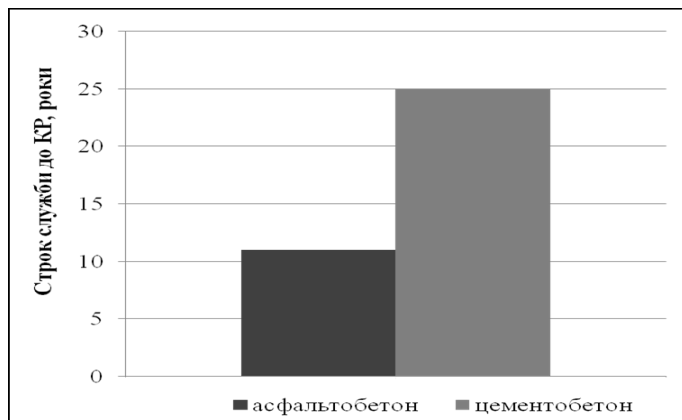


Порівняння варіантів КДО жорсткого і нежорсткого типу для АД І - категорії

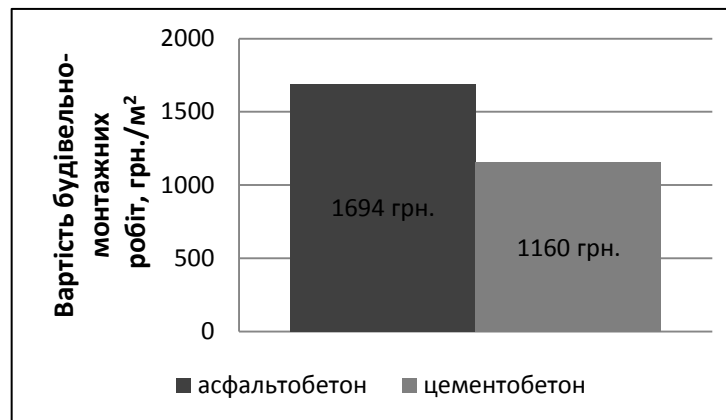
Варіант № 1 конструкція жорсткого дорожнього одягу	Товщи на шару	Вартість 1м ² БМР, грн.	Варіант № 2 конструкція нежорсткого дорожнього одягу	Товщи на шару	Вартість 1м ² БМР, грн.
Монолітний дорожній цементобетон класу міцності на стиск В35, на розтяг при згині В (tb)=4,4 та морозостійкості F=200 згідно ДСТУ Б.В.2.7-43-96	0,26м.	360,48	Щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА-20), марки і згідно ДСТУ Б.В.2.7-127-2006	0,05м.	197,67
			Асфальтобетон, АБ.НШ.Кр.Щ.А.НП.М І з вмістом щебеню не менше 60% згідно ДСТУ Б.В.2.7-119-2003, на бітумі БНД 60/90	0,08м.	231,914
Розділяючий прошарок із геосинтетичного матеріалу щільністю 500 г/м ²		79,58	Асфальтобетон, АБ.НШ.Кр.П.НП.М ІІ згідно ДСТУ Б.В.2.7-119-2003, на бітумі БНД 60/90	0,10м.	207,720
Пісний бетон В 7,5 згідно ДСТУ Б.В.2.7-43-96	0,16м.	219,87	Пісний бетон В7,5 згідно ДСТУ Б.В.2.7-43-96	0,16м.	219,87
			Щебенево-піщана суміш С5 фр.0-70 згідно ДСТУ Б.В.2.7-30-95	0,24м.	256,502
Грунтоцемент М 40, влаштований змішуванням в установці з витратою цементу М400-12%, згідно ДСТУ Б.В.2.7-207:209	0,20м.	202,75	Грунтоцемент М 40, влаштований змішуванням в установці з витратою цементу М400-12%, згідно ДСТУ Б.В.2.7-2007:2009	0,30м.	290,43
Грунт земляного полотна-суглинок важкий пілуватий			Грунт земляного полотна-суглинок важкий пілуватий		
Разом		862,68	Разом		1404,11



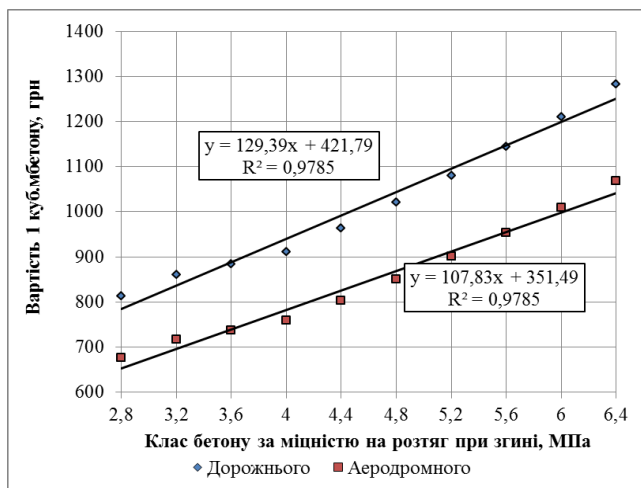
Техніко – економічна ефективність (строки служби,



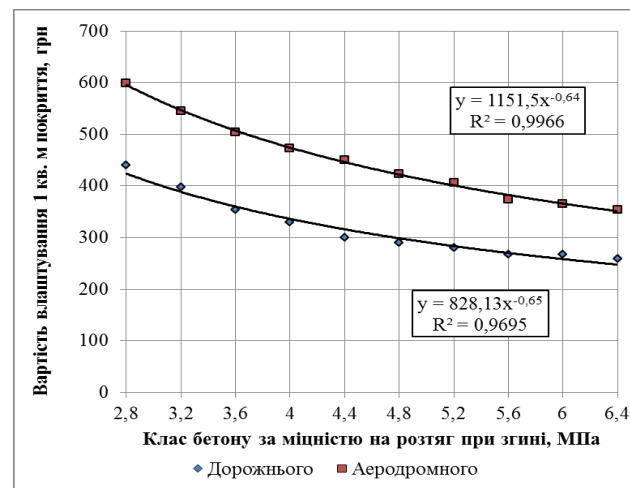
Порівняння строку служби до капітального ремонту асфальтобетонних і цементобетонних покриттів



Порівняння вартості будівельно-монтажних робіт



Зміна ціни 1 куб. м важкого та високоміцного бетону в залежності від класу міцності на розтяг при згині



Результати розрахунку вартості 1 кв. м бетонного покриття в залежності від класу міцності на розтяг при згині



One Belt, One Road

Китай - Один Пояс, один шлях ініціатива (OBOR), запущена в 2013 році, ставить своїм завданням з'єднати крупні Євразійські економіки за рахунок інфраструктури, торгівлі і інвестицій. Ініціатива містить два міжнародні торгові шляхи: наземний "Шовковий шлях економічного поясу" і океанічний "Морський шовковий шлях». Obor охоплює більше ніж 65 країн світу, 50% населення світу і 40% від ВВП. Інвестиції в Obor оцінюються в \$ 9 триліонів доларів США за межами Китаю.

Бетонних покриттів

В світі — 3...6%

В Європі — 30%

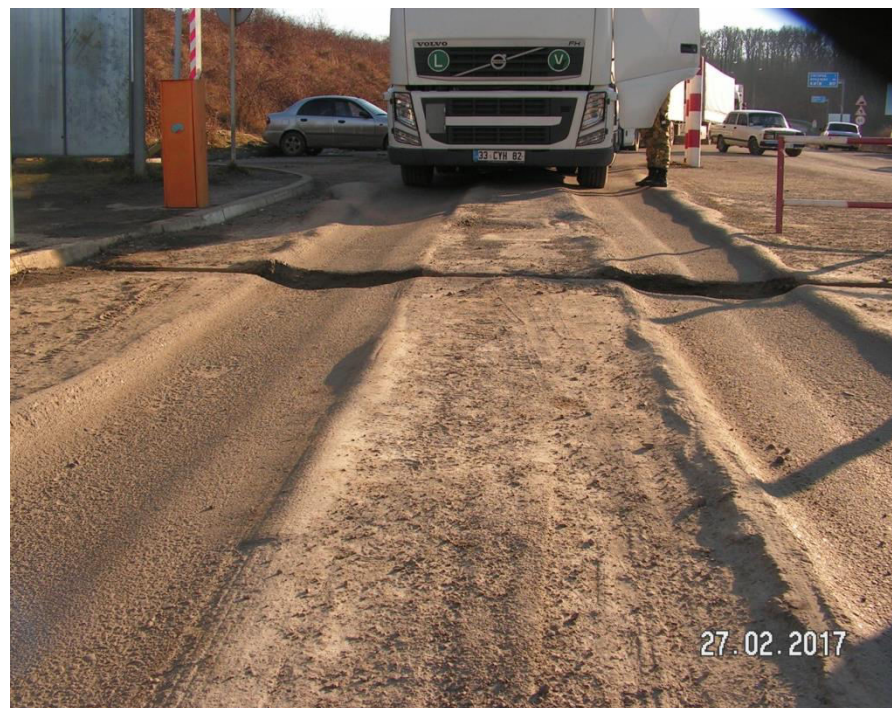
В Україні — 1,4%!!! ???



В Україні “Новий шовковий шлях”,
АД до найбільших промислових
центів, підприємств по переробці
СГ продукції, морським портам
України.

Область раціонального використання ЦБ покриттів

- Під'їзди до аеропортів та аеродромні покриття.
- Під'їзди до морських портів.
- Митниці.
- Стоянки великовагових ТЗ.
- Логістичні центри.
- Об'їзні дороги крупних населених пунктів.
- Дороги промислових підприємств.
- Під'їзди до сільськогосподарських підприємств (ферм, цукрових заводів, пекарень, токів тощо). Маршрути руху контейнерів та зерновозів.



“Бетонні дорожні покриття мають світлий колір, зручні при влаштуванні, дешеві при експлуатації, довго служать і поглинають шум” («Verein Deutsche Zementwerke»)



Основні переваги цементобетонних покриттів в порівнянні з асфальтобетонними:

- більша міцність і довговічність;
- відсутність явища колійності;
- забезпечення більшої безпеки руху;
- наявність вітчизняної сировини;
- менше нагрівання за рахунок світлої поверхні;
- можливість переробки та повторного використання;

В умовах стрімкого зростання навантажень на покриття та нестабільності цін на нафтопродукти і відповідно органічні в'язучі, відсутності власних сировинних запасів нафти для виробництва дорожнього бітуму практично доведено, що замість асфальтобетонних покриттів доріг та аеродромів необхідно будувати жорсткі цементобетонні покриття, в тому числі покриття з уложеного бетону.



КАФЕДРА АЕРОПОРТИ

Дякую за увагу
gir65n@gmail.com
050-352-41-24