

**УТОЧНЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТЕМПЕРАТУР ВИРОБНИЦТВА
ТА УЩІЛНЕННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ**

**SPECIFICATION OF TECHNOLOGICAL TEMPERATURES OF
PRODUCTION AND COMPACTION OF ASPHALT CONCRETE
MIXTURES**

Копинець І.В., к.т.н., Соколова О.Б., Соколов О.В., Юнак А.Л.
(Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний
інститут імені М. П. Шульгіна», м. Київ)

**Kopynets I.V., Ph.D., Sokolova O.B., Sokolov O.V., Yunak A.L. (State
enterprise «State Road Research Institute named after M. P. Shulgin», Kyiv)**

Технологія отримання асфальтобетонів складається з двох основних стадій: процес перемішування суміші кам'яних матеріалів з бітумним в'язучим та процес ущільнення асфальтобетонної суміші, отриманої на першій стадії [1].

У випадку використання в'язких бітумних в'язучих обидва процеси виконують за високих температур: перемішування — від 140 °С до 165 °С, ущільнення — від 155 °С до 85 °С [2].

Метою процесу перемішування є повне покриття зерен кам'яних матеріалів суцільною, рівномірною за товщиною для зерен одного розміру плівкою бітумного в'язучого. Обов'язковим елементом процесу перемішування є переведення термопластичного бітумного в'язучого в текучий стан. Без цього неможливо забезпечити розтікання бітумного в'язучого по поверхні кам'яних матеріалів та її змочування [1].

Вважається, що критерієм призначення мінімально допустимої температури нагрівання в'язучого в процесі перемішування є температура, яка відповідає в'язкості, що є меншою ніж 0,5 Па·с [1, 3]. У Західній Європі у зв'язку з переважним використанням в дорожньому будівництві бітумів з важкої нафти критична в'язкість бітуму під час перемішування з мінеральними матеріалами приймається менше ніж 0,2 Па·с [3].

Температурна залежність в'язкості бітумів визначається їх маркою. Із збільшенням пенетрації знижується в'язкість бітуму. Отримані дані щодо температури нагрівання бітуму включають в стандарти [1].

Ураховуючи, що наказом ДП «УкрНДНЦ» від 12 серпня 2019 року № 246 прийнято нову редакцію ДСТУ 4044 [4], в якій встановлено нове маркування бітумів за показником пенетрації за температури 25 °С, приведене до європейського маркування, існує критична необхідність у встановленні технологічних температур виробництва та ущільнення асфальтобетонних сумішей на основі цих бітумів.

Для цього доцільно проаналізувати вимоги до технологічних

температур виробництва та ущільнення асфальтобетонних сумішей.

В Україні уперше вимоги до цих температур було встановлено в ДБН В.2.3-4:2000 [5]. У даних нормах було встановлено вимоги до температури нагрівання бітуму, що подається у змішувач, температури мінерального матеріалу на виході із сушильного барабану та температури випуску асфальтобетонної суміші.

У подальшому під час перегляду ДБН В.2.3-4:2000 [5] було додатково встановлено вимоги до температури початку ущільнення асфальтобетонних сумішей залежно від вмісту в асфальтобетонній суміші крупного заповнювача. Дані вимоги практично повторювали вимоги ДСТУ Б В.2.7-119:2003 [6]. Можливо у зв'язку з цим в ДБН В.2.3-4:2015 [7] вимоги до температури виробництва та ущільнення асфальтобетонних сумішей було вилучено і зроблено посилання на національні стандарти.

Вочевидь практика зниження технологічних температур ущільнення асфальтобетонних сумішей, що вміщують менше ніж 45 % крупного заповнювача не виправдала себе і в ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [2] було встановлено єдині вимоги до температури ущільнення асфальтобетонних сумішей, які в цілому повторювали вимоги ДБН В.2.3-4:2007 [8] та ДСТУ Б В.2.7-119:2003 [6] до ущільнення асфальтобетонних сумішей із вмістом крупного заповнювача більше ніж 45 %.

При цьому в певних випадках було підвищено температуру нагрівання бітумного в'язучого, знижено температуру нагрівання мінерального матеріалу та, що є найбільш важливим, знижено температуру асфальтобетонних сумішей на виході із змішувача, що при незмінній температурі початку ущільнення асфальтобетонних сумішей привело до того, що фактично температура асфальтобетонної суміші в процесі транспортування не мала змінюватися (див. вимоги до температури асфальтобетонної суміші на виході із змішувача та температури її ущільнення відповідно до марок бітуму БНД 40/60 та БНД 60/90).

Такі вимоги до температури виробництва та ущільнення асфальтобетонних сумішей можна вважати революційними по відношенню до вимог ГОСТ 9128-84 [9], що діяли до розроблення даних стандартів, і в яких установлювали загальну температуру виробництва та ущільнення для бітумів марок БНД 40/60, БНД 60/90 та БНД 90/130.

У Європейському Союзі використовують інший підхід до встановлення технологічних температур в стандартах щодо технічних вимог до асфальтобетонних сумішей та асфальтобетонів. Так, в EN 13108-1:2016 [10] встановлено вимоги до максимальної температури асфальтобетонної суміші, що пов'язано з необхідністю збереження властивостей асфальтобетонної суміші.

Вимоги ж до температури перемішування мінерального матеріалу з бітумом та температури ущільнення асфальтобетонної суміші встановлено в EN 12697-35:2016 [11]. У даному стандарті встановлено опорні

температури ущільнення асфальтобетонних сумішей залежно від марки використовуваного бітуму.

Відповідно до EN 12697-35:2016 [11] під час зменшення в'язкості бітуму (відповідно до встановленого маркування) опорна температура ущільнення асфальтобетонних сумішей поступово знижується на 5,0 °С.

У цей час, максимальна температура перемішування мінерального матеріалу з бітумом повинна бути не більше ніж на 20 °С вищою за опорну температуру ущільнення асфальтобетонних сумішей. Саме значення температури перемішування обирають так, щоб температура асфальтобетонної суміші на момент початку ущільнення знаходилась в межах $\pm 5,0$ °С від опорної температури ущільнення відповідно до марки бітуму. Тобто фактичний діапазон температури початку ущільнення становить 10 °С. Зазвичай за температуру перемішування кам'яного матеріалу з бітумом приймають температуру за якої в'язкість бітуму становить від 0,15 Па·с до 0,19 Па·с, а за температуру ущільнення – від 0,25 Па·с до 0,31 Па·с.

З метою уточнення технологічних температур виробництва та ущільнення асфальтобетонних сумішей було виконано випробування 79 зразків бітумів із значенням глибини проникності голки за температури 25 °С в діапазоні від 45 · 0,1 мм до 106 · 0,1 мм. Для усіх досліджуваних бітумів визначали динамічну в'язкість за температури 135 °С та 160 °С та будували залежність динамічної в'язкості від температури. За температуру перемішування мінерального матеріалу з бітумом приймали температуру за якої в'язкість бітуму становила від 0,15 Па·с до 0,19 Па·с, а за температуру ущільнення – від 0,25 Па·с до 0,31 Па·с.

Результати випробування показали, що діапазон температури виробництва асфальтобетонних сумішей на бітумі марки БНД 50/70 становить від 162 °С до 175 °С, на бітумі марки БНД 70/100 – від 141 °С до 167 °С, а на бітумі марки БНД 100/150 – від 141 °С до 167 °С (табл. 1).

При порівнянні отриманих даних з існуючими вимогами можна бачити, що установлений діапазон температури виробництва асфальтобетонних сумішей на бітумі марки БНД 50/70 є на (10 – 22) °С вище за відповідний діапазон температур згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] та всього на (5 – 7) °С вище за діапазон згідно з ДСТУ EN 13108-1 [10]. Установлений діапазон температури виробництва асфальтобетонних сумішей на бітумі марки БНД 70/100 є на (6 – 12) °С вище за відповідний діапазон температур згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2], а нижня межа встановленого діапазону є на 9 °С нижчою за відповідну межу згідно з ДСТУ EN 13108-1 [10] при практично однаковій верхній межі діапазону температур. При порівнянні даних по бітуму марки БНД 100/150 бачимо, що отриманий діапазон практично співпадає з діапазоном температур згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] та є значно нижчим за діапазон температур згідно з ДСТУ EN 13108-1 [10] (на (10 – 15) °С).

Такі результати можуть свідчити про більшу температурну чутливість бітумів, що використовують в Україні, в порівнянні з бітумами, що виробляють та використовують в Європейському Союзі.

Проведені дослідження дозволили установити орієнтовну температуру нагрівання бітуму під час виробництва асфальтобетонних сумішей, температуру нагрівання заповнювачів на виході із сушильного барабана, температуру асфальтобетонних сумішей на виході зі змішувача та перед вивантаженням в асфальтоукладач (табл. 1).

Таблиця 1

Орієнтовні температури

Марка бітуму	Температура, °С			
	бітуму, що подають у змішувач	заповнювачів на виході із сушильного барабана	асфальтобетонної суміші на виході зі змішувача	асфальтобетонної суміші перед вивантаженням в асфальтоукладач
БНД 35/50	від 160 до 180	від 180 до 190	від 165 до 180	не нижче ніж 155
БНД 50/70	від 150 до 170	від 175 до 185	від 155 до 170	не нижче ніж 145
БНД 70/100	від 145 до 165	від 170 до 180	від 150 до 165	не нижче ніж 140
БНД 100/150	від 135 до 155	від 165 до 175	від 140 до 155	не нижче ніж 130

Список використаних джерел

1. Золотарьов В.О. Дорожні бітумні в'язучі та асфальтобетони. Частина 2. Дорожні асфальтобетони. Харків: ХНАДУ, 2016. 204 с.
2. ДСТУ В.В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови [Чинний від 2012-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України. 2019. 49 с.
3. Пиріг Я.І. Про особливості призначення температури технологічного нагріву бітуму. *Вісник ХНАДУ*. 2013. Вип. 60. С. 95-99.
4. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови [Чинний від 2020-05-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2019. 14 с.
5. ДБН В.2.3-4-2000 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Київ, 2000.
6. ДСТУ В.В.2.7-119:2003 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України. 2003.
7. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі змінами. Київ, 2015. 94 с.
8. ДБН В.2.3-4:2007 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі змінами. Київ, 2007.
9. ГОСТ 9128-84 Суміші асфальтобетонні дорожні, аеродромні і асфальтобетон. Технічні умови.
10. EN 13108-1:2016 Bituminous mixtures – Material specifications – Part 1: Asphalt Concrete.
11. EN 12697-35:2016 Bituminous mixtures – Test methods – Part 35: Laboratory mixing.