

УДК 625.855.3

А. А. СТУКАЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В работе представлены результаты технологического старения асфальтобетонных смесей в зависимости от температуры и времени производства. Приведены результаты технологического старения на асфальтобетонном заводе (АБЗ) после производства асфальтобетонной смеси, хранения в накопительном бункере и транспортирования к месту укладки в конструктивные слои дорожной одежды.

асфальтобетонная смесь, технологическое старение, параметры производства

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Асфальтобетон является наиболее широко применяемым материалом для строительства и ремонта автомобильных дорог как в Украине, так и за рубежом. Существенным недостатком асфальтобетона является его склонность к старению, под которым следует понимать необратимый процесс изменения его структуры и свойств. Старение асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов происходит на всех этапах, начиная с производства асфальтобетонной смеси и заканчивая укладкой в конструктивные слои дорожной одежды и дальнейшей эксплуатацией [1, 2, 3].

Целью работы является изучение закономерностей технологического старения асфальтобетонных смесей в процессе производства, хранения в накопительном бункере и транспортирования к месту укладки в конструктивные слои дорожной одежды.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Горячие асфальтобетонные смеси типа Б, приготовленные на нефтяном дорожном битуме БНД 60/90; бинарная смесь «битум БНД 40/60 + 60 % по массе известнякового минерального порошка»; асфальтобетонные смеси, отобранные из асфальтосмесительной установки и накопительного бункера АБЗ, кузова автомобиля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В лабораторных условиях были приготовлены горячие асфальтобетонные смеси при температуре 150, 165 и 180 °С и времени перемешивания смеси 7, 9 и 11 минут, что соответствует 1, 2 и 3 минутам перемешивания смеси в асфальтосмесительной установке АБЗ. Асфальтобетонные образцы-цилиндры ($d = h = 5$ см), отформованные из полученных асфальтобетонных смесей, были испытаны на прочность при сжатии при 0 °С (R_0) и установлено критическое значение $R_0 > 8$ МПа. Результаты испытания приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предел прочности при сжатии при 0 °С (R_0) образцов асфальтобетона в зависимости от температуры (T , °С) и времени производства (t , мин) асфальтобетонной смеси

R ₀ , МПа			
<div>T, °C</div> <div>t (мин)</div>	t ₁ (7 минут)	t ₂ (9 минут)	t ₃ (11 минут)
T ₁ (150 °C)	6,7	7,2	7,7
T ₂ (165 °C)	7,5	7,9	8,2
T ₃ (180 °C)	8,2	8,6	8,8

© А. А. Стукалов, 2014

По данным таблицы 1 были определены тангенсы угла наклона ($\operatorname{tg} \alpha$) кривых в зависимости от температуры T ($^{\circ}\text{C}$)

$$\operatorname{tg} \alpha_{(150)} = \frac{7,7-6,7}{4} = 0,25 \text{ (2,5)}, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(165)} = \frac{8,2-7,5}{4} = 0,175 \text{ (1,75)}, \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(180)} = \frac{8,8-8,2}{4} = 0,15 \text{ (1,5)}, \quad (3)$$

и времени производства t (мин) асфальтобетонной смеси

$$\operatorname{tg} \alpha_{(7)} = \frac{8,2-6,7}{30} = 0,05 \text{ (0,5)}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(9)} = \frac{8,5-7,2}{30} = 0,043 \text{ (0,43)}, \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(11)} = \frac{8,8-7,7}{30} = 0,036 \text{ (3,6)}, \quad (6)$$

и построены соответствующие зависимости (рисунок, а и б).

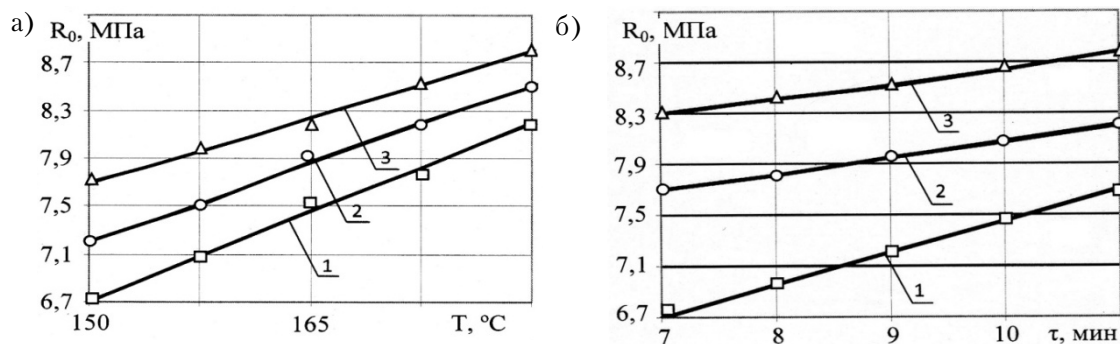


Рисунок – Зависимость предела прочности при 0°C (R_0) асфальтобетона: а) в зависимости от температуры (T) и времени производства асфальтобетонной смеси: 1, 2, 3 – соответственно в течение 7, 9 и 11 минут; б) в зависимости от времени (τ) и температуры производства асфальтобетонной смеси: 1, 2, 3 – соответственно при 150, 165, 180 $^{\circ}\text{C}$.

Как следует из уравнений, влияние температуры в 3,5–5,0 раз выше, чем времени приготовления асфальтобетонных смесей. Характерно, что чем выше температура производства асфальтобетонных смесей, тем меньше ее влияние на предел прочности асфальтобетона при сжатии при 0°C . Так, приращение предела прочности при R_0 (рис. 1а) в зависимости от температуры в интервале 150–180 $^{\circ}\text{C}$ и времени производства смеси 7–11 минут при $T = 150^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 7$ –11 минут составляет $\operatorname{tg} \alpha (150) = 0,25$, $T = 180^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 7$ –11 минут $\operatorname{tg} \alpha (180) = 0,15$.

Результаты экспериментально-статистического моделирования подтвердили определяющую роль температуры производства асфальтобетонных смесей, влияние которой при технологическом старении в 4,5 раза выше времени производства смеси. Модель рассчитана по показателю предела прочности при сжатии при 0°C асфальтобетонных образцов (7)

$$Y_1(x_1, x_2) = -23,425 + 1,5x_1 + 0,339x_2 + 0,125x_1^2 - 0,025x_1x_2, \quad (7)$$

где Y_1 – предел прочности при сжатии асфальтобетона при 0°C (R_0);

x_1, x_2 – варьируемые интервалы температуры (150–180 $^{\circ}\text{C}$) и времени (7–9 мин) производства асфальтобетонной смеси соответственно.

Аналогичные закономерности получены при производстве асфальтовязующего вещества, приготовленного на известняковом минеральном порошке и битуме БНД 40/60 ($\Pi_{25} = 52$ град.). Зависимость $\lg R_0 = f(T_{\text{пр}})$ в диапазоне температур производства $T_{\text{пр}} = 140$ –180 $^{\circ}\text{C}$ представлена двумя прямыми с точкой перегиба 170 $^{\circ}\text{C}$ и характеризуется интенсивностью старения на участке $T_{\text{пр}} = 140$ –170 $^{\circ}\text{C}$

$$K_{ст(1)} = \frac{\lg R_{0(170)} - \lg R_{0(140)}}{\lg R_{0(140)}} = 0,04, \quad (8)$$

и на участке $T_{пр} = 170-180$ °С $K_{ст(2)} = 0,09$. Таким образом, критической температурой производства асфальтобетонных смесей следует считать температуру 170 °С.

В условиях АБЗ была отобрана асфальтобетонная смесь после прохождения ею следующих технологических этапов: исходная асфальтобетонная смесь ($T_{пр} = 166$ °С) (Исх.), та же смесь после хранения в накопительном бункере АБЗ в течение 2 ч 45 мин при $T = 166$ °С (Т-Б) и транспортирования к месту укладки в покрытие автомобильной дороги в течение 1 часа (Тр-ка).

Из отобранных смесей были отформованы образцы-цилиндры ($d = h = 5$ см) для определения предела прочности на растяжение при расколе при 0 °С (скорость подъема плиты прессы 50 мм/мин) и образцы-балочки ($4 \times 4 \times 16$ см) для определения предела прочности на растяжение при изгибе при 20 °С. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Предел прочности на растяжение при расколе при 0 °С ($R_{раск}^0$) образцов-цилиндров и предел прочности на растяжение при изгибе при 20 °С образцов-балочек ($R_{раст}^{20}$)

Условия старения асфальтобетонной смеси	$R_{раск}^0$, МПа	$R_{раст}^{20}$, МПа
Исх.	4,31	1,31
Т-Б	4,37	1,64
Тр-ка	4,53	1,92

Динамика предела прочности на растяжение при расколе (табл. 2) свидетельствует о старении асфальтобетонных смесей на всех технологических этапах.

ВЫВОДЫ

Старение горячих асфальтобетонных смесей происходит на всех технологических этапах, начиная с производства смеси и заканчивая транспортировкой к месту укладки в конструктивные слои дорожной одежды автомобильной дороги. Определяющую роль на интенсивность старения асфальтобетонных смесей оказывает температура производства, влияние которой в 3,5–5,0 раз выше времени производства. Критической температурой производства горячих асфальтобетонных смесей является температура 170 °С. Чем выше значение температуры, тем меньше ее влияние на предел прочности при сжатии асфальтобетона при 0 °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саенко, С. С. Изменение свойств битума в рабочем котле АБЗ [Текст] / С. С. Саенко // Известия ВУЗов. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2007. – № 4. – С. 105–106.
2. The Shell Bitumen Handbook [Текст] / J. Read, D. Whiteoak. – Fifth Edition. – London : Shell Bitumen, 2003. – 460 p.
3. Братчун, В. И. О некоторых закономерностях старения бетонных смесей и бетонов на органических вяжущих на примере дегтебетонов [Текст] / В. И. Братчун, Д. В. Гуляк, В. Л. Беспалов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного ун-та. – Харьков : ХНАДУ, 2008. – Вып. (40). – С. 59–64.

Получено 08.05.2014

О. А. СТУКАЛОВ

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАРІННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

В роботі представлені результати технологічного старіння асфальтобетонних сумішей залежно від температури і часу виробництва. Наведені результати технологічного старіння на асфальтобетонному заводі (АБЗ) після виробництва асфальтобетонної суміші, зберігання в накопичувальному бункері і транспортування до місця укладання в конструктивні шари дорожнього одягу.

асфальтобетонна суміш, технологічне старіння, параметри виробництва

ALEKSANDR STUKALOV

FEATURES OF TECHNOLOGICAL AGING OF ASPHALT MIXTURES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The results of technological aging of asphalt mixtures depending to the temperature and time of production have been given. The results of technological aging in the asphalt-concrete plant (ACP) after the production of asphalt mixes, storage in a storage hopper and transportation to the placement in structural layers of the road pavement have been also given.

asphalt mixture, technological aging, the production parameters