

## **ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИТУМА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СОПОЛИМЕРОМ СБС**

*Пахолак Роман*

*Белостокский Технический Университет*

### **Аннотация**

В статье представлены результаты исследования пенетрации, температуры размягчения и динамической вязкости битума 50/70, модифицированного сополимером СБС в различных количествах. Представленные результаты показали, что используемый модификатор значительно снижает температурную чувствительность базового вяжущего, повышает его устойчивость к деформации и, тем самым, продлевает срок службы дорожного покрытия.

### **Введение**

В мире существует большое количество различных методов модификации битумных вяжущих веществ, которые по-разному влияют на изменения реологических свойств вяжущего (добавки восков, серы, резиновой крошки, пластимеров, производных каучуков, окислителей). Однако, на рынке наиболее себя зарекомендовал сополимер СБС [1-3].

Асфальтобетонные смеси с использованием вяжущих, модифицированных эластомерами обладают улучшенными свойствами в диапазоне эксплуатационных температур покрытия, такими как: устойчивость к воздействию низких температур в зимнее время, устойчивость к воздействию воды и образованию колеи, а также высокой усталостной прочностью [4, 5].

### **Использованные материалы и программа исследования**

В исследовании использовались следующие вяжущие вещества:

- базовый битум 50/70;
- битум 50/70 модифицированный 5% СБС (обозначение S-5);
- битум 50/70 модифицированный 10% СБС (обозначение S-10).

Образцы битума были подготовлены в соответствии с требованиями PN-EN 58 и PN-EN 12594. Процесс модификации включал в себя нагрев до  $180 \pm 5$ °C битума 50/70, затем добавление соответствующего количества сополимера и его равномерное перемешивание лабораторным миксером в течение 1 часа.

Для оценки технических характеристик модифицированных вяжущих были проведены следующие испытания:

- пенетрация при температуре 5°C, 15°C и 25°C в соответствии с PN-EN 1426,
- температура размягчения по методу "кольцо и шар" (КиШ) согласно PN-EN 1427,
- динамическая вязкость при 90°C, 110°C и 135°C в соответствии с PN-EN 13302.

### Результаты испытаний

Результаты определения пенетрации модифицированного вяжущего и базового битума 50/70 при температуре 5°C, 15°C и 25°C представлены на рисунке 1.

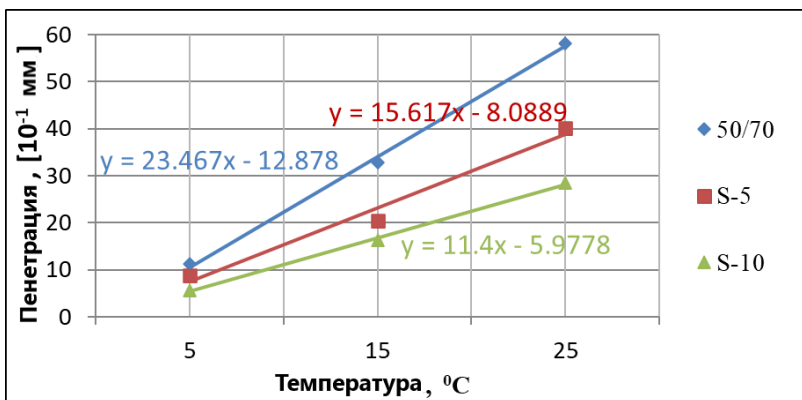


Рис. 1 Пенетрация битума при 5оС, 15оС и 25оС

На основании полученных результатов при различных температурах испытания было установлено, что модификатор в виде сополимера СБС приводит к уменьшению пенетрации битума во всем диапазоне анализируемых температур. Это свидетельствует о том, что используемая добавка увеличивает жесткость вяжущего. Данный эффект приводит к значительно меньшей чувствительности вяжущего к изменениям температур по отношению к немодифицированному битуму 50/70, что подтверждается меньшим углом наклона к оси абсцисс линейных функций представленных на рисунке 1. Наименьшей температурной чувствительностью из исследуемых вяжущих обладает битум модифицированный S-10 (значение коэффициента наклона линии тренда 11.4), далее следует битум S-5 (коэффициент наклона 15.617), а затем битум 50/70 (коэффициент наклона 23.467).

Средние значения температуры размягчения КиШ базового и модифицированного битума представлены на рисунке 2.

На основании результатов испытаний температуры размягчения модифицированных битумов обнаружено, что модифицирующая добавка СБС вызывает значительное повышение температуры размягчения по отношению к чистому битуму 50/70. Это достаточно положительный эффект ввиду того, что асфальтобетонные смеси с применением этих вяжущих веществ будут отличаться гораздо более высокой устойчивостью к образованию колеи по сравнению со смесями с использованием не модифицированного битума 50/70. Установлено, что наибольшим приростом температуры размягчения по отношению к битуму 50/70 характеризуется модифицированное вяжущее S-10 (прирост +45.81 °С), далее следует вяжущее S-5 (прирост +27.76 °С) и битум 50/70 (температура размягчения 50.23 °С).

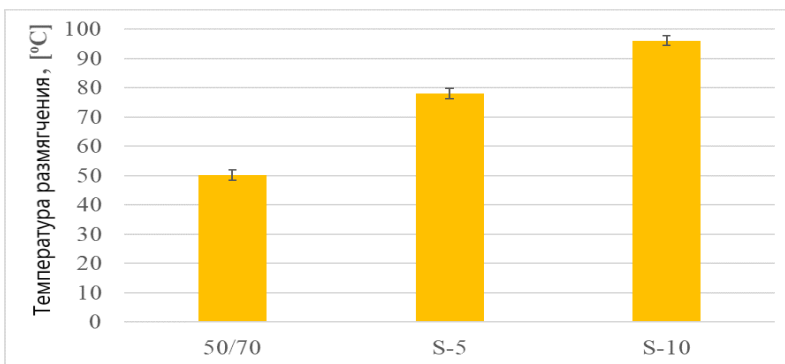


Рис. 2 Температура размягчения

На рисунке 3 представлены средние значения динамической вязкости при 90°С, 110°С и 135°С.

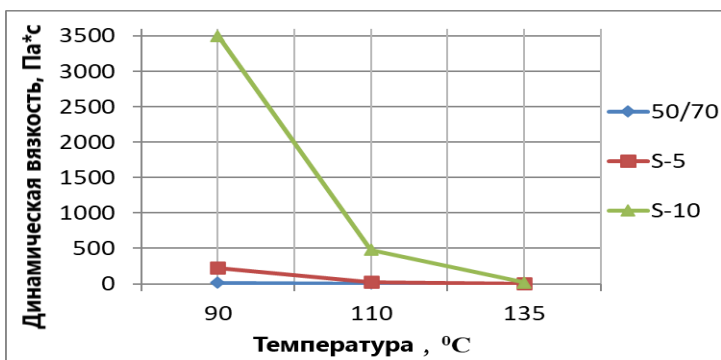


Рис.3 Динамическая вязкость при 90оС, 110оС и 135оС

Из графика зависимости динамической вязкости битума от количества используемого модификатора следует, что добавка S-10 приводит к резкому увеличению вязкости битума 50/70. Такое явление крайне нежелательно, из-за необходимости повышения технологических температур в процессе изготовления и укладки асфальтобетонных смесей. Наилучший результат динамической вязкости был получен для S-5 при 90°С по сравнению с битумом 50/70 (+1967 %).

### Вывод

На основании проведенных исследований пенетрации, температуры размягчения КиШ и динамической вязкости битума, модифицированного сополимером СБС при различных температурах, можно сделать следующие выводы:

1. Модифицированный битум в исследовании пенетрации показал гораздо меньшую чувствительность к изменениям температуры по сравнению с чистым битумом 50/70. Наилучшие значения были получены при модификации сополимером SBS в количестве 10%.

2. Исследования температуры размягчения показали, что модифицированные вяжущие характеризуются гораздо более высокой температурой размягчения по сравнению с битумом 50/70. В этом исследовании наиболее качественные результаты были получены с использованием модификации битума 50/70 сополимером СБС в количестве 10%.

3. На основании исследования динамической вязкости установлено, что модифицированные вяжущие характеризуются более высокой вязкостью по отношению к битуму 50/70. Лучшие результаты были получены с использованием СБС в количестве 5%.

## Литература

1. Zhao, X., Wang, S., Wang, Q., & Yao, H. (2016). Rheological and structural evolution of SBS modified asphalts under natural weathering. *Fuel*, 184, 242-247.
2. Saboo, N., & Kumar, P. (2016). Performance characterization of polymer modified asphalt binders and mixes. *Advances in Civil Engineering*, 2016.
3. Behnood, A., & Gharehveran, M. M. (2019). Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders. *European Polymer Journal*, 112, 766-791.
4. Behnood, A., & Olek, J. (2017). Rheological properties of asphalt binders modified with styrene-butadiene-styrene (SBS), ground tire rubber (GTR), or polyphosphoric acid (PPA). *Construction and Building Materials*, 151, 464-478.
5. Veeragavan, A. (2011). Dynamic mechanical characterization of asphalt concrete mixes with modified asphalt binders. *Materials science and engineering: A*, 528(21), 6445-6454.