

UDC 691.5

OLEG PSHENICHNYKH, NINA MIKLASHEVICH

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**RESISTANCE OF MODIFIED BREAKSTONE TO MASTIC ASPHALT CONCRETE
TO WHEEL TRACK RUTTING**

Abstract. Comparative results of the study of rutting resistance of breakstone asphalt concrete modified with ethylene glycidyl acrylate of the «Elvaloy-AM» brand are presented. It is shown that a complex modification of the structure of asphalt concrete with ethylene glycidyl acrylate Elvaloy-AM and polyphosphoric acid can significantly improve the deformation-strength properties of breakstone-mastic asphalt concrete. It was established that after over 20 thousand wheel passes along one track, the track depth of the traditional crushed stone mastic asphalt concrete was 2.5 mm, and that of the complex-modified structure was 1.5 mm.

Key words: breakstone mastic asphalt concrete, polymer modifier, structure, rut-resistance

PROBLEM STATEMENT

The main material for the construction of non-rigid pavement coatings for roads is asphalt mixtures. In works [1–2], it was shown that in the process of operation asphalt concrete in the road structure and, especially, in the upper coating layer, is subjected to dynamic and long-term static loads from the traffic flow, temperature and humidity, and various effects of aggressive environments.

To increase the durability of asphalt, petroleum road bitumen is modified with polymeric additives and surfactants [3–6], for example, ethylene glycidyl acrylate in combination with polyphosphoric acid. It is assumed that modified asphalt concrete will have increased durability under the influence of various aggressive environments, since the introduction of a modifier containing glycidyl functional groups will activate surface mineral materials, making it inaccessible to absorbable moisture.

The introduction of a small amount of ethylene glycidyl acrylate into the initial bitumen gives it elastic properties and leads to an increase in the softening temperature of the bitumen binder. Cohesion increases significantly and adhesion to mineral materials increases. Unlike SBS polymers that are physically dispersed in bitumen, Elvaloy physically and chemically reacts with the bitumen asphaltogenic acids. After bitumen modification with Elvaloy polymer, delamination does not occur, due to which long-term storage and transportation of a bitumen polymer binder at technological temperatures is possible [4].

It was established [5] that when the Elvaloy-AM polymer and polyphosphoric acid are contained in an organic binder, a reticulated spatial structure is formed from molecules and supramolecular formations of terpolymer as a result of hydration, condensation, and cationic polymerization of active protons of polyphosphoric acid with glycidyl groups of ethylene glycidyl acrylate as well as with bitumen reaction groups (esterification of hydroxyl- and carboxyl-containing components).

Comprehensive modification of asphalt concrete allows increasing the density of the material and improving its physical and mechanical and deformation-strength characteristics. It leads to a decrease in depth, pores and defects in the upper layers of pavement. At the same time, the shear resistance of asphalt-polymer concrete modified with ethylene glycidyl acrylate has not been adequately studied.

The aim of the work is to study the effect of complex modification of petroleum road bitumen with ethylene glycidyl acrylate together with polyphosphoric acid and mineral materials on the resistance of asphalt concrete to wheel track rutting.

The object of research is breakstone – mastic asphalt concrete. As an organic binder, road oil bitumen 60/90 and bitumen modified with ethylene glycidyl acrylate grade in combination with polyphosphoric acid were used.

Bitumen-polymer binder was prepared as follows:

Mixing bitumen-polymer binder was carried out for one hour. 0.2 % by weight of bitumen was added to the bitumen-polymer astringent polyphosphoric acid. The mixing time of the composition «bitumen-polymer binder – polyphosphoric acid» was 30 minutes. When modifying mineral materials (breakstone, sand and mineral powder), a solution of ethylene glycidyl acrylate in unleaded gasoline was prepared. Mineral materials were surface activated with a 0.7 % ethylene glycidyl acrylate solution.

Physico-mechanical properties of organic binders are shown in table.

Table – Physical and mechanical properties of organic binders

Indicator Names	All Union State Standard Requirements	Standard bitumen	PRB 60/90 + 2 % Elvaloy-AM + 0.2 % PhA – 105
Needle penetration depth, × 0.1 mm at 25 °C at 0 °C	61-90 no less 20	80 30	52 16
Stretch, cm at 25 °C at 0 °C	no less 5.5 no less 3.5	72.8 8.2	59 13
The softening temperature of the ring and ball, °C	no less 47	48.1	54
Fragility temperature, °C	no higher minus 15	minus 14	minus 15

ANALYSIS OF THE RESULTS

Samples of breakstone mastic asphalt concrete with a size of 40×320×260 mm were tested. The sample was impacted by repeatedly driving wheels of a certain size and shape with a constant vertical load of 0.7 MPa at the temperature of 60 °C. Thus, the process of rut formation was imitated under actual operating conditions on the road. At the same time, the process of deformation development was recorded depending on the number of cycles of the driveways.

The research results showed that the introduction of polymer additives into bitumen and the surface activation of mineral materials (breakstone, sand, mineral powder) with a polymer can reduce the rut depth in the pavement. A sample of breakstone mastic asphalt concrete with a complex-modified structure has a smaller depth compared to conventional breakstone mastic asphalt concrete. After 20 thousand wheel passes along one track, the track depth of the initial sample prepared from standard asphalt mix was 2.5 mm, and that of the complex-modified structure was 1.5 mm.

The test results are shown in Figures 1, 2.

In addition, the rate of formation of a track of asphalt concrete with a complex-modified structure is three times lower than that of the classical composition of breakstone-mastic asphalt concrete and amounts to 0.02 mm / 10 000 cycles of wheel passage in the first case and 0.06 mm in the second case. Consequently, during the operation of asphalt concrete in the complex-modified ethylene glycidyl acrylate coating, plastic deformations in the upper layer will be much slower and the maximum allowable track formed due to plastic deformations will be reached by a factor of three in comparison with the standard composition. This circumstance allows us to guarantee an increase in the overhaul life of non-rigid pavement coatings.

CONCLUSIONS

A complex modification of the structure of asphalt concrete with Elvaloy-AM ethylene glycidyl acrylate and polyphosphoric acid improved the deformation and strength properties of breakstone-mastic asphalt concrete, which increased the rut resistance of modified concrete by more than 60 % compared to traditional breakstone-mastic asphalt.

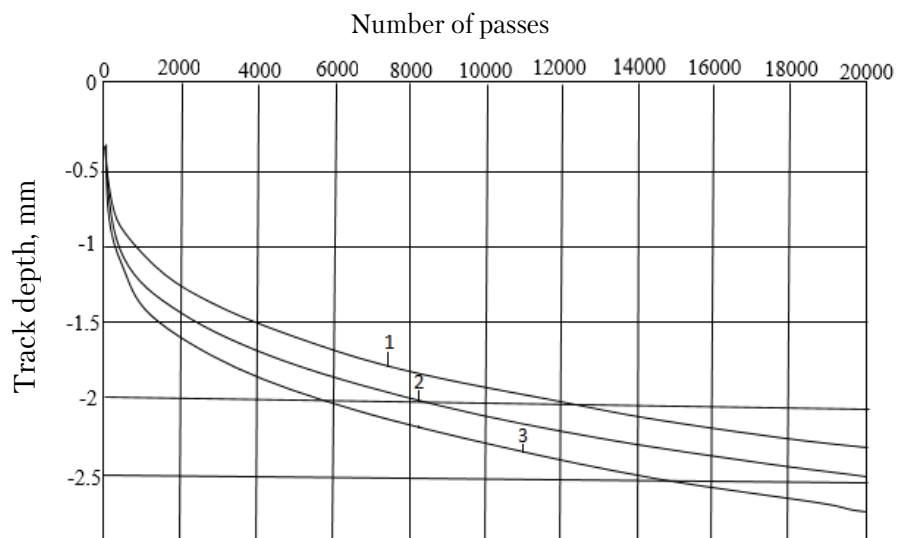


Figure 1 – Standard breakstone mastic asphalt concrete: 1 – left test sample, 2 – average value, 3 – right test sample.

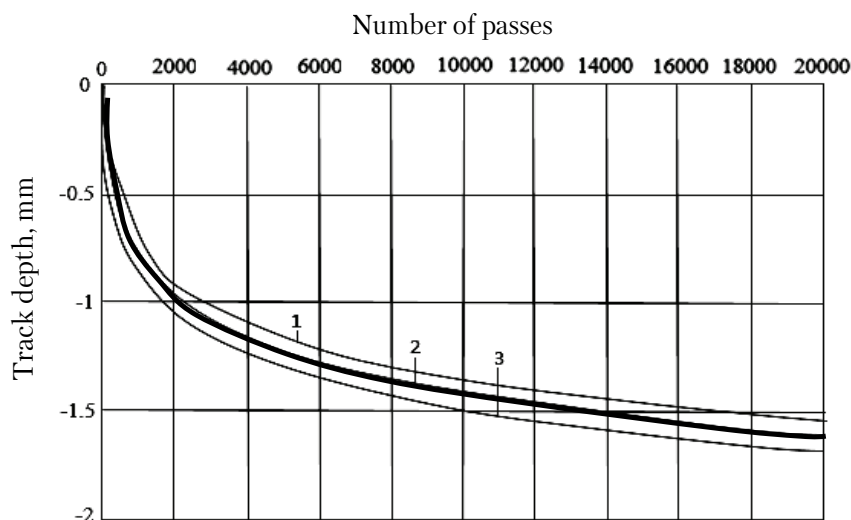


Figure 2 – Breakstone mastic asphalt concrete with a complex-modified structure: 1 – left test sample, 2 – average value, 3 – right test sample.

REFERENCES

1. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы с добавками в дорожном строительстве [Текст] : монография / под общ. ред. д. т. н. В. А. Золотарева, д. т. н. В. И. Братчуна ; Всемирная дорожная ассоциация, Технический комитет «Нежесткие дороги» (С8) ; Перевод изд. с фр. д. т. н. В. А. Золотарева, инж. Л. А. Беспаловой. – Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2003. – 229 с.
2. Теоретико-экспериментальные принципы получения дорожных бетонов на органических вяжущих повышенной долговечности с комплексно-модифицированной структурой [Текст] / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер, Е. Э. Самойлова и др. // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2012. – Вип. 2012-1(93) Сучасні будівельні матеріали. – С. 25–40.
3. Исследования влияния различных полимеров и пластификаторов на свойства битума БНД 60/90 и асфальтобетона на его основе [Текст] / В. В. Ядыкина, А. М. Гридчин, А. И. Траутвайн, В. И. Вербкин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 6. – С. 40–45.
4. Полимерно-битумные вяжущие и асфальтобетоны на основе битумов, модифицированных Элвалоем [Текст] / В. А. Золотарев, С. В. Ефремов, Я. И. Пыриг, С. А. Чугуенко // Вестник Харьковского автомобильно-дорожного университета. – 2002. – № 19. – С. 88–93.

5. Самойлова, Е. Э. Дорожные асфальтобетоны с комплексно-модифицированной микроструктурой с использованием реакционно-способного термопласта Элвалой АМ [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / Самойлова Елена Эдуардовна. – Макеевка : ДонНАСА, 2007. – 171 с.
6. Мозговой, В. В. Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи [Текст] : каталог-справочник / В. В. Мозговой, А. Н. Онищенко, А. В. Прудкий // Дорожная техника. – СПб, 2010. – С. 114--128.

Получена 20.05.2020

О. А. ПШЕНИЧНЫХ, Н. В. МИКЛАШЕВИЧ
УСТОЙЧИВОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОГО ШЕБЕНОЧНО-
МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА К ОБРАЗОВАНИЮ КОЛЕИ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. Приведены сравнительные результаты исследования колееустойкости щебеночно-мастичных асфальтобетонов, модифицированных этиленглицидилакрилатом марки «Elvaloy-AM». Показано, что комплексная модификация структуры асфальтобетона этиленглицидилакрилатом Elvaloy-AM и полифосфорной кислотой позволяет значительно улучшить деформационно-прочностные свойства щебеночно-мастичных асфальтобетонов. Установлено, что за 20 тысяч проходов колеса по одному следу глубина колеи образца у традиционного щебеночно-мастичного асфальтобетона составила 2,5 мм, а образца с комплексно-модифицированной структурой – 1,5 мм.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, полимерный модификатор, структура, колееустойкость.

О. О. ПШЕНИЧНИХ, Н. В. МІКЛАШЕВИЧ
СТІЙКІСТЬ МОДИФІКОВАНОГО ШЕБЕНЕВО-МАСТИКОВОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНУ ДО УТВОРЕННЯ КОЛІЇ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Наведено порівняльні результати дослідження колієстійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів, модифікованих етиленгліцидилакрилатом марки «Elvaloy-AM». Показано, що комплексна модифікація структури асфальтобетону етиленгліцидилакрилатом Elvaloy-AM і поліфосфорною кислотою дозволяє значно поліпшити деформаційно-міцнісні властивості щебенево-мастикових асфальтобетонів. Встановлено, що за 20 тисяч проходів колеса по одному сліду глибина колії зразка у традиційного щебенево-мастичного асфальтобетону склала 2,5 мм, а зразка з комплексно-модифікованою структурою – 1,5 мм.

Ключові слова: щебенево-мастиковий асфальтобетон, полімерний модифікатор, структура, колієстійкість.

Пшеничных Олег Александрович – ассистент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: комплексно-модифицированные асфальтополимербетоны, армированные полимерными волокнами.

Миклашевич Нина Васильевна – кандидат педагогических наук, доцент; заведующая кафедрой иностранных языков и педагогики высшей школы ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания иностранных языков, педагогика.

Пшеничних Олег Олександрович – асистент кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: комплексно-модифіковані асфальтополімербетони, що армовані полімерними волокнами.

Міклашевич Ніна Василівна – кандидат педагогічних наук, доцент; завідувач кафедри іноземних мов і педагогіки вищої школи ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, педагогіка.

Pshenichnykh Oleg – assistant, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: complex modified asphalt – polymer concrete reinforced with polymer fibers.

Miklashevich Nina – Ph. D. (Pedagogical), Associate Professor, Head of Foreign Languages and High School Pedagogy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of foreign language teaching, pedagogy.