

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (47)
ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ 2014 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2014

Манаш Қозыбаев атындағы
Солтүстік Қазақстан
мемлекеттік университеті
ОҚЫРМАН ЗАЛЫ
ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ
Северо-Казахстанский
государственный университет
имени Манаша Козыбаева

А. Н. ДЮРЯГИНА, Д. Ш. БАКАЕВ, К. А. ОСТРОВНОЙ

(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОСТЫВАНИЯ И АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА БИТУМА

Аннотация. Изучено влияние полимерных добавок на время остывания битума, применяемого для асфальтобетонных покрытий. Установлено, что максимальное увеличение времени остывания битумного связующего происходит при одновременном введении в его состав 1% полиизобутилена и 1% полифенилсилоксана. Исследованы показатели адгезионного сцепления модифицированного битума с поверхностью щебня. Выявлено существенное увеличение прочности сцепления пленок битума с поверхностью щебня в присутствии полиизобутилена.

Ключевые слова: адгезия, полимерные добавки, битум, прочность сцепления, полиизобутилен, полифенилсилоксан.

В настоящее время одной из проблем технологии получения дорожных покрытий является доставка готовой асфальтобетонной смеси от завода-изготовителя до места эксплуатации с рабочей температурой укладки. Решать данную проблему можно в основном двумя способами: первый – это разогревание смеси непосредственно на месте проведения дорожных работ или в процессе доставки асфальтобетонной смеси, второй – применение модифицирующих добавок, сохраняющих температуру асфальтобетонной смеси. Среди последних наибольшее распространение нашли полимерные соединения различного качественного состава. При подборе добавок учитывается их физическая совместимость с битумным связующим, влияние на его гидрофобные, реологические свойства, а также на прочность адгезионного сцепления с твердым наполнителем асфальтобетона.

Цель исследования – создание модифицированного состава битума, позволяющего увеличить время остывания асфальтобетонной смеси и улучшить адгезионное сцепление битумного связующего с поверхностью щебня кислой и основной природы.

Объекты и методы исследования

В опытах использовали битум марки БНД 90/130, щебень – аляскит (красный гранитный) М1200, щебень – плагиогранит (серый основной) М1200. В качестве модифицирующих добавок были выбраны полиизобутилен (ПИБ) в составе отработанной герметизирующей жидкости АГ-4 (ИТУ 26-02-592-83) и полифенилсилоксан (ПФС) ГОСТ 11066-74, так как оба компонента имеют полимерную структуру и хорошо растворяются в расплавленном битуме, образуя однородные смеси [1].

Количественное содержание модификаторов ($C_{\text{модиф}}$) в битумном связующем от 0 до 8%. Устанавливали влияние концентрации модификаторов на свойства битума каждого индивидуально и при их совместном присутствии. Приготовление смешанных составов осуществляли путем дозированного введения полиизобутилена ($C_{\text{ПИБ}}$, %: 0-8) в битум с фиксированным ($C_{\text{ПФС}} = 1\%$) содержанием полифенилсилоксана.

Сущность оценки продолжительности остывания ($\tau_{\text{ост}}$, с) битумных смесей заключалась в определении времени, за которое битум охлаждается от 250 до 100 °С. Остывание битума до температуры 100 °С осуществлялось при комнатной температуре (20 °С). В качестве базового варианта использовали время остывания чистого битума (без модифицирующих добавок).

Определение адгезионных свойств битумных смесей проводили согласно ГОСТу 11508-74: поверхность очищенного щебня покрывали целостным слоем битумной смеси, путем окунания в заранее нагретое (до 250 °С) битумное связующее [2-4]. После полного покрытия щебень охлаждали до комнатной температуры. Приготовленные образцы выдерживали в кипящей воде в течение 60 мин, после чего проводили визуальное определение целостности покрытия согласно таблицы.

Результаты визуального определения целостности покрытия образцов щебня

Свойства	1 класс	2 класс	3 класс
Площадь покрытия битумом	100%	Не менее 75%	Менее 75%
Характеристика покрытия	Черный	Черный, светло-коричневый	Черный, светло-коричневый

Анализ и обсуждение результатов

Влияние природы и количественных содержаний модифицирующих добавок на время остывания битума представлено на рисунке 1. Установлено, что введение полиизобутилена и полифенилсилоксана способствовало увеличению продолжительности остывания связующего. При этом природа модификаторов хотя и не изменяет характера зависимости, однако оказывает влияние на величину самого эффекта (рисунке 1, кривые 1 и 2). Наибольший эффект в снижении времени остывания отмечали в случае применения полифенилсилоксана. Максимальное $\tau_{\text{ост}}$ (409-410 сек) отмечали при концентрации ПФС в битуме на уровне 3%, что в 1,3-1,5 раза больше в сравнении с базовым вариантом. Дальнейшее увеличение содержания модификатора не приводило к существенному изменению продолжительности остывания. Равностепенные показатели остывания ($\tau_{\text{ост}} = 350$ с) в случае применения полиизобутилена достигали в области больших концентраций ($C_{\text{ПИБ}} = 3\%$), чем в составах с полифенилсилоксаном ($C_{\text{ПФС}} = 2\%$).

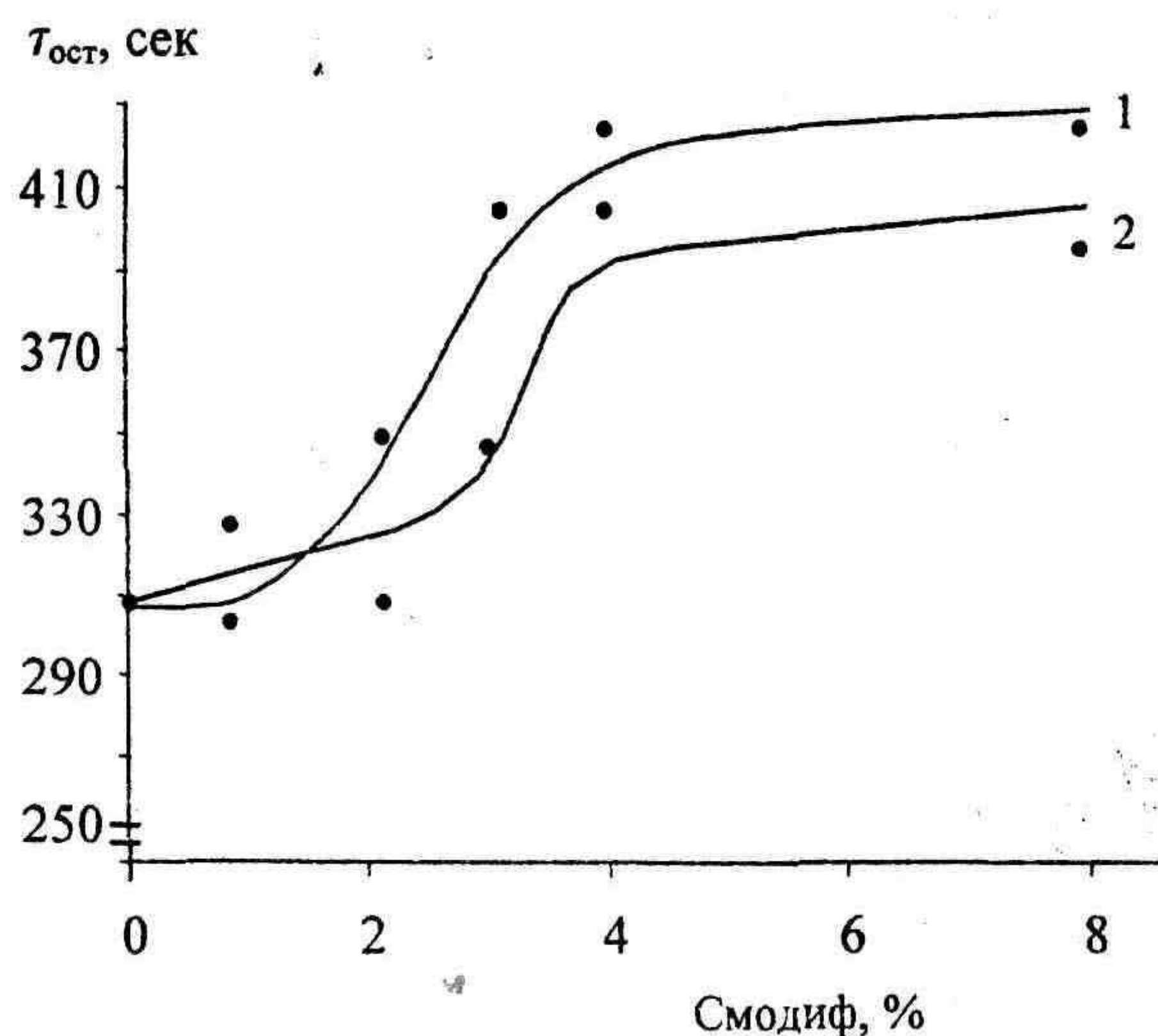


Рисунок 1 – Зависимость времени остывания модифицированного битума от концентрации полифенилсилоксана (1) и полиизобутилена (2)

В системах смешанного состава (рисунок 2) наблюдали абсолютно иной, экстремальный характер изменения остывания битумных смесей. Максимум $\tau_{\text{ост}}$ (410 с) соответствует области концентрации ПИБ 0,08–1,38%, за пределами указанного концентрационного порога показатель остывания ухудшается. Важно отметить, что достижение практически равных показателей по максимальному $\tau_{\text{ост}}$ в системах смешанного состава происходит при

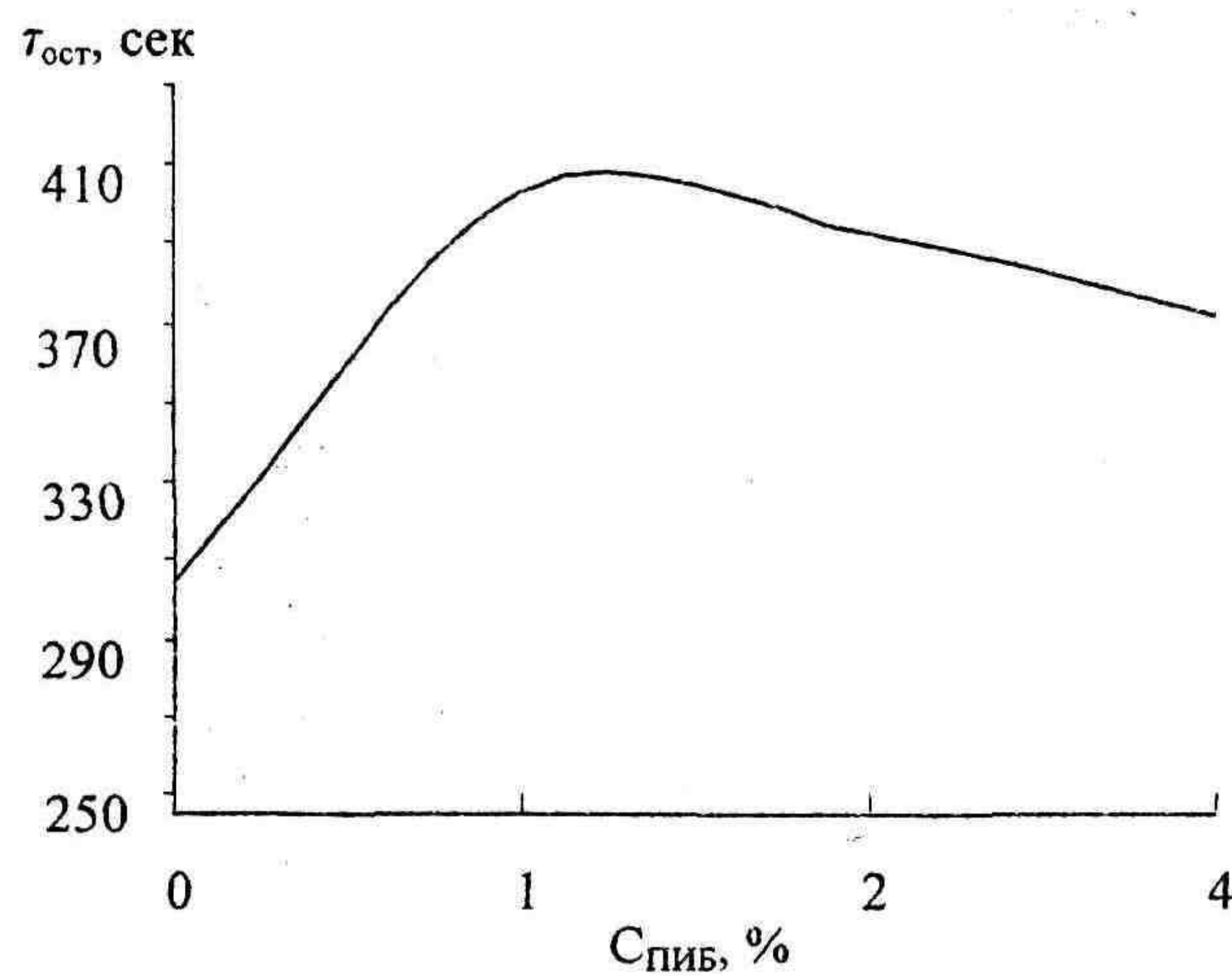
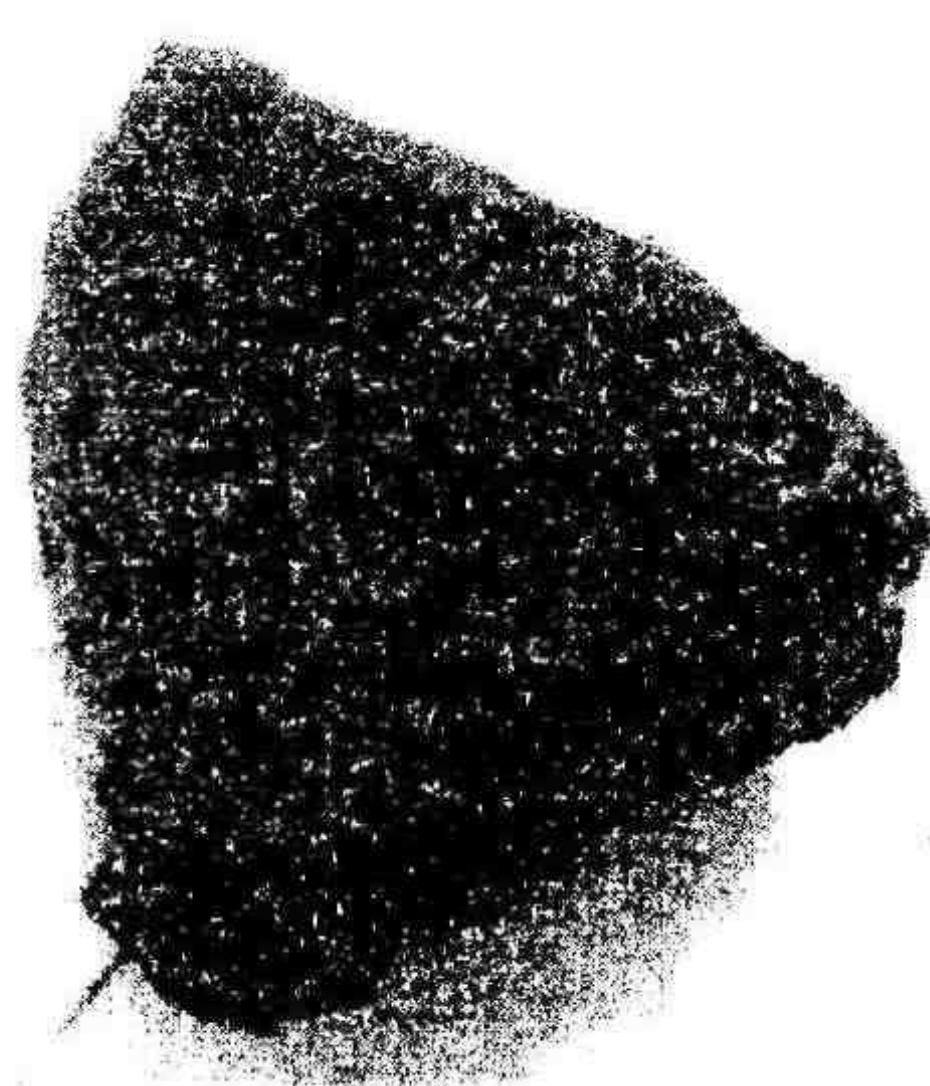


Рисунок 2 – Влияние концентрации полиизобутилена на продолжительность остывания битума в присутствии полифенилсилоксана ($C_{\text{пос}} = 1\%$)

расходах модификаторов в 3 раза меньше, чем при их индивидуальном использовании. Это указывает на появление синергического эффекта при соотношении модификаторов 1% ПФС : 1% ПИБ.

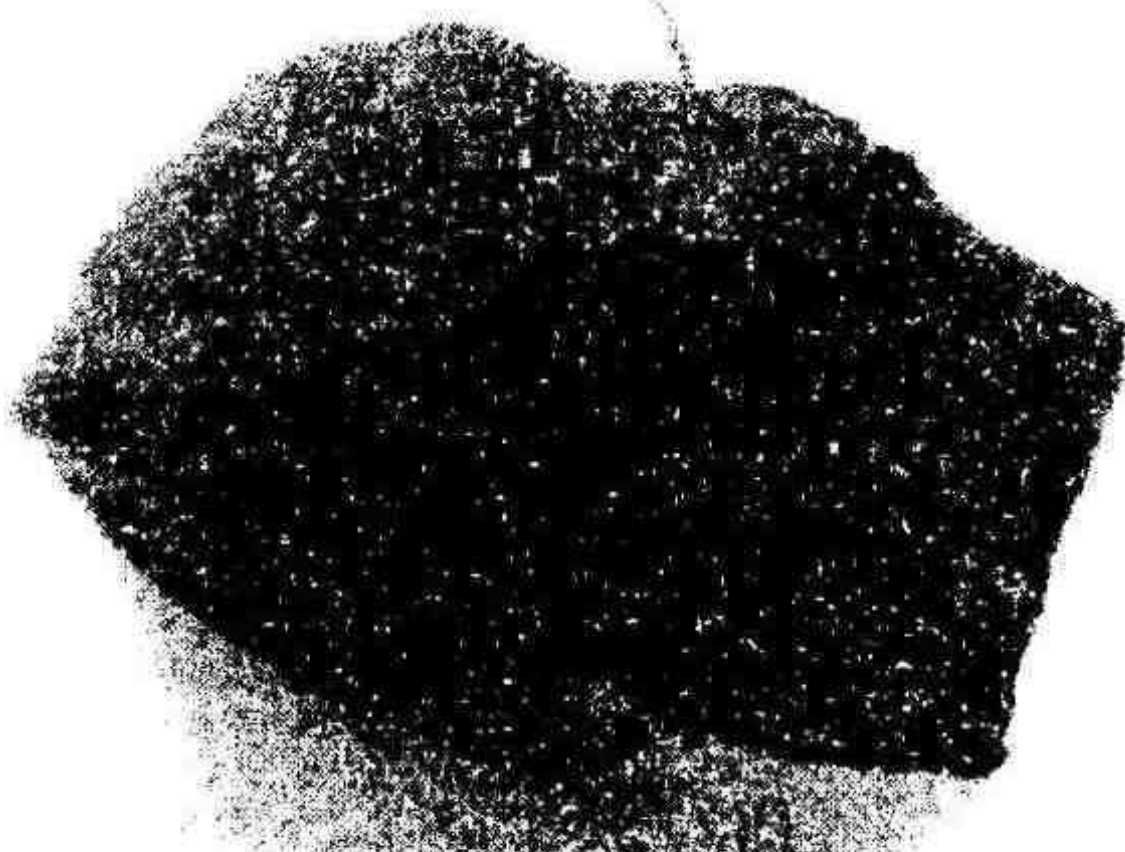
На рисунке 3 представлены фотоизображения целостности покрытия образцов щебня различной природы. Покрытия, полученные на основе чистого битума (базовый вариант), характеризуются неудовлетворительной прочностью сцепления пленок с поверхностью наполнителей (рисунок 3 А, Б).



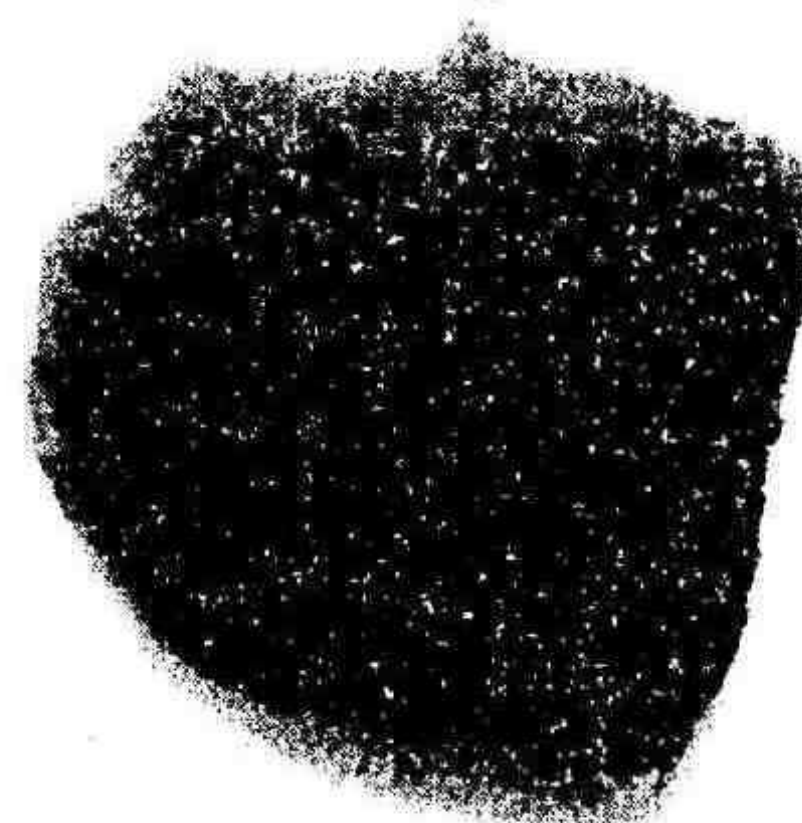
А. Серый щебень М1200, битум



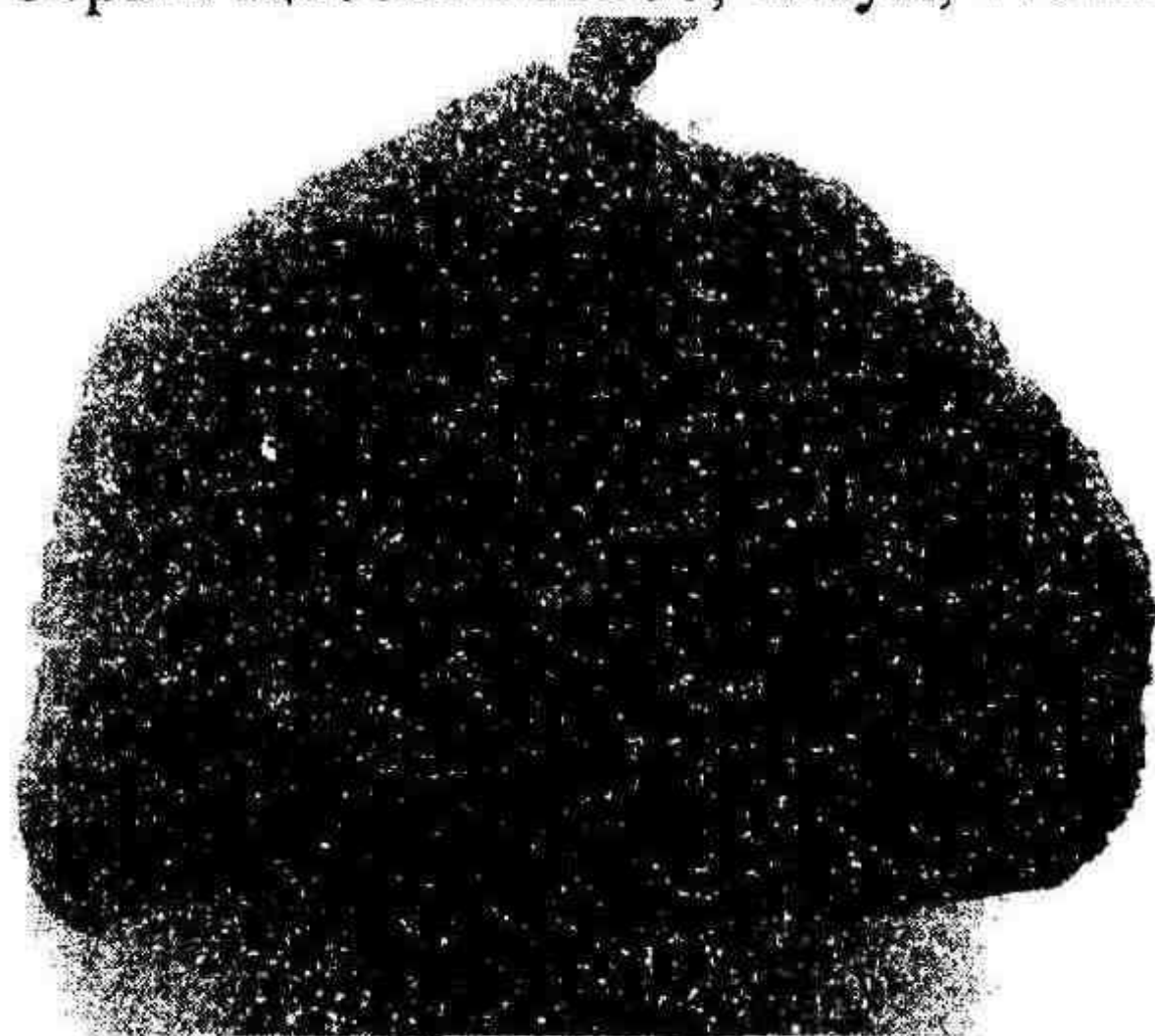
Б. Красный щебень М1200, битум



В. Серый щебень М1200, битум, 4% ПИБ



Г. Красный щебень М1200, битум + ПИБ



Д. Серый щебень М1200, битум, 1% ПФС



Е. Красный щебень М1200, битум, 1% ПФС

Рисунок 3 – Фотоизображения покрытий щебня

Независимо от кислотно-основных свойств минерального наполнителя площадь покрытия составляет 75–80% и относится ко второму классу качества. По сравнению с базовым вариантом образцы покрытий модифицированного битума отличаются более однородной поверхностью, что свидетельствует о положительном влиянии модификаторов на адгезионное закрепление пленкообразующего (рисунок 3 В, Д).

Максимальную площадь покрытия (100%) плагиогранита наблюдали при содержании полиизобутилена в составе битума на уровне 4%. Равностепенные показатели сцепления в случае применения полифенилсилоксана фиксировали в области меньших концентраций ($C_{\text{ПФС}} = 1\%$). Отмечено, что дальнейшее увеличение расходов модификаторов способствует ухудшению структурно-механических свойства покрытий: появлению хрупкости ($C_{\text{ПФС}} > 1\%$) и понижению твердости покрытий ($C_{\text{ПИБ}} > 4\%$).

Для улучшения адгезионного сцепления битума с аляскитом (красный гранитный щебень) поверхность наполнителя (до нанесения битумного связующего) покрывали тонким слоем полиизобутилена (методом окунания). Предварительная модификация поверхности обеспечила увеличение с 80 до 100% площади битумного покрытия и повысила класс его качества до максимального (рисунок 3 Г, Е). Изменение технологии модифицирования было вызвано отсутствием изменений качества покрытий при введении ПИБ непосредственно в объемную фазу битума.

Применение полифенилсилоксана в качестве модифицирующей добавки, напротив, не зависит от природы поверхности наполнителя. На аляските, так же как и на плагиограните, введение 1% ПФС в состав битума является достаточным для обеспечения максимальной адгезии пленок.

На основании проведенных исследований рекомендовано:

1. Для увеличения времени остывания битума в 1,3–1,5 раза использование 3 % ПФС, либо 4% ПИБ. Существенно уменьшить расход модификаторов и добиться такого же результата возможно в случае их совместного применения в соотношении 1% ПФС: 1% ПИБ.

2. Для улучшения адгезионного сцепления (до 100%) битума с плагиогранитом (основной щебень) и аляскитом (кислотный щебень) введение 1% ПФС в состав пленкообразующего.

3. В зависимости от кислотно-основных свойств поверхности минерала модифицирование полиизобутиленом производить двумя способами:

- для плагиогранита (основной щебень) – введение 4 % ПИБ непосредственно в объемную фазу битума
- для аляскита (кислотный щебень) – предварительное модифицирование поверхности полиизобутиленом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов (к СНиП 3.06.03-85 и СНиП 3.06.06-88)

2 Zolotarev V.A., Pissanko A.A. Adhesive activity of bitumen with adhesion agent and its influence on asphalt concrete water resistance // Proceedings of the 6th International Rilem Symposium. – Zurich, Switzerland, 2003. – P. 184-190.

3 DSTU-BV 2.7-81-98. Viscous Road Oil Bitumens. The method to determine the surface of glass and rock materials.

4 ГОСТ 11508-74. Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком.

REFERENCES

1 Posobie po stroitel'stvu asfal'tobetonnyh pokrytij i osnovanij avtomobil'nyh dorog i ajerodromov (k SNiP 3.06.03-85 i SNiP 3.06.06-88)

2 Zolotarev V.A., Pissanko A.A. Adhesive activity of bitumen with adhesion agent and its influence on asphalt concrete water resistance. Proceedings of the 6th International Rilem Symposium. Zurich, Switzerland, 2003. P. 184-190.

3 DSTU-BV 2.7-81-98. Viscous Road Oil Bitumens. The method to determine the surface of glass and rock materials.

4 GOST 11508-74. Bitumy neftjanye. Metody opredelenija sceplenija bituma s mramorom i peskom.

Резюме

А. Н. Дюрягина, Д. Ш. Бакаев, К. А. Островной

ПОЛИМЕРЛІК ҚОСПАЛАРДЫҢ БИТУМНЫҢ СУУ ҰЗАҚТЫҒЫ ЖӘНЕ АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ ӘСЕРІ

Асфальтбетон жабындары үшін қолданылатын битумның суу уақытына полимерлік қосымшалардың әсері зерттелген. Битумды қатынастырушының суу ұақытының максималды артуы, оның құрамына біруақытта 1% полиизобутилен мен 1% полифенилсилоксан енгізгенде болатының анықталды. Түрөзгертілген битумның ұсақтастың бетімен адгезиялық ілінісу көрсеткіштері зерттелген. Полиизобутилен қатысында ұсақ тастың бетімен битум қабыршатының ілінісу беріктігі біршама артатыны айтқалды.

Тірек сөздер: адгезия, полимерлық қоспалар, битум, ілінісу беріктігі, полиизо-бутилен, полифенилсилоксан.

Summary

A. N. Dyuryagina, D. Sh. Bakaev, K. A. Ostrovnoy

INFLUENCE OF POLYMERIC ADDITIVES ON DURATION OF COOLING AND ADHESIVE PROPERTIES OF BITUMEN

Influence of polymeric additives for the period of cooling of the bitumen applied to asphalt concrete coverings is studied. It is established that the maximum increase in time of cooling of the bituminous binding occurs at simultaneous introduction in its structure of 1% of polyisobutylene and 1% polyphenylsiloxanes. Study of modified bitumen adhesive bond with the surface of rubble. It is revealed essential increase in durability of coupling of films of bitumen with a rubble surface in the presence of polyisobutylene.

Keywords: adhesion, polymeric additives, bitumen, coupling durability, polyisobutylene.