**Асфальтобетон на основе битума нефтяного дорожного модифицированного
резиновой крошкой и нанопинелью магния для условий I дорожно-
климатической зоны**

*Михайлов С.Н, студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: sakha_yan@mail.ru

*Осипов И.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: osipov.ilya.00@mail.ru

*Иванов А.В., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: ivanovalbert130998@gmail.com

*Научный руководитель:
Старший преподаватель, Филиппов С.Э.,*

Северный район Российской Федерации характеризуется сложными природно-климатическими условиями, ухудшающими в результате температурных перепадов, оттаивания деятельного слоя, сезонного переувлажнения земляного полотна, основные эксплуатационные показатели автомобильных дорог. В результате снижается безопасность движения автотранспорта, возрастают затраты на содержание и ремонт автодорог.

Освоение сосредоточенных огромных запасов полезных ископаемых, развитие инфраструктуры малонаселенных пунктов, городов требует необходимости в совершенствовании и развитии сети автомобильных дорог, а также обеспечения их сохранности в этом регионе.

На данный момент текущее состояние транспортной сети в районах I дорожно-климатической зоны сохраняет низкий уровень развития, заключающийся в характерных климатических особенностях района, а также территориальной труднодоступности участков строительства. Особенно актуально встает вопрос поиска решений увеличения межремонтного срока эксплуатации и улучшения дорог с твердым асфальтобетонным покрытием.

Перспектива повышения работоспособности дорожных одежд возможна путем устройства конструктивных слоев из асфальтобетонных смесей с содержанием резиновой крошки. В этом случае обеспечивается снижение динамических воздействий на нижележащие слои, увеличивается сцепление шин автомобиля с дорожным покрытием, повышается стойкость к удару и растрескиванию дорожного полотна при температурных перепадах. Также разработка покрытий дорог с применением резиновой крошки из отработанных автомобильных шин благоприятно скажется с экологической стороны, тем самым выполняя функцию ресурсосбережения.

Существует два метода: «мокрый» и «сухой». В отличие от «мокрого» способа, «сухой» подразумевает добавление резиновой крошки в минеральную часть. При таком

введении отрицательным фактором служит выбивание резиновой крошки из дорожного полотна.

Ввод модификатора осуществляется в нашем случае «мокрым способом», что значит добавление резиновой крошки в вяжущую часть, непосредственно в битум. Благоприятное воздействие на свойство асфальтобетона проявляется ввиду эффекта сваривания между «битумом – резиновой крошкой».

Отрицательное свойство при данном способе – старение битума в результате его передержки в горячем состоянии.

Для получения эффективного резинобитумного материала необходимо обеспечить совмещение компонентов резиновая крошка и битум [1, 2, 3, 5]. Высокодисперсные вещества могут способствовать усилению взаимодействия на границе раздела фаз «битум – резиновая крошка» за счет высокой адсорбционной способности [6]. Поэтому для улучшения свойств резинобитумных композитов, применяются различного рода добавки и модифицирующие наполнители [1, 2, 4].

В качестве поверхностного модификатора в нашем эксперименте с резиновой крошкой использовали шпинель магния. Исходя из недостаточности проведенных исследований в дипломной работе Лебедева А.В. [4], а также выявленной в работе перспективности использования в дорожном строительстве.

Для исследования резинобитумных композитов было отобрано 7 различных вариаций с добавлением резиновой крошки и шпинели магния в различных пропорциях. Начиная от 0,5 до 5 % шпинели магния в составе резиновой крошки (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Варианты образцов битума

Состав	Содержание модификатора, %
Исходный битум 100/130	-
Битум 100/130 с добавлением резиновой крошки фр. 0,25	5 7
Битум 100/130 с добавлением: резиновой крошки фр. 0,25 шпинели магнезия MgAl ₂ O ₄	5 7 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 (относительно резиновой крошки)

Таблица 1.2

Общая таблица результатов испытаний на определение температуры размягчения битума

Фактические значения							Среднее значение	По ГОСТ 33133-2014
Исходный битум								
-	47,80	48,80	46,70	47,20	48,30	48,50	47,88	не ниже 45
Б+ПК (n%)								
5%	47,90	47,70	47,50	47,30	47,60	47,20	47,53	
7%	52,00	52,10	51,00	51,30	51,80	52,00	51,70	
Б+ПК(n%)+Mg(0,5%)								

5%	50,40	50,40	50,20	50,20	50,30	50,50	50,33	
7%	49,70	50,00	49,50	49,70	49,60	50,10	49,77	
Б+ПК(n%)+Mg(1%)								
5%	53,80	51,80	55,80	55,20	53,40	56,40	54,40	
7%	49,00	49,00	49,70	49,70	48,30	51,50	49,53	
Б+ПК(n%)+Mg(2%)								
5%	47,00	48,30	48,00	47,90	47,30	47,90	47,73	
7%	50,10	48,60	48,10	47,70	47,20	48,30	48,33	
Б+ПК(n%)+Mg(3%)								
5%	48,20	47,30	47,30	47,50	46,80	48,20	47,55	
7%	47,70	48,30	49,30	48,60	48,90	47,20	48,33	
Б+ПК(n%)+Mg(4%)								
5%	45,80	46,80	46,50	46,20	46,40	46,80	46,42	
7%	48,50	47,30	49,40	48,40	49,00	49,10	48,62	
Б+ПК(n%)+Mg(5%)								
5%	46,20	45,90	44,30	45,70	46,00	44,80	45,48	
7%	49,60	48,90	49,10	49,30	49,60	49,00	49,25	

По результатам испытаний (табл. 1.2) видно, что добавление модификаторов способствует повышению температуры размягчения битума.

Для дальнейших испытаний, относительно данных результатов, было решено добавлять резиновую крошку в составе 7%, так как в большинстве случаев высокие результаты достигались с процентным содержанием резиновой крошки именно в таком количестве.

Таблица 1.3

Таблица результатов испытаний битума

Температура размягчения			Величина пенетрации		Растяжимость	
Содержание модификатора	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014
Исходный битум						
-	47,88	не ниже 45	91,00	91(101)-130	72,30	не менее 70
Б+ПК						
5%	47,53		-		-	
7%	51,70		73,33		12,40	
Б+ПК+Mg(0,5%)						
5%	50,33		-		-	
7%	49,77		109,33		6,67	
Б+ПК+Mg(1%)						
5%	54,40		-		-	
7%	49,53		103,67		8,23	
Б+ПК+Mg(2%)						
5%	47,73		-		-	
7%	48,33		96,00		8,13	

Б+РК+Mg(3%)						
5%	47,55		-		-	
7%	48,33		75,67		9,50	
Б+РК+Mg(4%)						
5%	46,42		-		-	
7%	48,62		103,67		9,73	
Б+РК+Mg(5%)						
5%	45,48		-		-	
7%	49,25		104,00		8,07	

По результатам испытаний (табл. 1.3) можно сделать вывод о том, что применение резиновой крошки совместно со шпинелью магния производит положительный эффект на свойство битума.

Оптимальным содержанием резиновой крошки по результатам испытаний битума принято 7%.

Наилучшие результаты испытаний резинобитумных композитов с порошком наношпинели магния получены при добавлении резиновой крошки в количестве 7% относительно битума и шпинели магния в количестве 0,5% (относительно резиновой крошки).

Увеличение показателей в процентном количестве относительно обычного битума БНД 100/130 по:

А) температуре размягчения составило 3,95%;

Б) величине пенетрации составила 20,14%.

По результатам исследований, показатели растяжимости битума с модификатором не соответствуют данным по ГОСТ 33133-2014.

Во всех исследованных сериях введение резиновой крошки значительно снижает дуктильность (растяжимость) битума. Это связано с тем, что в результате взаимодействия битума и частиц эластомера получается трехмерная резинобитумная матрица, состоящая из резины, смеси резины и битума (растворенной в битуме резины), самого битума. Данная система содержит крупные агрегаты и механизм её работы аналогичен работе системы «полимер – битум». Резиновую крошку можно рассматривать при этом в качестве гетерофазных центров эластичности, по которым происходит разрушение при растяжении. И не смотря на низкие показатели растяжимости, предполагается положительное воздействие модификатора резиновой крошки на конечном материале – асфальтобетоне [1].

Список литературы:

1.Христофорова А.А. Асфальтобетон для строительства карьерных дорог в северных регионах [Текст]: дис. канд. тех. наук.: 12.04.16: защищена 06.07.16: утв. 08.07.16 / Христофорова Александра Афанасьевна. – Якутск, 2016. – 128 с. – Библиогр.: с. 103-121.

2.Смирнов Н.В. Некоторые характеристики резиновой крошки, используемой в составе композиционных вяжущих для дорожных асфальтобетонов [Текст] / Н.В. Смирнов // Химическая техника. – 2003. –№ 3.

3.Смирнов Н.В. Материалы БИТЭК – эффективное решение экологической

проблемы масштабной утилизации отходов резины [Текст] / Н.В. Смирнов, Б.М. Смирнов, А.П. Булгаков // Вторичные ресурсы. – 2003. – Т. №. – С. 261.

4.Лебедев А.В. Применение резиновой крошки в асфальтобетонных смесях [Текст]: дипломная работа: 08.03.01 / Лебедев Андрей Викторович. – Якутск, 2009. – 52 с.

5.Дроздовский В.Ф. Состояние и перспективы переработки и использования изношенных шин за рубежом [Текст] / В.Ф. Дроздовский // Каучук и резина. – 1992. – № 4. – С. 23-29.

6.Ребиндер П.А. Проблемы образования дисперсных систем и структур в этих системах: физико-химическая механика дисперсных структур и твердых тел [Текст] / П.А. Ребиндер // Современные проблемы физической химии. – М.: МГУ, 1968. – Т. 3.