

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИПРОПИЛЕНА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.С. Корнейчук, студент группы ЭКОМ-2в, В.Ф. Желтобрюхов, д.т.н., проф.

«Волгоградский государственный технический университет»

400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, тел. 89370849555

E-mail: korneychuk_n@bk.ru

Аннотация: В данной статье экспериментально изучено применение вторичного полипропилена в создании полимерно-битумной вяжущей смеси, использование которой при изготовлении асфальтобетонных смесей позволит улучшить физико-механические свойства асфальтобетона, увеличить гарантийный срок эксплуатации дорожного покрытия, а так же сократить количество отходов полипропилена.

Abstract: In this article we experimentally study the use of recycled polypropylene in the creation of polymer-bituminous binding mix, the use of which in the manufacture of asphalt concrete mixtures will improve the physico-mechanical properties of asphalt concrete, to increase the warranty period of the road surface and also reduce the amount of waste of polypropylene.

Проблема полипропиленовых отходов достаточно остро сегодня стоит во всем мире. В последнее десятилетие в развитых странах увеличивается количество потребления полипропиленовых материалов, что приводит к образованию большого объема отходов полимера, ввиду этого, на современном этапе остро встала проблема переработки полипропиленовых отходов. В мировых масштабах производство полипропилена выражается показателем в 20 %. Именно такой объем, он имеет от общего объема производства промышленного сырья [1]. При этом только 23% находят применение. Остальные из-за отсутствия рентабельного способа никак не утилизируются. Рост производства влечет за собой неизбежные проблемы утилизации использованных и некондиционных товаров на основе полипропилена. Еще одна серьезная проблема пластиковых отходов связана с присутствием в них различных аддитивов: стабилизаторов, красителей, пластификаторов, специальных добавок, содержащих тяжелые металлы – кадмий, свинец, ртуть. Сжигание таких отходов не исключает попадания тяжелых металлов в золу. Так как вышедшие из эксплуатации полимерные материалы обычно подвергаются захоронению или сжиганию, но являясь практически не разлагаемыми, наносят огромный урон окружающей среде [2].

Благодаря уникальным физико-химическим, конструкционным и технологическим свойствам полимерные материалы (ПМ) находят широкое применение в различных областях народного хозяйства, медицины, дорожном строительстве и т.д.

Одним из перспективных направлений использования переработанных отходов полипропилена - это использование их в качестве модифицирующих добавок к нефтяным дорожным битумам, а именно в производстве полимерно-битумных вяжущих смесей (ПБВ).

Использование вторичного полипропилена (ВПП) в качестве модификатора битума позволяет получить полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), которое по сравнению с обычным битумом, будет иметь более широкий температурный интервал работоспособности и обладать эластичными свойствами [3].

Большинство предприятий используют блок-сополимер типа СБС марки ДСТ 30-01, в виде первичного материала, однако, при использовании вторичного полипропилена сокращается стоимость товара, что выгодно предприятию с экономической точки зрения, а так же вовлекается в производство переработанный отход полипропилена, в виде флека - измельченных и очищенных хлопьев, или регранулята, который ничуть не уступает по свойствам блок-сополимеру типа СБС, а наоборот улучшает физико-химические свойства битума в 2 раза.

Цель данного исследования - разработка полимерно-битумного вяжущего (ПБВ), на основе вторичного полипропилена (ВПП), так как со стороны энерго- и ресурсоэффективности целесообразнее направить данный вид отхода во вторичное использование, что будет выгодно предприятию как с экономической, так и экологической стороны.

Для проведения экспериментальных исследований был задействован пластификатор в виде индустриального масла И-40А по ГОСТ 20799, вторичный полипропилен в виде порошка, а так же битум марки БНД 60/90. Испытания проводились по следующим показателям:

1. Глубина проникания иглы при 25°C - ГОСТ 11501-78;
2. Температура размягчения по КиШ, °С - ГОСТ 11506-73;
3. Температура хрупкости по Фраасу, °С - ГОСТ 11507-78.

Глубина проникания иглы (пенетрация) при 25 °С характеризует пластичность и вязкость вяжущего, его технологические свойства, а следовательно, косвенно удобоукладываемость асфальтобетонных и полимер-асфальтобетонных смесей [4]. Как видно из рисунка 1, пластичность стремительно повышается, не маловажно, что содержания индустриального масла в ПБВ составляет менее 5%.

Глубина проникания иглы при 0°C представлена на рисунке 1, характеризует пластичность вяжущих при низких температурах воздуха, является их эксплуатационной характеристикой, свидетельствует об их деформативности, а следовательно, и деформативности асфальтобетона [5]. Без пластификатора деформативность ПБВ при содержании ВПП до 5% увеличить не удастся, но уже при содержании И-40А в количестве 5 %, а так же при содержании полимера в количестве 3,5 %, глубина проникания иглы при 0°C увеличивается почти в 2 раза, при 10 % - в три, а при 15 % - в четыре раза, по сравнению с исходным битумом.

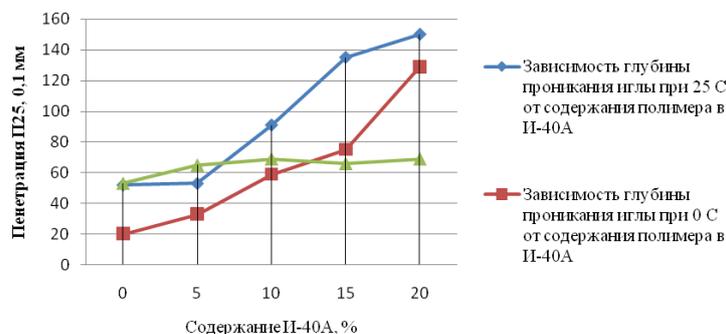


Рис. 1. Графики зависимости глубины проникновения иглы П25, 0,1 мм от содержания полимера в И-40А, % (при содержании 3,5% ВПП)

Температура размягчения, определяемая по методу «Кольцо и Шар», - важнейший эксплуатационный показатель свойств вяжущих, характеризующий их теплостойкость и переход из упруго-пластического реологического состояния в вязкое, которое характеризуется отсутствием пространственной структурной сетки в полимеро-битумном вяжущем (ПБВ) [6]. Эта температура также рассматривается как верхняя граница температурного интервала работоспособности вяжущих. Анализ зависимости представленного на рисунке 1, показывает, что с увеличением содержания индустриального масла в ПБВ более 10 % ведет к снижению данного показателя вне зависимости от содержания в нем ВПП. Поэтому оптимальным соотношением И-40А и ВПП следует принять 3,5,-5,0 %.

Исходя из экспериментальных данных и данных от ОДМ 218.2.003-2007 и ГОСТ 22245-90 произведем сравнительную характеристику асфальтобетонных смесей по различным критериям приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика асфальтобетонных смесей

№	Критерии	Полимерно-битумное вяжущее на основе ВПП (ПБВ 60)	Полимерно-битумное вяжущее на основе блок-сополимер типа СБС марки ДСТ 30-01 (ПБВ 60) [7]	Битум нефтяной дорожный (60/90) [8]
1	Растяжимость, см, при температуре: 25 °С 0 °С	47 20	25 11	55 3,5
2	Температура размягчения по Кольцу и Шару, °С, не ниже:	64	54	47
№	Критерии	Полимерно-битумное вяжущее на основе ВПП (ПБВ 60)	Полимерно-битумное вяжущее на основе блок-сополимер типа СБС марки ДСТ 30-01 (ПБВ 60) [7]	Битум нефтяной дорожный (60/90) [8]
3	Эластичность, %, не менее, при температуре: 25 °С 0 °С	89 72	80 70	66 32

Секция 1: Экологические основы прогрессивных технологий

№	Критерии	Полимерно-битумное вяжущее на основе ВПП (ПБВ 60)	Полимерно-битумное вяжущее на основе блок-сополимер типа СБС марки ДСТ 30-01 (ПБВ 60) [7]	Битум нефтяной дорожный (60/90) [8]
4	Прочность	Более 89%	81%	47%
5	Глубина проникания иглы, 0,1 мм, не менее, при температуре: 25 °С 0 °С	63 35	60 32	61 20
6	Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше:	-20	-20	-15
7	Срок службы	10 лет	8 лет	5 лет

Из таблицы видно, что свойства, при добавлении различных модификаторов по сравнению с битумом дорожным обычным сильно возросли, однако если сравнивать ПБВ с добавлением вторичного полипропилена и с добавлением полимера марки ДСТ видно, что ~ на 8% возросла прочность материала, ~ на 10% увеличилась температура размягчения по КиШ и тд., некоторые показатели остались, не изменены. Применение ВПП при производстве вяжущего уменьшает ее себестоимость в 3 раза, а так же позволяет утилизировать отходы полипропилена, не нанося урон окружающей среде в целом.

Литература.

1. Дмитриева А.В., Федосеев С.Н. Рекуперация автомобильных шин // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 19–19 Ноября 2016. – Томск, 2016. С. 113-116.
2. Гохман Л.М. Исследование реологических свойств ПБВ при динамическом режиме нагружения в диапазоне эксплуатационных температур. - М., 1998. 245 с.
3. Гохман Л.М. Применение полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве // Применение полимерно-битумных вяжущих на основе блок-сополимеров типа СБС. - М., 2001. 256 с.
4. Дмитриева А.В., Федосеев С.Н. Рекуперация и утилизация твердых отходов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27–28 Ноября 2014. – Томск, 2014. С. 147-149.
5. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials / V.P. Belyaev, O.G. Malikov, S.A. Merkulov, D.L. Polushkin, V.A. Frolov, P.S. Belyaev // Глобальный научный потенциал. - 2013. - № 9 (30). - с. 29–33.
6. Lehdich, J. 25-Jahre Erfahrungen mit Polymerbitumen in Deutschland, Oster-reich und der Schweiz / J. Lehdich // Asphalt (BRD). – 1994. – V. 7. – № 4. – P. 28.
7. ОДМ 218.2.003-2007. Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блоксополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. Введ. 01.02.2007 – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 24с.
8. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия (с Изменением N 1). Введ. 01.01.1991. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 14с.