

Битумные мастики для гидроизоляционных работ

Г.В. Василевская, С.В. Дружинкин, Е.В. Пересыпкин

Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация: Приводятся результаты исследований гидроизоляционных мастик для условий Сибири. В качестве минерального порошка в мастиках использовались отходы производства Красноярского края: отвальные «хвосты» нейтрализации г. Норильска и отход баритового производства г. Черногорска. Для сравнения была изготовлена мастика на стандартном порошке - известняковой муке г. Красноярска. Разработаны требования к мастикам. В лабораторных условиях были приготовлены составы мастик и определены их основные свойства. Для увеличения морозостойкости в мастики вводился термоэластопласт ДСТ-30. По результатам исследований были выбраны оптимальные составы мастик, которые были рекомендованы строительным организациям края для производственного внедрения.

Ключевые слова: мастики, отходы, минеральный порошок, составы, свойства, отвальные «хвосты», баритовый порошок, известняковая мука, условия Сибири

В связи с увеличивающимися объемами строительства, потребность в гидроизоляционных материалах непрерывно возрастает [1-3]. Поэтому изыскание новых битумных гидроизоляционных мастик, обладающих высокими физико-механическими и технологическими свойствами и низкой стоимостью, имеет особую актуальность [4,5].

В настоящее время для приготовления мастик применяются минеральные порошки из карбонатных горных пород. Однако эти породы находятся не во всех регионах России и получение порошков из этих пород связано с большой трудоемкостью, а, следовательно, и с большой стоимостью. Цель нашей работы заключалась в снижении стоимости и улучшении свойств мастик. Задача исследований состояла в разработке составов мастик с использованием отходов промышленности Красноярского края, которые должны быть морозостойкими зимой и теплостойкими летом в условиях Сибири [6 - 8].

В качестве минерального порошка использовались: баритовой концентрат - отход баритового производства ООО «Торговый дом «Барит» г. Черногорск и отвальные «хвосты» нейтрализации Надеждинского

металлургического завода г. Норильск. В настоящее время эти отходы не используются, отгружаются в отвалы, загрязняя окружающую среду. Известняковая мука Красноярского химико-металлургического завода была взята для сравнения в качестве стандартного порошка.

Мастики готовились на битуме марки БНД 90/130 нефтеперерабатывающего завода г. Ачинска. Отвальные «хвосты» нейтрализации получают в качестве отходов на медноникелевом производстве. Они тонкодисперсные и по внешнему виду напоминают минеральные порошки. Химический состав отвальных «хвостов» приводится в табл. №1, а зерновой состав – в табл. №2.

Таблица №1

Химический состав отвальных «хвостов»

Химический состав, %								
Fe ₂ O ₃	SO ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
42,86	17,56	13,66	7,12	2,34	0,97	0,52	0,38	14,54

Из таблицы №1 видно, что «хвосты» содержат в основном кислые оксиды и значительно меньше основных оксидов. Это может быть причиной снижения сцепления битума с минеральным порошком.

Баритовый концентрат - это отход производства бария, который состоит в основном из сульфата бария, имеющего высокую плотность. Зерновой состав концентрата приводится в табл. №2.

Известняковую муку, которая взята, как стандартный минеральный порошок, получают в результате сушки и помола известняка. Химический анализ известняковой муки показал, что она содержит в основном карбонат кальция, что позволяет ее отнести к минеральным порошкам марки МП-1 по ГОСТ 52056. Большое количество карбоната кальция должно способствовать

хорошему сцеплению битума с известняковой мукой. Это связано с тем, что известняк имеет положительный заряд, а асфальтогенные кислоты битума заряжены отрицательно, поэтому между битумом и известняком на поверхности происходит химическая реакция, приводящая к образованию новых химических соединений. То есть, в этом случае сцепление битума с карбонатными горными породами наилучшее. Зерновой состав известняковой муки приводится в табл. №2. Зерновые составы всех минеральных порошков сравнивались с требованиями ГОСТа 52129.

Таблица №2

Зерновые составы минеральных порошков

№ сита, мм	Прошло через сито, %			Требование ГОСТа
	Известняков ая мука	Отвальные «хвосты»	Баритовый концентрат	
1,25	100	100	100	Не менее 100
0,63	100	100	100	
0,315	99,98	99,99	99,95	Не менее 90
0,16	94,18	99,97	99,89	
0,071	79,40	89,91	87,89	Не менее 60
0	0	0	0	

Из таблицы видно, что порошки из отходов по зерновому составу аналогичны стандартному порошку и отвечают требованиям ГОСТ.

Вначале разрабатывались требования к гидроизоляционным мастикам для условий Сибири, которые характеризуются довольно высокими летними и низкими зимними температурами. Требования разрабатывались на основании литературных данных, а также большого опыта работ авторов в строительной отрасли.

Основные требования к гидроизоляционным мастикам:

1. Температура размягчения по КиШ, °С, не ниже	50
2. Водопоглощение, % мас, не более	1
3. Растяжимость, см, не менее, при 25°С	15
0 °С	5
5. Эластичность, %, не менее, при 25°С	50
0°С	10
6. Температура хрупкости, °С	-20

Температура размягчения характеризует теплостойкость мастик, т.е. их способность не размягчаться летом, а растяжимость, эластичность и температура хрупкости – их морозостойкость, т.е. способность не трещать на морозе.

На выбранных исходных материалах были приготовлены составы мастик. Соотношение минерального порошка и битума в мастиках подбиралось в лаборатории в соответствии с требованиями. В первую очередь подобранные составы должны соответствовать температуре размягчения, которая характеризует теплостойкость мастик, и температуре хрупкости, которая характеризует морозостойкость мастик. Оптимальные составы мастик приводятся в табл. №3.

Таблица №3

Оптимальные составы битумных мастик

Составы	Битум, %	Минеральный порошок, %
Мастика на известняковой муке	30	70
Мастика на отвалных «хвостах»	41	59
Мастика на баритовом концентрате	25	75

Мастики готовились следующим образом. Вначале нагревали битум до 140°C, затем в горячий битум добавляли минеральный порошок, все перемешивали до получения однородной массы. Основные физико-механические показатели мастик приводятся в табл. №4.

Таблица №4

Физико - механические свойства мастик

Свойства	Мастика на известняковом порошке	Мастика на баритовом порошке	Мастика на отвальных «хвостах»	Требования к мастикам
Температура размягчения по «КиШ», °С	59	71	61	50
Растяжимость, см, при 25°C	21	26	19	15
0°C	9	9	6,5	5
Пенетрация при 25°C, П	39	43	11	-
Температура хрупкости, °С	-15	-15,1	-13,2	-20
Водопоглощение по массе, %	0,53	0,57	0,65	1

Как видно из таблицы, мастика с использованием отвальных «хвостов» по показателям растяжимости, пенетрации и водопоглощению имеет близкие значения с мастикой на стандартном известняковом порошке, а мастика на баритовом порошке по температуре размягчения и растяжимости превосходит эти показатели. Однако, все приготовленные мастики не соответствуют требованиям по температуре хрупкости. Для улучшения этого показателя в мастику был введен полимер. Полимер вводили в мастику на баритовом порошке, т.к. она имела лучшие показатели по сравнению с мастикой на отвальных «хвостах».

В качестве полимера использовали наиболее широко применяемый в настоящее время термоэластопласт ДСТ - 30, который представляют собой крошку светло-бежевого либо белого цвета.

Термоэластопласт ДСТ широко применяется в качестве модификатора битумов для изготовления гидроизоляционных и кровельных материалов. Добавка термоэластопласта ДСТ-30 в битумные композиции значительно улучшает морозостойкость покрытий.

Сначала было изготовлено полимер битумное вяжущее. Битум разогревали до 160°C, затем в битум вводили полимерную добавку. Количество термоэластопласта ДСТ- 30 было принято 5% от массы битума. Дозировка в 5 % была принята на основании анализа литературных источников [9-11]. При этой дозировке ДСТ, можно получить мастики с необходимой температурой хрупкости. Температура смешения битума с термоэластопластом составляла 180-200 °С, время перемешивания – 20-30 мин. Свойства полимер битумного вяжущего приводятся в табл. №5.

Таблица №5

Свойства полимер битумного вяжущего

Наименование показателей	Свойства полимер битумного вяжущего	Требования
Температура размягчения, °С	61	не ниже 50
Пенетрация, мм · 10 ⁻¹ , при 25°C 0°C	45	не менее 40
	27	не менее 25
Растяжимость, см, при 25°C 0°C	18,2	не менее 15
	10,7	не менее 8
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-21	не ниже - 15
Эластичность, %, при 25°C 0°C	85	не менее 80
	74	не менее 70

Данные из таблицы показывают, что полученное вяжущее по всем показателям соответствует нормативным требованиям.

После приготовления полимер битумного вяжущего в смесь постепенно небольшими порциями вводили баритовый порошок и перемешивали 15-20 мин. Свойства полимер битумной мастики приводятся в табл. №6.

Таблица 6

Свойства полимер битумной мастики

Свойства	Мастика на баритовом порошке и ДСТ	Требования к мастикам
Температура размягчения, °С	67	не ниже 50
Растяжимость, см, при 25°С 0°С	28 10	не менее 15 не менее 5
Эластичность при 25°С, %	56,9	не менее 50
Температура хрупкости, °С	-22	не выше - 20
Водопоглощение, %, от массы	0,37	не более 1

При введении в гидроизоляционную битумную мастику полимера ДСТ удалось повысить ее физико - механические свойства: увеличилась растяжимость при 25 С и 0 ° С, снизились водопоглощение и температура хрупкости. Таким образом, полученный состав мастики на баритовом минеральном порошке и термоэластопласте ДСТ - 30 отвечает разработанным требованиям и может применяться для гидроизоляционных работ в условиях Сибири.

Результаты проведенных исследований показали возможность использования отходов промышленного производства Красноярского края в производстве гидроизоляционных мастик, которые могут быть применены в районах Сибири.

Были разработаны составы мастик, которые обладают теплостойкостью в летних условиях, морозостойкостью в зимних условиях и отвечают нормативным требованиям. Применение отходов промышленности позволит снизить стоимость гидроизоляционных мастик, а также улучшить экологическую обстановку в регионах. Экономический эффект от использования отходов промышленного производства в составах гидроизоляционных мастик достигается за счет применения местного сырья, что приводит к сокращению транспортных расходов и энергозатрат.

Разработанный состав мастики был рекомендован строительным организациям края для гидроизоляционных работ.

Литература

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. СПб: БХВ – Петербург, 2011. – 272 с.
 2. Григорьев М.А. Гидроизоляционные материалы нового поколения // Строительство объектов: материалы. – 2012, №4. – С. 116–119.
 3. Тюкилина П.М., Гурьев А.А., Тыщенко В.А. Производство нефтяных дорожных битумов: монография. – Москва: ООО «Издательский дом Недра», 2021. – 303 с.
 4. Широкий Г. Т., Юхневский П. И., Бортницкая М. Г. Материаловедение кровельных систем: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 2012. – 303 с.
 5. Хозеев Е.О., Коновалов Н.П. Мастики на основе полимерно-битумного вяжущего с применением отходов и минеральных наполнителей // Инженерный вестник Дона, 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/№3y2018/5094.
 6. Ляхевич Г.Д. Технология производства гидроизоляционных работ. – Минск: БНТУ, 2013. – 140 с.
-

7. Аюпов Д.А. Модификация нефтяных битумов деструктатами сетчатых эластомеров: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 21.11.2011/ Аюпов Дамир Алиевич; Казанский государственный архитектурно-строительный университет. – Казань, 2011. – 188 с.

8. Safiuddin Md., Iumaat M.Z., Salam M.A., Islam M.S., Hasim R. Utilization of solid wastes in konstruktion materials. International Journal Physikal Sciences. – 2010. – Vol. 5, №3. - P. 1952-1963.

9. Руденский И.М., Руденский А.В. Физические свойства битумов и способы повышения долговечности дорожных покрытий // Автомобильные дороги. – 2012. №1. – С. 82 – 87.

10. Горбатовский А.А. Регулирование показателей качества полимерно-битумных композиций на основе дивинилстирольного термоэластопласта: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.07: защищена 27.04.2012 / Горбатовский Антон Андреевич; Санкт-Петербургский государственный технологический институт. – Санкт-Петербург, 2012. – 159 с.

11. Avdeychev R., Pimenova O., Tyukilina P., Pimenov A. Regulation of the Rheological of Polymer-Bitumen Binders by Ultrasonic Intensification of Mixing Process // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. –Vol.12, № 22. – P. 11926 – 11932.

References

1. Zarubina L.P. Hidroizoljacija konstrukcij, zdanij i sooruzhenij [Structures and buildings waterproofing]. SPb: BHV: Stroitel'1stvo i arhitektura, 2011. 272 p.

2. Grigor'ev M.A. Stroitel'stvo ob#ektov: materialy. 2012. №4. pp. 116-119.

3. Tjukilina P.M., Gur'ev A.A., Tyshhenko V.A. Proizvodstvo neftjanyh dorozhnyh bitumov. [Bitumen materials processing]. M.: Izdatel'skij dom Nedra, 2021. 303 p.

4. Shirokij G. T., Juhnevskij P. I., Bortnickaja M. G. Materialovedenie krovel'nyh sistem: ucheb. posobie [Roofing materials: data book]. Minsk: Vysh. shk., 2012. 303 p.
5. Hozeev E.O., Konovalov N.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/№3y2018/509.
6. Ljahevich G.D. Tehnologija proizvodstva gidroizoljacionnyh rabot [Waterproofing]. Minsk: BNTU, 2013. 140 p.
7. Ajupov D.A. Modifikacija neftjanyh bitumov destruktatami setchatyh jelastomerov [Modification of petroleum bitumen with elastomers]: dis. ... of PhD in engineering: 05.23.05: defense of the thesis 21.11.2011 Ajupov Damir Alievich. Kazan', 2011. 188 p.
8. Safiuddin Md., Iumaat M.Z., Salam M.A., Islam M.S., Hasim R. International Journal Physical Sciences. 2010. Vol. 5, №3. pp. 1952-1963.
9. Rudenskij I.M., Rudenskij A.V. Avtomobil'nye dorogi. 2012. №1. pp. 82-87.
10. Gorbatovskij A.A. Regulirovanie pokazatelej kachestva polimerno-bitumnyh kompozicij na osnove divinilstirol'nogo termojelastoplasta [Quality control of polymer-modified bitumen composition on the basic of thermoelastolayer]: dis. ... of PhD in engineering: 05.17.07: defense of the thesis 27.04.2012 Gorbatovskij Anton Andreevich. SPb, 2012. 159 p.
11. Avdeychev R., Pimenova O., Tyukilina P., Pimenov A. International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Vol. 12, № 22. pp. 11926-11932.