

Пигментированные битумные изоляционные материалы на основе природных битумов

Р.А. Кемалов (Казань, Россия)

kemalov@mail.ru

Кандидат технических наук, доцент кафедры высоковязких нефтей и природных битумов Казанского Федерального (Приволжского) Университета, старший научный сотрудник, Заведующий лабораторией комплексной переработки высоковязких нефтей и природных битумов КФУ, Лауреат государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники, Советник Российской Академии Естественных Наук, профессор Российской Академии Естествознания, заслуженный работник науки и образования, член научного Совета при Президиуме АН РТ по научно-технической и инновационной политике, эксперт Министерства транспорта и дорожного хозяйства РТ

А.Ф. Кемалов

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высоковязких нефтей и природных битумов Казанского Федерального (Приволжского) Университета, ведущий научный сотрудник, Лауреат государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники, академик — действительный член Российской Академии Естественных Наук, научного Совета при Президиуме АН РТ по научно-технической и инновационной политике, эксперт Министерства транспорта и дорожного хозяйства РТ

В виду того, что исследования в области пигментирования битумных лакокрасочных материалов проводились в ограниченных масштабах, решая в основном узкопрофильные задачи потребительского характера, разработка научно-практических основ процессов пигментирования битумных изоляционных материалов (БИМ) введением техногенных порошковых отходов нефтехимии, нефтепереработки, а также ряда смежных отраслей в их состав практически не проводилась

Материалы и методы

Пигментированные битумные изоляционные материалы, техногенные порошковые отходы нефтехимии и нефтепереработки, битумы, методы по определению физико-механических и адгезионно-прочностных свойств, линейные сополимеры, термопластичные смолы.

Разработанные теоретические предпосылки процессов пигментирования Ермиловым П.И., Индейкиным Е.Р., Толмачевым И.А. не учитывают сложного химического, структурно-группового состава битумов и соответственно их взаимного влияния на свойства различных наполнителей и пигментов. А ввиду того, что содержащиеся в битумах асфальтены с одной стороны выступают в роли наполнителей БИМ [1–3], но с другой стороны по причине их взаиморастворимости в смолах, а также содержащихся в их составе гетероатомов и металлов проявляют неоднозначное комплексное влияние на многочисленные свойства лакокрасочных систем. Таким образом, невозможно не учитывать вышеприведенные факторы. Для решения поставленных задач необходимо отчетливо сформулировать этапы проводимых исследований, направленных в первую очередь на решение основных вопросов и проблем [1–10], возникающих при пигментировании техногенными отходами БИМ.

Компонентами БИМ являются различного гомологического ряда линейные сополимеры ТПС, характеризующихся параметром растворимости Хильдебранта 16,0–19,5 (МДж/м³)^{0,5} с содержанием (% мас.) структурных звеньев стирола — 20, индена — 40, дициклопентадиена — 60, а также олефины с содержанием атомов (С) от 8–26 и выше, триглицеридные структуры жирных кислот состоящих (% мас.) из насыщенных — 7,3%, с одной двойными связью — 67,5% и несколькими двойными связями — 25,2% и 35–55% олеиновой кислоты, пальмитиновой, линоленовой, 40% эруковой, 16% мас.

гадолеиновой, входящих в состав рапсового и талового масел.

В работах Ю.В. Думского хорошая совместимость исследуемых видов линейных сополимеров объясняется наличием в ее составе структурных звеньев стирола, индена, дициклопентадиена, которые, при взаимодействии с триглицеридными структурами жирных кислот масел, диеновыми структурами олефинов, способны образовывать устойчивые водородные связи и сложные эфиры, а также способны к протеканию процессов полимеризации и поликонденсации при температурах 100–140°C:

1. Необходимость проведения анализа состояния современных научно-технических разработок по теме исследования, а также перспектив применения наполненных противокоррозионных защитных материалов с высокими физико-механическими и адгезионно-прочностными свойствами.
2. Основываясь ранее проведенными работами провести структурно-групповой, физико-химический анализы природного битума и продуктов его окисления, а также лаков на их основе, в соответствие с ГОСТ 22245, 9548, 6617, 9812, 21822, 312, 5631.
3. Разработка научно-практических основ и методологии оценки выбора компонентов пленкообразователя, а также определение условий и способов их совмещения.
4. На основе существующих физико-химических теорий, Ермиловым П.И., Индейкиным Е.Р., Толмачевым И.А., Карякиной М.И., Лившица Р.М., по технологиям процессов

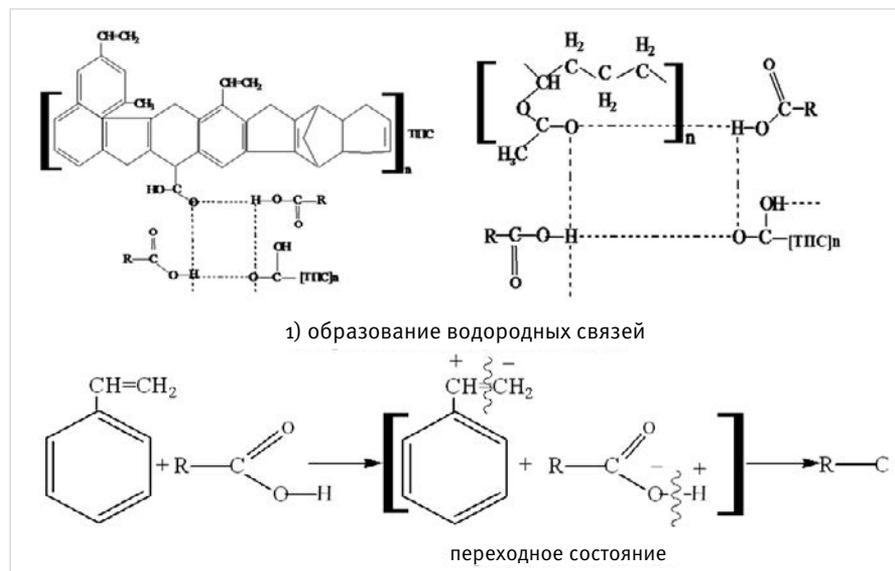


Рис. 1

- создания защитных высоконаполненных дисперсных материалов, методологии их оценки, а также современных способов получения и применения высококачественных пигментов и наполнителей разработать научно-практические основы с использованием современных методов исследования и инструментальных анализов.
5. В виду сложности химического и группового состава битумсодержащих пленкообразователей, проведение процессов пигментирования осложнено, в связи с высокой величиной погрешности расчетов эксперимента. Таким образом, актуальна разработка математической модели расчетов этапов процесса пигментирования с одновременным определением объемного содержания пигментов, а также наполнителей согласно их физико-химическим характеристикам.
6. Для увеличения седиментационной устойчивости, пленкообразующей и адсорбционной способности, степени отверждения, а также стойкости к электрохимической коррозии изучить комплексное влияние полимерных систем и ингибирующих добавок к ним, содержащихся в составе пигментированных БЛМ, а также условий их взаимомещений на их свойства.

Как видно из вышеприведенных характеристик БИМ на основе спецбитума с температурой размягчения 100°C, модифицированного 8 процентами высокополимерного соединения — ТПС и немодифицированного БИМ происходит заметное улучшение физико-механических свойств. Как мы считаем, это является следствием особенностей ее структуры, которые заключаются в том, что ТПС представляет собой как бы совокупность двух систем, неразрывно соединенных в одно целое: системы, состоящей из асимметричных макромолекул, обладающих вследствие громоздкости и действия значительных сил Ван-дер-Ваальса ограниченной подвижностью, и системы отдельных звеньев макромолекулярных цепей.

Малая подвижность отдельных макромолекул придает полимерным системам характер твердого тела и обуславливает высокую вязкость.

Из представленных физико-механических характеристик приготовленных БИМ с участием ТПС можно сделать заключение о том, что ее кристаллическая или относительно стабильная ориентированная структура полимера способствует значительному повышению прочности и твердости Пк.

Известно, что наиболее доступным, распространяемым и эффективным способом влияния на твердость, адгезию и прочность ЛКП является их пигментирование, то есть введение в состав Пк пигментов и наполнителей. При этом долговечность окрашенных изделий такими Пк повышается в 2–10 раз. Пигменты защитных органических Пк не только задерживают коррозию металлов, но и предохраняют битумное Пк от преждевременного старения и разрушения, что дает огромный экономический эффект. Кроме влияния на указанные свойства, пигментирование позволяет придавать Пк требуемый цвет.

Закономерности процессов, протекающих

при их изготовлении, в настоящее время не поддаются научно-обоснованному прогнозированию. Поэтому процесс разработки подобных составов базируется, как правило, на эмпирических принципах.

Глубокий черный цвет битума способствует поглощению лучистой энергии и, как следствие нагреву окрашенных изделий под воздействием солнечного света, особенно в летний период. Отсюда становится очевидной необходимость увеличения степени отражения Пк. С этим сопряжены колебания их линейных размеров, что неприемлемо во многих случаях, например, в случае мостовых и т. п. сооружений.

Единственной возможностью увеличить степень отражения битумных Пк является включение в состав исходных БИМ так называемой алюминиевой пудры. Она представляет собой высокодисперсный алюминий с частицами чешуйчатой формы. Этот металлический пигмент получают измельчением в шаровых мельницах алюминиевой фольги в присутствии жирных кислот, образующих на поверхности частиц порошка привитый слой. Данная оболочка и форма частиц придают алюминиевой пудре способность к так называемому «листованию». Это процесс — всплывания и концентрирования частиц алюминия в верхних слоях лакокрасочной пленки, нанесенной на подложку, в процессе формирования Пк. Чешуйчатая форма частиц обладающих высокой отражательной способностью, в сочетании с ориентацией их плоскости параллельно поверхности Пк в случае эффективного протекания листования дает возможность добиться в приповерхностных слоях лакокрасочной пленки такого содержания пигмента, которое приводит к полному подавлению цвета связующего. В результате этого Пк приобретает серебристый цвет.

Полученные результаты экспериментов позволили выбрать для дальнейших исследований в качестве пленкообразователя образец спецбитума с температурой размягчения 100°C, полученного окислением фракции природного битума Нагорного месторождения, модифицированный 8% мас. ТПС. Проводимые исследования рис. 5.21–5.23, показывают то, что с введением алюминиевой пудры происходит малое нарастание твердости с одновременным падением пластических свойств.

Это связано с наличием 38,2 процентов асфальтенов, образовавшихся в процессе окисления природного битума, при этом с увеличением количества алюминиевой пудры в БИМ нарушается плотность ее упаковки.

Увеличение количества сухих веществ, приводит к ухудшению смачиваемости пигмента и как следствие этого падение пластических свойств до 3, 5, 10 мм соответственно, что является неприемлемым при производстве ЛКМ соответствующих ГОСТ 5631-79 на лак БТ-577.

Адгезионные и прочностные характеристики представлены на рис. 5.23.

Так как алюминиевая пудра обладает низкой агрегативной устойчивостью, как это видно из рис. 5.21–5.23, и придает структуре Пк рыхлость.

Следовательно, для увеличения прочностных и пластических свойств Пк необходимо присутствие в БИМ пигмента с высокой

Ключевые слова

природные битумы, пленкообразующие вещества, нефтехимия, термопластичные смолы, пигменты, асфальтены, физико-механические свойства покрытий

Pigmented bitumen insulating materials on the natural bitumens basis

Authors

Ruslan A. Kemalov (Kazan, Russia)

Candidate of Technical Sciences, the associate professor high-viscosity oils and natural bitumens of the Kazan Federal (Volga) University, senior research associate, the Head of laboratory of complex processing high-viscosity oils and natural bitumens, the Winner of the state award of the Republic of Tatarstan in the field of a science and equipment, the Adviser of the Russian Academy of Natural Sciences, the professor of the Russian Academy of Natural sciences, the honored worker of science and education, the member of scientific council at Presidium of Academy of science of RT on scientific and technical and innovative policy, the expert of the Ministry of transport and a road economy of RT

Alim F. Kemalov

doctor of Engineering, the professor, the head of the department high-viscosity oils and natural bitumens of the Kazan Federal (Volga) University, leading research associate, the Winner of the state award of the Republic of Tatarstan in the field of a science and the equipment, the academician — the full member of the Russian Academy of Natural Sciences, scientific council at Presidium of Academy of science of RT on scientific and technical and innovative policy, the expert of the Ministry of transport and a road economy of RT

Abstract

The researches of a filled bitumen paint and varnish materials were carried out in limited scales. It was solving generally narrow-purpose problems of consumer character. The development of scientific and practical bases of processes of a filled bitumen insulating materials with the entering in their structure the technogenic powder waste of petrochemistry, oil refining it was not carried out.

Materials and methods

Pigmented bitumen insulating materials, technogenic powder waste of petrochemistry and oil refining, bitumens, methods by definition physic mechanical and adhesive прочностных properties, linear copolymers, thermoplastic pitches.

Results

In view of that applicability of bitumens gets the paramount urgency in production

of sheetings because of many valuable properties (water repellency, water resistance, to protective properties from the high-concentrated acids and alkalis) there is obvious a need expansion of scopes of bitumen materials at the expense of increase in ways and methods of regulation their physic mechanical and adhesive прочностных properties.

Conclusions

On the basis of results of the carried-out researches in the field of studying of interaction of refractory bitumens with metals of variable valency — fillers pigments, and also the revealed regularities of interaction and ways of combination of entered modifiers with a film-forming basis of the received refractory bitumens, it is theoretically possible to assume that the developed structures bitumen — polymeric inhibited materials can be put on crude from products of corrosion of a surface of metal designs. Carrying out physical and chemical updating of refractory bitumens promotes strengthening of mechanical durability at the expense of regulation of colloidal structure, assumes use as a film-forming basis the special bitumens received in various conditions, and also production of long-term insulating materials corresponding state standard specifications 5631 and 312, capable to maintain cyclic atmospheric loadings without loss mechanical, adhesive прочностных and waterproof properties.

Keywords

natural bitumens, film-forming substances, petrochemistry, thermoplastic pitches, pigments, asphaltenes, physic-mechanical properties of coverings

References

1. Kemalov, R.A. Pigmentirovaniye bitumen — a polymeric paint and varnish material a powder of pellets (Article) / Kemalov R. A., Kemalov A.F., Stepin S. N., Diyarov I.N. Science and technology of hydrocarbons. — 2003. - No. 2., page 65-67.
2. Kemalov, R.A. Uluchsheniye of properties of varnish special bitumen at a stage of its receiving (Article) / Kemalov R. A., Kemalov A.F., Ganiyeva T.F., Fakhrutdinov R. Z. Chemistry of technology of fuels and oils. — 2003-No. 5, page 15-17.
3. Kemalov, River. And. Pigmented bitumen insulating paint and varnish materials: structure, properties, application (Article) / Kemalov R. A., Kemalov A.F. Exposition Oil Gas, 6/N (80) November, 2008.
4. Kemalov, River. And. Bitumen paint and varnish materials. Assessment of technological properties: educational methodical Grant / Kemalov R. A., Kemalov A.F. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 112 pages.

агрегативной устойчивостью, на основе ранее проводимых исследований, в качестве инициатора необходимых характеристик приводимые ГОСТ 5631-79 на лак БТ-577, является железная слюдка, качественные характеристики, которой указаны в табл. 5.27.

Расчет ОСП сводится к расчету необходимого пленкообразователя для пигмента.

Для расчета ОСП в БИМ первоначально задаемся необходимой массой пигмента, и приводим плотности рассматриваемого пигмента и пленкообразователя — битум и ТПС, затем производим расчет, используя формулу (5.2), в которой неизвестной является масса пленкообразователя, предварительно определив ОСП.

$$ОСП = \frac{\frac{m_{пз}}{\rho_{пз}}}{\frac{m_{пз}}{\rho_{пз}} + \frac{m_{поб}}{\rho_{поб}}} = 0.3 \quad (5.2)$$

где $m_{пз}$ и $m_{поб}$ — масса пигмента и пленкообразователя; $\rho_{пз}$ и $\rho_{поб}$ — их плотности.

Расчет алюминиевой пудры.

$m_{пз} = 10$ г.

$$ОСП = \frac{10}{\frac{2.52}{10} + \frac{X}{1}} = 0.3 \quad \text{— отсюда находим } X.$$

$$X = 9,26 \text{ г} = m_{поб}.$$

Проверка осуществляется подстановкой в формулу (5.2) найденную массу пленкообразователя.

$$ОСП = \frac{10}{\frac{2.52}{10} + \frac{9.26}{1}} = 0.3$$

$$0.3 = 0.3$$



Рис. 5.21 — Зависимость физико-механических свойств БИМ от объемного содержания пигмента (ОСП)

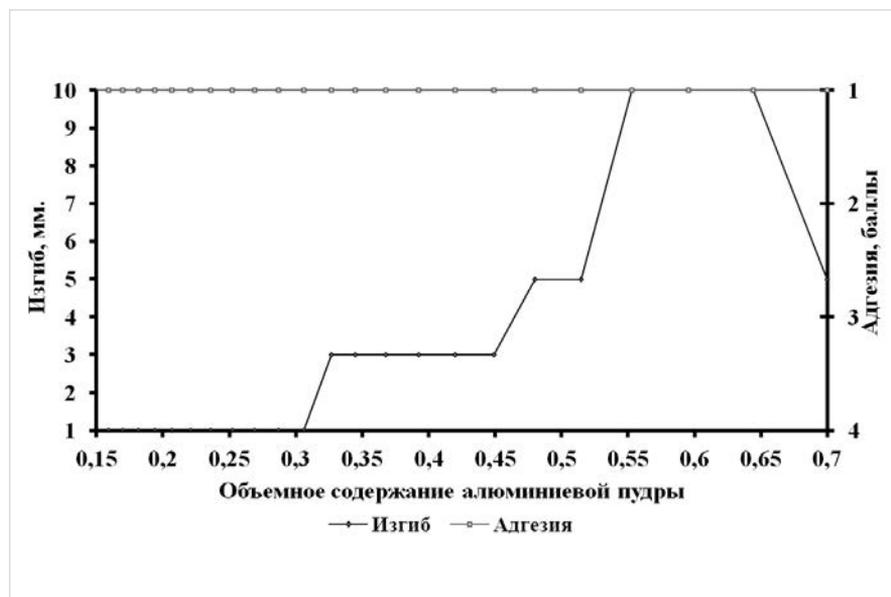


Рис. 5.22 — Зависимость изгиба и адгезии от ОСП

Расчет железной слюдки.

$$ОСН = \frac{10}{\frac{5,514}{10} + \frac{X}{1}} = 0,4$$

$$X = 2,72г = m_{лю.}$$

Расчетное количество пленкообразователя определяется для каждого пигмента индивидуально, затем при помощи программы на ЭВМ производится расчет всех возможных рецептур БИМ с физико-механическими свойствами определенного интервала. Таким же образом были получены рецептуры БИМ на основе спецбитума с температурой размягчения 100°С.

Выбор компонентного содержания рецептуры основан их влиянием на физико-механические свойства Пк. Присутствие алюминиевой пудры обусловлено высоким отражающим эффектом Пк, наличие железной слюдки предполагает высокую прочность, атмосферно- и антикоррозионную стойкость полученного БИМ, а расчетное количество НПС отвечает адгезионному взаимодействию

битумное Пк — металл и когезионному взаимодействию сухих веществ. Одновременное использование перечисленных компонентов в расчетных количествах с полученным образцом битума дает возможность получить БИМ, соответствующие требованиям ГОСТ 5631-79 на лак БТ-577, указанный в табл. 5.28.

Исследования Пк, полученные на основе рецептур, приведенных в табл. 5.28, в процессе работы позволили выбрать БИМ приготовленное по рецептуре под номером 7, превышающее требования по ГОСТ 5631-79 (табл. 5.28).

В процессе исследований установлена взаимосвязь структурно-группового и компонентного составов тугоплавких битумов с физико-механическими свойствами полученных битумных лаков. При этом обнаружено, что приготовленный лак с указанным выше процентным содержанием тугоплавкого битума соответствует всем приведенным требованиям ГОСТ 312-79 и ГОСТ 5631-79, а также техническим требованиям на эмаль БТ-591.

Основываясь проведенными исследованиями ИК-спектроскопии, группового

5. Kemalov, River. And. Scientific practical aspects of processes of corrosion and ways of protection: Monograph / Kemalov R. A., Kemalov A.F. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 280 pages.
6. Kemalov, River. And. Bitumen paint and varnish materials. Definition of some fiziko-mechanical and decorative properties of coverings: educational methodical Grant / Kemalov R. A., Kemalov A.F. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 112 pages.
7. Kemalov, River. And. Bitumen paint and varnish materials. Definition of some fiziko-mechanical and decorative properties of coverings: Manual / Kemalov R. A., Kemalov A.F. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 180 pages.
8. Kemalov, A.F. Scientific practical bases fiziko-chemical mechanics and statistical analysis of disperse systems: Manual / Kemalov A.F., Kemalov R. A. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 472 pages.
9. Kemalov, River. And. Protective paint and varnish coverings on the basis of products of petrochemical raw materials: Manual / Kemalov R. A., Kemalov A.F. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 178 pages.
10. Kemalov, A.F. Production of the oxidized bitumens: Manual / Kemalov A.F., Kemalov R. A. — Kazan.: Publishing house Cauldron. the state. технол. un-that, 2008. — 120 pages.

Показатели	Пигмент-наполнитель
	Железная слюдка
Содержание водорастворимых веществ, %	0,071
РН водной вытяжки	7,00
Плотность, г/м ³	5,514
Маслоемкость г льняного масла / 100 г пигмента	15,2

Таб. 5.27 — Качественные характеристики применяемых в работе пигментов

Показатели	Битумный лак, приготовленный по рецептуре		Лак БТ-577
	5 дней выдержки (сушки)	26 дня выдержки (сушки)	
Твердость, усл.ед.	0,2407	0,3180	0,2
Адгезия, баллы	1	1	1
Изгиб, мм	1	1	1
Блеск, %	35	34	—
Адгезия, кгс/см ²	8	—	—

Таб. 5.28 — Сравнительная характеристика БИМ приготовленного по рецептуре и БТ-577 по ГОСТ 5631-79



Рис. 5.23 — Прочностные характеристики Пк

химического состава тугоплавких битумов можно заключить, что использование природных битумов Нагорного месторождения в качестве сырья процесса окисления можно получать битумы специального назначения, соответствующие требованиям ГОСТ 21822-87 на «Битумы нефтяные хрупкие», которые в свою очередь обладают меньшим суммарным содержанием метиленовых и метильных групп, повышенной разветвленностью парафиновых структур, низким содержанием ароматических структур, а также высокими значениями физико-механических свойств по сравнению с традиционно окисленными битумами Devonских нефтей, Мордово-Кармалских природных битумов и т.п., таким образом, структура выделенных асфальтенов битума-2 имеет «рыхлый» тип и расстояния, таким образом, между «пачками» соответственно выше, чем в традиционных битумах.

В нанесенном на подложку БИМ асфальтены, выделенные из битума-2, после испарения ксилола и усадки Пк подвергаются, полагаем, меньшей агрегации и эффективному структурообразованию вследствие большей разветвленности как асфальтенов, так и мальтенов, что в конечном итоге приводит к высокой твердости и прочности Пк, в противном случае в результате агрегирования происходило бы концентрирование частиц дисперсной фазы на отдельных участках Пк, что привело бы к охрупчиванию и дальнейшему их разрушению.

Для обработки результатов экспериментальных данных, представленных графически, осуществлялся подбор эмпирических формул, необходимых для математического моделирования исследуемых процессов, которые описывают результаты проведенных исследований, исключая основные погрешности.

Опыт проводимых ранее работ позволил определить основные этапы физико-химической модификации битумных Пк, позволяющих при совмещении с раствором тугоплавкого битума в ароматическом растворителе различных термопластичных пленкообразователей (ТПП), а также полимерных пластификаторов и наполнителей (второй дисперсной фазы), произвести внутримолекулярное структурирование пленкообразующей системы битума.

Основываясь проведенными исследованиями в области изучения условий

совмещения спецбитума с указанными модификаторами предложена технология поэтапного их совмещения в соответствующих температурных пределах. Выбранные условия совмещения полностью исключают деструкцию, как битума, так и полимера, что доказывается наличием высоких значений физико-механических свойств у Пк.

Принимая во внимание законы растворимости с использованием параметра Хильдебранта, учитывая, что полимеры и битумы не летучи и обладают высокой вязкостью, параметр их растворимости принимали равным параметру растворимости жидкости, которая является для них лучшим растворителем.

При введении второй дисперсной фазы, то есть полимера, в органическую матрицу БИМ до 2% наблюдается упрочнение его структуры, при введении более 2% происходит возрастание отношения фаза/среда, вследствие чего наблюдается «выпадение» полимера из гомогенно распределенной среды и его расслаивание, приводящее к резкому ухудшению адгезионно-прочностных свойств и уменьшению механической прочности структуры полученной битум-полимерной композиции (БПК). Таким образом, можно предположить, что вводимые 2% полимера будут являться критической концентрацией структурообразования БПК. Исходя из имеющихся данных о структуре вводимых полимеров, выдвинуты предположения как фрагментарного влияния (при введении блок-сополимеров), так и влияния структуры в целом при совмещении их с тугоплавким битумом на физико-механические свойства Пк с учетом физико-химической механики нефтяных дисперсных систем (НДС).

Однако при изучении эксплуатационных свойств полученных битум-полимерных материалов, а именно их адгезионно-прочностных свойств можно заключить о необходимости их физико-химического модифицирования с целью пластификации и исключения, таким образом, окислительной деструкции, то есть преждевременного старения. Согласно имеющимся предпосылкам, необходимо бифункциональностью обладает элементная сера. Проводимые в дальнейшем исследования природы воздействия серы на структуру и физико-механические свойства битум-полимерных материалов позволили представить ее в качестве эффективной бифункциональной добавки

БИМ, обладающей ингибирующим действием в процессе отверждения ЛКП. Определены оптимальные концентрации серы в составе БПК, при которых не происходит «выпадения», то есть когда она полностью распределяется в битум-полимерной среде и, когда участвует в БИМ в качестве твердого порошкового наполнителя.

Итоги

Ввиду того, что применимость битумов приобретает свою первостепенную актуальность в производстве защитных покрытий по причине многих своих ценных свойств (гидрофобности, водостойкости, защитным свойствам от высококонцентрированных кислот и щелочей) становится явной необходимость расширения областей применения битумных материалов за счет увеличения способов и методов регулирования их физико-механических и адгезионно-прочностных свойств.

Выводы

На основе результатов проведенных исследований в области изучения взаимодействия тугоплавких битумов с металлами переменной валентности, выступающих в БИМ в качестве наполнителей-пигментов, а также выявленных закономерностей взаимодействия и способов совмещения вводимых модификаторов с пленкообразующей основой полученных тугоплавких битумов, теоретически можно предположить, что разработанные составы битум-полимерных ингибированных ЛКМ могут наноситься на недостаточно очищенные от продуктов коррозии или полностью прокорродировавшие поверхности металлических конструкций. Таким образом, можно заключить, что проведение физико-химической модификации тугоплавких битумов вышеперечисленными компонентами способствует, во-первых, усилению механической прочности ЛКП за счет регулирования коллоидной структуры исследуемых НДС, во-вторых, предполагает использование в качестве пленкообразующей основы спецбитумы, полученные в различных условиях и в третьих производство долговременных БИМ соответствующих ГОСТам 5631-79 и 312-79, способных выдерживать циклические атмосферные нагрузки без потери механических, адгезионно-прочностных и гидрофобных свойств.

Список использованной литературы

1. Кемалов, Р.А. Пигментирование битум-полимерного лакокрасочного материала порошком окатышей (статья) / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Степин С.Н., Дияров И.Н. Наука и технология углеводородов. — 2003. - №2., с.65-67.
2. Кемалов, Р.А. Улучшение свойств лакового специального битума на стадии его получения (статья) / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Ганиева Т.Ф., Фахрутдинов Р.З. Химия технологии топлив и масел. — 2003 - №5, с.15-17.
3. Кемалов, Р.А. Пигментированные битумные изоляционные лакокрасочные материалы: состав, свойства, применение (статья) / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. Экспозиция Нефть Газ, 6/Н (80) ноябрь 2008 г.
4. Кемалов, Р.А. Битумные лакокрасочные материалы. Оценка технологических свойств: учебно-методическое пособие / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 112 с.
5. Кемалов, Р.А. Научно-практические аспекты процессов коррозии и способов защиты: монография / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 280 с.
6. Кемалов, Р.А. Битумные лакокрасочные материалы. Определение некоторых физико-механических и декоративных свойств покрытий: учебно-методическое пособие / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 112 с.
7. Кемалов, Р.А. Битумные лакокрасочные материалы. Определение некоторых физико-механических и декоративных свойств покрытий: учебное пособие / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 178 с.
8. Кемалов, А.Ф. Научно-практические основы физико-химической механики и статистического анализа дисперсных систем: учебное пособие / Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 472 с.
9. Кемалов, Р.А. Защитные лакокрасочные покрытия на основе продуктов нефтехимического сырья: учебное пособие / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 178 с.
10. Кемалов, А.Ф. Производство окисленных битумов: учебное пособие / Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А. — Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. — 120 с.