

УДК 691.168:678.046:532.74

Э. А. Гусейнова, д-р хим. наук, проф. кафедры «НХТ и ПЭ»,
И. Т. Алиев, д-р ф. т. наук, уч.секретарь, доцент каф. «НИ»,
З. А. Рзаев, студент (АГУНП, г.Баку, Азербайджан);
В. А. Мамедова, аспирант
(НИИ «ГПНГ и Х», АГУНП, г.Баку, Азербайджан)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Битумно-полимерные композиции, содержащие эластомерные добавки и пластифицирующие масла, широко применяются в дорожных и гидроизоляционных материалах. Эксплуатационные свойства таких систем во многом определяются степенью диспергирования полимерной фазы в битумной матрице. В связи с этим актуальной задачей является оценка размеров частиц дисперсной фазы при варьировании состава композиции.

На рисунке представлена зависимость оптической плотности, связанной с размерами частиц дисперсной фазы, от массовой доли дисперсной фазы для битумно-полимерных композиций различного состава. Максимальные значения D при $\lambda = 400$ нм характерны для систем с умеренным содержанием масла (5 %) и 1 % эластомера, что указывает на формирование крупных дисперсных доменов. Повышение доли эластомера снижает склонность системы к агрегации частиц. Длина волны 670 нм выявляет различия в формировании крупных полимерных доменов. Наибольшая агрегация характерна для состава с 5 % масла и 1 % эластомера, тогда как увеличение доли полимера приводит к структурной стабилизации.

Сопоставление результатов фотоэлектроколориметрических измерений с составом битумно-полимерных композиций показывает, что размеры (радиус) частиц дисперсной фазы существенно зависят от содержания масла и полимерного компонента:

Анализ полученных данных показывает, что для всех исследованных образцов наблюдается общая тенденция увеличения эффективного радиуса частиц при росте массовой доли дисперсной фазы от 0,01 до 0,05 %. При этом обращает на себя внимание наличие численного локального минимума в значениях эффективного радиуса частиц от массовой доли дисперсной фазы, что является закономерным и отражает смену доминирующего механизма формирования дисперсной структуры в битумно-полимерных системах.

Таблица

Массовая доля дисп.фазы, %	Образец 1 (10% масло+ 1% эластомер)	Образец 2 (5% масло+ 1% эластомер)	Образец 3 (2,5% масло+ 1% эластомер)	Образец 4 (10% масло+ 2% эласто- мер)	Образец 5 (битум нефтяной до- рожный, БНД)
0,01	140,45	219,18	124,03	52,04	115,77
0,02	137,71	140,51	103,27	62,97	111,54
0,03	132,60	151,35	129,20	95,30	94,31
0,04	151,76	183,97	145,44	116,58	102,87
0,05	162,03	313,70	168,26	117,18	124,29

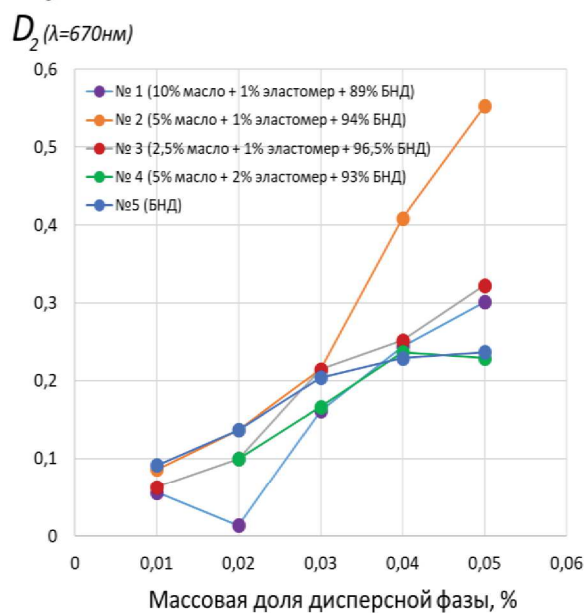
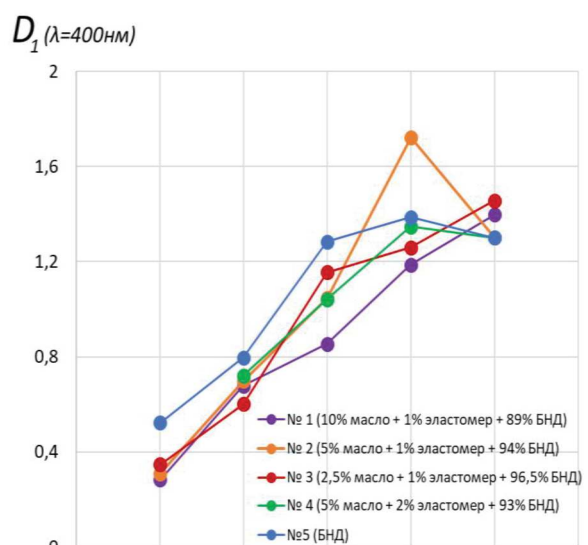


Рисунок – Влияние массовой доли дисперсной фазы и состава битумно-полимерных композиций на оптическую плотность D_1 (a , $\lambda = 400$ нм) и D_2 (b , $\lambda = 670$ нм)

В концентрационной области 0,02-0,03% дисперсной фазы происходит переход от разрозненных полимерных доменов к более равномерно распределённой и термодинамически устойчивой дисперсной структуре. Различия в глубине и положении прогиба обусловлены соотношением полимерного компонента и пластифицирующего масла, определяющих баланс между стабилизацией дисперсии и процессами агрегации

При сравнительном анализе всех исследованных образцов установлено, что эффективный радиус частиц дисперсной фазы существенно зависит как от массовой доли дисперсной фазы, так и от соотношения компонентов в составе битумно-полимерной композиции.

Для образца 1 (10% масла + 1% эластомера + 89% БНД) характерно наличие умеренно выраженного минимума радиуса частиц при массовой доле дисперсной фазы 0,03% (132,6 нм), после чего наблюдается рост до 162,0 нм при 0,05%, что может указывать на переход от диспергированного состояния полимерно-масляных доменов к их укрупнению за счёт коалесценции.

Образец 2 (5% масла + 1% эластомера + 94% БНД) демонстрирует наиболее резкий рост эффективного радиуса при увеличении концентрации дисперсной фазы: от 219,2 нм при 0,01% до 313,7 нм при 0,05%, что свидетельствует о снижении стабильности дисперсной структуры и формировании крупных агрегатов, вероятно, вследствие недостаточной пластизации полимерной фазы при пониженном содержании масла.

В образце 3 (2,5% масла + 1% эластомера + 96,5% БНД) радиус частиц изменяется более сглаженно – от 103,3 до 168,3 нм, что указывает на более равномерное распределение полимерных доменов и формирование устойчивой дисперсной структуры при минимальном содержании масла.

Образец 4 (5% масла + 2% эластомера + 93% БНД) отличается наименьшими значениями радиуса частиц во всём исследованном диапазоне (52–117 нм), что свидетельствует о доминирующем влиянии повышенного содержания эластомера, способствующего формированию мелкодисперсной и структурно стабильной системы.

Для исходного битума (образец 5, БНД) характерны промежуточные значения радиуса (94–124 нм) с наличием минимума при 0,03%, что отражает естественную асфальтенно-смолистую микроструктуру без полимерной модификации. В целом установлено, что увеличение содержания эластомера способствует уменьшению размеров дисперсных частиц и стабилизации структуры, тогда как рост доли масла при фиксированном содержании полимера приводит к увеличению радиуса

частиц и усилению процессов коалесценции.

Таким образом, полученные результаты позволили установить, что эффективный радиус частиц дисперсной фазы в битумно-полимерных композициях существенно зависит как от массовой доли дисперсной фазы, так и от соотношения масла и эластомера в составе. Для всех исследованных образцов характерен нелинейный характер изменения радиуса частиц в диапазоне массовых долей 0,01–0,05%.

Для образца 1, содержащего 10% масла и 1% эластомера, минимальные значения эффективного радиуса наблюдаются при массовой доле дисперсной фазы 0,02–0,03% (≈ 132 – 138 нм), тогда как при дальнейшем увеличении концентрации до 0,05% радиус возрастает до 162 нм, что указывает на переход от стабилизированной дисперсии к укрупнению частиц.

Образец 2, содержащий 5% масла демонстрирует наиболее выраженный рост размеров частиц при высоких концентрациях дисперсной фазы: при 0,05% эффективный радиус достигает 314 нм, что свидетельствует о склонности системы к коалесценции и формированию крупных доменов при недостаточной пластификации. Еще большее уменьшение содержания масла в образце 3 (2,5% масла) радиус частиц изменяется более плавно (103–168 нм), что указывает на более устойчивую морфологию дисперсной фазы и оптимальный баланс между содержанием масла и эластомера.

Тогда как увеличение содержания эластомера до 2%, а масла 5% (образец 4), приводит к формированию наиболее мелкодисперсной структуры во всём диапазоне концентраций (52–117 нм), что свидетельствует об эффективной стабилизации дисперсной фазы за счёт усиленного полимерного каркаса.

Для исходного битума (БНД) характерны промежуточные значения радиуса частиц (94–124 нм), при этом отсутствие модификаторов ограничивает возможность целенаправленного управления морфологией дисперсной фазы. Выявленные закономерности позволяют объяснить установленные ранее результаты, согласно которым композиции с пониженным размером частиц – это образец 4 (10% масло+2% эластомер) характеризуются повышенной термостабильностью, улучшенными реологическими свойствами и большей эксплуатационной устойчивостью.