

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ БИТУМА В ВОДЕ. УСТАНОВКА. МЕТОДИКА. РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБИРОВАНИЯ

Будник В.А., Евдокимова Н.Г., Жирнов Б.С.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Филиал УГНТУ в г. Салавате

Рост требований к характеристикам асфальтобетонных покрытий связан с ростом скоростей движения и увеличением количества тяжелых и сверхтяжелых грузовых автомобилей в составе движения на ряде магистральных дорог. Применение высококачественных вяжущих материалов для асфальтобетонных покрытий будет способствовать сокращению затрат на их ремонт и содержание, и позволит решать достаточно актуальную проблему для нашей страны - строительство новых автомобильных дорог. Поэтому созданию и внедрению новых комплексных вяжущих для дорожных асфальтобетонов, способных повысить срок службы дорог и их качество, придается большое значение. И такими вяжущими могут стать нефтяные битумные эмульсии, которые имеют ряд преимуществ, как по свойствам, так и по технологии их применения.

Нефтяную битумную эмульсию определяют ионные свойства, содержание вяжущего, механизм распада, вязкость и природа вяжущего.

Ионные свойства зависят от полярности эмульсии, которая определяется характеристиками дисперсной фазы и природой эмульгатора. Различают эмульсии анионные, в которых частицы битума носят отрицательные электрические заряды и эмульсии катионные, в которых частицы битума носят положительные электрические заряды. Молекулы эмульгатора имеют неполярную часть, обладающую большим сродством по отношению к битуму, благодаря чему они, как бы, вкалываются в битумные капли. Полярная часть молекул находится в воде, в которой, ионизируясь, образует электрические заряды на поверхности битумных частиц. Эти электрические заряды, одинакового знака, принуждают битумные частицы, благодаря электростатическому отталкиванию, отделяться друг от друга, препятствуя их слипанию[1]. На границе раздела фаз ПАВ могут находиться либо в виде отдельных кинетических единиц, либо образовывать двумерные структуры

в результате возникновения межмолекулярных контактов, которые приобретают комплекс новых структурно-механических свойств[2].

Эмульсии можно получать с различным содержанием вяжущего (битума). В табл. 1 указаны наиболее часто употребляемые содержания вяжущего в зависимости от области применения.

Таблица 1 - Содержания вяжущего в зависимости от области применения

Содержание вяжущего	Область применения
40%	Ремонтные работы, пропитка, подстилающие слои.
60%	Ремонтные работы, пропитка, приготовление асфальтобетонных смесей или гравийно-(щебеночно)-песчаных смесей, обработанных эмульсией, холодные литые асфальтобетоны и шламы, устройство поверхностных обработок
65%	Приготовление асфальтобетонных смесей или гравийно-(щебеночно)-песчаных смесей, обработанных эмульсией, устройство поверхностных обработок, ремонтные работы.
68% и более...	Устройство поверхностных обработок.

Большое значение в технологии приготовления асфальтобетонных смесей на основе битумных эмульсий имеет время ее распада. Эмульсия распадается, когда дисперсная фаза отделяется от дисперсионной среды. Распад происходит в результате испарения дисперсионной среды или прилипания битумных частиц к каменному материалу. Анионные эмульсии распадаются лучше при использовании в качестве минеральных материалов, таких как известняки. Катионные эмульсии лучше распадаются при использовании основных или кислых пород. Скорость распада может быть более или менее быстрой и зависит от нескольких факторов, в частности от подбора состава битумной эмульсии. Быстрораспадающиеся эмульсии применяются при работах с гудронаторами и для пропитки, медленнораспадающиеся эмульсии - для приготовления черных смесей, а также для пропитки. Недавно стали использовать эмульсии с контролируемым распадом, которые, позволяют при разливе получать распад еще более резкий, чем с классическими катионными эмульсиями, обеспечивают более быстрое созревание поверхностной обработки, и, тем самым, улучшают характеристики остаточного вяжущего после распада [1].

Вязкость эмульсии важная характеристика, которую можно менять, воздействуя на различные факторы: вязкость дисперсионной среды, массовая доля битума в эмульсии, размер битумных частиц. В табл. 2 указаны интервалы вязкости эмульсии и области их применения.

Таблица 2 - Вязкость эмульсии в зависимости от области применения

Тип эмульсии	Область применения
Жидкая	Ремонтные работы, пропитка, приготовление смесей, подстилающие слои
Полужидкая	Приготовление смесей, устройство поверхностных обработок, ремонт.
Вязкая	Устройство поверхностных обработок.

В зависимости от технологии использования эмульсии и температуры воздуха во время производства работ исходным вяжущим может быть или чистый битум, или битум, разжиженный нефтяными растворителями или каменноугольными маслами. Такое вяжущее может содержать некоторое количество полимеров или других добавок для улучшения адгезионных свойств вяжущего. При использовании катионных эмульсий в большинстве случаев нет надобности в улучшении адгезии битумной плёнки к поверхности за счёт введения в битум различных добавок, т.к. в этом случае в качестве средства для улучшения сцепления (адгезионной присадки) выступает сам эмульгатор. В противоположность этому, при использовании анионных эмульсий необходимо применять битум, модифицированный различными присадками [2].

В приготовлении битумной эмульсии участвуют две фазы-потока: битумная фаза и водная фаза. Битумная фаза представляет собой поток битума с добавками (пластификаторы, умягчители и т.д.), водная фаза - поток воды, в которую добавляются эмульгаторы для создания собственно эмульсии, кислота для активизации эмульгаторов в воде, стабилизаторы и др. Эти два потока поступают в специальное механическое устройство - мельницу, где битум измельчается до частиц микронных размеров, которые попадают в пузырьки эмульсионной воды и находятся во взвешенном состоянии. На рис. 1 показана принципиальная схема установки производства битумной эмульсии. Производственный блок бывает

двух типов: периодического и постоянного действий. При производстве эмульсии на установке периодического типа в отдельных емкостях предварительно готовятся две фазы - битумная и водная, а затем производится битумная эмульсия. Установки постоянного действия позволяют производить эмульсии в непрерывном производственном цикле. Система постоянного действия обеспечивает гибкость управления процессом. Управление каждой линией осуществляется отдельно без воздействия на остальные. Преимуществами данного типа установок это: отсутствие необходимости отдельного приготовления водного раствора; возможность быстрой смены вида производимой эмульсии; возможность корректировки рецепта в ходе производства; легко осуществляется модернизация установки без остановки производства на какой-либо значительный срок и переделки существующего оборудования; каждая линия такой установки имеет собственный комплект оборудования. Вследствие этого в случае поломки какого-либо агрегата имеется возможность использования какого-либо узла неиспользуемой в данный момент линии в качестве запасного.

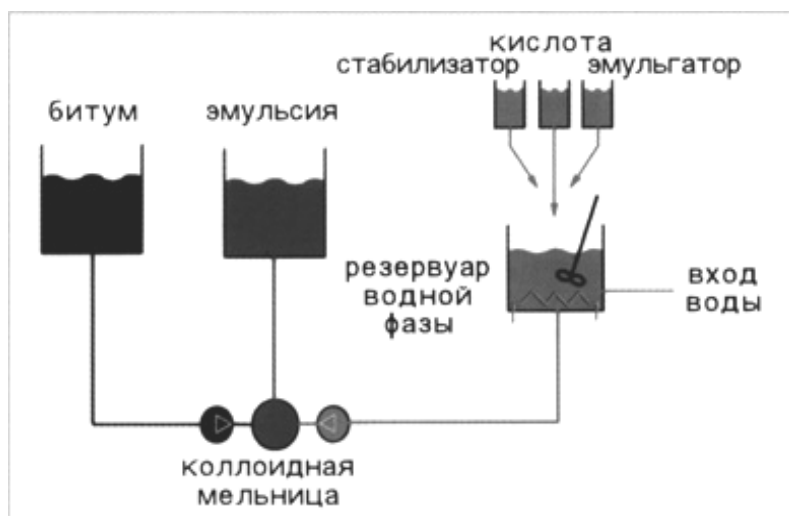


Рисунок 1. Принципиальная схема установки производства битумной эмульсии

Описание работы экспериментальной установки эмульгирования

Применение битумных эмульсий как особой формы использования вяжущих свойств битума насчитывает в дорожном строительстве уже около 50 лет. Несмотря на очевидные преимущества использования битумной эмульсии, такие

как снижение расхода битума на 30-40%, сокращение количества вредных выбросов в атмосферу, снижение расхода электроэнергии в 1,5 раз, в России производство и использование битумных эмульсий не распространено надлежащим образом. Происходит это вследствие привычки работать постаринке и из-за высокой стоимости импортного оборудования по производству битумных эмульсий.

Для изучения свойств битумных эмульсий и влияния компонентного состава эмульсии в филиале УГНТУ г. Салавата на кафедре химико-технологических процессов была сконструирована лабораторная установка периодического действия для получения опытных образцов битумной эмульсии (рис. 2). Производительность установки не превышает 1 литра эмульсии в час.

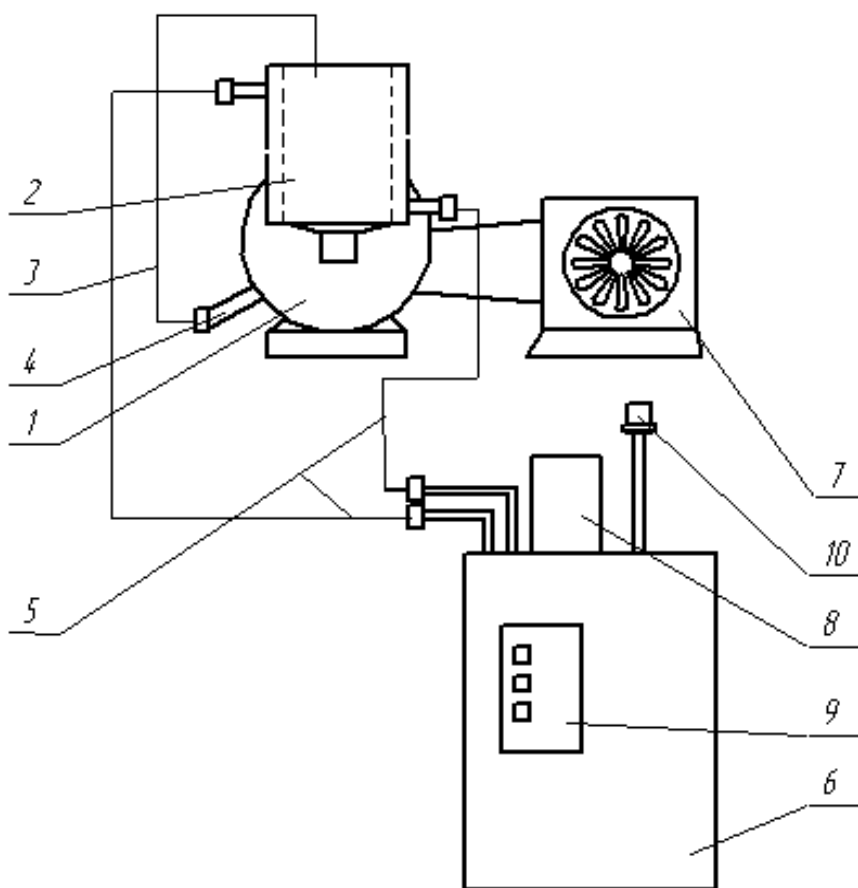


Рисунок 2. Принципиальная схема установки механического дезинтегрирования битума в воде

1-дезинтегратор, 2-промежуточная ёмкость с рубашкой, 3-выходной шланг для циркуляции и отбора продукта, 4-выходной штуцер, 5-шланги циркулирующей горячей воды, 6-термостат, 7,8-электродвигатели, 9-панель управления, 10-термоконтактный термометр

Принцип получения эмульсии, на данной установке, механический. Основным агрегатом на установке является дезинтегратор (рис. 3). Дезинтегратор состоит из корпуса (4), внутри которого вращается рабочее колесо с зубьями (8). Ответные зубья (3) имеются и на крышке корпуса (1). К валу рабочего колеса (6) прикреплен шкив (5) через который осуществляется связь с двигателем по ремённой передаче. Скорость вращения рабочего колеса дезинтегратора 2500 об/мин.

В связи с тем, что при вращении рабочего колеса возникают центробежные силы, и эмульгируемая смесь перемещается от центра к периферии, ввод смеси (сырья) осуществляют к центру колеса через воронку (2). Проходя через зубья рабочего колеса, эмульгируемая смесь попадает на стенки корпуса и направляется к выходному штуцеру с избыточным давлением 2,5-10,0 кПа.

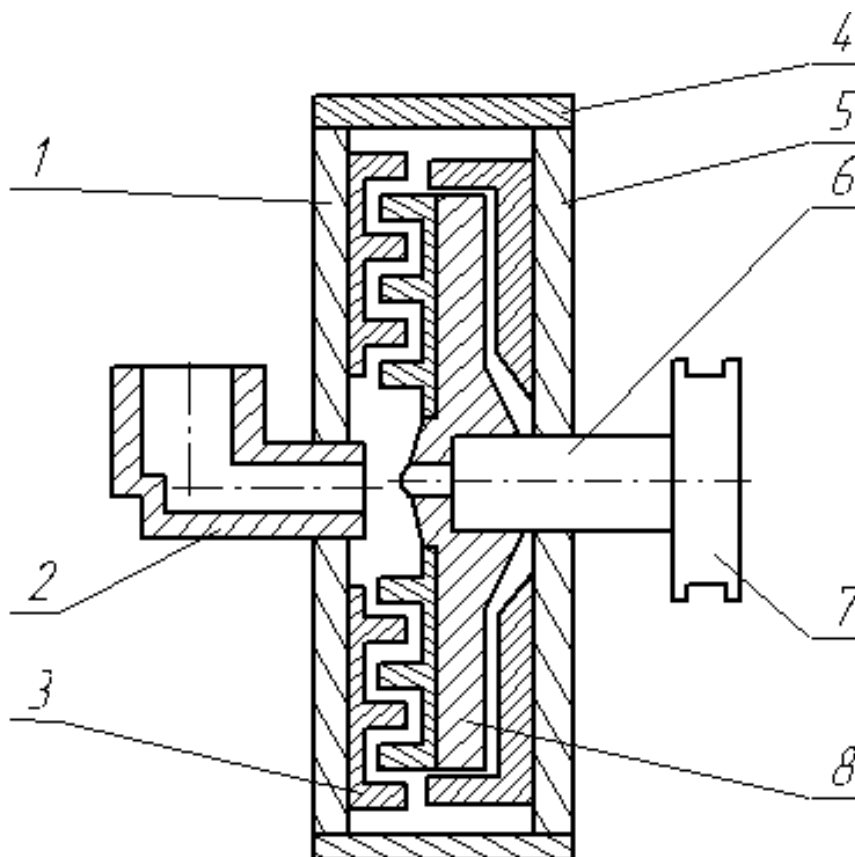


Рисунок 3. Дезинтегратор, основной аппарат эмульгирования

1, 5-крышка, 2-сырьевая воронка, 3-зубья стационарные, 4-корпус, 6-вал, 7-шкив, 8-рабочее колесо с зубьями

Для хорошего эмульгирования битума в воде, прежде всего, необходима пониженная его вязкость. Оптимальной является вязкость, не превышающая 200 сСт при температуре эмульгирования. Очень важно поддерживать температуру процесса эмульгирования ниже 90 °С. Что же касается температуры воды, то она рассчитывается исходя из этого требования.

Так же теоретически возможно, для получения стойких битумных эмульсий, при использовании высокоплавких сортов битума, применение повышенного давления процесса эмульгирования, что позволит проводить процесс при более высоких температурах. Так, например, при давлении 0,2 МПа можно проводить процесс при температуре 110-112 °С, так как температура кипения воды здесь составит 120 °С, что позволит снизить вязкость битума.

На экспериментальной установке (рис. 2) поддержание необходимой температуры процесса осуществляется при помощи циркуляции горячей воды через рубашку промежуточной ёмкости (2). Для подогрева и циркуляции воды используется термостат (6) оснащённый термоконтakтным термометром (10), для задания необходимой температуры нагрева циркулирующей воды и двигателем (8), служащем приводом для насоса.

Одним из важнейших требований является поддержание необходимой температуры эмульгирования. Верхний предел температуры процесса (90 °С) обеспечивается использованием воды в качестве теплоносителя. При циркуляции и теплопередаче происходят потери тепла. В среднем перепад температур между горячей водой, покидающей термостат и температурой эмульгируемой смеси составляет 10-15 °С. Это гарантирует при максимально возможной температуре циркулирующей воды (100 °С) поддержать температуру эмульсии на уровне не выше 90 °С.

Приведённая установка является установкой периодического действия, в которой необходимая степень эмульгирования, кроме всего прочего, обеспечивается постоянной циркуляцией эмульгируемой смеси. Смесь отводится рабочим колесом из дезинтегратора с избыточным давлением.

Так же существует возможность усовершенствования существующей установки по средствам использования дополнительной лопастной мешалки внутри промежуточной ёмкости (2), что в перспективе должно гарантировать существен-

ное снижение времени необходимого на процесс эмульгирования партии эмульсии.

Методика приготовления битумных эмульсий на установке

Для приготовления битумных эмульсий на данной установке необходимо задаться составом компонентов эмульсии и соблюдать определённую стадийность процесса.

1. Стадия приготовления водной фазы

Водная фаза может состоять из следующих компонентов:

- вода (26-99% масс.);
- эмульгатор (до 10% масс.);
- рН регулятор (щёлочь/кислота) (60% масс. от количества эмульгатора);
- стабилизатор (хлорид кальция, каучук, латекс и др.) (до 10% масс.);
- адгезионные добавки (полиамины, диамин, триамин и др.) (до 3% масс.)

Предварительно взвешенные компоненты водной фазы готовятся в отдельной колбе. Необходимо получить гомогенную систему водной фазы. Это достигается её подогревом и постоянным перемешиванием.

2. Стадия приготовления битумной фазы

Для обеспечения хорошего эмульгирования и предотвращения попадания холодного битума в дезинтегратор, битум предварительно разогревается. Причём разогрев битума ведётся до температуры, при которой смешение битумной и водной фаз не приведёт к испарению и потери последней. Установлено, что сумма температур битума и водной фазы должна быть не выше 200°C. В битумную фазу так же можно добавлять растворитель (до 10% масс.) для снижения его вязкости и повышения клейкости плёнки вяжущего. В качестве растворителя можно использовать фракцию дизельного топлива, вакуумный газойль, смолу пиролиза и другие нефтяные фракции с температурой конца кипения не выше 400°C.

3. Стадия смешения фаз

Для смешения битумной фазы с водной, последнюю необходимо заранее подготовить в аппарате дезинтегрирования, т.е. довести её температуру до заданной. До внесения водной фазы в дезинтегратор его необходимо промыть тёплой водой при использовании анионоактивных эмульгаторов с рН больше 7, а для катионоактивных эмульгаторов - с рН меньше 7, т.е. в зависимости от типа приготов-

ляемой эмульсии. После подготовки водной фазы в рабочий дезинтегратор приливается балансовое количество битумной фазы и происходит эмульгирование. Процесс приготовления эмульсии можно проводить от 5 минут до 2 часов. Выбор времени зависит от состава эмульсии и других условий проведения процесса.

Результаты апробирования

С целью апробирования экспериментальной установки механического дезинтегрирования битума в воде, были проведены исследования определения зависимости устойчивости при хранении, как одного из важных показателей, полученной простой битумной эмульсии от количества вводимого эмульгатора. Под устойчивостью эмульсии во времени понимается её свойство сохранять исходное состояние и не разлагаться. Она оценивается количеством дней, через которое эмульсия разрушается. Для исследований использовали анионоактивный эмульгатор «Синтерол» продукт Опытного завода ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». В качестве вяжущего был взят дорожный битум марки БНД 60/90. Количественный состав компонентов эмульсии был следующим: 30% масс. битума; от 0,62 до 6,2% масс. эмульгатора; от 0,31 до 3,1% масс. щелочи и остальное вода. Температура процесса приготовления битумной эмульсии 70 °С. По результатам исследований была построена зависимость устойчивости эмульсии от содержания эмульгатора, которая представлена на рис. 4. Характер зависимости показывает ее идентичность теоретическим и практическим данным, представленным в [2].

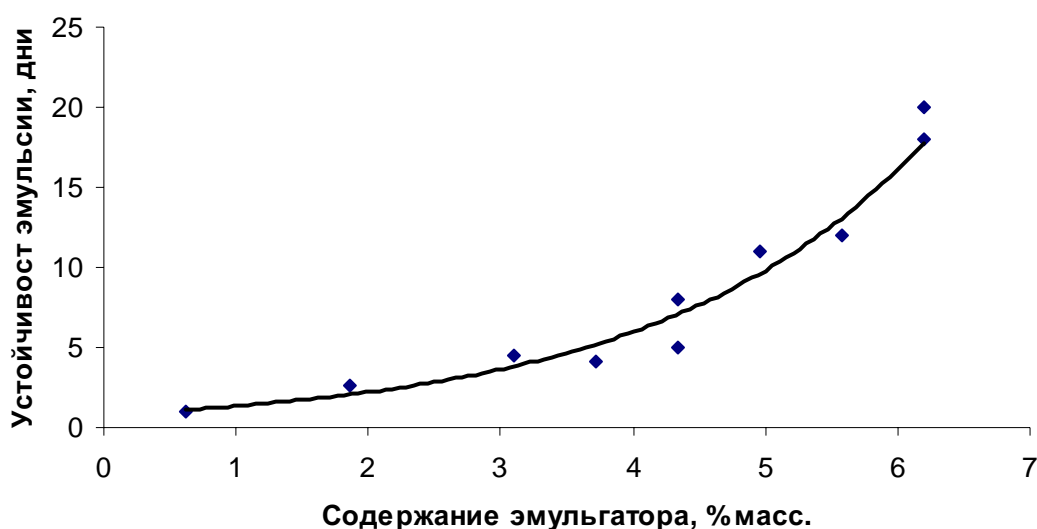


Рисунок 4. Зависимость устойчивости эмульсии от содержания эмульгатора

Вывод. Испытания сконструированной установки механического эмульгирования битума в воде и проведенные исследования зависимости устойчивости битумной эмульсии от содержания эмульгатора позволяют судить о возможности применения установки для исследовательских (лабораторных) целей, т.е. для получения опытных образцов битумной эмульсии различных типов и их исследования.

Литература

1 Федеральное Государственное Унитарное Дорожное Эксплуатационное Предприятие №19. <http://www.himtrade.ru/>.

2 Ф.В. Карпеко, А.А. Гуреев Битумные эмульсии. Основы физико-химического производства и применения.- М.: Химия, 1998.

3 Sauterey R. u.a. Bitumenemulsionen in franzosischen Strassenbau. Teil 1: Allgemeines. Zusammensetzung. Vorschriften. Prufung./"Bitumen. Treere. Asphalte. Peche". 1975. Bd. 26. N 3. S. 30-35.