

Код МРНТИ 52.47.23

*С.А. Сагидуллаев

Главный эксперт управления горно-металлургической промышленности
Комитета промышленной безопасности МЧС РК (г. Астана, Казахстан)

ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Аннотация. В данной статье рассматривается преимущество битумной эмульсии в дорожном строительстве и почему она является устойчивым решением. Анализируются основные преимущества и недостатки битумной эмульсии, такие как улучшение адгезии и сцепления, экологическая безопасность, устойчивость к воздействию воды, а также ее стабильность и долговечность. Результаты исследования позволяют подтвердить преимущества применения битумной эмульсии в дорожном строительстве, обеспечивает качественное и долговечное дорожное покрытие. В данной статье предлагается альтернативный метод получения дорожных эмульсий с применением подсолнечного эмульгатора взамен традиционно применяемых адгезионных присадок. Сырье для эмульгатора из подсолнечных семян является легкодоступным материалом, так как образуется в результате переработки семян подсолнечника в больших количествах, является не токсичным.

Ключевые слова: битумная эмульсия, эмульгатор, скорость распада эмульсий, исследование битумных эмульсий, дорожный битум, смола из подсолнечных семян, прибор «Кольцо и шар».

Битум эмульсияларын өндіру үшін эмульгатор алу

Аңдатпа. Бұл мақалада жол құрылысында битум эмульсиясының артықшылығы және оның неге дұрыс шешім екендігі қарастырылады. Битум эмульсиясының негізгі артықшылықтары мен кемшіліктеріне шолу, мысалы, адгезия мен адгезияны жақсарту, экологиялық қауіпсіздік, судың әсеріне төзімділік және оның тұрақтылығы мен беріктігі талданады. Зерттеу нәтижелері жол құрылысында битум эмульсиясын қолданудың артықшылықтарын растауға мүмкіндік береді, сапалы және берік жол төсемін қамтамасыз етеді. Бұл мақалада дәстүрлі қолданылатын жабысқақ қоспалардың орнына құнбағыс эмульгаторын қолдана отырып, жол эмульсияларын алудың балама әдісі ұсынылған. Құнбағыс тұқымының эмульгаторына арналған шикізат қол жетімді материал болып табылады, өйткені ол құнбағыс тұқымын көп мөлшерде өңдеу нәтижесінде пайда болады, улы емес.

Түйінді сөздер: битум эмульсиясы, эмульгатор, эмульсияның ыдырау жылдамдығы, битум эмульсиясын зерттеу, жол битумы, құнбағыс тұқымының шайыры, «Сақина және шар» құралы.

Preparation of an emulsifier for the production of bitumen emulsions

Abstract. This article discusses the advantage of bitumen emulsion in road construction and why it is a sustainable solution. The main advantages and disadvantages of bitumen emulsion are analyzed, such as improved adhesion and adhesion, environmental safety, resistance to water, as well as its stability and durability. The results of the study allow us to confirm the advantages of using bitumen emulsion in road construction, provides a high-quality and durable road surface. This article proposes an alternative method for producing road emulsions using sunflower emulsifier instead of the traditionally used adhesive additives. The raw material for the emulsifier from sunflower seeds is an easily accessible material, as it is formed as a result of processing sunflower seeds in large quantities, and is not toxic.

Key words: bitumen emulsion, emulsifier, the rate of decomposition of emulsions, the study of bitumen emulsions, road bitumen, resin from sunflower seeds, ring and ball device.

Введение

Битумные эмульсии широко используются в дорожном строительстве. Одним из основных требований к качеству битумных эмульсий является стабильность при хранении и транспортировании: они должны разрушаться только при контакте с поверхностью, приготовление стабильных битумных эмульсий невозможно без применения поверхностно-активных веществ, обладающих необходимыми эмульгирующими и стабилизационными свойствами. Целью исследования является разработка состава эмульгатора, обеспечивающего устойчивость битумной эмульсии.

Виды и применения битумных эмульсий

Битумные эмульсии представляют собой дисперсные системы, которые состоят из битума, воды и эмульгатора, придающего системе устойчивость. Битум в такой системе может выступать как в виде дисперсной фазы, так и дисперсионной среды. В первом случае он образует прямую эмульсию, во втором – обратную эмульсию.

Битумные дорожные эмульсии относятся к эмульсиям прямого типа, в которых битум распределен в виде капель. Содержание битума определяется целевым назначением эмульсии и обычно составляет 30-70% по массе. Цвет битумных эмульсий – коричневый, от светлого (при невысоком содержании битума) до темного в зависимости от степени дисперсности входящего в них битума. Важным показателем является устойчивость эмульсий при хранении. Эмульсии необходимо хранить и применять при температуре не ниже 5 °С. Замораживание эмульсии не-

допустимо, поскольку при последующем оттаивании она разрушается необратимо. Максимальная температура, при которой можно хранить и применять битумную эмульсию, не должна превышать 85 °С [1-3].

Эмульсии достаточно устойчивы в объеме, но обладают высокой чувствительностью при соприкосновении с поверхностью различных материалов. При нанесении на поверхность или при смешении с каменными материалами эмульсия распадается на составные части – битум и воду. Битумные эмульсии по скорости распада подразделяются на:

- быстрораспадающиеся (в течение нескольких минут);
- среднераспадающиеся (в течение нескольких часов);
- медленнораспадающиеся (в течение нескольких суток).

Проблема составления эмульсии обычно решается путем выбора подходящего компонента ПАВ и их количества, оптимизационная рецептура должна обеспечивать эмульсию с желаемым временем разрушения [4-7].

Необходимая скорость распада эмульсий определяется технологией применения. Быстрораспадающиеся эмульсии используют для поверхностной обработки, грунтовок и устройства щебеночного покрытия методом пропитки. Среднераспадающиеся эмульсии применяют для приготовления черного щебня, устройства поверхностной обработки, проведения ямочного ремонта и укладки слоев дорожной одежды по методу пропитки. Медленнораспадающиеся эмульсии используются для устройства слоев

дорожной одежды из минеральных наполнителей (щебня, гравия, песка), обработанных способом смешения на дороге, а также для плотных щебеночных, гравийных и песчано-гравийных смесей, приготовленных в установке, и для укрепления грунтов [8-9].

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования взята смола природного происхождения, являющаяся отходом при переработке подсолнечных семян. Смола, полученная после переработки р-р соапстоков, а именно семян подсолнечника, водорастворима. Смола обладает рядом ценных свойств, среди которых и наиболее важным следует отметить:

- нетоксична;
- содержит в своем составе растительные ПАВ;
- неограниченный срок хранения.

Для определения t размягчения взят прибор КИШ (ЛТР) ГОСТ-11506-73, известь строительная техническая ГОСТ-9179-77, посуда мерная лабораторная стеклянная ГОСТ-1770-74, весы лабораторные электронные ГОСТ-24104-2001.

Порядок проведения исследования для возможности получения стабильного эмульгатора

Для приготовления битумных эмульсий исследуемую смолу помещают в термостойкий стакан, после чего разогревают до 95 °С. Отдельно приготавливается 15%-й раствор негашеной извести. После процесса гашения известь процеживается. В подготовленную расплавленную смолу в количестве 100 гр постепенно добавляют раствор извести в количестве 2% от массы смолы, после чего осуществляют процесс выпаривания извести из смолы, в результате чего происходит обезжиривание и омыление смолы, увеличивая ее температуру плавления.

Процесс выпаривания продолжается до полного отсутствия выделения паров воды из разогретой смолы. Далее процесс обезжиривания и омыления по такому же принципу проводили с добавлением 4-х, 6-и, 8-и и 15% известкового молока в исследуемые образцы смолы. После чего при помощи прибора «Кольцо и шар» замеряется точка каплепадения. Прибор КИШ состоит из стеклянного цилиндра и кассеты с отверстиями для латунных колец. В латунные кольца заливается испытуемый образец смолы, после чего смола в них застывает. На образцах размещались металлические шарики весом 4,5 г. Затем кассету помещают в стакан с водой и подогревают, фиксируя значение температуры падения шариков через смолу [10].

После чего из полученных образцов был взят образец с КИШ 70°, на основе него изготавливалась битумная эмульсия по следующей рецептуре:

- Битум – 65% 45 г
- Эмульгатор – 20% 43 г
- Вода – 15% 1 г

Всего было изготовлено 4 вида битумных эмульсий с добавлением полученного эмульгатора 2, 4, 6, 8%. За основу был взят эмульгатор с показателем КИШ 70 °С. Образцы битумных эмульсий размещались в сушильном шкафу на сутки в целях наблюдения за стабильностью со-

става полученной смеси, то есть отсутствия расслаивания, при температуре 40 °С.

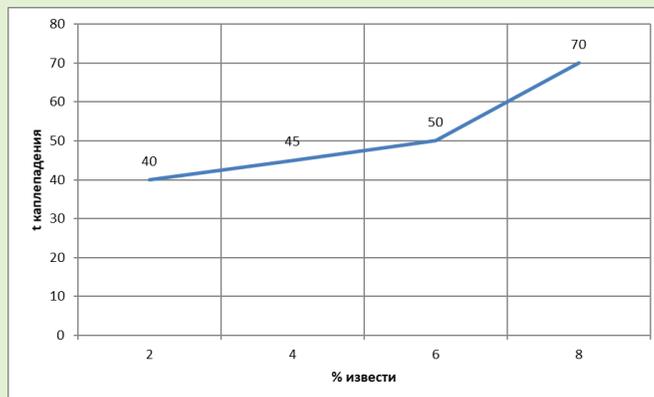


Рис. 1. Зависимость t плавления от процентного содержания извести при получении эмульгатора. Сурет 1. Эмульгатор алу кезінде t балкуының әк пайызына тәуелділігі.

Figure 1. The dependence of the melting t on the percentage of lime in the preparation of the emulsifier.



Рис. 2. Зависимость срока хранения эмульсии от процентного содержания эмульгатора в составе. Сурет 2. Эмульсияның сақтау мерзімінің құрамындағы эмульгатордың пайыздық мөлшеріне тәуелділігі.

Figure 2. The dependence of the shelf life of the emulsion on the percentage of emulsifier in the composition.

Закключение

Качество полученного эмульгатора определялось главным образом по двум параметрам:

- по температуре точки каплепадения;
- по сроку хранения полученной эмульсии.

В ходе исследований получены следующие закономерности. Температура точки каплепадения полученного эмульгатора напрямую зависит от количества добавленной извести при его обезжиривании и омылении. Из рис. 1 видно, что при увеличении процента вводимой извести в смолу возрастает температура точки каплепадения. То есть, повышается качество полученного эмульгатора. Из рис. 2 видно, что при приготовлении эмульсии из полученных эмульгаторов наибольшим сроком хранения обладает эмульсия с более высоким содержанием эмульгатора.

Принимая во внимание требования к битумным эмульсиям, приведенные в начале статьи, наиболее подходящим эмульгатором является эмульгатор со средними показателями КИШ.

Эмульсии с более высоким содержанием эмульгатора применимы к материалам, требующим более долгого срока хранения, таким как мастики, гидроизоляционные лаки или водомасляные эмульсии для взрывчатых веществ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 58952.1-2020: Эмульсии битумные и дорожные от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации (на русском языке)
2. Карпеко Ф.В., Гуреев А.Л. Битумные эмульсии. Основы физико-химической технологии производства и применения: Москва, 1998, С. 194 (на русском языке)
3. Шантонов И., Аюпов Д.А. Битумные эмульсии гидроизоляционных и кровельных покрытий. // Казанский государственный архитектурно-строительный университет. 2023. С. 84-87 (на русском языке)
4. Осадчий Ю.П., Маркелов А.В., Крикунов А.В. Комплексные технологии для разделения водомасляных эмульсий. // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции: в 3-х томах, Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2016. – С. 72-76 (на русском языке)
5. Бестужева Д.В., Бондалетов В.Г., Мананкова А.А. Углеводородные смолы как эмульгаторы для водомасляных эмульсий. // Олигомеры-2015: сборник тезисов докладов конференции Международной школы по химии и физикохимии олигомеров, Волгоград: Государственный технический университет, 2015. С. 123 (на русском языке)
6. Горман Дж.Л. Битумные эмульсии в дорожном строительстве – обзор. / Дж.Л. Горман, Р.Дж. Кроуфорд, И.Х. Хардинг. // Автомобильный транспорт. 2018. С. 13-25 (на английском языке)
7. Бикмухаметов Г.К. Битумные материалы в дорожном строительстве, применение водно-битумных эмульсий. / Г.К. Бикмухаметов, Е.А. Емельянычева, А.И. Абдуллин. // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. №20. С. 24-28 (на русском языке)
8. Земляков А.Ю. Разработка составов битумных эмульсий для дорожного строительства. / А.Ю. Земляков, Е.В. Лабанков, С.Б. Ромаденкина. // Башкирский химический журнал. 2019. Т. 26. №3. С. 54-57 (на русском языке)
9. Аль-Сабах А.М. Влияние смесей бинарных поверхностно-активных веществ на стабильность асфальтобетонных эмульсий. / А.М. Аль-Сабах, Н.Н. Заки, А.М. Бадави. // Журнал Химия. Технология. Биотехнология. 2018. С. 350-356 (на английском языке)
10. Морозов К.Е. Влияние эмульгаторов на качество получаемой эмульсии при производстве эмульсионных взрывчатых веществ типа порэмит 1А. / К.Е. Морозов, В.А. Соснин, Ю.Г. Печенев, Р.З. Гильманов. // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 17. №24. С. 52-55 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ГОСТ Р 58952. 1-2020: Битум және жол эмульсиялары, 29 маусым 2015 ж. (орыс тілінде)
2. Карпеко Ф.В., Гуреев А.Л. Битум эмульсиялары. Битум өндірісінің физико-химиялық технологиясының негіздері және қолданылуы: Москва, 1998, Б. 194 (орыс тілінде)
3. Шантонов И., Аюпов Д.А. Гидроизоляциялық және шатыр жабындарының битумдық эмульсиялары. // Қазан мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті. 2023. Б. 84-87 (орыс тілінде)
4. Осадчий Ю.П., Маркелов А.В., Крикунов А.В. Су-мұнай эмульсияларын бөлудің кешенді технологиялары. // Техника мен технологиядағы инновация, сапа және сервис: 4-ші Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның ғылыми мақалалар жинағы: 3 томда, Курск: «Университет кітабы» жабық акционерлік қоғамы, 2016. Б. 72-76 (орыс тілінде)
5. Бестужева Д.В., Бондалетов В.Г., Мананкова А.А. Көмірсутекті шайырлар су-май эмульсияларына арналған эмульгаторлар ретінде. // Олигомерлер-2015: олигомерлердің химия және физикохимия жөніндегі халықаралық мектебінің конференциясындағы баяндамалар тезистерінің жинағы, Волгоград: мемлекеттік техникалық университет, 2015. – Б. 123 (орыс тілінде)
6. Горман Дж.Л. Жол құрылысындағы битум эмульсиялары-шолу. / Дж.Л. Горман, Р.Дж. Кроуфорд, И.Х. Хардинг. // Автомобиль көлігі. 2018. Б. 13-25 (ағылшын тілінде)
7. Бикмухаметов Г.К. Жол құрылысындағы битум материалдары, су-битум эмульсияларын қолдану. / Г.К. Бикмухаметов, Е.А. Емельянычева, А.И. Абдуллин. // Технологиялық университеттің хабаршысы. 2015. Т. 18. №20. Б. 24-28 (орыс тілінде)
8. Земляков А.Ю. Жол құрылысы үшін битум эмульсияларының құрамын әзірлеу. / А.Ю. Земляков, Е.В. Лабанков, С.Б. Ромаденкина. // Башқұрт химиялық журналы. 2019. Т. 26. №3. Б. 54-57 (орыс тілінде)
9. Аль-Сабах А.М. Екілік беттік белсенді заттар қоспаларының асфальтбетон эмульсияларының тұрақтылығына әсері. / А.М. Аль-Сабах, Н.Н. Заки, А.М. Бадави. // Химия. Технология. Биотехнология журналы. 2018. Б. 350-356 (ағылшын тілінде)

10. Морозов К.Е. Эмульгатордың жарылғыш зат порэмит 1А өндірісінде қолданылған эмульсияға әсері. / К.Е. Морозов, В.А. Соснин, Ю.Г. Печенев, Р.З. Гильманов. // Қазан технологиялық университетінің хабаршысы. 2015. Т. 17. №24. Б. 52-55 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. GOST R58952.1-2020: Emul'sii bitumnye i dorozhnye ot 29 iyunya 2015 g. N9 162-FZ «O standartizatsii v Rossiiskoi Federatsii [GOST R58952.1-2020: Bitumen and road emulsions, June 25, 2015] (in Russian)
2. Karpeko F.V., Gureev A.L. Bitumnye emul'sii. Osnovy fiziko-khimicheskoi tekhnologii proizvodstva i primeneniya: Moskva, 1998, S. 194 [Karpeko F.V., Gureev A.L. Bitumen emulsions. Fundamentals of physical and chemical technology of production and application: Moscow, 1998, P. 194] (in Russian)
3. Shantonov I., Ayupov D.A. Bitumnye emul'sii gidroizolyatsionnykh i krovel'nykh pokrytii. // Kazanskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet. 2023. S. 84-87 [Shantonov I., Ayupov D.A. Bitumen emulsions of gyro-insulating and roofing coatings. // Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. 2023. P. 84-87] (in Russian)
4. Osadchii Yu.P., Markelov A.V., Krikunov A.V. Kompleksnye tekhnologii dlya razdeleniya vodomaslyanykh emul'sii. // Innovatsii, kachestvo i servis v tekhnike i tekhnologiyakh: sbornik nauchnykh trudov 4-oi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: v 3-kh tomakh, Kursk: Zakrytoe aktsionerное obshchestvo «Universitetskaya kniga», 2016. – S. 72-76 [Osadchii Yu.P., Markelov A.V., Krikunov A.V. Complex technologies for the separation of water-oil emulsions. // Innovation, quality and service in engineering and technology: Collection of scientific papers of the 4th International Scientific -practical conference: In 3 volumes, Kursk: Closed Joint Stock Company «University Book», 2016. P. 72-76] (in Russian)
5. Bestuzheva D.V., Bondaletov V.G., Manankova A.A. Uglevodorodnye smoly kak emul'gatory dlya vodomaslyanykh emul'sii. // Oligomery-2015: sbornik tezisov dokladov konferentsii Mezhdunarodnoi shkoly po khimii i fizikokhimii oligomerov, Volgograd: Gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2015. S. 123 [Bestuzheva D.V., Bondaletov V.G., Manankova A.A. Hydrocarbon resins as emulsifiers for water-oil emulsions. // Oligomers-2015: collection of abstracts at the conference-International School of Chemistry and Physicochemistry of oligomers, Volgograd: State Technical University, 2015. P. 123] (in Russian)
6. Gorman J.L. Bitumen emulsions in road construction – an overview. / Gorman J.L., Crawford R.J., Harding I.H. // Automobile Transport. 2018. P. 13-25 (in English)
7. Bikmukhametov G.K. Bitumnye materialy v dorozhnom stroitel'stve, primeneniye vodno-bitumnykh emul'sii. / G.K. Bikmukhametov, E.A. Emel'yanycheva, A.I. Abdullin. // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2015. T. 18. №20. S. 24-28 [Bikmukhametov G.K. Bitumen materials in road construction, the use of water-bitumen emulsions. / G.K. Bikmukhametov, E.A. Yemelyanycheva, A.I. Abdullin. // Bulletin of the Technological University. 2015. Vol. 18. №20. P. 24-28] (in Russian)
8. Zemlyakov A.Yu. Razrabotka sostavov bitumnykh emul'sii dlya dorozhnogo stroitel'stva. / A.Yu. Zemlyakov, E.V. Labankov, S.B. Romadenkina. // Bashkirskii khimicheskii zhurnal. 2019. T. 26. №3. S. 54-57 [Zemlyakov A.Yu. Development of compositions of bitumen emulsions for road construction. / A.Yu. Zemlyakov, E.V. Labankov, S.B. Romadenkina. // Bashkir Chemical Journal. 2019. Vol. 26. №3. P. 54-57] (in Russian)
9. Al-Sabah A.M. The effect of mixtures of binary surfactants on the stability of asphalt concrete emulsions. / Al-Sabah A.M., Zaki N.N., Badawi A.M. // Chemistry.Technol. Biotechnology. 2018. P. 350-356 (in English)
10. Morozov K.E. Vliyanie emul'gatorov na kachestvo poluchaemoi emul'sii pri proizvodstve emul'sionnykh vzryvchatykh veshchestv tipa poremit 1A. / K.E. Morozov, V.A. Sosnin, Yu.G. Pechenev, R.Z. Gil'manov. // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2015. T. 17. №24. S. 52-55 [Morozov K.E. The influence of emulsifiers on the quality of the resulting emulsion in the production of emulsion explosives of the poremit 1A type. / K.E. Morozov, V.A. Sosnin, Yu.G. Pechenev, R.Z. Gilmanov. // Bulletin of the Kazan Technological University. 2015. Vol. 17. №24. P. 52-55] (in Russian)

Сведения об авторах:

Сагидуллаев С.А., Главный эксперт управления горно-металлургической промышленности Комитета промышленной безопасности МЧС РК (г. Астана, Казахстан), sagidullaev.a@emer.kz; <https://orcid.org/0009-0005-4585-0687>

Авторлар туралы мәліметтер:

Сагидуллаев С.А., ҚР ТЖМ өнеркәсіптік қауіпсіздік комитеті тау-кен металлургия өнеркәсібі басқармасының бас сарапшысы (Астана қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Sagidullaev S., Chief Expert of the Department of Mining and Metallurgical Industry of the Committee for Industrial Safety of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)