ISSN: 3060-4966
JIZPI XABARNOMASI



ISSN: 3060-4966





JIZPI XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK JURNAL

05.00.00 - Texnika fanlari
05.02.00 - Mashinasozlik va mashinashunoslik. Mashinasozlikda materiallarga ishlov berish. Metallurgiya. Aviasiya texnikasi
05.03.00 - Asbobsozlik, metrologiya va axborot-o'lchov asboblari va tizimlari
05.04.00 - Radiotexnika va aloqa
05.05.00 - Energetika va elektrotexnika. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish texnologiyasi. Elektronika
05.06.00 - To'qimachilik va yengil sanoat materiallari va buyumlari texnologiyasi
05.07.00 - Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizasiyalash texnologiyasi
05.08.00 - Transport
05.09.00 - Qurilish
05.10.00 - Inson faoliyati xavfsizligi

2026

maxsus son

JURNAL.JIZPI.UZ

JIZPI XABARNOMASI

Muassis:
Jizzax politexnika instituti

O‘zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2024-yil 25- dekabrdagi 365/4-son qarori bilan jurnal 05.00.00 – Texnika fanlari bo‘yicha OAK milliy nashrlari ro‘yxatiga kiritilgan

JizPI xabarnomasi
ILMIY-TEXNIK JURNAL

Vestnik DjizPI
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Bulletin of JizPi
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Bir yilda to‘rt marta chop etiladi.

Jizzax viloyati Matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2019 yil 14 martda 06-042 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Nashr uchun mas’ul:
K.Karimova

Bosishga ruxsat etildi: 04.10.2026.
Qog’oz bichimi: 60x84 1/8.
Bosma tabog’i: 13,5.
Ofset bosma. Ofset qog’ozi.
Adadi: 100 dona.
Bahosi kelishilgan narxda.
Buyurtma №14
“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ tomonidan tayyorlangan.

“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
130100,Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko‘chasi, 4 - uy.

Telefon: (+99888) 140 00 74

BOSH MUHARRIR:
A.USMANKULOV, texnika fanlari doktori, professor
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARI:
J.ABDUNAZAROV, texnika fanlari doktori, professor
MAS’UL MUHARRIR
K.KARIMOVA, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
TAHRIR HAY’ATI:
S.M.Turobjonov, texnika fanlari doktori, akademik (TDTU)
S.S. Shaumarov, texnika fanlari doktori, professor (TDTrU)
U.Yu.Yuldashev, fizika-matematika fanlari doktori, professor (JizPI)
J.N.Abdunazarov, texnika fanlari doktori, professor (JizPI)
A.Parpiyev, texnika fanlari doktori, professor (JizPI)

Анализ вязкостных характеристик меламинформальдегидных смол, модифицированных н-бутанолом

Юсупов Кудратилло Мадаминжон угли
PhD, преподаватель кафедры пищевых технологий и инженерии,
Международный институт пищевых технологий и инженерии,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: qyusupov7177@gmail.com

Аннотация. ***В условиях стремительного развития лакокрасочной промышленности и возрастающих требований к качеству защитно-декоративных покрытий особую актуальность приобретает разработка новых компонентов для производства лакокрасочных материалов на основе местного сырья. В настоящее время значительная часть сырья и функциональных добавок, используемых при производстве высококачественных покрытий, в том числе автомобильных лакокрасочных материалов, импортируется, что приводит к увеличению себестоимости продукции и значительным валютным затратам. В данной работе рассмотрены вопросы синтеза и применения отечественных компонентов для лакокрасочных материалов, обеспечивающих улучшение адгезионных, декоративных и эксплуатационных свойств покрытий. Изучены возможности использования местного сырья в качестве альтернативы импортируемым материалам. Проведён анализ влияния разработанных компонентов на качество покрытий, их долговечность, блеск и устойчивость к воздействию внешних факторов. Установлено, что применение синтезированных компонентов способствует повышению эффективности производства, расширению уровня локализации и снижению зависимости от импортных поставок без ухудшения качественных характеристик готовой продукции. В качестве модификаторов лакокрасочных материалов могут использоваться различные органические и неорганические соединения, полученные на основе местного сырья и продуктов его переработки. В соответствии с приоритетными направлениями социально-экономического развития Республики Узбекистан особое значение приобретает создание импортозамещающих материалов и внедрение инновационных технологий в химическую промышленность. В связи с этим разработаны новые модифицированные меламиноформальдегидные смолы, предназначенные для повышения эксплуатационной надёжности лакокрасочных покрытий. Оптимизированы условия синтеза смол и исследовано влияние модифицирующих добавок на их свойства. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования разработанных материалов для получения высококачественных покрытий с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.***

Ключевые слова: меламиноформальдегидная смола, лакокрасочные материалы, модификация, адгезия, блеск покрытий, местное сырьё, импортозамещение, локализация производства, физико-механические свойства, защитные покрытия.

Введение

Вязкость является одним из основных показателей, характеризующих реологические свойства смол, и оказывает непосредственное влияние на процессы их переработки, пленкообразующую способность, а также взаимодействие с поверхностью. В данной статье проведён анализ показателей вязкости модифицированных и немодифицированных меламиноформальдегидных смол, а также исследовано влияние условий синтеза на их реологические характеристики.

В настоящем исследовании была изучена зависимость вязкости растворов смол от их концентрации. Актуальность данного направления обусловлена тем, что при производстве лакокрасочных материалов и других защитных покрытий концентрация смолы в растворителе определяет её технологическую пригодность, способность равномерно распределяться по поверхности, а также однородность и стабильность формируемых покрытий. Коллоидно-химические свойства смол, такие как вязкость, текучесть и плёнкообразующая способность, являются весьма чувствительными к изменению концентрации.

В качестве растворителя использовался технический растворитель Р-646. Данный растворитель соответствует требованиям ГОСТ 18188–72 и широко применяется для разбавления нитроцеллюлозных лаков, эмалей и шпатлёвок. Благодаря многокомпонентному составу он обеспечивает высокую совместимость с модифицированными смолами и обладает эффективной растворяющей способностью.

Растворитель Р-646 содержит приблизительно 50 % толуола (неполярный ароматический растворитель), 15 % этанола (полярный протонный растворитель), 10 % н-бутанола, 10 % бутилацетата или амилацетата, 8 % этилцеллозольва (2-этоксиэтанола) и 7 % ацетона. Такой состав обеспечивает способность растворителя эффективно взаимодействовать как с полярными, так и с неполярными фрагментами молекул смол. Вследствие этого растворитель Р-646 способствует стабилизации коллоидного равновесия в смолсодержащих системах и играет важную роль в поддержании однородности реакционной среды.

Таким образом, исследование влияния концентрации смол в растворе на их вязкость является важным этапом для оценки технологической ценности разработанных материалов, особенностей их поведения

в рабочих условиях и влияния на качество формируемых покрытий.

Материалы и методы

Вязкость смол определяли с использованием ротационного вискозиметра Brookfield DV-II+ Pro. Метод измерения основан на определении сопротивления, возникающего при вращении шпинделя в исследуемой жидкости.

Перед проведением измерений образец смолы нагревали или охлаждали до температуры (25 ± 0,5) °C с помощью термостата. Затем образец помещали в измерительный сосуд вискозиметра без образования воздушных пузырьков таким образом, чтобы рабочая часть шпинделя была полностью погружена в исследуемую среду. Для смол средней вязкости, как правило, использовали шпиндель типа LV-4. Перед началом испытаний прибор калибровали в соответствии с паспортными требованиями и выбирали соответствующую скорость вращения шпинделя (обычно от 12 до 60 об/мин).

После запуска вращения шпинделя в течение 30–60 секунд ожидали установления стабильных показаний, после чего значение вязкости автоматически регистрировалось прибором в мПа·с или сантипуазах. Для каждого образца измерения проводили не менее трёх раз с последующим расчётом среднего значения.

Исследования выполняли в диапазоне температур от 25 до 100 °C с использованием ротационного вискозиметра. Благодаря наличию системы автоматического контроля температуры в приборе вязкость образцов смол определялась непосредственно при каждой заданной температуре. Данный метод позволил установить характер изменения вязкости смол в зависимости от температуры и оценить их термореологическую стабильность.

Таблица 1 Зависимость вязкости смол от температуры (мПа·с)

T, °C	1:8	1:8:2	1:8:03	1:8:6
10	51125	45027	21747	6114
20	16455	12401	3487	2715
30	8878	4844	3200	1143
40	5623	1355	3047	428
50	2135	524	1698	300
60	1956	190	1084	267
70	863	106.5	656	143
80	398	100	451	106
90	276	55	233	80
100	184	47	111	50

Введение н-бутанола привело к существенному снижению вязкости смол. В частности, вязкость модифицированной смолы состава 1:8:2 при температуре 10 °C составила 45027 мПа·с и снизилась до 47 мПа·с при 100 °C. Для смол составов 1:8:3 и 1:8:6 были зафиксированы ещё более низкие значения вязкости. Так, для смолы с соотношением компонентов 1:8:6 вязкость составила 6114 мПа·с при 10 °C и снизилась до 50 мПа·с при 100 °C.

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением степени модификации вязкость смол закономерно уменьшается. Данный эффект можно объяснить повышением подвижности молекулярной системы под действием н-бутанола и ослаблением межмолекулярных сил взаимодействия. Повышение температуры во всех случаях сопровождалось снижением вязкости, что связано с увеличением подвижности макромолекул смолы и ослаблением динамических взаимодействий в системе.

В целом установлено, что модифицированные смолы характеризуются более низкой вязкостью даже при повышенных температурах, что делает их более технологичными и удобными для дальнейшей переработки и применения в составе лакокрасочных материалов.

Результаты и их обсуждение

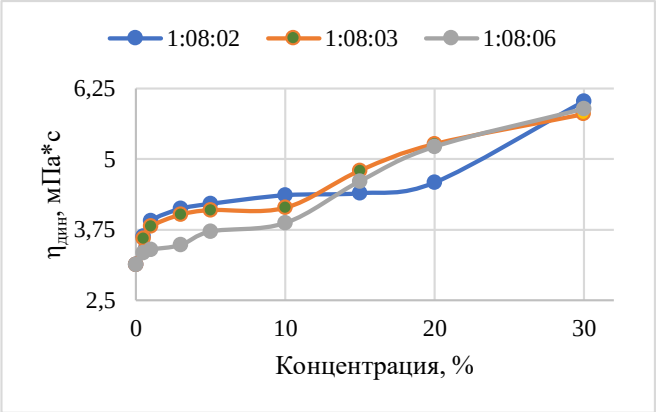


Рисунок 1. Зависимость вязкости растворов модифицированных смол от концентрации.

Согласно данным, представленным на рисунке 1, исходная вязкость чистого растворителя составляет приблизительно 3,14 мПа·с. При увеличении содержания смолы состава 1:8:2 до 30 % вязкость возрастает почти в два раза и достигает 6,03 мПа·с. Однако характер этого роста существенно различается в зависимости от состава смолы.

Для смолы состава 1:8:2, содержащей минимальное количество н-бутанола, наблюдается наиболее выраженное увеличение вязкости с ростом концентрации. В частности, в диапазоне концентраций 0–5 % фиксируется резкий рост вязкости, что может быть обусловлено активным межмолекулярным взаимодействием полимерных цепей, включая образование водородных связей и формирование пространственных структур. Образование таких структур приводит к увеличению внутреннего сопротивления системы, вследствие чего даже разбавленные растворы характеризуются сравнительно высокой вязкостью.

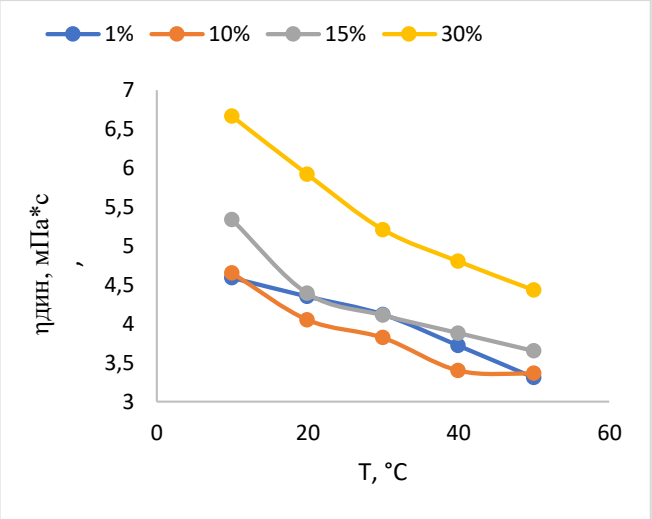
В диапазоне концентраций от 5 до 15 % наблюдается относительная стабилизация вязкости с формированием плато. В данном случае вновь вводимые молекулы смолы, вероятно, не образуют новых межмолекулярных связей, а способствуют уплотнению уже существующих агрегатов. В результате вязкость возрастает незначительно и изменяется в пределах 4,4–4,8 мПа·с.

При концентрациях выше 15 % вновь наблюдается интенсивный рост вязкости. В интервале 15–30 % её значение увеличивается с 4,8 до 6,03 мПа·с, что соответствует наиболее крутому участку кривой. Данный эффект объясняется усилением взаимодействия между полимерными цепями, увеличением числа межмолекулярных контактов и формированием более развитой пространственной структуры. Таким образом, система постепенно приближается к гелеобразному состоянию, а внутреннее сопротивление течению существенно возрастает.

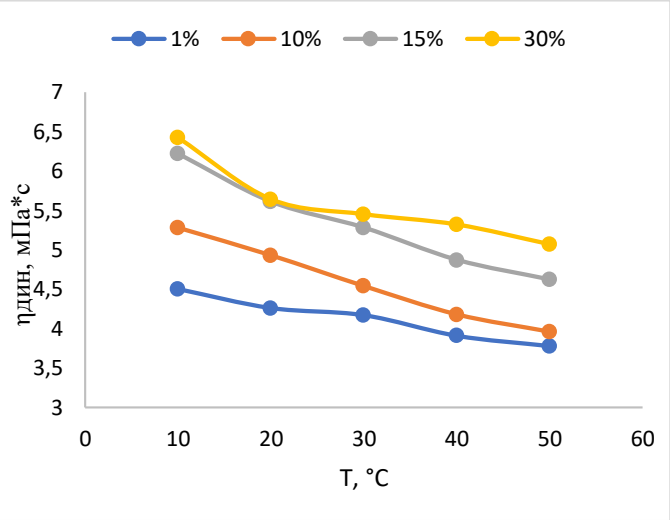
Состав 1:8:3 занимает промежуточное положение между составами 1:8:2 и 1:8:6 по характеру изменения вязкости. В области низких концентраций (0–5 %) также наблюдается заметное увеличение вязкости, достигающее примерно 4,1 мПа·с, что свидетельствует о раннем проявлении межмолекулярных взаимодействий. Однако интенсивность начального роста несколько ниже по сравнению с составом 1:8:2, что может быть связано со снижением полярности системы под влиянием бутильных групп и уменьшением склонности молекул к агрегации.

В диапазоне 5–15 % увеличение вязкости происходит более равномерно, без выраженного плато. При каждом повышении концентрации на 5 % вязкость возрастает приблизительно на 0,4–0,5 мПа·с. Это может свидетельствовать о лучшей растворимости макромолекул в среде и более сбалансированном характере межмолекулярных взаимодействий. Примечательно, что при средних концентрациях (например, около 15 %) вязкость данного состава может превышать аналогичный показатель состава 1:8:2, что связано с более однородным распределением макромолекул и формированием равномерной структуры раствора.

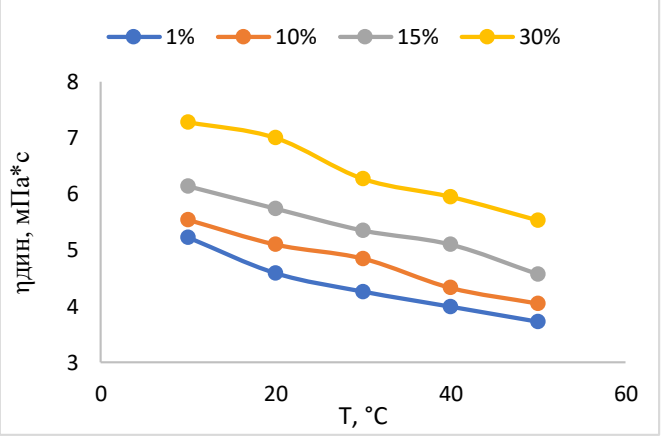
В интервале концентраций 15–30 % рост вязкости продолжается, однако его интенсивность остаётся ниже, чем для состава 1:8:2. Вероятно, повышенное содержание н-бутанола ограничивает сближение макромолекул, препятствуя чрезмерному разветвлению и образованию большого числа межмолекулярных связей. В результате формируется более плотная, но менее взаимосвязанная структура, характеризующаяся умеренным увеличением вязкости.



при соотношении компонентов 1:8:2



при соотношении компонентов 1:8:3



при соотношении компонентов 1:8:6

Рисунок 2. Изменение вязкости растворов модифицированной меламиноформальдегидной смолы в зависимости от температуры при различных концентрациях и соотношениях компонентов 1:8:2, 1:8:3 и 1:8:6.

Анализ температурной зависимости вязкости растворов модифицированной меламиноформальдегидной смолы состава 1:8:2 при различных концентрациях показал, что с повышением температуры вязкость во всех случаях снижается. Так, при концентрации 1 % вязкость составляет 4,59 Па·с при 10 °С и уменьшается до 3,31 Па·с при 50 °С. Полученные данные свидетельствуют о том, что повышение температуры приводит к ослаблению водородных связей и других межмолекулярных взаимодействий между полимерными цепями. В результате молекулы в растворе приобретают большую подвижность, что сопровождается снижением вязкости.

Данная тенденция сохраняется и при более высоких концентрациях. Так, для раствора с концентрацией 30 % вязкость составляет 6,67 Па·с при 10 °С и снижается до 4,43 Па·с при 50 °С. Это указывает на высокую упорядоченность вязкостно-температурного профиля модифицированных смол и их выраженную чувствительность к изменению температуры. Можно предположить, что повышение температуры приводит к частичному разрушению пространственной сетчатой структуры смолы в растворе, что имеет важное значение для технологических процессов её переработки, в частности при получении лакокрасочных покрытий.

Аналогичные закономерности были выявлены и для смол, модифицированных при соотношениях компонентов 1:8:3 и 1:8:6. Это подтверждает, что влияние температуры на вязкость во всех исследованных композициях имеет одинаковую направленность: с повышением температуры возрастает подвижность макромолекул и ослабевают межцепные взаимодействия, что приводит к снижению вязкости растворов.

Заключение

Параллельно в тех же условиях были получены ИК-спектры импортируемой смолы для сравнения полученных продуктов с имеющимся образцом. Результаты сравнения анализа ИК-спектров, полученных из образцов, показывают, что различия между спектрами продуктов, полученных в двух разных соотношениях, и образцами очень малы, а результаты очень близки. Широкая полоса поглощения в диапазоне 3300–3500 см-1 соответствует ОН-группам н-бутанола. В областях 2850 см-1, 2930-2950 см-1 можно увидеть валентные колебания групп CH2, которые соответствуют алкильной части смолы. Симметричные и асимметричные колебания, характерные для простой эфирной части (C-O-C) смолы, можно наблюдать в диапазоне спектров 870-1080 см-1. Интенсивное поглощение в поле 1540 см-1 соответствует квадрантным колебаниям, характерным для 1,3,5-триазинового кольца меламина, а поглощение в поле 1470 см-1, 1440 см-1 соответствует полукруглым колебаниям 1,3,5-триазинового кольца.

ИК-спектральный анализ меламиноформальдегидной смолы, полученной в ходе исследований и параллельно модифицированной н-бутанолом в товарном холе, показал, что образцы смолы, синтезированные из компонентов, полученных в пропорциях 1:8:3 и 1:8:6 из меламина, формальдегида и н-бутилового спирта, стали очень близки по структуре к исходному продукту и свойства. Применение такой смолы при приготовлении лакокрасочных материалов позволило получать изделия с необходимыми свойствами.

Список литературы.

[1]. Sunthakar S.V., Gilman H., Silicon-Containing Azo Dyes // J. Org. Chem., 2013, №15, pp. 1200-1210.

[2]. Пэйн Г.Ф. Технология органических покрытий. – Л., 1969. – С. 382–385.

[3]. Қ.М.Юсупов, Ф.И.Эркабаев Синтез меламин-формальдегидной смолы, модифицированной с N-бутанолом // Электронный научный журнал «Universum: Химия и биология». – 2022. – №10(103). – С. 38–41. (02.00.00., №2).

[4]. М.А.Нумонов, Қ.М.Юсупов Research on the synthesis of modified melamine–formaldehyde resin with n-butanol // Электронный научный журнал «Universum: Химия и биология». – 2021. – №12(90). – С. 38–41. (02.00.00., №2).Bergaya F., Theng B.K.G., Lagaly G. Handbook of Clay Science. Elsevier, 2006. 1224 p.

[5]. Wieber M., Schmidt M., Silicium- und germaniumhaltige 1,3-Benzodioxane // J. Organomet. Chem., 2017, 1 (1), pp. 93-94.

[6]. Chunli Zhu, Yanze Wei, Jing Zhang, Pengfei Geng, Zaijun Lu, Preparation of polysiloxane oligomers bearing benzoxazine side groups and tunable properties of their thermosets // J. App.l. Polym. Sci., 2014, 131, pp. 409-460.

[7]. Эркабаев Ф.И. , Юсупов К.М. Меламин-формальдегид смоласини н-бутанол билан модификация қилиш // ЎзР ФА Навоий бўлими ташкил этилганлигининг 5 йиллигига бағишланган “Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини-ривожланиш ва тараққиёт гарови” халқаро илмий-амалий конференция. 2022 йил 9-10 июнь, Навоий ш. 381-382-бетлар.

[8]. Greber G., Polykondensationsreaktionen bifunktioneller siliciumorganischer Verbindungen //J. Prakt. Chem., 1971, 313 (3), pp. 461-483.