

ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

Ю.В. Суворова, Н.А. Кузнецов, И.С. Нагибнев, В.А. Стаканова

Ивановский государственный химико-технологический университет, Шереметевский пр, 7, Иваново, Российская Федерация, 153000
E-mail: yuliya_butina@mail.ru

В связи со снижением количества импортных аналогов, санкциями, логистическими трудностями, потребители органических красителей, пигментов и лаков (производители текстильных и лакокрасочных материалов, пластмасс, печатных красок и полиграфической печатной продукции) столкнулись с тем, что отечественные выпускные формы красителей не всегда соответствуют запрашиваемому качеству. Именно этим объясняется актуальность данной работы, которая направлена на попытки оптимизировать технологию с целью получения отечественных пигментов и лаков требуемого качества с сохранением колористических характеристик. Одним из подходов для достижения поставленной цели является подбор соответствующих добавок, позволяющих добиться запрашиваемой характеристики: повышения устойчивости, оптимальной вязкости, прочности, снижения пенообразования в ходе синтеза. В работе для исследования выпускных форм пигментов были использованы современные физико-химические методы анализа: масс-, хромато-масс-спектрометрия и ИК-спектроскопия.

Ключевые слова: пигменты, Сольвент коричневого, Пигмент красный 57:1, Лак рубиновый СК, Лак фиолетовый, Пигмент красный 5С

APPROACHES TO OPTIMIZING THE TECHNOLOGY OF PRODUCING NATIONAL ORGANIC PIGMENTS

Yu.V. Suvorova, N.A. Kuznetsov, I.S. Nagibnev, V.A. Stakanova

Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetevskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russian Federation
E-mail: yuliya_butina@mail.ru

Due to the reduced availability of imported analogs, sanctions, and logistical difficulties, consumers of organic dyes, pigments, and varnishes (manufacturers of textiles, paints, and varnishes, plastics, printing inks and materials) are faced with the fact that nationally produced dyes do not always meet the required quality. This explains the relevance of this work, which is aimed at optimizing the technology to produce national pigments and varnishes of the required quality while maintaining color characteristics. One approach to achieving this goal is the selection of appropriate additives that reach the desired characteristics: increased stability, optimal viscosity and strength, and reduced foaming during synthesis. Modern physicochemical analytical methods were used to study the pigment final forms: mass-, chromatograph mass-spectrometry, and IR spectroscopy.

Keywords: pigments, Solvent Brown, Pigment Red 57:1, Varnish Ruby SK, Varnish Violet, Pigment Red 5S

Для цитирования:

Суворова Ю.В., Кузнецов Н.А., Нагибнев И.С., Стаканова В.А. Подходы к оптимизации технологии получения отечественных органических пигментов. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2026. Т. LXX. № 2. С. 96–99. DOI: 10.6060/rcj.2026702.13.

For citation:

Suvorova Yu.V., Kuznetsov N.A., Nagibnev I.S., Stakanova V.A. Approaches to optimizing the technology of producing national organic pigments. *Ros. Khim. Zh.* 2026. V. 70. N 2. P. 96–99. DOI: 10.6060/rcj.2026702.13.

ВВЕДЕНИЕ

С ужесточением политических санкций отечественная химическая промышленность столкнулась с потребностью расширения спектра и качества выпускаемой продукции. В частности, производители отечественных красителей, пигментов и лаков стремятся удовлетворить запросам потребителей [1-12] и совместно с сотрудниками и студентами высших учебных заведений ведут научные разработки и внедряют их в производство, тем самым оптимизируя процесс [13].

Данная работа является обобщением результатов, полученных при подборе добавок для получения более качественных выпускных форм Сольвента коричневого, Пигмента красного 57:1, Лака фиолетового и Пигмента красного 5С.

Сольвент коричневый – это выпускная форма красителя Основного коричневого с добавлением зеленой и фиолетовой подцветок. Краситель Основной коричневый (Рис. 1), известный также под историческим названием «Бисмарк Браун Y», получают диазотированием по обеим аминогруппам *мета*-фенилендиамина нитритом натрия в среде соляной кислоты. Затем проводят азосочетание образовавшейся на первой стадии двойной соли диазония с *мета*-фенилендиамином в соотношении 1:2. Продукт получают путем высаливания с последующей фильтрацией и сушкой.

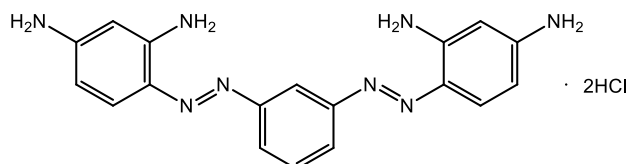


Рис. 1. Структурная формула красителя Основного коричневого
Fig. 1. Structure of Basic brown dye

Сольвент коричневый в основном применяется для крашения картона. Отечественные производители столкнулись с проблемой нестабильности выпускной формы, ее расслоением на составные компоненты.

Пигмент красный 57:1 является выпускной формой Лака рубинового СК (Рис. 2), который, в свою очередь, образуется переводом красителя, получаемого последовательной реакцией диазотирования *пара*-толуидин-*мета*-сульфокислоты и сочетанием образовавшейся соли диазония с 2-гидроксинафталин-3-карбоновой кислотой (БОН-кислотой), в нерастворимую форму – лак – за счет солеобразования с хлоридом кальция.

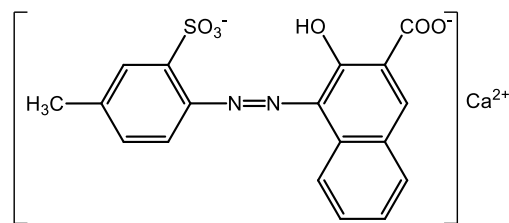


Рис. 2. Структурная формула Лака рубинового СК
Fig. 2. Structure of Varnish Ruby SK

Пигмент красный 57:1 может быть использован в различных отраслях, начиная с производства автомобильных покрытий и пластиков, заканчивая созданием высококачественной печатной продукции и косметики. Однако отечественный продукт не удовлетворяет требованиям потребителя по вязкости и прозрачности.

Лак фиолетовый – это выпускная форма Лака основного фиолетового 2С (Рис. 3), используемого в полиграфической промышленности, в производстве карандашных стержней, художественных и водных флексографских красок. Поэтому данный лак должен обладать не слишком высокой вязкостью и равномерно наносится на окрашиваемую поверхность.

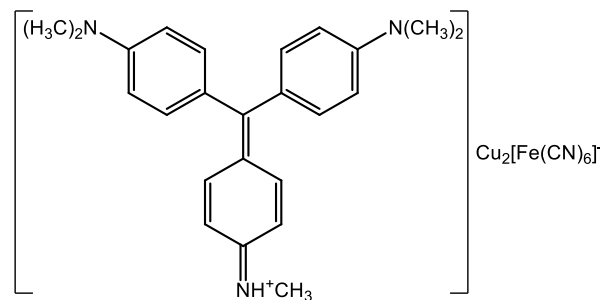


Рис. 3. Структурная формула Лака основного фиолетового 2С
Fig. 3. Structure of Varnish Basic Violet 2S

Пигмент красный 5С марки А имеет важное значение, так как данный пигмент используется при производстве защищенной полиграфической продукции, поэтому одним из показателей, помимо колористических характеристик, которым он должен отвечать является прочность. Основной проблемой, с которой сталкиваются отечественные производители при синтезе данного пигмента, является очень высокое пенообразование, которое приводит к снижению скорости фильтрации суспензии пигмента и повышенному водопотреблению, в том числе при промывке оборудования.

Исследования, выполненные в данной работе, могут быть использованы для оптимизации технологии производства вышеуказанных красителей, пигментов и лаков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования соединений были в основном проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (г. Иваново).

Тонкослойную (ТСХ) и препаративную (ПТСХ) хроматографию проводили на пластинах Sorbfil, сорбент – силикагель СТХ-1ВЭ, зернение 8 – 12 мкм, толщина слоя 110 мкм, тип подложки – алюминий, связующее – силиказоль, УФ индикатор – УФ-254 и на алюминиевых пластинах марки Merck, покрытых слоем силикагеля 60F₂₅₄. Колоночную хроматографию проводили с использованием Хромсорбента силикатного.

MALDI-TOF масс-спектры записывали на приборе AXIMA Confidence (SHIMADZU) в режиме положительных ионов. Образцы были растворены в ДМФА или изобутаноле. В качестве матриц использовали DHB – 2,5-дигидроксibenзойную кислоту, CHCA – α -циано-4-гидроксикоричную кислоту.

Идентификацию целевых продуктов методом хромато-масс-спектрометрии осуществляли с использованием газового хромато-масс-спектрометра GCMS-QP2010Ultra в комплекте SHIMADZU.

ИК спектры получены на спектрометре AVATAR 360 FT-IR с приставкой диффузионного отражения Tensor 27 Bruker Optics. Образцы готовили тщательным растиранием исследуемых соединений с KBr и дальнейшим прессованием таблеток.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Потребители Сольвента коричневого отмечают неустойчивость выпускной формы и расслоение ее на компоненты. Для решения этой проблемы необходимо подобрать добавки, улучшающие стабильность продукта без потери колористических свойств. Для этого в данной работе исследован образец-аналог 1. Разделение исследуемого образца на компоненты проводили с помощью колоночной хроматографии на силикагеле с использованием в качестве элюирующей смеси дихлорметан : метанол : гексан = 10:1:3. Хромато-масс-спектральный анализ (Рис. П1-П2, <https://rcj-isuct.ru/article/view/7339>) полученных после хроматографирования зон позволил предположить, что в составе данного Сольвента содержатся подцветки: красители Основной зеленый 4 (сигнал молекулярного иона $[M+H^+]$ с $m/z = 330$ Да) и Основной фиолетовый 3 (сигнал молекулярного иона $[M+H^+]$ с $m/z = 373$ Да).

Для поиска и подбора добавок, улучшающих вязкость и прозрачность Пигмента красного

57:1, был исследован образец-аналог 2. В масс-спектрах зон, полученных после разделения исследуемого образца на колоночной хроматографии (элюирующая смесь: хлороформ : этиловый спирт = 2:1) присутствуют сигналы с $m/z = 337$ Да и $m/z = 686$ Да (Рис. П3-П5, <https://rcj-isuct.ru/article/view/7339>), соответственно, отвечающие продукту фрагментации и продукту агломерации Лака рубинового СК. Сигналы с $m/z = 308$ Да и $m/z = 323$ Да можно отнести к продуктам фрагментации стеариновой кислоты. По результатам ИК-спектроскопии удалось предположить наличие в составе исследуемого образца оксида цинка, который добавляют в состав пигментов для увеличения укрывистости и атмосферостойкости (Рис. П6, <https://rcj-isuct.ru/article/view/7339>).

С целью создания выпускной формы Лака фиолетового для водных флексографских красок с наиболее оптимальными для потребителя характеристиками был исследован образец-аналог 3. Разделение образца на компоненты проводили как с помощью колоночной, так и с использованием препаративной тонкослойной хроматографии (элюирующая смесь: изобутанол : *n*-пропанол : вода = 6:2:1). Исследование полученных при разделении зон методом масс-спектрометрии позволило предположить наличие в образце 3 красителя Основного фиолетового 1 в виде лака, в котором роль солеобразующей частицы выполняет гексацианоферрат меди (II) (Рис. П7, <https://rcj-isuct.ru/article/view/7339>). Кроме того, обнаруженный шаг сигналов с $m/z = 44$ Да, может говорить о наличии в составе образца 3 полиэтиленгликоля.

Для снижения пенообразования при синтезе Пигмента красного 5С нами были использованы 7 различных пеногасителей, которые добавлялись либо на стадии азосочетания, либо на стадии термообработки, либо смешанно. Было отмечено, что при добавлении пеногасителя на стадии азосочетания во всех случаях происходило значительное ухудшение колористических характеристик и дополнительное образование пены на стадии термообработки. Наибольшего снижения пенообразования (на 72,7%) при сохранении колористических характеристик удалось достичь при добавлении пеногасителя 6 в количестве 5,6% по массе от выхода сухого пигмента на стадии термообработки.

ВЫВОДЫ

Таким образом, выполненные исследования Сольвента коричневого, Пигмента красного 57:1, Пигмента фиолетового и Пигмента красного 5С являются одним из важных этапов при подборе

оптимального состава выпускных форм вышеназванных соединений и могут быть использованы для оптимизации технологического процесса производства пигментов, лаков и красителей.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ и при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема № FZZW-2026-0003.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белый В.А., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Сапронова Ж.А., Воронина Ю.С. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2023. Т. 66. Вып. 5. С. 139-145. DOI: 10.6060/ivkkt.20236605.6757.
2. Одинцова О.И., Владимирцева Е.Л., Козлова О.В., Смирнова С.В., Липина А.А., Петрова Л.С., Ерзунов К.А., Константинова З.А., Зимнуров А.Р., Быков Ф.А., Мельников А.Г. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2023. Т. 66. Вып. 7. С. 173-184. DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6844j.
3. Афонина А.П., Буркина О.В. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2023. Т. 66. Вып. 9. С. 123-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20236609.6775.
4. Ханхасаева С.П., Бадмаева С.В. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 5. С. 23-29. DOI: 10.6060/ivkkt.20226505.6438.
5. Сабо И.А., Маногаран М., Ясид Н.А., Отман А.Р., Абд Шукор М.Ю. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2026. Т. 69. Вып. 4. С. 121-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20266904.7220.
6. Овчинников Н.Л., Яшин Д.В., Шеляпина М.Г., Бутман М.Ф. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2026. Т. 69. Вып. 6. С. 86-97. DOI: 10.6060/ivkkt.20266906.6813.
7. Ву Тхи Тинь, Ву Нгок Зюй, Нгуен Тхи Бик Вьет // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2025. Т. 68. Вып. 12. С. 119-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20256812.7249.
8. Березин Д.Б., Бондарева Т.В., Шухто О.В., Батов Д.В., Моршнев Ф.К. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2025. Т. 68. Вып. 10. С. 26-34. DOI: 10.6060/ivkkt.20256810.7250.
9. Санжеева Е.Б. // *Рос. хим. жс. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2025. Т. LXIX. № 2. С. 108-119. DOI: 10.6060/rcj.2025692.13.
10. Старостина И.В., Половнева Д.О. // *Рос. хим. жс. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2024. Т. LXVIII. № 2. С. 45-52. DOI: 10.6060/Rcj.2024682.6.
11. Алексахина Е.Л., Иванова А.С., Пахрова О.А., Томилова И.К., Усольцев С.Д., Марфин Ю.С. // *Рос. хим. жс. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2023. Т. LXVII. № 3. С. 90-97. DOI: 10.6060/rcj.2023673.13.
12. Яминзода З.А., Икрами М.Б., Одинцова О.И., Козлова О.В., Чешкова А.В. // *Рос. хим. жс. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2023. Т. LXVII. № 3. С. 84-89. DOI: 10.6060/rcj.2023673.12.
13. Суворова Ю.В., Нагибнев И.С., Данилова Е.А. // *Макрогетероциклы*. 2025. Т. 18(4). С. 166-169. DOI: 10.6060/mhc256796s.

The work was carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment of the ISUCT and within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FZZW-2026-0003).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence of a conflict of interest warranting disclosure in this article.

REFERENCES

1. Belyy V.A., Sverguzoza S.V., Shaikhiev I.G., Sapronova Zh.A., Voronina Yu.S. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 5. P. 139-145. DOI: 10.6060/ivkkt.20236605.6757.
2. Odintsova O.I., Vladimirtseva E.L., Kozlova O.V., Smirnova S.V., Lipina A.A., Petrova L.S., Erzunov K.A., Konstantinova Z.A., Zimmurov A.R., Bykov F.A., Melnikov A.G. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 7. P. 173-184. DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6844j.
3. Afonina A.P., Burykina O.V. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 9. P. 123-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20236609.6775.
4. Khankhasaeva S.Ts., Badmaeva S.V. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 5. P. 23-29. DOI: 10.6060/ivkkt.20226505.6438.
5. Sabo I.A., Manogaran M., Yasid N.A., Othman A.R., Abd Shukor M.Y. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2026. V. 69. N 4. P. 121-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20266904.7220.
6. Ovchinnikov N.L., Yashin D.V., Shelyapina M.G., Butman M.F. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2026. V. 69. N 6. P. 86-97. DOI: 10.6060/ivkkt.20266906.6813.
7. Vu Thi Tinh, Vu Ngoc Duy, Nguyen Thi Bich Viet // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2025. V. 68. N 12. P. 119-128. DOI: 10.6060/ivkkt.20256812.7249.
8. Berezin D.B., Bondareva T.V., Shukhto O.V., Batov D.V., Morshnev Ph.K. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2025. V. 68. N 10. P. 26-34. DOI: 10.6060/ivkkt.20256810.7250.
9. Sanzheeva E.B. // *Ros. Khim. Zh.* 2025. V. 69. N 2. P. 108-119. DOI: 10.6060/rcj.2025692.13.
10. Starostina I.V., Polovneva D.O. // *Ros. Khim. Zh.* 2024. V. 68. N 2. P. 45-52. DOI: 10.6060/Rcj.2024682.6.
11. Aleksakhina E.L., Ivanova A.S., Pakhrova O.A., Tomilova I.K., Usoltsev S.D., Marfin Yu.S. // *Ros. Khim. Zh.* 2023. V. 67. N 3. P. 90-97. DOI: 10.6060/rcj.2023673.13.
12. Yaminzoda Z.A., Ikrami M.B., Odintsova O.I., Kozlova O.V., Cheshkova A.V. // *Ros. Khim. Zh.* 2023. V. 67. N 3. P. 84-89. DOI: 10.6060/rcj.2023673.12.
14. Suvorova Y.V., Nagibnev I.S., Danilova E.A. // *Macroheterocycles*. 2025. V. 18(4). P. 166-169. DOI: 10.6060/mhc256796s.

Поступила в редакцию (Received) 01.02.2026

Принята к опубликованию (Accepted) 15.05.2026