

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента на диссертационную работу  
Антипова Алексея Сергеевича  
«Синтез витаминов серии К<sub>3</sub> на основе окисления 2-метилнафталина  
хроматами»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.17.04 - Технология органических  
веществ

**Актуальность темы диссертационной работы.** Витамины серии К очень широко применяются в животноводстве. На головной стадии технологического процесса, в синтезе менадиона, на сегодня наиболее простым и экономически эффективным является метод окисления 2-метилнафталинсодержащего сырья соединениями шестивалентного хрома. В то же время, содержание остаточного хрома в конечном продукте жёстко регламентируется нормативными документами. Для достижения этого показателя в настоящее время применяется в основном многократная переработка конечного продукта, что приводит к усложнению технологии и как следствие к его удорожанию. Соответственно, поиск альтернативных, более эффективных подходов к снижению содержания хрома в конечном продукте является весьма актуальной задачей.

**Целью диссертационной работы** являлось совершенствование технологии промышленного производства витаминов серии К<sub>3</sub> путём достижения минимальных остаточных концентраций хрома и других регламентированных примесей в товарных продуктах более совершенными (в сравнении с применяемыми) способами.

**Формальные признаки диссертации.** Работа состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы, который насчитывает 94 наименования. Диссертация изложена на 141 страницах, содержит 49 таблиц и 51 рисунок.

**Новизна исследования и полученных результатов диссертации** состоит в:

- исследовании зависимости растворимости MSB в воде в технологическом интервале температур (проведено впервые);
- разработке номограммы для оценки эффектов фракционирования хрома в системе MSB-вода (разработано впервые);
- детальном исследовании данных по остаточному содержанию соединений хрома в составе товарных продуктов, установлении возможности нахождения хрома в неорганической и органической формах (исследовано впервые);
- детальном исследовании влияния расхода окислителя и порядка смешения реагентов на выход менадиона и содержание в нём примесей (проведено впервые);

- обосновании целесообразности применения комплекса технологических приемов для минимизации примесей (оригинальный подход).

### **Практическая значимость.**

За счёт оптимизации процесса окисления, разработки реагентных и экстракционного методов очистки от хрома, а также оригинального способа переработки некондиционного MNB удалось существенно повысить стабильность технологии производства витаминов серии К<sub>3</sub>, улучшить его экономическую эффективность. Особо отметим, что эти технические решения внедрены в действующее производство.

### **Содержание диссертации.**

**Во введении** приведено обоснование актуальности темы, тут же определены цель и задачи исследования.

**Первая глава** по сути является литературным обзором современного состояния производства витаминов серии К<sub>3</sub>, включая аспекты практического применения, обзор методов получения витаминов серии К<sub>3</sub>, а также основные аналитические методики исследований, применённые в работе. В результате эта глава может служить своеобразным справочником для исследователя, собирающегося работать в области производства и/или анализа витаминов серии К<sub>3</sub>.

Главы со второй по шестую построены по одинаковой схеме: методика - результаты - их обсуждение.

**Во второй главе** приведено описание исследования закономерностей фракционирования хрома в процессе изогидрической кристаллизации MSB. Было показано, что кристаллизация этого продукта из водных и технологических растворов сопровождается очисткой кристаллов и обогащением маточного раствора хромом. Однако достигаемые при этом степень очистки кристаллов и содержание хрома не позволяют получить MSB достаточного качества.

**В третьей главе** детально описан синтез 2-метил-1,4-нафтохинона на основе окисления 2-метилнафталина бихроматом натрия, а также особенности фракционирования примесей.

Читатель может познакомиться с методикой исследования и самими его результатами. Далее описана разработка способов получения менадиона с наименьшим содержанием хрома и других примесей. Показано, что необходимое снижение содержания остаточного хрома невозможно лишь за счёт изменения параметров существующего технологического процесса. Логичным шагом явилось привлечение к очистке менадиона от соединений хрома реагентных методов, а именно, обработки гипохлоритом натрия и кальцинированной содой.

Полученные положительные результаты были применены для исследований, описание которых составляет содержание **четвертой главы**. Здесь рассмотрены методы минимизации остаточного содержания хрома в MSB и MNB. Как вариант, поставленная цель может быть в принципе достигнута за счёт введения реагентных добавок. В результате исследования показано, что этот подход позволяет получить MSB с содержанием хрома ниже допустимого предела. Однако, реализуя только этот метод, автору не удалось получить MNB удовлетворительного качества.

Также был исследован экстракционный способ очистки от примесей раствора, направляемого на получение MNB. Реализация этого способа позволила получить MNB соответствующего качества, а также удалить из готового продукта другие примеси. А комбинация экстракционного способа очистки с реагентным методом (с использованием солей алюминия) позволила получить MNB с содержанием хрома в несколько раз ниже допустимого предела.

**Глава пятая** посвящена разработке способа переработки некондиционного менадиона никотинамида бисульфита. Оказалось, что предложенный метод переработки позволяет полностью удалить 2-метилнафталин и другие органические примеси из получаемого MNB. Таким образом, найденное техническое решение позволяет переработать бисульфит менадиона никотинамида с высоким содержанием хрома и органических примесей, а также таковой с истёкшим сроком годности в кондиционный товар.

К чести автора, он не пренебрёг исследованием побочных продуктов реагентной очистки менадиона, которое описано в **главе 6**, посвященной исследованию свойств хромсодержащих веществ. Были исследованы осадки, полученные подкислением водных растворов кальцинированной соды и гипохлорита натрия после обработки промышленных образцов менадиона. Также изучались осадки, полученные осаждением экстрагируемых веществ из бутанола после экстракции растворов MSB. Автору удалось получить максимум информации при использовании применённых в исследовании методов анализа, которая ожидаемо не включает в себя структуру хромсодержащих образцов.

В определённом смысле кульминацией работы является **глава 7**, в которой приводятся технико-экономические показатели производства витаминов серии К<sub>3</sub> после внедрения результатов работы автора на предприятии ООО «Новохром». Экономический эффект на предприятии составил десятки миллионов рублей. К достижениям, имеющим не только экономический, но и положительный «психологический» эффект, можно отнести успешную переработку 30 т некондиционной продукции, накопленной на предприятии в прошлые годы.

**Достоверность результатов и выводов**, приведённых в диссертации, подтверждается неоспоримым результатом, на который была нацелена

работа, а именно, успешным её внедрением в производство, что имело впечатляющий положительный эффект.

**Обоснованность основных положений, выводов и рекомендаций,** представленных в диссертации, не вызывает сомнений.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Помимо того, результаты диссертационной работы воплощены в производственную практику ООО «Ноовхром», они могут быть практически полезны при проведении работ с хромсодержащими окислителями в исследовательских коллективах и в академических учреждениях - в учебном процессе.

**Замечания по диссертации:**

При чтении диссертации возникали некоторые трудности восприятия её содержания из-за грамматических неточностей. Также несколько затрудняли чтение некоторые отступления автором от общепринятого стиля научной работы. Большая часть отмеченных замечаний была автором устранена. Других замечаний к работе не имеется.

Очевидно, что указанные замечания не могут скомпрометировать полученные в диссертации результаты и снизить её высокую оценку.

**Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.**

Основные положения диссертации отражены в опубликованных работах; список приведён в диссертации. По тематике исследования, методам, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников «05.17.04 - Технология органических веществ». Автореферат отражает основное содержание диссертации.

**Заключение.**

Диссертация Алексея Сергеевича Антипова «Синтез витаминов серии К<sub>3</sub> на основе окисления 2-метилнафталина хроматами» представляет собой законченную научно-квалификационную работу с высокой степенью актуальности. В работе найдены способы и приёмы, позволившие существенно улучшить технологию производства витаминов серии К<sub>3</sub> на основе окисления 2-метилнафталина соединениями шестивалентного хрома. Основное достижение - контролируемое снижение содержания в продуктах остатков шестивалентного хрома.

По поставленным задачам, новизне исследования и полученных результатов диссертация «Синтез витаминов серии К<sub>3</sub> на основе окисления 2-метилнафталина хроматами» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и отвечает критериям, изложенным в п. 9

Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а Алексей Сергеевич Антипов заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 - Технология органических веществ.

Доцент-исследователь кафедры Технологии органического синтеза Химико-технологического института Уральского федерального университета

кандидат химических наук \_\_\_\_\_ Шафран Юрий Маркович

Дата 12 апреля 2021 г.

Личную подпись к.х.н. Шафрана Ю.М. заверяю:

ученый секретарь УрФУ \_\_\_\_\_ Морозова Вера Анатольевна

Дата: 12.04.2021 г.

Почтовый адрес:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
620002, Свердловская область, г. Екатеринбург,  
ул. Мира, д. 19