

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет»

д.т.н., профессор Муромцев Д.Ю.



_____ 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» на диссертацию Марышевой Марины Александровны «Повышение эффективности теплофизических процессов при получении и очистке технического парафина из нефти, а также парафинизации упаковочных пленок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

Актуальность темы исследования

Рынок жидкого нефтяного парафина практически на 100 % состоит из внутреннего российского производства, доля импорта составляет около 0,1 %. При этом Россия является, как и в случае с рынком твердых парафинов, нетто-экспортером данного вида продукции, так как экспортирует гораздо больше, чем импортирует. Известно, что объекты переработки нефти реализуются не только в химической, но и в пищевой отраслях промышленности, к примеру, твердый парафин нефтяной природы П-2 (пищевой), который реализуют с целью пропитки пищевой упаковки, как ее защитное покрытие, что обуславливает рост сроков хранения продуктов. Соискателем, для расширения сырьевой базы при получении технического парафина, предложено осуществлять депарафинизацию высокопарафинистой нефти, используя жидкостные термоциклонные установки, к тому же, получаемый парафиновый продукт может служить сырьем для выработки пищевого аналога, для чего также необходимо реализовать новые технологии по его очистке от токсич-

ных веществ, в частности, от бенз- α -пирена.

Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку определяется новизной предлагаемого продукта и определением рациональных режимных параметров основных тепло-массообменных процессов, применяемых в предлагаемой соискателем инновационной технологии депарафинизации нефтепродуктов и получения парафинированных биополимерных пленочных структур.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность представленных в диссертационной работе положений, выводов и рекомендаций подтверждается: адекватностью используемых соискателем математических моделей реальным физическим процессам; использованием стандартных и современных методов исследования; корректностью использования общепринятых физических принципов и математического аппарата при обработке информации, полученной в ходе большого объема экспериментальных исследований, выполненных с применением поверенных и откалиброванных измерительных приборов; математической обработкой результатов экспериментальных исследований, соответствием аналитических выводов результатам экспериментальных исследований и их согласованием с экспериментальными данными других исследователей. Достоверность полученных результатов подтверждается многократным повторением серий экспериментов, воспроизводимостью полученных данных и их обработкой методами статистического анализа.

Таким образом, результаты проведенных соискателем исследований и сделанные на их основе выводы следует считать достоверными и обоснованными.

Научная новизна полученных результатов, положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования

Научная новизна полученных результатов, положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертационной работе Марышевой Марины

Александровны, заключается в следующем. Впервые для асфальто-смоло-парафиновых отложений была определена скорость осаждения парафиновых веществ на цилиндрической стенке транспортирующих нефть каналов и рассчитана для них тепловая модель затвердевания и плавления на конической стенке циклонных аппаратов, для технического парафина определены температуры его плавления и кристаллизации, физическая плотность, а также удельная теплота плавления в реальных температурных диапазонах проведения процесса депарафинизации асфальто-смоло-парафиновых отложений, составлены материальный и тепловой балансы этой процедуры. При этом для парафиносодержащего раствора найдено рациональное соотношение материал-растворитель для эффективной трансформации парафинистых веществ в растворимое состояние, выявлены теплофизические и структурно-механические показатели и закономерности их изменения в определенных пределах варьирования температуры и концентрации при протекании процесса конвективного концентрирования, а также установлены и математически описаны кинетические закономерности процессов растворения парафина в н-гексане и концентрирования исследуемого раствора при конвективной теплоподаче, для которой определён коэффициент теплоотдачи на границе раздела фаз в его технологических рамках, построены кривые скорости массопереноса. Для процесса концентрирования парафиносодержащего раствора проанализирована скорость перемещения температурного фронта в образце при путем решения математической модели теплопереноса численным конечно-разностным методом, целью которого являлось исключение вероятности снижения величины температуры в растворе ниже значения возможной предварительной кристаллизации.

Таким образом, представленные соискателем научные положения, выводы и практические рекомендации диссертационной работы обоснованы, имеют научное и практическое значение. Обоснованность их подтверждается установлением параметрических показателей, обуславливающих удельный выход готового материала из парафинизатора, а также технологическими

пределами их изменения, и просчитанной итоговой величиной удельной производительности при реализации разрабатываемого способа конвективного концентрирования.

Значимость диссертационного исследования для науки и практики

Значимость диссертационного исследования для науки определяется комплексным анализом процедур переноса тепловой энергии и массы и обмена ими при контакте фаз в технологии гидрофобных пищевых парафино-содержащих упаковочных материалов с определенными потребительскими показателями при падении энергоемкости реализуемых процессов. В итоге, соискателем намечены пути роста эффективности известных способов парафинизации натуральных полимерных материалов, в частности, пектиносодержащих пленочных структур, включающих растворение технического парафина в н-гексане и конвективное концентрирование гексанового раствора, а также конструкций депарафинизатора асфальто-смоло-парафиновых отложений и парафинизатора для рационального нанесения пищевого парафинового продукта на биополимерную субстанцию.

Значимость диссертационного исследования для практики подтверждается разработанными способами получения технического парафина из асфальто-смоло-парафиновых отложений, его растворения в н-гексане и конвективного концентрирования гексанового раствора, а также рациональным конструктивным исполнением установок, реализующих анализируемые процедуры.

В связи с этим полученные соискателем научные результаты и их практическая ценность способствуют повышению качественных параметров извлекаемого из асфальто-смоло-парафиновых отложений парафина и влагостойкого упаковочного материала на основе разлагаемых биополимеров за счет их парафинизации, а также сокращению материальных и энергетических затрат при проведении необходимых технологических процедур выработки целевых продуктов, что подтверждает высокую значимость диссертационного исследования для науки и практики.

Кроме того, соискателем при решении вопросов интенсификации изучаемых операций предложено оригинальное техническое исполнение депарафинизатора (патент РФ на полезную модель № 207853), а также предложен оригинальный способ получения пищевой упаковочной пленки (патент РФ на изобретение № 2807873).

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом

Соискатель логично построил диссертационную работу, четко ее структурировал и дополнил достаточным количеством рисунков и таблиц, которые облегчают восприятие диссертации, которая состоит из введения, пяти глав, включающих аналитический обзор научно-технической литературы, результатов собственных исследований, выводы, заключение, список литературы (147 наименований) и приложений. Общий объем основных глав диссертации составляет 151 страницу.

Диссертационная работа Марышевой М.А. в полной мере соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к структуре кандидатских диссертаций по оформлению, изложению материала, объему и построению.

Во введении приведена общая характеристика исследования, определены его актуальность, цель и задачи, научная новизна, а также значимость с теоретической и практической точек зрения, проведена оценка степени разработанности подходов по поставленной проблеме и полноты апробации результатов исследования.

В первой главе автор описывает современное состояние теории, техники и технологии парафина для получения гидрофобной упаковки на основе пектиносодержащих пленочных материалов. Проведен анализ недостатков существующих технологий пленочных гидрофобных структур для производства упаковки и современных возможностей аппаратного оформления процедуры парафинирования биополимерных покрытий. Дана общая характеристика и классификация твердых парафинов и методы извлечения их из асфальто-смоло-парафиновых отложений. Приведены перспективы промышленного использования пищевого парафина, особенно в области получения

влагоотталкивающих пленочных структур.

Вторая глава содержит сведения о предпринятых подходах к совершенствованию способов выработки парафина из асфальто-смоло-парафиновых отложений и его технического обеспечения. Представлены исследования процессов образования этих отложений и анализ механизма проведения процесса их образования затвердевания и плавления, приведена разработанная оригинальная конструкция депарафинизатора нефти и оценка основных режимных параметров, связанных с получением технического парафина.

В третьей главе представлены результаты изучения комплекса характеристик гексанового раствора парафина и параметров теплообмена на границе раздела фаз в технологических рамках процесса его конвективного концентрирования.

В четвертой главе представлены результаты исследования кинетической закономерности технологических операций нанесения парафинового покрытия на биоразлагаемый упаковочный материал.

В пятой главе представлены результаты моделирования процесса концентрирования гексанового раствора и даны рекомендации по реализации предлагаемой технологической схемы парафинизации упаковочных материалов.

Диссертационную работу завершают краткое заключение, выводы и список использованной Марышевой М.А. литературы. Выводы отражают основные результаты проведенных исследований и соответствуют поставленным задачам.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Применение предложенной соискателем конструкции для парафинизации различных пищевых пленочных покрытий, имеющих слабую влагостойкость, позволит отказаться от использования в технологии пищевого парафина, стоимость которого по сравнению с техническим гораздо выше, кроме того, его получение требует применения сложных технологических

решений. Использование технического парафина в предложенной соискателем технологии не приводит к снятию статуса «пищевое» для получаемого влагостойкого покрытия, так как все токсичные вещества удаляются с поверхности пленки вместе с растворителем, что подтверждает проведенная экспертиза конечного гидрофобного продукта. Влажность пленочной пектинодержавшей основы влагостойкого упаковочного материала не превышает 20 %, что обеспечивает продолжительный срок хранения и возможность использования в ряде пищевых технологий.

В диссертации теоретически и эмпирически доказано, что по отношению к иным существующим технико-технологическим решениям по получению пищевой упаковки с применением технического парафина, рекомендуемый подход обладает рядом позитивных сторон:

- предлагается использовать в качестве пленочной основы пектинодержавшую структуру, полученную из арбузов, в основном некондиционных, которые в большом объеме остаются на полях и не подвергаются утилизации;

- в реализуемой технологии предусматривается использование дешевого технического парафина, полученного из асфальто-смоло-парафиновых отложений с 85...95 % долей парафинов, которые накапливаются на внутренних поверхностях нефтепроводов и препятствуют добыче и перевозке высокопарафинистого нефтяного сырья;

- в реализуемой технологии не предусмотрены энергоемкие операции по очистке технического парафина от токсичных веществ, а предлагается оригинальный подход, обеспечивающий в процессе непрерывной парафинизации поверх пленочной основы формирование очищенного от вредных включений парафинового слоя.

Таким образом, положительный эффект от внедрения в производство разработанных соискателем технических решений (термогидроциклон и парафинизатор), заключается в эффективном проведении исследуемых процессов как с технической, так и с экономической точек зрения.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В первом пункте научной новизны указано, что для асфальто-смоло-парафиновых отложений была определена скорость осаждения парафиновых веществ на цилиндрической стенке транспортирующих нефть каналов и рассчитана для них тепловая модель затвердевания и плавления на конической стенке циклонных аппаратов. На наш взгляд, термин «тепловая модель» является некорректным, следовало бы использовать «модель процесса теплопереноса», точнее математическая.

2. В пятом пункте научной новизны соискатель пишет, что для процесса концентрирования парафиносодержащего раствора проанализирована скорость перемещения температурного фронта в образце путем решения математической модели теплопереноса численным конечно-разностным методом, целью которого являлось исключение вероятности снижения величины температуры в растворе ниже значения возможной предварительной кристаллизации. Следует отметить, что в данном случае целью является не исключение, а прогнозирование исключения.

3. Соискатель в работе (стр. 82 диссертации) в качестве основы упаковочной композиции использует пектиновые пленочные материалы. В работе не приведено обоснование, почему рассматривались только пектиновые пленочные материалы, а не материалы другой природы?

4. Соискатель утверждает, что для построения математической модели процесса концентрирования при конвективном энергоподводе, целесообразно найти значения коэффициента теплопроводности как минимум в двух состояниях объекта изучения, то есть в виде пищевого парафинового продукта и в форме гексанового раствора с пороговой долей растворителя, а по причине исключения возможности опытного нахождения искомых величин между этими состояниями резонно осуществить между ними линейную аппроксимацию (рис. 3.2.7, стр. 95 диссертации). Это утверждение вызывает сомнения. Не ясно, почему нельзя было снять несколько точек для значений коэффициента теплопроводности парафина, при различных концентрациях

хотя бы в его жидком состоянии и тем более при разных температурах?

5. Соискатель в качестве цели выявления и изучения кинетики процесса растворения технического парафина в гексане определил нахождение его ограничительного этапа (стр. 106 диссертации) формально-кинетической аппроксимацией и присутствием таких кинетических показателей как константа интенсивности и энергетического уровня активации. Не понятно, каким образом соискатель определял в отдельности длительность каждого из этапов растворения, может быть, речь идет о суммарном времени растворения?

Однако сделанные замечания и отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Заключение

Диссертация Марышевой Марины Александровны, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершённой, самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеет существенное теоретическое и практическое значение и заслуживает положительной оценки. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы.

Положения, выносимые на защиту, прошли апробацию на международных конференциях и в достаточной степени опубликованы в рецензируемых журналах.

Диссертация и автореферат содержат все требуемые разделы в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 (переиздание от 20.12.2018). Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы. В нем изложены все основные результаты, выносимые на защиту, дано достаточно подробное описание научно-практической значимости работы. Материал диссертации изложен на высоком научном уровне. Работа аккуратно оформлена.

Таким образом, диссертационная работа Марышевой Марины Александровны на тему: «Повышение эффективности теплофизических процессов при получении и очистке технического парафина из нефти, а также парафинизации упаковочных пленок» отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, а ее автор, Марышева Марина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв ведущей организации рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» «30» января 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой «Технологические процессы,
аппараты и техносферная безопасность»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»,
доктор технических наук (05.17.08 – Процессы и аппараты
химической технологии),
профессор

Гатапова Наталья Цибиковна



**ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ЩИЙ СЕКРЕТАРЬ ТГТУ**

Г.В. Мозгова
«30» января 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»
Адрес: 392000, Тамбовская область, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5, помещение 2
Телефон (4752) 63-10-19
e-mail: tstu@admin.tstu.ru