

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Черкасова Егора Павловича

«Рельефная печать на термоусадочных пленках из термопластов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов

Актуальность темы диссертационной работы.

Необходимость тактильной маркировки существует в современном машиностроении, авиации, кораблестроении и др. видах производства сложной техники, содержащей компактно расположенные коммуникации, позволяя различать и идентифицировать кабели и трубопроводы в труднодоступных и недостаточно освещенных местах агрегатов. Тактильная маркировка существенно повышает безопасность как производственных, так и бытовых процессов, обеспечивая защиту от подделок. Кроме того тактильная маркировка – это ассистивное средство, предназначенное для повышения функциональных возможностей слабовидящих людей.

Диссертационная работа Черкасова Егора Павловича направлена на решение актуальной материаловедческой и технической задач в области технологии переработки полимеров, а также на решение проблем социальной политики, а именно, устранение социальной разобщенности между гражданами с ограниченными возможностями здоровья и гражданами, не имеющими таких ограничений.

Проблема тактильной маркировки термоусадочных пленок является актуальной и требующей инновационных решений в области технологии переработки полимеров.

Анализ содержания работы и ее завершенности.

Диссертационная работа изложена на 152 страницах, состоит из введения, трех глав, выводов, списка цитируемой литературы (139 наименований), включает 66 рисунков, 15 таблиц и 5 приложений. Работа оформлена в соответствии с требованиями нормативных документов.

Актуальность темы диссертации, основные цели и задачи работы, научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту, сформулированы и представлены во введении.

В **первой главе** диссертационной работы проведен подробный анализ научно-технической и патентной литературы в области термопластичных полимерных материалов, ПВХ, ПС, ПЭНП, ПЭВП, ПЭТФ, и технологий получения термоусадочных пленок и оболочек с «памятью формы», освещены технические средства и способы защиты полиграфической продукции от фальсификации.

Отмечено, что эффект «памяти формы» в полимерных пленках промышленного производства определяется физическим состоянием полимеров, технологией формования пленок, обуславливающих уровень внутренних напряжений и величину термостимулируемой усадки.

Вторая глава посвящена описанию объектов и методов исследования и применяемого оборудования.

В качестве объектов исследования использовали широкий ассортимент термоусадочных пленок поливинилхлорида, полиэтилентерефталата, полистирола различных производителей, как отечественных, так и зарубежных.

В качестве растворителей выбраны допущенные к применению в полиграфии и входящие в состав печатных полиграфических красок и лаков растворители.

При выполнении работ применялись современные методы исследования: дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), ИК спектроскопия, атомно-силовая микроскопия, а также проводились исследования физико-механических свойств.

Для изучения термомеханических свойств, тепловых характеристик (теплового сопротивления, коэффициента теплопередачи), УФ – старения пленочных материалов, сорбции жидкостей поверхностью пленок были созданы специальные стенды и разработаны оригинальные методики.

Научная составляющая диссертации содержится в главе 3, в которой приведены и обсуждаются результаты исследования.

Третья глава содержит результаты выполненных диссертантом исследований в области разработки технологии тактильной маркировки термоусадочных пленок.

Следует отметить большой объем конструкторских работ, выполненных автором, для проведения исследований на модельных образцах.

В частности, для решения проблемы коробления пленки при локальной термообработке материала с «памятью формы» были сконструированы, изготовлены и испытаны макеты штампов с различной глубиной пробельных элементов. Проведенные испытания позволили определить требуемую глубину пробельных элементов металлического штампа горячего тиснения.

С помощью метода атомно-силовой микроскопии выявлено изменение микрогеометрии поверхности пленок в местах изменения оптических характеристик.

Предложено путем термоизоляции пробельных элементов штампа снизить до минимума негативное влияние тепловых излучений и избежать деформации материала с «памятью формы». Показано, что теплозащитный экран из металлизированного ПЭТФ предотвращает преждевременную усадку пленки в процессе маркировки прессом горячего тиснения, обеспечивая оптимальные условия проведения процесса изометрической термообработки.

Исследован процесс получения интервальных пленочных материалов при изотермической термообработке, проведены измерения силы натяжения пленок в зависимости от времени и температуры термообработки в прессе горячего тиснения, что позволило установить оптимальные технологические параметры процесса, температуру и время, при которых необходимо проводить термообработку для получения тактильной маркировки.

Проведена оценка скорости релаксации в термостабилизированной части интервального материала при температуре выше температуры стеклования. Установлено, что тактильная маркировка на материалах с «памятью формы» происходит за счет разности скорости релаксационных процессов, протекающих в исходном материале и на термообработанном участке пленки.

При проведении ускоренного УФ старения макромоделей ПЭТФ, ПВХ, ПС, полученных горячим тиснением выше температуры стеклования, методом ДСК исследовано влияние времени облучения на энтальпию пленок. Показано, что способ нанесения тактильной маркировки горячим тиснением выше температуры стеклования может быть использован только для пленок ПВХ.

Учитывая возможность ускорения релаксационных процессов в локальных областях за счет кратковременного воздействия растворителя, проведено изучение абсорбции растворителей поверхностью полимерной пленки ПВХ в зависимости от концентрации терефталгидрофурана, температуры и времени набухания. Методом ДСК исследованы теплофизические свойства интервальных материалов после локальной пластикации.

На основании проведенных исследований автором предложен новый способ записи, хранения и воспроизведения тактильной маркировки на термоусадочных пленках и предложены схемы изменения конструкций и макеты печатных секций полиграфических машин ротационной трафаретной и глубокой печати.

Достоверность результатов.

Результаты, полученные диссертантом, обоснованы и достоверны, так как опираются на использование современных аналитических методов, проведением большого объема выполненных экспериментов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке нового принципа записи и хранения информации на полимерных термоусадочных пленках в виде тактильных символов двумя технологическими способами: локальной изометрической термообработкой и локальной временной пластикацией полимеров летучими растворителями.

Показано, что для получения рельефа на одноосно – ориентированных термоусадочных пленках термопластов (ПВХ, ПЭТФ, ПС и др.), соответствующего стереометрии шрифта Брайля на упаковке и этикетке, фиксированной на жесткой таре, необходим локальный нагрев пленки выше температуры стеклования полимера на $20\div 50^{\circ}\text{C}$ и ее термоусадка вдоль направления ориентации на $0,5\div 0,8$ максимального значения сокращения размеров.

Показана климатическая устойчивость и возможность длительного складского хранения (до 60 суток) термоусадочных этикеток или термоусадочной пленочной упаковки ПВХ со скрытой информацией, нанесённой способами локальной изометрической термообработки.

Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден выбор тетрагидрофурана в качестве компонента водных растворов для локальной временной пластификации термоусадочных пленок сополимеров винилхлорида на модифицированном полиграфическом оборудовании трафаретной и глубокой печати.

Практическая ценность работы.

Предложены конкретные рецептурно-технологические решения и конструкция полимерного печатного вала полиграфического оборудования, используемого для малотиражной скрытой и явной тактильной маркировки термоусадочных пленок из термопластов, которая может быть реализована при печати на этикетках, ярлыках и упаковке, предназначенной для слепых и слабовидящих людей.

Показана возможность модификации промышленного полиграфического оборудования, предназначенного для высокопроизводительной ротационной трафаретной и глубокой печати с целью его применения для рельефной маркировки термоусадочных пленок и оболочек, заключающиеся в увеличении диаметра печатных цилиндров и протяженности линии транспортировки пленки между печатным и приемными валами.

Замечания по работе.

1. По содержанию раздел 3.1 «Интервальные материалы «с памятью формы» главы 3 «Экспериментальные результаты и их обсуждение» должен находиться в аналитическом обзоре литературы (Глава 1).

2. По содержанию раздел 3.2 «Оборудование для приготовления образцов интервальных пленочных материалов с «памятью формы» и 3.7.2 «Методика получения макромоделей интервальных пленочных материалов с использованием растворителей полимера» главы 3 «Экспериментальные

результаты и их обсуждение» относится к главе 2 «Объекты и методы исследования».

3. Разделе 3.6 главы 3 «Экспериментальные результаты и их обсуждение» приведены схемы термограмм ДСК рисунки 3.24, 3.25, 3.26 без указания условий термообработки.

4. Предложенный принцип записи и хранения информации на полимерных термоусадочных пленках в виде тактильных символов двумя технологическими способами, локальной изометрической термообработкой и локальной временной пластификацией полимеров летучими растворителями, можно использовать только для пленок поливинилхлорида.

5. В диссертации отсутствует информация о нормативно-технических документах, технологических регламентах, разработанных в результате проведенных исследований и акты внедрения.

Рекомендация: провести метрологическую аттестацию разработанных методик.

Данные замечания не снижают научную ценность диссертационной работы, достоверность основных результатов и защищаемых выводов.

Соответствие содержания автореферата основным положениям и выводам диссертации, качество оформления автореферата

Автореферат и опубликованные диссертантом статьи в полном объеме отражают основные положения диссертационной работы, соответствуют ее содержанию и задачам исследования, раскрывают положения научной новизны и практической значимости. Автореферат изложен в объеме, достаточном для понимания существа проведенных исследований, и оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

По результатам проведенных исследований диссертации опубликовано 21 (двадцать одна) печатная работа, включая тезисы докладов на конференциях, в том числе шесть статей в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (также включены в базы данных SCOPUS и WoS); 1 патент на полезную модель; 1 патент на изобретение.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Черкасова Егора Павловича «Рельефная печать на термоусадочных пленках из термопластов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены важные научные и практические вопросы, касающиеся разработки технологии получения скрытой записи информации (что является защитным признаком) на термоусадочных пленках, которые используются в упаковочном этикеточном производстве, с последующем воспроизведение информации в виде рельефа на таре или упаковке путем локальной термообработкой или кратковременного набухания в изометрических условиях.

Рассматриваемые в диссертации Черкасова Е.П. задачи охватывают вопросы, включенные в паспорт специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов в части формулы: п.2 Физико-химические основы технологии получения и переработки полимеров, композитов и изделий на их основе, включающие стадии синтеза полимеров и связующих, смешение и гомогенизацию композиций, изготовление заготовок или изделий, их последующей обработки с целью придания специфических свойств и формы. В части области исследований: п.2 Полимерные материалы и изделия; пластмассы, волокна, каучуки, покрытия, клеи, компаунды, получение композиций, прогнозирование свойств, фазовые взаимодействия, исследования в направлении прогнозирования состав-свойства, гомогенизация композиции, процессы изготовления изделий (литье, формование, прессование, экструзия и т.д.), процессы, протекающие при этом, последующая обработка с целью придания специфических свойств, модификация, вулканизация каучуков, отверждение пластмасс, синтез сетчатых полимеров.

На основании изложенного, рецензируемая диссертационная работа по актуальности, новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической ценности полученных результатов полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пункты 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней»), утвержденным постановлением Правительства

Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., в действующей редакции), а ее автор – Черкасова Егор Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Официальный оппонент,
Доктор технических наук,
(специальность 05.17.06 - Технология и
переработка полимеров и композитов)
Управляющий директор
Акционерного общества «Институт
пластмасс имени Г.С. Петрова»



Андреева Татьяна Ивановна

« 22 » 11 2021 г.

111024, г. Москва, Перовский
проезд,35
E-mail: tiandreeva@instplast,
Тел. +7(495) 600-06-00



Подпись Т.И. Андреевой заверяю:
Начальник отдела кадров

« 22 » 11 2021 г. Е.Б. Шлык

« 22 » 11 2021 г.