

В диссертационный совет Д 212.144.07
при ФГБОУ ВО «Российский государственный
университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»
(ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»)

ОТЗЫВ

официального оппонента

**на диссертационную работу Полетаевой Анны Николаевны
на тему «Разработка полимерных пленочных материалов на основе
полиолефинов для упаковки бакалейной продукции»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и
композитов»**

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что среди современных упаковочных материалов для хранения сыпучих пищевых продуктов, лидирующие позиции занимают полимерные пленки, которые практически полностью заменили такие материалы, как ткань, бумага, картон.

В настоящее время в ассортимент пленок, используемых для хранения пищевых продуктов, преобладают импортные материалы. Вместе с тем российские производители полимерного сырья и оборудования для переработки полимеров готовы к выпуску конкурентоспособной продукции данного ассортиментного ряда и к замене зарубежных пленок на отечественные аналоги. Поэтому целью диссертационной работы Полетаевой А.Н. являлась разработка технологических решений по созданию пленочных материалов на основе полиолефинов с комплексом структурных, морфологических и физико-химических характеристик для упаковки и увеличения сроков хранения муки пшеничной хлебопекарной.

Решение вопроса импортозамещения при производстве такого вида упаковки продовольственных товаров, обеспечивающих продовольственную безопасность государства, в том числе пшеничной муки, актуально.

Научная новизна исследований и полученных результатов данной работы, на мой взгляд, может быть сформулирована следующим образом:

– на основе исследования зарубежных аналогов установлено, что использование в стандартных тканых полипропиленовых мешках в качестве вкладыша трехслойных ориентированных пленок с горячим перфорированием на основе полиолефинов наиболее эффективно при длительном резервном хранении муки;

– разработаны методика ускоренных испытаний при повышенной температуре пригодности пленочной упаковки муки при длительном резервном хранении и математическая модель, позволяющая прогнозировать изменения качества (кислотного числа жира, КЧЖ и влажности) муки в течение прогнозируемого срока ее хранения;

– разработаны решения по использованию отечественных марок полиолефинов для производства трехслойных упаковочных пленок и параметрам их горячей перфорации, которые за счет оптимизации газообмена с окружающей средой обеспечивают повышение сроков резервного хранения муки с 6 до 12 месяцев.

Структура и объем работы соответствует требованиям ВАК. Диссертация Полетаевой А.Н. состоит из введения, четырех глав, заключений по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на 136 страницах машинописного текста, содержит 54 рисунка, 22 таблицы. Приложения представлены на 8 страницах.

Список литературы включает 128 библиографических и электронных источников, среди которых достаточное количество публикаций последних лет.

Во введении обоснован выбор цели и задачи диссертационной работы, формулируются актуальность работы, ее новизна, достоверность и апробация результатов.

Литературный обзор (глава 1) посвящен истории создания резервных запасов продовольствия в России от Ивана Калиты до наших дней (раздел 1.1), а также материаловедческим проблемам, возникающим при разработке полимерных упаковочных материалов, пригодных для использования при длительном резервном хранении продовольственных товаров, и их влиянии на качество упакованных продуктов. Сделан вывод об эффективности и перспективности этого вида упаковочных материалов. В разделе 1.2 показаны преимущества полимерных упаковочных материалов в виде многослойных пленок, описано современное состояние производства и использования такой пленочной упаковки, сформулированы проблемы, связанные с их использованием в упаковке муки. Следует отметить, что в целом литературный обзор выполнен автором с использованием современных актуальных источников, однако этот раздел в большой степени основан на книге «Многослойные и комбинированные пленочные материалы», 1989 г. (эта ссылка [46] цитируется автором почти 40 раз на 25 стр.) Далее хорошее маркетинговое исследование в разделе 1.3, завершающее литературный обзор, наглядно подтвердило актуальность выбранного автором направления.

В экспериментальной части указаны исходных компонентов (правда, без обозначения конкретных марок) и описаны методики проведенных экспериментов. Работа Полетаевой А.Н. выполнена на высоком экспериментальном уровне с использованием современных методов исследования структуры и свойств: атомно-силовая микроскопия (АСМ); электронная сканирующая микроскопия (ЭСМ); цифровая оптическая стереомикроскопия; инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопии); дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), а также стандартные методики определения: кислотного числа жира (КЧЖ); определения массовой

доли влаги; газопроницаемости по кислороду; воздухопроницаемости; паропроницаемости и прочностных свойств.

При выполнении работы были использованы методы математического моделирования, планирования эксперимента, статистической обработки результатов. Однако отсутствие на рисунках и в таблицах диссертации данных о погрешностях измерений и статистической обработки затрудняет анализ экспериментальных результатов.

Обсуждение результатов исследований включает в себя 2 главы, в которых изложены основные результаты исследований выбранных авторов в качестве аналогов многослойных пленок (глава 3), а также предложения автора по организации производства трехслойных перфорированных полиолефиновых пленок с оптимальным комплексом свойств (глава 4).

В разделе 3.1 приведены результаты анализа структуры и свойств многослойных пленок. Результаты этих исследований, касающиеся химического состава пленок указали, как можно было ожидать, на наличие в них полипропилена или полиэтилен высокой плотности в центральном (несущем) слое и полиэтилена низкой плотности во внешних слоях, обеспечивающих возможность сварки при изготовлении пакетов-вкладышей. Возможно, для сравнения материалов разных сторон трехслойных пленок было бы более корректно использовать не метод краевых углов смачивания, а ИК-спектры, полученные методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

Наиболее важные и интересные результаты исследований представлены в разделе 3.2. «Исследование влияния пленочных материалов на физико-химические показатели качества муки». Основным достижением автора стало то, что на примере выбранных им пленок было показано, что изменение качества муки при длительном хранении определяется параметрами перфорации пленок, использованных при упаковке. В качестве критерия недопустимого ухудшения качества муки использовалось возрастание параметра КЧЖ выше 80 мгКОН/г жира и влажности выше 14,5%. Автор

показал, что перфорация необходима, но ее доля в площади пленки должна быть оптимальной. В этом разделе приводятся результаты исследования влияния температуры на качество муки. Хотя эти важные дополнительные исследования проводили не для выбранного автором в качестве «эталона» образца «оптимально» перфорированной пленки № 2, а для образцов монолитных пленок № 3 и № 4, эти результаты позволили подобрать режим ускоренных испытаний (при 37 °С), для прогнозирования изменения качества муки. Показано, что результаты этих испытаний коррелируют с результатами натуральных испытаний при реальном хранении (при 10 °С). Это прогнозирование позволило автору сделать вывод о том, что, создавая перфорацию пленки оптимальным образом, можно добиться увеличения срока хранения муки без потери ее качества с 6 месяцев до 12 месяцев и сократить потери муки при длительно резервном хранении.

Далее в разделе 3.2 «Взаимосвязь структуры состава и свойств полимерных пленок и их влияние на показатели качества муки» проведено сравнение физико-химических характеристик (газопроницаемость, паропроницаемость, воздухопроницаемость, прочность) выбранных автором пленок. Эти результаты позволили уточнить оптимальные составы и характеристики пленок, рекомендованных для длительного резервного хранения.

В разделе 4.1 «Технология производства одноосно ориентированных перфорированных пленок с заданными структурными характеристиками» приведены данные о практическом применении результатов проведенных исследований, подтверждающие практическую значимость работы. Диссертационная работа доведена до опытно-промышленной проверки разработанных материалов и технологии (подтверждающие личное участие Полетаевой А.Н. акты ООО ИНТЦ «ПОИСК» и ФГБУ НИИПХ Росрезерва приведены в приложениях 1 и 2 диссертации). Следует отметить, что перфорация пленки может затруднить их последующую ориентационную вытяжку до заданных кратностей вытяжки. Поэтому в разделе 4.1 было бы

правильнее рекомендовать перфорировать пленку после, а не до ориентационной вытяжки, а также указать тип оборудования и толщины слоев трехслойных пленок.

Расчеты, приведенные в разделе 4.2 «Оценка социально–экономической эффективности применения разработанных материалов на основе полиолефинов для упаковки и хранения муки пшеничной хлебопекарной», указывают на экономическую и социальную значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Отмечу отдельно основные практически значимые результаты работы:

– предложены составы и геометрические параметры импортозамещающих трехслойных (ПЭВП-ПЭВП-ПЭВП и ПЭВП-ПП-ПЭВП) упаковочных пленок с горячей перфорацией, обеспечивающие производство вкладышей для тканых полипропиленовых мешков с использованием отечественного сырья и технологий;

– с использованием предложенной технологии выпущены опытные образцы трехслойных полиолефиновых пленок, а также показана эффективность их использования при изготовлении вкладышей в стандартный полипропиленовый мешок для хранения муки в условиях резервного складирования с увеличенным сроком хранения (до 1 года) без потери качества.

Данная диссертационная работа является законченной научной работой, в которой содержится решение задач в области технологии получения полимерных пленочных материалов и изделий из них с заданными свойствами. Участие автора подтверждено публикациями: 5 статьями в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК («Пластические массы», «Дизайн и технологии» и другие), 14 другими статьями и тезисами докладов конференций, а также протоколами производственных испытаний.

В автореферате и публикациях содержание диссертации раскрыто достаточно полно.

Оформление диссертации соответствует требованиям ВАК, она достаточно полно иллюстрирована, написана понятным языком.

Следует сделать несколько замечаний по тексту диссертации:

1. Некорректно сравнивать изменение качества (КЧЖ и влагосодержания) муки при хранении в пакетах из перфорированных и неперфорированных пленок. Перфорированные пленки ПЭ-ПА-ПЭ могут быть не хуже.

2. Эллиптическая форма отверстий перфорации не является безусловным доказательством одноосной ориентации пленок № 2. Причины этого могут быть различными. Например, аналогичная форма отверстий может появиться при неоднородной двухосной ориентации. О том, что это так, свидетельствуют высокие значения прочности этих пленок (таблица 3.14) в сравнении с низкими значениями прочности изготовленной автором одноосно ориентированной пленки ПЭ-ПП-ПЭ (таблица 4.2).

3. О линейной корреляционной связи между показателями качества муки, определенными при хранении в стандартных условиях и условиях ускоренного старения, можно говорить с большой степенью условности (особенно о влажности). На рис. 3.30-3.36 имеет место рост с ускорением, что, на мой взгляд, позволяет использовать степенную зависимость, а не линейную. Не раскрыт физико-химический смысл коэффициентов линейных уравнений регрессии.

4. Некоторые результаты требуют дополнительного объяснения, например:

– в работе наблюдается путаница с расчетом оптимальных значений удельной открытой площади отверстий в м^2 на 1 м^2 общей площади перфорированной пленки: в таблице 3.3 для образца № 2, принятого автора в качестве «эталона», эта величина составляет $1,20 \text{ мм}^2$ на 10 мм^2 общей площади, что составляет $0,120 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (или 12%). Далее в рекомендациях (с.93, 101 и далее) автор рекомендует $120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{м}^2$ (или 0,012%). А при опытно-промышленном испытании пленка с 200000 отверстиями (диаметр 0,9 мм) на 1 м^2 , то есть опять $0,120 \text{ м}^2/\text{м}^2$;

– почему делается предположение о том, что в пленке № 7 внутренний слой сделан из ПА 6.6 (обычно в таких пленках используют пищевые марки ПА-6)?

– в таблице 3.28 указано, что регламентируемое значение КЧЖ при длительном резервном хранении не должно превышать 100 мг КОН/г жира, а в таблице 3.6 и 3.7 при анализе результатов испытаний недопустимыми считаются значения КЧЖ менее 100, но более 80 мг КОН/г жира;

– в той же таблице 3.6 в герметичном пакете из монолитной пленки ПЭ-ПА-ПЭ (образец №7) при хранении неожиданно растет содержание воды с 11,5% до 18,8%;

– почему в качестве «критической» температуры для ускоренных испытаний выбрана температура 37 °С? При большей температуре испытания могли бы стать более ускоренными.

Можно отметить некоторые неточности в терминологии и изложении материала, например: «структурных (*это термин неудачный*) характеристик полимерных пленок, таких как геометрия, форма и размер перфорации» (с.6); «линейный полиэтилен низкой плотности по сравнению с ПЭНП имеет более высокое значение кажущейся вязкости при заданной скорости сдвига» (с.22) (*но это зависит от его молекулярной массы*); на с.26 «согласно современным [это о ГОСТ 19360-74] представлениям многослойные пленки подразделяют на ...»; на рис. 1.5 (с.35) номера узлов 1 и 9 перепутаны местами; на с.37 «процесс ориентации ведут при температурах ниже температуры стеклования (*это не так*) для снятия внутренних напряжений и избежания разориентации макромолекул»; на с.38 устаревший термин «развертывания глобул». В ряде случаев не используются международная система единиц, СИ.

Однако сделанные замечания не снижают достоверности основных результатов и защищаемых выводов диссертационной работы Полетаевой А.Н. и не могут повлиять на общую положительную оценку его работы.

