

РЕЦЕНЗИЯ

НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД:

Изследване на технологични продукти от полипропилен, получени по метода на импулсното леене под налягане

за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

по научната специалност
„Технология и преработка на пластмаси и стъклопласти“
(професионално направление 5.10. Химични технологии)

с кандидат: инж. Иван Тонев Иванов

Рецензент: Мартин Филипов Раденков, д-р,
доцент от Технически университет – София

1. Кратки биографични данни за дисертанта

Инж. Иван Тонев Иванов е завършил ВХТИ „Проф. д-р Асен Златаров“ (Бургас) през 1982 г. като инженер-химик, специалност „Органичен синтез“. Трудовият му стаж е богат и натрупан преобладаващо в областта на неговата професионалната квалификация. Обхваща 32 години изследователска и производствена дейност в „Ямболен“ АД и „Химични продукти“ ООД (Ямбол) като научен сътрудник и стопански ръководител. Това предполага непосредствен и многостранен практически опит в преработката на термопласти и предимно на полипропилен, който е основен обект и на настоящата дисертация.

На 30.03.2017 г. инж. Иванов е зачислен като докторант на свободна подготовка в катедра „Полимерно инженерство“ по научна специалност „Технология и преработка на пластмаси и стъклопласти“ (5.10. „Химични технологии“). Научни ръководители: доц. д-р Петър Велев и доц. д-р Маргарита Натова.

Отчислен е с право на защита предсрочно - на 1.02.2018 г.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Темата на настоящата дисертация е актуална с оглед на значителния и устойчиво нарастващ пазарен дял на термопластични продукти с широка гама разнообразни приложения. Сред тях полипропиленовите изделия заемат значимо място. Наред с това леенето под налягане е предпочитан метод, при който се реализират в най-висока степен основните предимства на полимерите като материали: изобилие и ниска цена на суровините, подходящи експлоатационни

характеристики на изделията - особено представителни като относителни физико-механични свойства, удобна и екологично чиста преработваемост при нисък разход на енергия, осигуряваща висока производителност при гарантирано и възпроизводимо качество на големи серии продукция. Не е за подценяване и все по-ценената възможност за бързо и ефективно рециклиране на синтетични органични отпадъци и оползотворяването им чрез вторично квалифицирано приложение. Затова намирам за уместна и заложената основна цел: подобряване на леенето под налягане чрез контролирано влияние върху технологичния режим с помощта на конструктивни нововъведения – допълнително стъпало за разделяне и импулсно подаване на потока стопилка през дюзата към многогледна шприцформа.

Много често при преработката на високовискозни полимерни флуиди (с динамичен вискозитет над $50 \cdot 10^3$ Р) се използват статични и динамични смесители. Целта е да се турбулизират по-добре полимерните потоци, като се разруши тяхната остатъчна реологична линеарност и се повишат допълнително силите на срязване и налягането във входа на дюзите. Така се подобрява материалната хомогенност на стопилката. В честите случаи, когато в пластмасата са внесени ingredienti (пълнители, красители, стабилизатори и др.), те се разпределят по-равномерно в обема на полимера.

3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Дисертационният труд е развит на 110 страници.

Теоретичната обосновка на поставените задачи и тяхното концептуално осмисляне в рамките на една едновременно амбициозна и прагматично ориентирана цел се основава на проучване на представителен масив от 108 научни публикации. Сред тях преобладават новите: 68 са издадени след 2000 година, а 22 – след 2010 г.

Текстовото изложение е композиционно балансирано. Издържано е в подобаващо висок научен стил - както в повествователните си начални глави, така и в обсъждането на експерименталната работа и конкретните ѝ резултати. На места наред със систематичната терминология са допуснати и заемки от технологичния „жаргон” в бранша. Това все пак не прави лошо впечатление – напротив: допринася за по-лесно вникване в специфичната проблематика на изследването и за изясняване на съображенията за конструктивните нововъведения.

Съдържанието е подходящо онагледено с 10 таблици и 38 фигури. Те всъщност са 37 (фигура 4 липсва като позиция в текста). Някои от тях са снимки на опитни образци, отразяващи феноменологични особености в структурата им при подходящ разрез и увеличение.

Основният обект на дисертацията представлява специална приставка - устройство за допълнително разделяне и смесване на термопластична (полипропиленова) стопилка преди импулсното ѝ инжектиране в матрицата за леене на пластмасови изделия. Монтира се непосредствено между материалния цилиндър и неподвижната част на шприцформата. По същество устройството се явява функционално продължение на дюзата. В известен смисъл може да се разглежда като обособена колекторна система канали, откъдето стопилката се изтласква дозирано към инжектора на шприцформата.

На пръв поглед подобна постановка крие известни рискове от редуциране на инжекционния напор на втечнения полимер. Той по начало се подава в програмиран импулсен режим при буталното движение на шнека в материалния цилиндър. Работата включва някои данни от отчитания на налягането на вискозния флуид, подаван от дюзата към леяковата система на матрицата - директно или опосредствано чрез допълнителното устройство за вторично разделяне и спояване на потоците (таблица 1, 2 на стр. 54, 55). Според тях не са констатирани отклонения. Налягането остава неизменно: 29,69 МПа. В тази връзка имам въпрос: как са отчитани експериментално стойностите? За колко пълни цикъла от възвратно-постъпателния ход на шнека? На какъв брой независими отчитания се базира статистическата обработка на резултатите?

Струват ми се необходими някои допълнителни разяснения по отношение на конструкцията и механизма на функционирането ѝ. Като начало ще отбележа, че би било по-прегледно справката за обозначенията по чертежа на фиг. 9 (стр. 51 от дисертацията) да се приложи непосредствено в подфигурен текст, а не в дискретна форма – като част от коментарите по-нататък. Наред с това липсват всякакви уточнения за някои конструктивни елементи (например 6 - радиален отвор, 7 - вертикален хранващ канал; 8 - входящ аксиален канал). № 9 и 10 са посочени така, сякаш се отнасят за един и същ канал... Позиции 17, 18, 19 липсват както на чертежа, така и в обяснителната записка. Стига се направи до № 20 и 21 – също без обяснение (вероятно термодатчици или контактни елементи на прикачения към устройството компютър?).

Освен това се установява несъответствие в номерацията между изложените в дисертацията и в автореферата фигури. Така например въпросната фиг. 9 в автореферата се оказва фигура 3 (там на стр. 10).

Не е изяснен докрай принципът на полезно действие на устройството. Създаването на допълнителни сръзващи напрежения в стопилката се отразява благоприятно върху реологичното ѝ поведение, евентуално върху подобряване на топлообмена и по-равномерното разпределяне на пълнителите и добавките в нея. Сами по себе си обаче сръзващите напрежения едва ли могат да бъдат и предпоставка за пределно ориентиране и „кодиране” на подходяща надмолекулна структура в крайното изделие още на този етап – преди изтласкването на високомолекуления полимерен флуид през дългата, а в случая и сложно разклонена система на леяковите канали до формуващите гнезда в матрицата.

Използваните марки полипропилен са добре охарактеризирани по степен на кристалност чрез рентгеноструктурен анализ. Не е предложена обаче по-задълбочена хипотеза за механизма, по който допълнителният смесител би могъл да влияе върху надмолекулярното структурообразуване на полимера след охлаждане на стопилката. Впрочем в дисертацията не е ясно уточнена степента на кристалност на крайните продукти и режимът на охлаждане, при който е постигната. Предложена е обобщаваща характеристика в широк интервал: „от 66 % до 80 %,” и то за част от образците (коментари на стр. 88 и данни от таблица 9 на стр. 89).

Ориентацията на веригите в потока, която има пряко отношение към морфологичните особености на материала, се дължи преди всичко на дюзата и геометричните параметри на каналите в шприцформата. „Фонтанното леене” също не изглежда да се влияе особено от

разделянето на потоците на по-ранен етап преди впръскването и дошприцването на стопилката под налягане през тесните отвори на леящите.

Като цяло представените експериментални данни показват, че предложеното устройство за импулсно леене има благоприятен ефект върху режима на получаване поне на конкретно разглежданите изделия. Това са кухи полипропиленови контейнери (шишенца) за козметични продукти. При тях са налице геометрични диспропорции, както и комплициран дизайн – той е атрактивен, придава подходящ „търговски вид“ на продуктите, но пък е сравнително сложен за възпроизвеждане при формуването им. Сериозен проблем е наличието на резки преходи между стените под прав ъгъл, съчетани с отчетливи разлики в дебелината им. Отделно някои участъци се намират на голямо разстояние от леящите. Всичко това крие опасност от възникване на застойни зони, концентратори на напрежения и неравномерно уплътняване на някои невралгични места.

По принцип такива проблеми могат да се решат конструктивно чрез оптимизиране на самата шприцформа. Това обаче е скъпо мероприятие, изискващо намесата на висококвалифицирани специалисти, както и немалки инвестиции в преработка или подмяна на части от инструменталната екипировка. Проблемът се усложнява допълнително при многогнездни форми (каквито са в случая). Възможно е това да наложи и по-продължително прекъсване на производствения цикъл.

В тази връзка предлаганата приставка изглежда приемлива, макар и частична конструктивно-технологична алтернатива, осигуряваща предварително въздействие върху полимерната стопилка още преди навлизането ѝ в шприцформата. Ползата се свежда основно до пораждаване на допълнителни срязващи напрежения в стопилката, понижаване на нейния вискозитет, ориентиране на полимерните вериги във вискозния поток, благоприятно за последващото им структуриране – особено в аморфната фаза, както и по-равномерно разпределение на различните пълнители при смесването на двата потока. Подобен подход е резонен и предвид използването на различни марки полипропилен с възможни отклонения в продуктите им характеристики и технологични отношения.

Все пак използването на устройството не елиминира нуждата от анализ и подобряване на леящата система като цяло: по-рационална топология на втоковете при многогнездна шприцформа, подходящ работен диаметър на отделните подвеждащи канали според положението им, така че да се осигури изравнено налягане в тях и съответно стандартна плътност на цялата партия изделия.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Приносите не са изрично категоризирани от самите автори като „научни“ или „научно-приложни“. Бих ги отнесъл към втората група, доколкото самата работа по своя замисъл е фокусирана върху оптимизация на процеса на леене под налягане на полипропилен посредством конструктивни нововъведения в технологичната линия. Отчита се най-вече подобряване на реологичния профил на стопилката преди формуването на изделията без компромис с производителността на инсталацията. Това се постига чрез интензифициране на топло- и

масообмените процеси в невралгичната зона непосредствено преди впръскването под налягане на полимерния флуид и включените в него ингредиенти в шприцформата.

Проведените изследвания върху качеството на крайните изделия не показват драматични разлики, дори е констатирано известно подобрене в някои аспекти. Те по-скоро потвърждават характерното отражение на особеностите на технологичния режим върху свойствата на полимерните продукти.

Добре е да се изведе като акцент и постигнатият икономически ефект. От определящо значение в случая е фактът, че независимо от усложняването на инструменталната екипировка с внасянето на допълнителен конструктивен елемент производителността не намалява, а качеството на продукцията във всички случаи съответства на техническите изисквания.

5. Описание и оценка на представените материали

Докторантът е представил като публикации две статии в сборници с доклади от научни конференции и свидетелство за регистрация на полезен модел – все от последните две години. Отделно към конкурсната документация са приложени и сигнатури на два постера. Като цяло общият брой публикации е ориентиран към минималните изисквания за процедурата. Това ми дава повод за една по-сериозна забележка, тъй като дисертацията е подготвена и представена за защита за твърде кратко време – близо две години преди изтичане на регламентирания срок на докторантурата. Независимо от какво е наложен ускореният курс към приключване, можело е да се намери време за подготовка на още някоя статия. Винаги си струват усилията да се подплати по-солидно престижът на научната, но и образователна степен „доктор”. Все пак приемам, че така предложеният набор публикации удовлетворява утвърдените изисквания.

Актуалността на публикациите не е под въпрос: всички са от 2016 г. насам – вкл. регистрацията на полезния модел (№ BG 2455 U1 – 06.03.2017 г.)

6. **Цитати** на резултати от конкурсните материали от други автори не успях да открия. Това донякъде и следва да се очаква предвид твърде скорошните им издания.

7. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Научните трудове на кандидата представят коректно и в пълнота замисъла и същината на проведените изследвания. Тематичната насока е следвана неотклонно. Заявената цел е постигната като резултат от планомерно изпълнен набор подходящо поставени задачи. Нещо повече: разработено е оригинално техническо съоръжение. При това не само като идеен модел: то е монтирано на реална инсталация за леене под налягане и с него са постигнати добри производствени резултати.

Бих си позволил да препоръчам на докторанта да подхожда по-амбициозно в бъдещата си работа. Да популяризира по-активно оригиналните си иновации, евентуално да се ориентира и към патентоването им – доколкото това е оправдано в настоящата икономическа конюнктура...

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Нямам предварителни лични контакти с инж. Иван Т. Иванов. Впечатленията ми за неговите научно-изследователски интереси и достижения се основават на представените във връзка с процедурата документи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дисертационния си труд докторантът разкрива задълбочена теоретична подготовка и богат професионален опит в преработката на пластмаси. Те са му позволили по-голяма творческа свобода и комплексен подход към поставените задачи. При изпълнението им е заложил не само на технологичната си вещина, но е проявил и конструкторска изобретателност. Така неговата добре организирана изследователска работа е довела не само до получаване на интересни експериментални данни и зависимости, но е материализирана в изработка на реално техническо съоръжение. То е проверено в действие, успешно регистрирано като полезен модел и одобрено за използване в серийното производство на шприцови изделия.

Като цяло са налице достатъчно основания за комплексна **положителна оценка** на проведените изследвания, оформянето на дисертационния труд и автореферата, отчетените резултати и приноси. Воден от тези съображения, предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на инж. Иван Тонев Иванов по научната специалност „Технология и преработка на пластмаси и стъклопласти“ (професионално направление 5.10. Химични технологии).

Дата: 29.06.2018 г.

Изготвил рецензията:

гр. София

/доц. д-р М. Раденков/