

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Хіміко-технологічний факультет

Кафедра хімічної технології композиційних матеріалів

«На правах рукопису»

УДК _____

До захисту допущено:

В. о. завідувача кафедри

 Олексій МИРОНЮК

«14» 12 2022р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Хімічні технології неорганічних
і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів»

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

на тему: «Виробництво пластмасових ляльок
із додаванням деревного борошна»

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи ХП-1 Імп
Федорова Карина Віталіївна

Науковий керівник:

К.т.н. Сікорський Олексій Олексійович

Консультант з економіки:

Доц. к.е.н. Підлісна О.А.

Консультант з автоматизації:

Доц., к.т.н. Сазонов А.Ю.

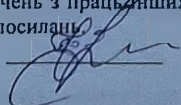
Консультант з охорони праці:

Доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.

Рецензент:

Проф. к.т.н. Сівецький В.І.

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) 

Київ – 2022 року

№ 676 мп

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Хіміко-технологічний факультет

Кафедра хімічної технології композиційних матеріалів

Рівень вищої освіти – магістр

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Освітньо-професійна програма «Хімічні технології неорганічних і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

 **Олексій МИРОНЮК**

«15» 12 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Федоровій Карині Віталіївні

1. Тема дисертації «Виробництво пластмасових ляльок із додаванням деревного борошна», науковий керівник дисертації Сікорський Олексій Олексійович, к.т.н., затверджені наказом по університету від «09» 11 2022 р.
№ 4125-с
2. Термін подання студентом дисертації 14.12.2022р.
3. Об'єкт дослідження: Поліетиленова лялька виготовлена ротаційним формуванням
4. Вихідні дані: небезпека сучасних іграшок для здоров'я дітей; забезпечення виробництва та виведення на ринок частково безпечної іграшки
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: розробка проєкту виробництва поліетиленових ляльок із додаванням деревного борошна, опис технологічної схеми виробництва, автоматизація ділянки виробництва, економічно-організаційні розрахунки, охорона праці та довкілля.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: характеристика основних матеріалів та сировини, технологічна схема процесу, основне обладнання, комерціалізація наукової розробки, автоматизація процесу.

7. Орієнтовний перелік публікацій: Федорова К.В., Мельник Л.І. Полімерні іграшки з біокompatibility / *Modern directions of scientific research development. Proceedings of the 13th International scientific and practical conference*. BoScience Publisher. Chicago, USA. 2022. Pp. 353-355 URL: <https://sel-conf.com.ua/xlit-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-directions-of-scientific-research-development-15-17-iyunya-2022-goda-chikago-ssha-arhiv/>.

8. Консультанти розділів дисертації

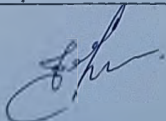
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Автоматизація	Сазонов А.Ю., доцент, к.т.н.		
Економіка	Підлісна О.А., доцент, к.е.н.	10.10.22	10.12.22
Охорона праці	Полукаров Ю.О., доцент, к.т.н.		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Затвердження теми дипломної дисертації	17.10.22-20.10.22	Виконано
2	Літературний огляд	21.11.22-01.11.22	Виконано
3	Розробка технологічної схеми та підбір сировини	02.11.22-11.11.22	Виконано
4	Підбір основного обладнання	12.11.22-14.11.22	Виконано
5	Розробка схема автоматизації	15.11.22-17.11.22	Виконано
6	Економічно-організаційні розрахунки	18.11.22-24.11.22	Виконано
7	Розробка заходів з охорони праці	25.11.22-27.11.22	Виконано
8	Оформлення креслень та пояснювальної записки	28.11.22-06.12.22	Виконано
9	Нормоконтроль	08.12.22	Виконано

Студент



Карина ФЕДОРОВА

Науковий керівник



Олексій СІКОРСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту на тему: «Виробництво ляльок з поліетилену із додаванням деревного борошна»: 87 сторінки, 17 рисунків, 25 таблиць, 21 посилання, 2 додатка.

Розроблено проект технологічного процесу отримання ляльок з поліетилену методом ротаційного формування із додаванням деревного борошна. В проекті обґрунтовано вибір технологічної схеми, сировини та обладнання. Приведено характеристики сировини та обладнання, вимоги нормативних документів до них.

Розраховано матеріальний баланс виробництва відповідно до заданої потужності, представлено тепловий баланс.

Наведені описи засобів автоматизації технологічного процесу. Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Дано аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, визначена категорія приміщення за пожеже - та вибухонебезпечністю. Наведено основні техніко-економічні показники.

Робота доповнена проектно-графічною документацією у вигляді креслень та схем.

ПОЛІЕТИЛЕН, ДЕРЕВНЕ БОРОШНО, БІОПОЛІМЕР, ІГРАШКА, ЛЯЛЬКА, РОТАЦІЙНА МАШИНА, РОТАЦІЙНА ПІЧ, ФОРМИ, РОТАЦІЙНЕ ФОРМУВАННЯ, ПОРОЖНИСТИЙ ВИРІБ, ПОЛІМЕР.

ABSTRACT

Explanatory note for science degree project on theme: “ Production of dolls from polyethylene with the addition of wood flour”: 85 pages, 17 figures, 25 tables, 21 sources, 2 appendixes.

The project of technological process of polyethylene dolls producing with the addition of wood flour is devised. In project proved the choice of technological scheme, raw materials and equipment. Given characteristics of raw materials and equipment and demands of normative documents for it.

Calculated material balance of processing corresponding to it's productivity, heat balance is presented.

Descriptions of the automation process. Reviewed the activities of labor protection and safety. An analysis of dangerous and harmful factors, defined category room on fire and explosion hazard. For the economic justification of engineering solutions.

The work is completed graphic design documentation in the form of drawing and diagrams.

POLYETHYLENE, WOOD FLOUR, BIOPOLYMER, TOY, DOLL, ROTARY MACHINE, ROTARY OVEN, PREFORM, ROTARY FORMING, HOLLOW PRODUCT, POLYMER.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ПЕ – поліетилен

ПЕНТ – поліетилен низького тиску

ПЕВГ – поліетилен високої густини

ТЕН – трубчастий електронагрівник

ДПК – дерев'яно-полімерний композит

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1 Основні вимоги діючих стандартів	12
1.1.1 Шкідливість та небезпека дитячих іграшок	12
1.1.2 Основні вимоги до матеріалу іграшки.....	14
1.1.3 Вимоги до зовнішнього вигляду іграшок	15
1.1.4 Маркування іграшок.....	16
1.1.5 Вимоги до випробовування іграшки.....	16
1.2 Вибір сировини.....	17
1.2.1 Основні характеристики та безпека полімеру	17
1.2.2 Деревне борошно, як добавка до полімеру.....	20
1.2.3 Рецептура суміші.....	24
1.3 Метод формування виробу	26
1.3.1 Вибір основного обладнання.....	26
1.3.2 Обґрунтування технологічної схеми виготовлення деталей.....	28
Висновки до аналітичної частини	30
2 БІОПОЛІМЕРИ - СУЧАСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	30
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	34
3.1 Опис вибраної технологічної схеми	34
3.2 Технологія виробництва деревного борошна	36
3.3 Суміщення деревного борошна	38
3.4 Формування деталей	39
3.5 Ротацийні форми	42
3.6 Охолодження деталей	44
3.7 Види браку.....	44

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ				
Змін	Арх	Не бажан	Підпис	Дата	Виробництво лядьок з поліетилену із додаванням деревного борошна	Літ	Арх.	Актуаль	
Розроб	Федорова К.В.		<i>К.В. Федорова</i>						
Перевір	Сікорський О.О.		<i>О.О. Сікорський</i>				7	87	
Реценз	Сікорський В.І.		<i>В.І. Сікорський</i>			КПІ ім. Ізора Сікорського			
Н. Контр	Коваленко Ю.О.		<i>Ю.О. Коваленко</i>						
Затверд	Миронюк О.В.		<i>О.В. Миронюк</i>						

3.8 Матеріальний баланс.....	46
3.8.1 Визначення фонду часу роботи обладнання і необхідної сировини	46
3.9 Тепловий баланс ротаційної машини	49
3.9.1 Розрахунок потужності	49
3.9.2 Розрахунок часу охолодження деталі.....	50
3.10 Розрахунок параметрів допоміжного обладнання	53
3.10.1 Розрахунок кількості змішувачів.....	53
3.10.2 Розрахунок параметрів змішувача.....	54
3.10.3 Розрахунок основних характеристики ТЕНу	55
3.11 Висновки до технологічної частини.....	57
4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ ЛЯЛЬКИ	58
5 КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ.....	62
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	75
5.1 Виявлення і аналіз шкідливих виробничих факторів.....	75
5.1.1 Повітря робочої зони.....	75
5.1.2 Виробниче освітлення.....	76
5.1.3 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання	77
5.2 Пожежна безпека	78
ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	81

ВСТУП

Іграшка – величезний світ для маленької дитини, разом з якою вона починає пізнавати себе та навколишній світ; це річ, яку можна замінити будь-чим іншим. Ігрова діяльність дитини є фундаментальною у формуванні майбутніх навичок, умінь та розумових дій. З самого дитинства граючи, діти пізнають навколишній світ, вивчають цифри та кольори, форму, властивості матеріалу і простору, знайомляться з рослинами, тваринами, адаптуються до дорослого життя і т. д. У грі розкриваються такі можливості, які ще не реалізуються у повсякденному житті.

Не є секретом, що саме пластмасові іграшки володіють найбільшою прихильністю дітей. Такі іграшки найменш трудомісткі у виготовленні, вони володіють унікальними властивостями, добре забарвлюються в яскраві кольори, міцні та еластичні, що без зусиль очищаються від найменшого забруднення.

Аналіз стану сучасного ринку дитячих товарів показав, що неймовірна кількість іграшок є привезеної із-за кордону, вони мають різноманітні дефекти, які відбулися ще при виробництві, а дуже часто виявляється застосуванням недозволених матеріалів, котрі можуть негативно впливати на здоров'я дитини (особливо це питання стосується іграшок, призначених для дітей до трьох років, адже малеча постійно тягне іграшку до рота). Зазвичай постачальником цієї неякісної продукції є Китай.

Зрозуміло, що не на всі іграшки можна знайти документи, які підтверджують, що вони не токсичні і безпечні для дитини. Безпечність означає, що вони повинні відповідати певним вимогам: не перевищувати вміст шкідливих матеріалів, не містити в собі неякісні компоненти, не мати жодного запаху, іграшки повинні мати інструкції для їх використання, наприклад, для якого віку підходять іграшки, тощо.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вирішенням цього питання є використання якісної продукції (іграшки з дерева чи м'яконабивні) або ж удосконалення пластмасової сировини.

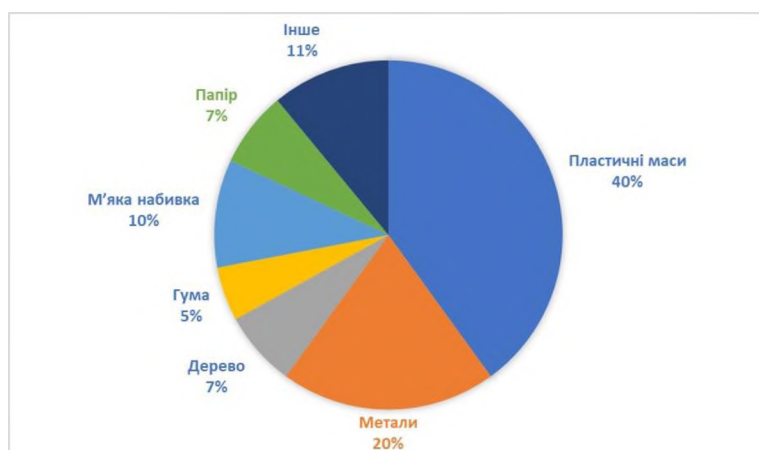
На сьогоднішній день пластмасова лялька дивує своєю різноманітністю. Окрім фабрик іграшок, виготовленням незамінної супутниці для дитини займаються художники та дизайнери. На замовлення вони створюють іграшку своїми руками абсолютно з будь-яких матеріалів. Іграшка може бути створена з деревини, з тканини, з пластмаси, із гуми, чи поєднанням цих матеріалів. Зустрічаються в нашій країні і колекціонери-рекордсмени, котрі збирають ляльки по всьому світу. Так , наприклад, житель Чернігівщини нарахував зібраних 1650 ляльок [1].

Перша згадка про цю іграшку походить від Стародавнього Риму, коли країною правив Нерон. Римляни виготовляли невеличні статуетки на подоби людського силуету, на честь дружини правителя – Помпеї. Від цього імені пішла французька назва ляльки „La poupée” та німецька „die Puppe”.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Асортимент іграшок в Україні надзвичайно широкий. Найбільш використовують такі матеріали, як: пластмаса - 40%, метали - 20, м'які іграшки - 10, дерев'яні - 7, гумові - 5; пап'є-маше - 2, з паперу і картону (поліграфічні іграшки; настільна гра, книги-іграшки) - 7; скляні ялинкові прикраси - 8, комбінованих і інших матеріалів - 1 % (що представлені на діаграмі 1.1)



Діаграма 1.1. Структура асортименту дитячих іграшок в Україні

«3 419 хімічних речовин, що містяться в твердих та м'яких матеріалах, що використовуються в дитячих іграшках, ми виявили 126 речовин, які потенційно можуть завдати шкоди здоров'ю дитини, у тому числі 31 пластифікатор, 18 антипіренів та 8 ароматичних речовин» - пояснює дослідник Петер Фантке з Технічного університету Данії (DTU) [2].

Були виявлені і інші небезпечні для здоров'я речовини, проте знаходилися вони в межах допустимих рівнів. До того ж, за словами дослідників, діти у західних країнах накопичують у середньому 18,3 кілограма (40 фунтів) пластмасових іграшок щороку, тому дуже важливими є підбір

правильної композиції, аби майбутній вибір був не тільки привабливим, але і безпечним.

1.1 Основні вимоги діючих стандартів

Варто зазначити, що конкретних вимог до дитячої ляльки нема. Загалом всі іграшки підпорядковуються певним нормам і стандартам.

Якість іграшок має відповідати:

– ДСТУ ISO 8124-1-2003. Безпечність іграшок. Аспекти безпеки, що стосуються механічних та фізичних властивостей.

– ДСТУ ISO 8124-2-2003. Безпечність іграшок. Аспекти безпеки. Займистість.

– ДСТУ ISO 8124-3-2003. Безпечність іграшок. Аспекти безпеки. Міграція певних елементів.

– ДСТУ 1724-92. Іграшки ялинкові і ялини штучні. Загальні технічні умови.

– ДСТУ 2028-92. Іграшки. Ляльки людей і тварин. Загальні технічні умови.

– ДСТУ 2029-92. Іграшки. Предмети ігрового вжитку. Загальні технічні умови.

Не є дивним і той факт, що найхарактернішими порушеннями можуть бути відсутність документів, що підтверджують якість та безпеку іграшки, також це невідповідність вимогам нормативних документів щодо якості або безпеки. Адже дитячі іграшки, призначені у віці до 3 років, не можуть містити в собі гострі чи небезпечні елементи (скло, деревина), проте досить часто у іграшці можна знайти сторонні матеріали.

1.1.1 Шкідливість та небезпека дитячих іграшок

Нормативні документи, які стосуються дитячих іграшок установлюють певні вимоги до них. Відповідати нормам повинна не тільки полімерна сировина та матеріали, також це запахи і зовнішній вигляд дитячої ляльки.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Нині багато іграшок можуть видавати звуки (тварини, машини, ляльки), рухатися та виконувати інші дії, аналогічно такі іграшки повинні відповідати вимогам ДСТУ. Дитяча продукція невідомого походження, що виготовлена із пластмаси має у своєму складі різноманітні пластифікатори, стабілізатори на основі шкідливих речовин, які з часом мігрують на поверхню та потрапляють до організму дитини. ДСТУ ISO 8124-3-2003 поширюється на іграшки, до яких відносять вироби або матеріали, призначені для ігор дітей віком до 14 років. Для дослідження міграції небезпечних елементів, а саме: Стибію, Арсену, Барію, Кадмію, Хрому, Плюмбуму, Меркурію і Селену у якості робочої гіпотези було встановлено сумарне середнє щоденне потрапляння різних матеріалів іграшок в організм - 8 мг/день, зважаючи на те, що в деяких моментах, ця цифра може бути перевищеною [3].

Згідно нормативного документу у результаті експлуатування іграшок, міграція сполук не повинна перевищувати наступні величини (на день):

- 1,4 мкг для Стибію;
- 0,1 мкг для Арсену;
- 25,0 мкг для Барію;
- 0,6 мкг для Кадмію;
- 0,3 мкг для Хрому;
- 0,7 мкг для Плюмбуму;
- 0,5 мкг для Меркурію;
- 5,0 мкг для Селену

Ці сполуки стосуються не всіх іграшок, а тільки: композиційних матеріалів (до складу яких входить полімер), картонні і паперові ігри, гумові іграшки (елементарний приклад – гумове каченя), деякі м'які іграшки. Для порівняння із допустимими значеннями у пластмасових іграшках, максимальна кількість мігруючого елемента у фарбах має наступні значення, представлені у таблиці 1.1.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.1 - Максимальна кількість мігруючого елемента в 1 кг матеріалу

Назва матеріалу	Максимальна кількість мігруючого елемента в 1 кг матеріалу , мг							
	Стибій	Арсен	Барій	Кадмій	Хром	Свинець	Ртуть	Селен
Фарби, що наносяться пальцями	62	25	250	50	25	90	25	500

1.1.2 Основні вимоги до матеріалу іграшки

Для виготовлення іграшок використовують поліетилен, полістирол, полівінілхлорид, капрон, пінополіуретан (поролон). Поліетилен є досить недорогим та чудовим полімером, котрий володіє рядом позитивних властивостей (еластичність, пружність), завдяки яким такі іграшки не деформуються і не б'ються. Найбільш поширеними видами, іграшок з поліетилену є ляльки, фігурка людей і тварин, порожнисті вироби.

З поліетилену виготовляється більше 90% всіх виробів. Прикладами дитячих іграшок можуть бути: посуд, ванночки, гілки штучних ялинок, формочки для гри з піском.

ПВХ знайшов своє застосування у виготовленні надувних м'ячів, водоплавних іграшок (надувні круги, каченята для ванни), ляльки. Іграшки виходять еластичними, м'якими, а також можуть володіти прозорістю або забарвленістю у різні кольори.

Капрон застосовують трохи рідше та для виготовлення наборів конструкторів, іграшок з мікроелектродвигунами, корпусів машин, деталей педальних автомобілів, деяких деталей велосипедів. Іграшки з нього досить міцні та пружні, стійкі до стирання.

Поролон застосовується для виробництва фігурок звірів, іграшок карнавальної та театральної приналежності, елементів для ляльок, кубиків та інших.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ			Арк.
								14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Дослідження показали, що в 419 хімічних речовин було зафіксовано 613 можливих комбінацій категорій небезпечних речовин. Були також випадки, коли у деяких випадках тестували вторинний пластик, що містив кілька зареєстрованих речовин із низькою концентрацією. Масова доля небезпечних речовин могла коливатися в різних діапазонах. Наприклад, пластифікатор ди(2-етилгексил) терефталат був виявлений в м'якому пластику в діапазоні від 0,6% до 20% за 37 точками даних, а пластифікатор був виявлений у твердому пластику в діапазоні від 0,0003% до 30% по 11 точках даних.

З найвищою масовою часткою є пластифікатори, що виявлені у м'яких пластикових матеріалах – це ди-2-етилгексилгексагідрофталат із масовою часткою до 60% , а також ди-2-етилгексилфталат із масовою часткою до 68%. На малюнку 2 показано комбінації хімічних речовин та їх масова частка [4].

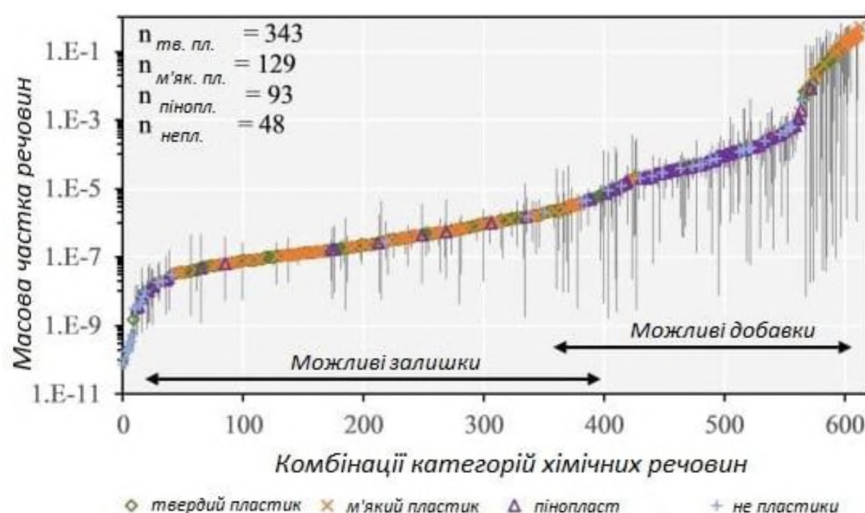


Рис 1.1 - Комбінації небезпечних речовин та їх масова частка у матеріалі

1.1.3 Вимоги до зовнішнього вигляду іграшок

Зовнішній вигляд іграшки описує ДСТУ 2028-92 – сюди відносяться ляльки, фігурки тварин та людей, незалежно від принципу їх роботи [6]. На зовнішній стороні дитячої ляльки все-таки допускаються невеликі дефекти, представлені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Допустимі дефекти лицьової частини іграшки

Розмір, см	Царапини, к-сть, не більше	Чужорідне включення, мм, не більше	Чужорідне включення, к-сть, не більше
1-5	2	0,3	2
6-8	3	0,5	3
9-12	3	1,5	4

1.1.4 Маркування іграшок

Стандарт ДСТУ 2166-93 відповідає за маркування, пакування, транспортування та зберігання дитячих іграшок. Згідно цього нормативного документа:

1.1 Маркування повинно бути нанесеним безпосередньо на іграшки, на споживчу, групову та транспортну тару.

1.2 Маркування можна легко прочитати, воно повинно зазначатися у технічному описі зразка (технічних умовах).

1.3 Якщо іграшка має одяг або вона м'яконабивна, то маркування наноситься на етикетки або медальйони, що прихріплені до них. Проте маркування не наноситься на ялинкові прикраси, або іграшок, що входять до наборів. [5]

Допускається вказувати найменування виробника в скороченому вигляді (аббревіатура) за умови, що таке скорочення легко читається і дає змогу однозначно встановити виробника (його представника).

Маркування має бути нанесене таким чином, щоб його не можна було витерти чи змити водою. Також маркування повинно бути чітким, добре видиме. Зазвичай на етикетках, що прикріплені до іграшки – пишуть вік дитини, з якого підходить її використання, вказана інформація про виробника і також можлива небезпека, яку може нести іграшка при неправильному використанні.

1.1.5 Випробовування іграшки

Будь-який запах повинен бути мінімальний, а в ідеалі – відсутній; сировина повинна бути не забруднена та чиста. За умови якщо дитяча іграшка має одяг чи аксесуари, то випробовування вона проходить з ними.

Дослідження на вміст небезпечних речовин у полімерних іграшках проводиться наступним чином: зразок вирізають із іграшки, при чому уникають його нагрівання. Товщина зразка повинна бути не більше 6 мм. У випадку коли товщина перевищує зазначену цифру – то вирізають зразок розміром 6*6 мм. Часто іграшка має у своєму складі кілька полімерних матеріалів, у такому випадку вирізають декілька зразків на випробовування.

Обробку проби проводять із її змішуванням з водним розчином соляної кислоти концентрацією 0,07 моль/дм³ у співвідношенні 1:50 (розрахунок ведеться за масою). Якщо сама проби менше 100 мг, то її змішують з 5 см³ вище вказаного розчину. Отриману суміш взбовтують протягом 1 хвилини та визначають її рН.

Якщо рН більше 1,5, то до суміші додають по краплям розчин соляної кислоти вже з концентрацією 2 моль/дм³, до того моменту поки міра активності іонів Н⁺ не буде рівною, чи меншою за 1,5. Отриману суміш захищають від світла, енергійно взбовтують та дають відстоятися протягом 1 години. При необхідності проводять фільтрування, аби відділити великі частки від розчину. Визначення вмісту небезпечних елементів проводять методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Отримані значення порівнюють із вище вказаними даними (таблиця 1.1) та роблять відповідні висновки.

1.2 Вибір сировини

1.2.1 Основні характеристики та безпека полімеру

На сучасному ринку можна знайти абсолютно будь-які іграшки: вони мають незвичайну форму, це фігурки, які нагадують персонажів із мультфільмів, вони мають яскравий окрас, тому така іграшка одразу привертає

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

увагу дитини. Саме такі яскраві іграшки невідомого походження є досить небезпечними для дитини, бо у своєму складі містить велику кількість небезпечних речовин.

Для виготовлення безпечної іграшки, не тільки для здоров'я дитини, а й для екологічності пропонується обрати поліетилен. Основною полімерною сировиною для виробництва пластмасових ляльок можуть існувати: поліетилен високої густини (ПЕВГ) або низького тиску (ПЕНТ). Також це можуть бути інші види пластику, такі як полівінілхлорид чи поліпропілен, але зазвичай до їх складу додають небезпечні матеріали.

Ротаційне формування сьогодні охоплює понад 90% виробів, що виготовлені саме із ПЕ. Структурна формула ПЕ представлена на рисунку 1.2.

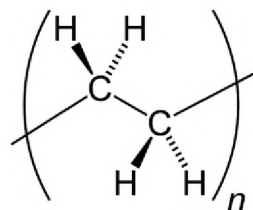


Рис. 1.2 - Структурна формула ПЕ

У таблиці 1.3 представлені властивості основної сировини - поліетилену, із якого виготовляється пластмасова лялька.

Таблиця 1.3 - Властивості суспензійного поліетилену

Властивості	Показники
Густина , г/см ³	0,965-0,97
Кількість включень	Не більше 50
Масова частка летючих речовин,%, н/б	0,15
Відносне видовження при розриві, %	700-400
Водопоглинання за 30 діб,%	0,03-0,04
Межа текучості при розтягуванні, МПа	24,5-21,5
Модуль пружності при згині, МПа	686-755

При кімнатній температурі полімер не виділяє небезпечних сполук. Також є вимоги, які зазначають допустимі концентрації виділення токсичних речовини при самому формуванні виробу. Коли температура досягає більше 140 °С в результаті виділяється оксид вуглецю, кислоти та інші сполуки, які представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Виділення летких речовин при нагріванні ПЕ

Назва	ГДК, мг/м	Клас небезпеки ГОСТ 12.1.007- 76
Формальдегід	0,5	2
Ацетальдегід	5,0	3
Оксид вуглецю	20,0	4
Органічні кислоти	5,0	3

Розмір та колір гранул однієї партії не повинен відрізнятися. Якщо гранули у певній партії є незабарвлені, то не допускається присутність гранул інших кольорів. Така сама ситуація із забарвленими гранулами. Кольори забарвлених гранул порівнюють із спеціальними зразками.

Важливо, щоб у гранулах були відсутні будь-які включення, домішки. Для цього дослідження відбирають наважку масою 200 грам (об'єднана проба із кількох партій) поліетилену, яку зважують на вагах третього або четвертого класу точності. Наважка розміщується на білий аркуш паперу, на фоні якого буде проводитися візуальне дослідження. Чисту частину за іншою частиною поступово відокремлюють залишаючи тільки чисті гранули, які мають однаковий колір, не мають бруду та однакові за своїм розміром. Отримані гранули поділяють на групи, які представлені у таблиці 1.5

Таблиця 1.5 - Розподіл включень за розмірами

Група	Максимальний розмір включень, мм
1	Від 0,3 до 0,5 включно
2	Від 0,5 до 1,0 включно
3	Від 1,0 до 2,0 включно

Зберігають мішки із сировиною в темних приміщеннях, щоб уникнути потрапляння сонячних променів. Також треба слідкувати за температурою приміщення, аби вона була меншою 25°C. Гранули у мішках одразу до роботи не беруть, адже вони повинні бути витримані мінімум 12 годин.

1.2.2 Деревне борошно, як добавка до полімеру

Біокомпоненти – це матеріали природнього походження, які при введені у полімерну матрицю дозволять готовому виробу набути унікальних властивостей – як деревини, так і пластмаси. . Завдяки йому можна не тільки зменшити собівартість виробу, а й додати неабияку міцність готовому виробу, запровадити більш чисте, екологічне виробництво.

В якості наповнювача можуть застосовуватися целюлозні наповнювачі рослинного походження. Вони можуть бути:

1. дерев'яні (тирса, деревна стружка, деревне борошно (мука), деревні та целюлозні волокна та інші);
2. недерев'яні (водорості, різні чагарники, трави, плоди, шкаралупа горіхів, кукурудза).

Пластмаси нового покоління можна виготовляти з біополімерів, таких як кукурудзяний крохмаль. Прикладом може бути цілком новий виробничий процес виготовлення біопластику з панцирів креветок та інших ракоподібних. Хітин з цих панцирів модифікується і перетворюється на полімер під назвою хітозан. Варто зазначити, що недерев'яні наповнювачі мають свої переваги,

так як рослини швидко ростуть, більш екологічні та біорозкладні, в порівнянні з дерев'яними. Масова частка наповнювача може складати від 20 до 80% [7].

Вироби з дерево-полімерного композиту стали широко використовуватися як:

- Будівельний матеріал
- Декінг, огорожі, тераси
- Сайдинг
- Матеріал для виробництва мебелі
- Іграшки
- Автомобілебудування
- Двері, вікна

Спочатку матеріал зацікавив вчених можливістю знизити собівартість вихідної сировини, при цьому збільшивши міцність готового виробу. Було зроблено висновок про те, що полімер, що використовується для виробництва ДПК, повинен мати температуру плавлення не вище за температуру термодеструкції деревини - 210 °С.

Виділяють наступні марки деревної муки - від 140, 250, 180, 400, 1250, 560, Т. Відмінності між сировиною різних серій полягають в розмірах перемелених частинок (має високо розвинуту поверхню, пористість) - відповідно, і сфера застосування в кожному окремому випадку буде різною.

Для практичного користування поняттям дисперсності борошно доцільно розділити на наступні фракції:

1. Дрібна – марки 140, 180 і Ф,
2. Середня – марки Т і 250;
3. Велика - марок 400, 560 і 1250

Марка 140 використовується для виготовлення композиційних матеріалів. Інші ж можуть бути використані при виробництві будівельних матеріалів, каталізаторів чи вибухонебезпечних речовин. У таблиці 1.6 представлені марки деревного борошна та відповідно їх розміри.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 1.6 - Марки деревного борошна.

Марка борошна	Середній розмір часток
120	< 0,13 мм
140	< 0,13 мм
160	< 0,17 мм
180	< 0,17 мм
200	< 0,24 мм
250	< 0,25 мм
T	< 0,25 мм
560	< 0,5 мм
1250	< 1,2 мм

Розміри таких наповнювачів не повинні перевищувати діаметр 1,2 мм. Дерев'яна мука та дерев'яні волокна не є рівнозначними термінами, проте у деякій літературі слово «мука» заміняють «волоком». Волокна, на відміну від муки, як правило, будуть більш довгими, вони не представляють собою частинки, і зазвичай можуть мати середню довжину від 0,85 мм. Співвідношення сторін (довжина до діаметру) волокна можуть бути більшими як 10:1, 20:1, а також досягати 70:1, в той час як деревне борошно зазвичай може мати пропорції від 1:1 до 4:1 або 5:1.

Частинки деревної муки мають випадкові нерегулярні форми. З одного боку це пов'язано з особливостями структури деревини, а з іншого - з тим, що дроблення частинок в робочих органах млинів відбувається в результаті випадкових багатосторонніх впливів – зіштовхнення, здавлень, зсувів, ударів і т.д.

Основні вимоги до деревного борошна марки 140, котра використовується у виробництві полімерних композиційних та будівельних матеріалів представлені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Основні вимоги деревного борошна марки 140.

Показник	Значення
Вологість, %, не більше	8,0
Масова частка золи, не більше, %	1,0
Насипна густина, кг/м ³ , у межах	Не нормується.
Масова частка смол та масел, %, не більше	5,0
Масова частка кислот, не більше, %	0,07

Для транспортування борошна використовують щільні паперові або пластикові пакети, мішки в тому числі "Біг-беги", пластикові ємності оскільки матеріал треба уберегти від поглинання вологи. Кожен такий пакет має свій ярлик., наприклад, пакет з вмістом марки 180 – має білий колір, 160- зелений, 2000 – фіолетовий, а 250 - синій ярлик. Щоб перевезти такі пакети – їх об'єднують між собою [8].

Для того щоб більш наочно охарактеризувати дерево-полімерний композит проведемо порівняльний аналіз ДПК та деревини. У таблиці 1.8 представлені основні властивості матеріалів.

Таблиця 1.8 - Основні властивості деревини та ДПК.

Властивості	Деревина	ДПК
Довговічність, років	До 20	До 25
Густина, кг/дм ³	До 0,66	1-1,5
Твердість по шкалі Бринелля, од.	109	179
Міцність на вигин, МПа	До 100	До 60
Вогнестійкість	Низька	Висока
Макс. навантаження на 1м ² , Н/м ²	До 40	500
Стійкість до дії ультрафіолету	Низька	Висока

1.2.3 Рецептатура суміші

Дерев'яно-полімерний композит – це сучасне рішення проблеми шкідливості дитячої іграшки. ДПК (або як його називають по-іншому «рідке дерево», дерево-пластиковий композит, древесно-пластиковый композит, деревопласт, полівуд, wpc, wood polymer composite, wood plastic composite) – конструкційний матеріал, що складається із суміші дерев'яного наповнювача та полімерного зв'язуючого. Матеріали володіють властивостями одразу кількох компонентів, володіють неабиякою міцністю і можуть прослужити від 15 до 50 років.

Загалом, найбільш дешевий і простий варіант містить 70% деревного опилу (або іншими словами борошна) і 30% полімеру, що робить матеріал гідрофільним, більш крихким і менш зносостійким. За своїми властивостями він більше нагадує деєрвину. Деревно-полімерні композити можуть містити 40% борошна і 60% - такий композит по зовнішньому вигляду більше нагадує собою пластик, аніж дерево. Додатково у його складі є певні добавки, але їх наявність не впливає на екологічність, адже їх кількість не перевищує 5%.

За патентом CN102140255В до складу ДПК для іграшок наступний склад суміші: 60–75 частин полімерної сировини; 10–30 частей деревного порошку; 1–3 частини загущувача; 1–4 частини смазки; та інші частини представляють собою інші добавки [7]. Рецептатура іграшки представлена у таблиці 1.9.

Таблица 1.9 - Рецептатура іграшки

Матеріал	Масова частка, %
1	2
Полімер ПЕ	60
Деревне борошно	32
Пігмент	2,5

Продовження таблиці 1.9

1	2
(3-меркаптопропіл) триметоксисилан Силановий зв'язуючий агент	2
Оксид титану	0,5
Пластифікатор	3

За патентом CN102140255В у якості сировини із поєднанням деревного борошна пропонується такі полімери як ПЕ, ПП, ПВХ.

Пігмент – це речовина, котра буде надавати кольору іграшці. Основні використовувані природні пігменти мають мінеральне або біологічне походження. Щоб надати іграшці максимально схожого вигляду на тіло людини, варто використати світлі відтінки: бежеві, рожеві, білі.

Диоксид титану – популярна добавка у виробництві полімерних виробів. Часто він застосовувався як пігмент білого кольору, проте зараз додана в об'єм полімеру або поверхневий шар речовина ефективно розсіює видиме випромінювання, що призводить до непрозорості полімеру, а також поглинання УФ, захищаючи полімер від фотодеструкції.

(3-меркаптопропіл) триметоксисилан – виступає як зв'язуючий агент з функціональними групами, за допомогою яких утворюються зв'язки між деревним борошном та поліетиленом. Як результат це сприяє збільшенню ударної міцності виробів.

Пластифікатор – речовина, яку вводять у суміш задля надання їй пластичності та еластичності, надання нових властивостей. Поширеними прикладами є складні ефіри ароматичних дикарбонових кислот (переважно фталевої кислоти) і аліфатичних спиртів, ефіри аліфатичних кислот і аліфатичних спиртів, ефіри гліколів, ефіри фосфорної кислоти, поліефіри (з молекулярною масою від 800 до 30000), і навіть рослинні масла.

Дерев'яно-полімерні вироби все більше набувають популярності, вони характеризуються рядом експлуатаційних переваг, таких як:

- підвищена стійкість до пошкоджень механічного плану;
- стійкість до температурних перепадів (експлуатувати вироби з ДПК можна і при +150 ° С, і при -50 °);
- висока вологостійкість, неохильність до гниття;
- тривалий термін служби (мінімум 25-30 років);
- великий вибір колірних гам;
- стійкість до грибка;
- простота обслуговування (композит легко миється, його можна фарбувати в будь-який колір).

До недоліків таких композитів можна віднести невелику зміну відтінку виробів в перші кілька місяців експлуатації [9].

1.3 Метод формування виробу

1.3.1 Вибір основного обладнання

Всі методи, що можуть бути використані для формування деталей дозволяють зменшити частку ручної праці, відповідно збільшити продуктивність виробництва.

Пам'ятаємо, що до складу полімеру входить матеріал – деревне борошно. А це означає, що не всі методи можна використати для створення бажаної іграшки. До методів, якими можна формувати деталі іграшки із додаванням добавки належать:

1. Екструзія.

Екструдери – це основне обладнання, що застосовується у даному виробництві. На сьогоднішній день даний метод є не тільки розповсюдженим при формуванні полімерних виробів, а й понад 95% виробів із ДПК у світі виробляють методом екструзії. Це різноманітні вироби: труби, профілі (будівельні елементи), плівки, оболонки кабелів, а також гранули.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Інжекційне формування.

Іншими словами такий технологічний процес називається „лиття під тиском”. Він підходить для використання термопластичних полімерів, а технологічна лінія виглядає наступним чином: полімерна суміш у вигляді гранул, пігулок або порошку подається у нагрітий циліндр, де вона починає поступово плавитися, потім за допомогою поршня віддозована кількість суміші вприскується під тиском у форму.

Перші вироби із ДПК, отримані цим способом, з’явилися на початку нинішнього століття: матеріали для спорудження терас.

3. Ротаційне формування.

Якщо при використанні перших двох методів виріб формується під тиском, то ротаційне формування ґрунтується на іншому принципі – на дії відцентрових сил у поєднанні з адгезією. Певну порцію матеріалу завантажують у металічну форму, яку герметично закривають і обертають у одній або декількох площинах й одночасно нагрівають – внаслідок матеріал гомогенізується й утворює на внутрішній поверхні форми тонкий шар покриття. Після описаного формування виріб охолоджується (повітрям, вентиляторами, водою) і готовий виріб виймають із форми.

Як видно із вище перерахованих методів, для виготовлення дитячої іграшки підходить третій метод – ротаційне формування. Адже методами пресування чи екструзії буде складно виготовити таку маленьку форму. Плюс до того, ці методи не дозволяють використовувати масове виробництво. Для них треба буде більше використання електроенергії, залучення більшої кількості обладнання, що призведе до збільшення собівартості іграшки.

Методом видувного формування буде неможливо виготовити деталі іграшки, так як матеріал не зможе роздутися за рахунок введення деревного опилу. Іграшка буде викривлена, із тріщинами, дефектами та тому подібним. При чому даний метод вимагає отримати спочатку розплав полімеру. Ротаційне формування дозволяє використовувати одразу порошкоподібну сировину.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання даного методу дозволить зменшити та навіть виключити ряд операцій, таких як зварювання, механічна обробка, що у свою чергу призведе до менших затрат електроенергії та низькою вартості форми іграшки.

1.3.2 Обґрунтування технологічної схеми виготовлення деталей

Аби забезпечити виробництво деталей іграшки, необхідно створити комплекс певного обладнання. Найголовнішим із них є ротаційна машина (вона нагадує собою карусель, від того й походить назва), яка створює безпосередньо готову іграшку. Для збереження сировини знадобляться бункери зберігання для поліетилену, для деревного борошна, пігменту та пластифікатора. Не менш важливим є подрібнювач деревини, який дозволить отримати потрібну фракцію та сушарка для позбавлення зайвої вологи. І на останок знадобиться змішувач для порошкоподібної сировини.

Підсумовуючи вище сказане, забезпечити виробництво допоможе наступне обладнання:

- Ротаційна машина
- Бункери зберігання сировини
- Сушарка деревини
- Змішувач для створення однорідної суміші

Ротаційна установка може бути різного розміру, включати у себе різні форми, принцип дії роботи, але результат вони мають однаковий. Види ротаційних машин можуть бути:

1. Черепашкова машина – заповнені форми направляються до її формування, а після закінчення процесу виходять знову на те саме місце (на передню панель). Зазвичай такі устаткування мають невеликі розміри.

2. Карусельного типу – машини, що мають одну велику форму чи кілька форм (залежно від розміру виробу), і послідовно проходить завантаження, нагрівання, охолодження протягом усього часу обертання. Велику кількість рук машина має при формуванні великих порожнистих виробів (манекенів).

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Човникові машини – машина схожа на перший тип проте охолодження відбувається на задньому плані (панелі).

У даній роботі пропонується використання ротаційної машини карусельного типу, котра має 3 руки, двохстороннє розміщення форм і з певним проміжком часу проходить три стадії, описані вище.

Описати технологічну частину можна наступним чином: отриманий деревний порошок та поліетилен проходить вхідний контроль. Матеріали витримують у цеху, а деревне борошно ще й подрібнюють та очищають від сторонніх домішок, сушать для зниження вологості. Поліетилен, деревне борошно, стабілізатор та пігмент зберігаються у бункерах. Далі матеріали потрапляють до технологічної лінії. Зважена кількість порошку, деревного борошна та інших компонентів завантажується у форму і приводять її у положення формування деталі ляльки.

У робочій печі за допомогою електричних ТЕНів створюється робоча температура в 150С. Сировина розтікається рівномірно по стінкам форми та формується виріб (поступово утворюється шар за шаром до 3 мм). Щоб дерев'яно-полімерний композит не прилипав до внутрішньої сторони стінки – її обробляють адгезивними речовинами, такими як мило, ПАР, віск, силіконове покриття, аби уникнути прилипання суміші [10].

Порошкоподібну сировину малих розмірів (до 200 мкм) можна придбати у постачальників або створити самостійно за допомогою подрібнювачів.

Після формування, рука ротаційної машини переходить у положення «охолодження», тим часом як інші заповнені форми потрапляють паралельно до печі. Формування та охолодження відбувається з однаковим часом, так як «руки» ротаційної машини мають працювати паралельно.

Готові деталі іграшки направляються для подальшої обробки – це збирання деталей до купи, розфарбування обличчя, пошиття одягу. Готова іграшка проходить контроль якості, після якого її сміливо можна відправляти на полиці магазину.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2 БІОПОЛІМЕРИ - СУЧАСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

З пластмасовими виробами людина стикається кожен день та вже не може уявити своє життя без найпростіших стаканчиків, одноразового посуду, пакетів. Навіть ідучи по вулиці – пластмасове сміття можна побачити всюди. Забруднення планети відходами пластику перетворюється на справжню екологічну катастрофу.

Біополімери не можуть не дивувати нас своїми унікальними властивостями. Вони все стрімкіше починають набувати нового сенсу в тій чи іншій галузі, особливо це стосується розвинутих країн. По суті, це сучасне рішення проблеми забруднення і шкідливості звичних для нас пластмасових товарів. Японські інженери вже створили прототип мобільного телефону, який після закінчення терміну експлуатації можна закопати в землю. На цьому місці виросте соняшник, оскільки в телефон заздалегідь заховали зернятко. Сам телефон в ґрунті перетвориться на добриво. Таких прикладів може ставати все більше і більше, якщо кожне виробник свого товару задумається про реальність забруднення нашої планети.

В кінці 2007 року три німецькі компанії - Institute for Recycling of the University for Applied Sciences Braunschweig, Fraunhofer Institute for Chemical Technologies і CTC Clean Tech Consulting GmbH – провели спільне дослідження і з'ясували, що в світі вже існує не менше 73 видів біорозкладних пластиків [11]. Як видно з рисунку 2.1, верхня частина відповідає за пластики із рослинної сировини, а нижня (зелений колір) – застосування всіх інших компонентів.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

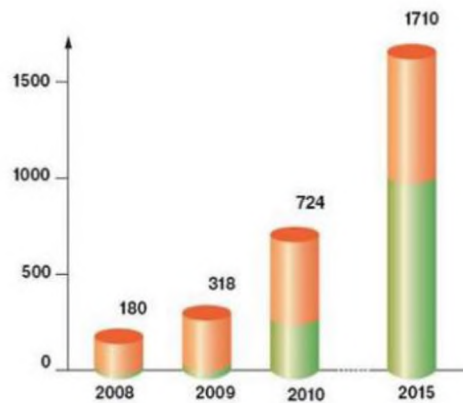


Рис. 2.1 - Зростання світового виробництва біопластиків, тис. тон.

До основних переваг полімерів, що мають здатність до біодеструкції, належать такі:

1. можливість обробки на звичайному для полімерів обладнанні;
2. можливість розкладатися під впливом природніх умов;
3. можливість утилізувати відходи без подальшого забруднення середовища.

Біорозкладним полімером можна вважати матеріал, який може деградувати на 90% менше як за шість місяців. Біодеструкція обумовлена взаємодією між композитом та бактеріями, грибками, цвіллю та іншими мікробами за певних умов. Для того, аби цей процес відбувся, необхідна наявність цих мікроорганізмів, відповідні навколишні умови, наприклад, відповідна температура (20-60°C в залежності від типу бактерій), потрібний кисень та вологість, відповідне рН-середовище (нейтральне або слабокисле).

Процес розкладання біополімеру проходить дві стадії : деполімеризація та процес мінералізації. Починає відбуватися розрив зв'язків в ланцюзі полімеру і його розпад на більш дрібні частини - мономеру (та подальше відділення наступних). Після того, як матеріал розклався, мономеру транспортуються в клітини мікроорганізмів, де відбувається мінералізація. Клітини мікробів отримують енергію від цього процесу, продуктами ж мінералізації є гази, вода, солі, мінерали і біомаса. [12]

Швидкість розкладу такого матеріалу залежить від довжини ланцюга полімеру. Коли мономери за короткий період часу слугують джерелом вуглецю для мікробів, то полімери, що мають велику молекулярну масу важко піддаються дії мікроорганізмів. Зменшення молекулярної маси ініціюють термічним окисленням, механічною деградацією, термолізом та іншим). Надмолекулярна структура ще більше впливає на розклад полімеру, адже компактне розташування фрагментів обмежує їх набухання у воді, перешкоджає проникненню ферментів у матрицю. Процес біорозкладання виглядає наступним чином:

Біорозкладний полімер

↓ (вплив певних факторів)

Олігомер

↓ (мінералізація)

H₂O, CO₂, біомаси

Цікавою новинкою є біопластик ВІОС. Гранули такої пласмаси мають у своєму складі модифікований кукурудзяний крохмаль у масовому співвідношенні 50-75%), а також гранули піддаються 100% біологічному розкладанню (рис 2.2).



Рис 2.2 - Біопластик ВІОС

Виробники мають можливість не тільки зробити нашу планету кращою, а ще й врятувати свій особистий бізнес, так як це зробив китайський виробник Френсіс Чой Чи-Мін. Він стверджує, що за обсягами виробництва його

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

приватна компанія Early Light International є найбільшим у світі виробником іграшок (рис 2.3). Рятуючи свій бізнес, чоловік перейшов до використання біопластику з крохмалю, однак конкуренція на ринку біопластику досить висока, адже на ньому присутні такі компанії: американська Cargill, японська Mitsubishi Chemicals і французька Total.



Рис. 2.3 - Лялька Ельза та Pink Shong Baby Shark на основі біопластику компанії Early Light

Окрім цього, іграшки із додаванням деревини зустрічаються у біопластику JELUPLAST. Завдяки високому вмісту деревини JELUPLAST® є екологічно чистою альтернативою традиційним пластиковим виробам. Вміст волокна може становити від 50 до 70%. Антимікробний тест ISO 22196 також показав, що JELUPLAST® має сильний антибактеріальний ефект і не страшно, навіть якщо дитина потягне іграшку до рота [13]. Тому деревне борошно у складі іграшки – це сучасне вирішення проблеми не тільки з боку екології, а також безпеки дітей.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис вибраної технологічної схеми

У даному проєкті пропонується використання найбільш підходящого методу, сумісним із введенням додаткового компоненту – методу ротаційного формування карусельного типу. За допомогою нього можна виготовити виріб із порожниною будь-якого розміру, із однаковою товщиною стінок іграшки. Спеціальні добавки дозволяють надати готовій продукції унікальних властивостей, котрі є у пластмаси та у деревини.

Ротаційне формування дозволяє отримати вироби різної форми: як відкритої, так і замкнутої, об'ємами до 1500 л. Максимальний діаметр може досягати 2 м, а довжина – 2,5 м.

Як сировина для ротаційного формування може виступати майже будь-який полімер, котрий може перейти у в'язкотекучий стан. До таких полімерів відносяться: порошкоподібний поліетилен, поліаміди, полівінілхлорид та інші. У даній роботі реалізовано використання поліетилену високої густини, який легко поєднується із деревним борошном.

Як наповнювач до полімеру додають новий компонент задля ряду нових переваг. Деревне борошно – це суха подрібнена деревина, основна маса (95%) якої проходить крізь сито з розміром осередків 1,25 x 1,25 мм. Перед формуванням іграшки компонент повинен пройти певний контроль та підготовку, а саме: очищення, подрібнення, сушка.

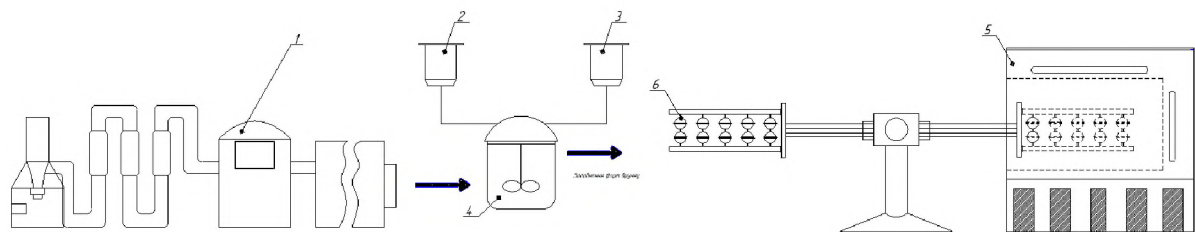
Загальний технологічний процес виготовлення дитячої ляльки із використанням ДПМ включає у себе наступні стадії:

- Подрібнення деревного наповнювача.
- Сушка подрібненої деревини
- Підготовка полімеру (витримка, очищення, сушка)
- Дозування та змішування компонентів

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- Підготовка ротаційної форми
- Ротаційне формування
- Охолодження виробу
- Подальша обробка та упаковка виробу

В даному розділі буде детально розглянуто детально всі стадії виробництва деталі іграшки, підготовку сировини, функції основного та допоміжного обладнання, особливості цих стадій. На рисунку 3.1 схематично зображено процес виготовлення поліетиленової голови для іграшки.



де 1 сушарка; 2,3– бункери зберігання полімерних гранул та деревного борошна; 4- змішувач; 5- ротаційна піч; 6- ротаційні форми

Рис. 3.1 - Технологічна схема виготовлення ляльки методом ротаційного формування карусельного типу

Позбутися зайвої вологи деревному наповнювачу допомагає сушарка 1, температура в якій тримається близько 120 градусів. Там, де сировина подрібнюється – сушка може становити до 10 годин. Після цього всі готові матеріали (пігмент, полімер та інші необхідні речовини) зберігається у бункерах 2 та 3 відповідно. Речовини потрапляють до змішувача 4, в ролі якого виступає двухвалковий млин, де протягом 15-20 хвилин вони рівномірно розподіляється у полімерній сировині. Можливий варіант, коли пластифікатор додається до суміші пізніше і процес триває ще додатково 5-10 хвилин. Готову суміш полімеру та деревного борошна віддозовують, та заповнюють нею ротаційні форми 6. Ротаційна «рука» переводить форми у положення «нагріву та формування», тобто до ротаційної печі 5.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ТЕНи дозволяють підтримувати робочу температуру, форми рухаються паралельно в 2 осях протягом 15-20 хвилин. Після чого «рука» переходить у положення охолодження, паралельно з тим, інша рука (із трьох) ротаційної машини вже знову направляє форми до печі. Охолодитися формам можуть допомогти вентилятори високої потужності, котрі установлені біля машини. Коли вибір досягає приблизно кімнатної температури – працівник власноруч відкриває форми та дістає деталі іграшки [14].

3.2 Технологія виробництва деревного борошна

Основним способом отримання деревної муки є подрібнення деревної маси на молоткових, ножових, пальцевих, а також роторних дробарках. Ще рідше застосовуються струменеві млини.

Подрібнена деревна основа – це відходи обробки натурального дерева. У тому чи іншому композиті їх може міститися від 20 до 80%. Дуже важливо забезпечити мінімальну фракцію цього матеріалу задля хорошого скріплення із матрицею. Тому на першому етапі деревина подрібнюється у дробильному апараті і перетворюється в крихту. Фракція деревного порошку становить 0,5-2 мм. Чим менше розмір часток, тим якіснішим виходить готовий виріб, адже такому матеріалу буде краще розподілитися у матриці. На рисунку 3.2 зображена технологічна схема виробництва деревного борошна [15].

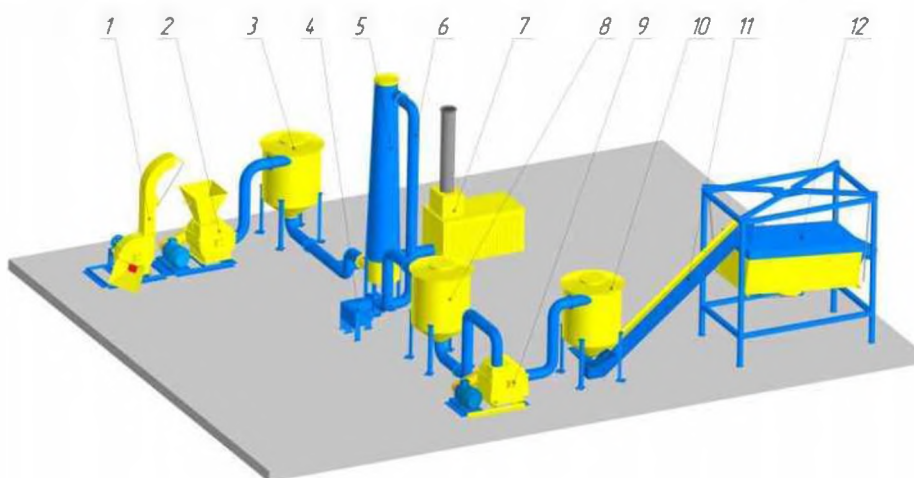


Рисунок 3.2 - Технологічна схема виробництва деревного борошна

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

де 1 –рубильна машина, 2 – дробарка первинного подрібнення, 3, 8, 10– бункер із дозатором, 4 – димосос, 5 – колона аеродинамічної сушилки, 6 – трубопровід, 7 – піч (джерело теплової енергії), 9 – дробарка вторинного подрібнення, 11 – транспортер, 12 – сортувальна установка

Варто зазначити, що на цьому етапі закладається якість продукту, а також його призначення: менші фракції використовуються для виробів без додаткового оздоблення поверхні, так як наповнювач повністю розподілиться в матриці (у тому числі для іграшок), середні – під обробку або фарбування, а грубі – для технічних профілів. Найбільшу продуктивність мають молоткові млини, які здатні пропустити від 350 до 450 кг на годину подрібненої деревини. На рисунку 3.3 зображено приклад світлого борошна, отриманого з хвойних порід деревини.



Рис. 3.3 - Борошно, отримане з хвойних порід деревини

Для деревного борошна сьогодні найбільш популярним устаткуванням для подрібнення являються молоткові дробарки, які відносяться до машин ударної дії. Матеріал руйнується в просторі між ротором і решетом-калібрувальник, з якого і випускається деревне борошно з певним розміром. У даному проєкті використовується дробарка сирої деревини та зерна ТехноМашСтрой, Chopper 500, зображена на рисунку 3.4.

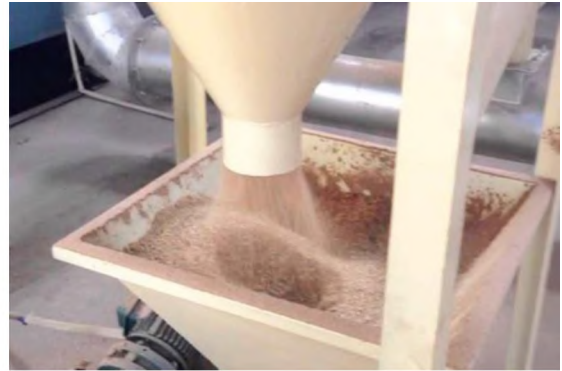
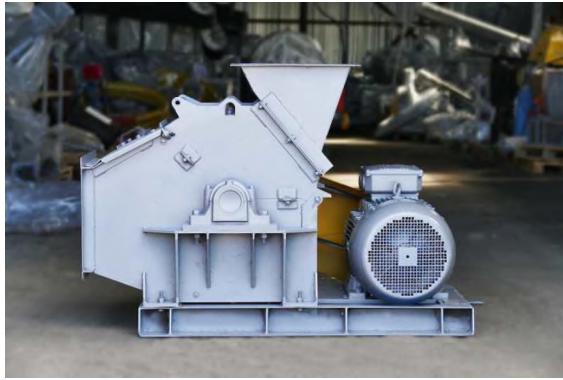


Рис. 3.4 - ТехноМашСтрой, Chopper 500

3.3 Сушіння деревного борошна

Отримані мішки з борошном перед використанням необхідно просушити. При формуванні деталей іграшки полімерна композиція має містити мінімальну кількість вологи, інакше при нагріванні утворюються пухирці пари, які призведуть до появи внутрішніх та зовнішніх дефектів виробу. Декілька років тому однією із необхідних вимог для виробництва ДПК був рівень вологості деревинної маси не вище 2%. Якщо згадати, що деревина гігроскопічна, то це означає, що сировина має бути висушена або безпосередньо перед завантаженням у форми, або висушена й герметично запакована.

Сушка деревного наповнювача необхідна, якщо її вологість становить більше 15%. Для цього використовуються різні методи. Найбільш поширеною є камерна теплова обробка, яка дозволяє зменшити вологість наповнювача до 5-8 %. Сушка проводиться за температури 120 °C протягом 4 годин. У роботі використовується Сушка аеродинамічна СА-400 для стружки і тирси, що представлена на рисунку 3.5.



Рис. 3.5 - Сушка аеродинамічна СА-400 для стружки і тирси

3.4 Формування деталей

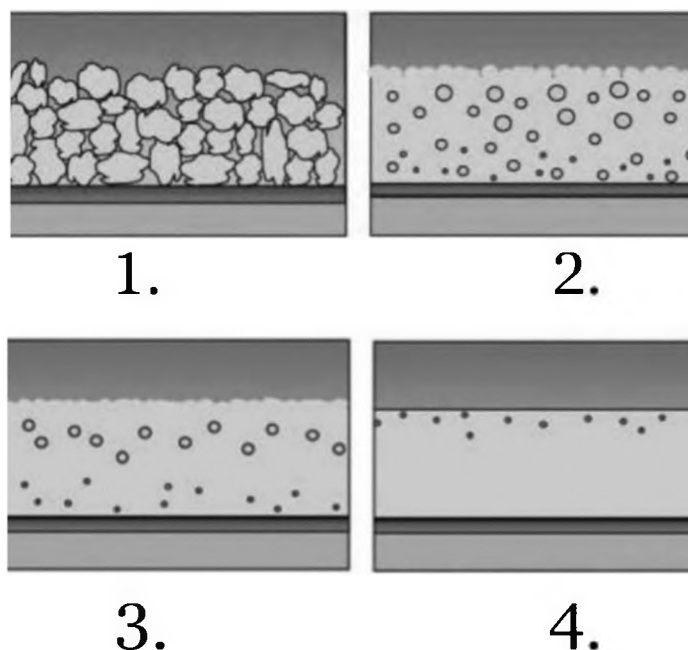
Робочу температуру у печі створюють трубчасті електронагрівачі (ТЕНи). Спалювання природного газу - дещо дорожчий обігрів камери, через що використовується значно рідше. Середній час формування деталі складає 20 хвилин, але це залежить від розміру виробу, від потужності ротаційної машини та іншого. Температуру варто підбирати таким чином, що вона підходила всім компонентам суміші, не приводила до їх деструкції.

Аби не зашкодити майбутній іграшці – варто правильно установити температуру формування, що підійде для двох основних матеріалів. Розплави ПЕ добре поєднуються з наповнювачами, а не висока температура плавлення дозволяє використовувати різні наповнювачі без ризику їхньої термодеструкції.

Ускладнює процес і „термочутливість” деревини. При перегріві вона термічно починає розкладатися, що негативно позначається не лише на міцності, а й на зовнішньому вигляді виробу (як результат, на поверхні з’являються бурі плями). Варто відзначити й слабку адгезію деревини й термопластичних матеріалів. Для отримання продукту з достатньою міцністю необхідно збільшити сили зчеплення цих різнорідних матеріалів, що може бути досягнуто збільшенням площі взаємного контакту при тоншому подрібненні деревинних часток.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Саме формування виробу складається із наступних етапів: завантаження матеріалу у форму, поступового плавлення сировини під дією температури, затвердіння. Формування полімерного композиту зображено на рисунку 3.6.



1 – Порошкоподібна сировина, 2 – стадія плавлення, 3 – швидке затвердіння, 4 - довгий час перебування форм у печі

Рис. 3.6 - Етапи формування стінки виробу

Устаткування для формування іграшок класифікується за розміром форм і кількістю рук:

1. Одногніздні (одна форма прикріплена до однієї руки). До таких машин належать ті, що формують великі та порожнисті вироби (бочки, манекени та інше).

2. Багатогніздні (одна рука ротаційної машини може прийняти на себе більше 1 форми, при чому їх продуктивність досягає близько 500 деталей). Саме до таких машин належить устаткування для виробництва дитячих ляльок.

На рисунку 3.7 зображена загальна схема ротаційної машини карусельного типу. Три руки устаткування паралельно працюють у трьох положеннях : addition, heating station, cooling station.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

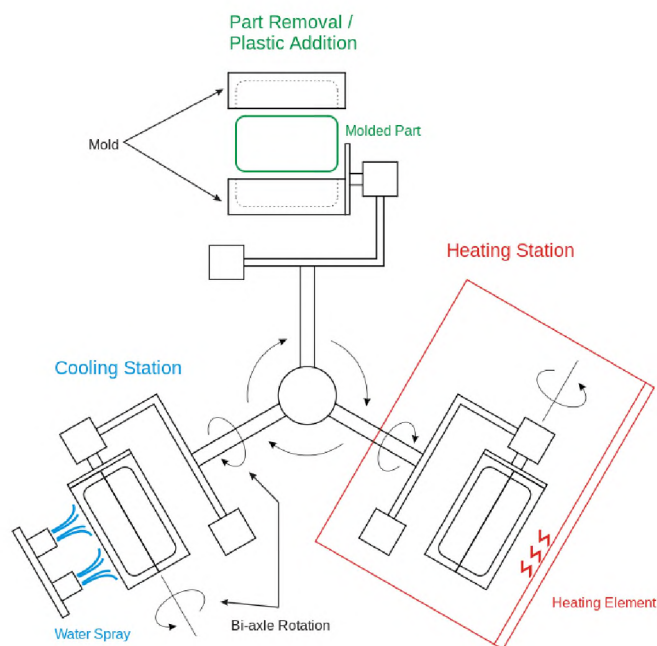


Рис.3.7 - Ротаційна машина карусельного типу

Двосторонні форми – це вирішення проблеми низької продуктивності. Обертатися формам у двох площинах дозволяє вал 1, котрий обертає площадку 5. Площадка оснащена формами, в площині перпендикулярній осі валу. Порожнистий вал 2 має можливість обертати форми в площині паралельній до осі валу через систему конічних шестерень 3.

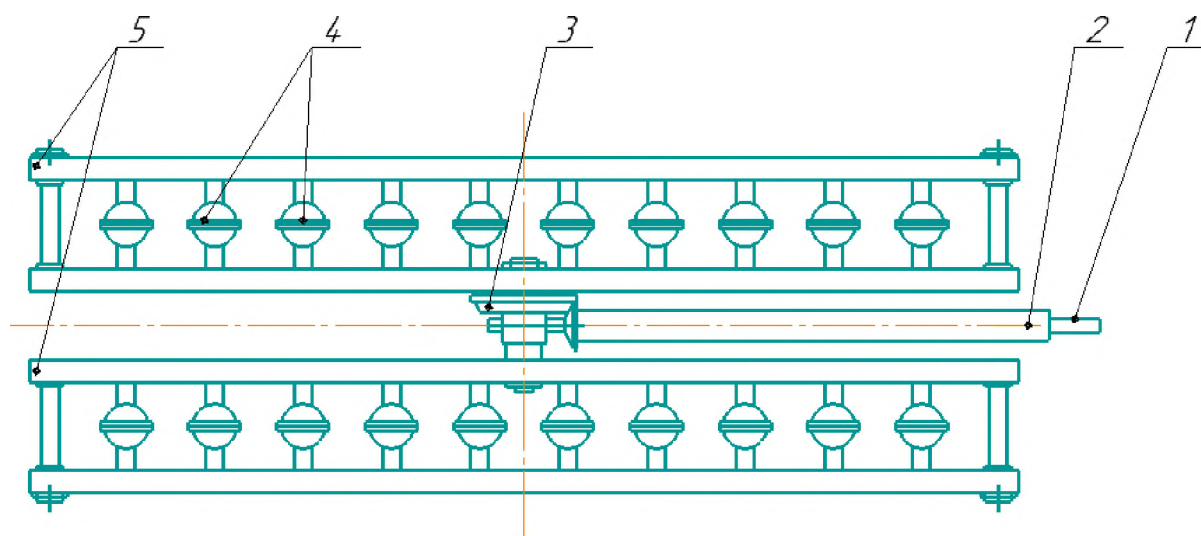


Рис. 3.8 - Установка для обертання форм

Де 1 – вал; 2 – порожнистий вал; 3 – конічна зубчаста передача;

4 – ротаційні форми; 5 – площадка з формами

3.5 Ротаційні форми

Форми для іграшок є дуже різноманітні, вони є досить простими у виготовленні та дешеві в порівнянні з іншими методами. До переваг можна віднести легку вагу такої форми (якщо вона виготовлена з легких металів, таких як алюміній чи його сплави, гальванічного нікелю чи міді).

Ротаційна форма повинна мати рівну внутрішню поверхню, яка не містить відшарувань, тріщин, викривлень, ліній заварних швів, інакше ці дефекти зашкодять зовнішньому вигляду майбутньої ляльки. Найкращим варіантом слугують алюмінієві форми, які мають мінімальну пористість. В основному ротаційні форми виготовляють за кордоном, а виробники іграшок замовляють їх залежно від своїх вподобань. Нікелеві форми дозволяють якнайкраще передати внутрішні форми виробу, проте вони є досить дорогими.

Більшість виробництв полімерних матеріалів сьогодні вже не може існувати без антиадгезивів і з ростом переробної промисловості застосування мастил та антиадгезивів включається як складова частина в усі технологічні операції. Тож перед заповненням форми, її попередньо треба очистити та забезпечити антиадгезивнепокриття поверхні стінок.

Антиадгезиви можуть бути зовнішні та внутрішні. Зовнішніми покривають безпосередньо форми, а внутрішні – повинні входити до сплаву чи суміші виробу. Для других найбільш часто використовуються стеарати кальцію і цинку. Стеарат кальцію покращує блиск поверхні і в ряді випадків її колір. Стеарат цинку більш дорогий, але він краще змішується із вихідної масою. Зовнішні антиадгезиви – віск, силіконові покриття, це може бути обробка мильними речовинами. Обов'язково потрібно промивати форми від забруднень. У таблиці 3.1 представлено способи очищення ротаційних форм

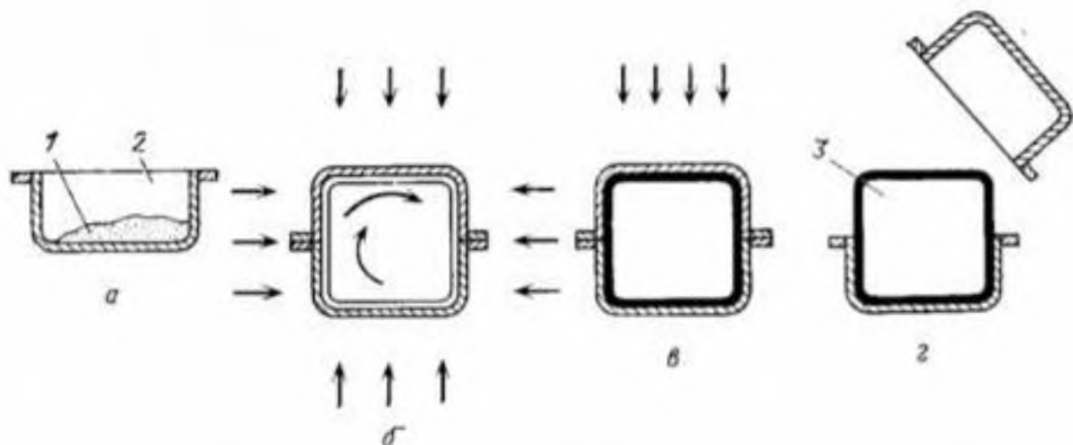
					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежно від матеріалу, з якого вони виготовлені.

Таблиця 3.1 - Способи очищення ротаційних форм залежно від матеріалу.

Матеріал, з якого виготовлена форма	Спосіб очищення
Алюмінієві форм	Мурашина кислота
Сталеві форми	Спиртові розчинники
Мідні форми	Кисневмісні препарати
Нікелеві форми	Спеціально розроблені промислові речовини

Таким чином, за допомогою антиадгезивів, полімерна суміш буде рівномірно розподілятися по формі та не прилипатиме до неї. На рисунку 3.9 зображена схема методу ротаційного формування [17].



1 – полімерна суміш, 2 – форма, 3 – готовий виріб

Рис. 3.9 - Схема методу ротаційного формування (а-г – стадії формування)

Якби форми оберталися із досить високою частотою, то основну роль відігравали відцентрові сили. Проте у нашому випадку частота обертання

досягає 20 обертів за хвилину, а отже ці оберти допомагають полімерній суміші правильно розподілитися по формі стінки. Формування виробу формується із шарів, які один за одним покривають поверхню форми.

Різні вироби по-різному залежать від частоти обертання горизонтальної та вертикальної осі. Наприклад, співвідношення 8:1 (горизонтальна вісь до вертикальної відповідно) використовують для виготовлення довгих виробів, що розміщені горизонтально (труби). Адже у таких виробках важливо сформувати стінку труби. 4:1 використовується при виробництві кубиків та кульок. 1:5 – це вертикально встановлені циліндричні вироби (як і у першому прикладі). Співвідношення 2:1 застосовують при необхідності створити круглі, плоскі форми [16].

3.6 Охолодження деталей

Охолодження – це один з найважливіших етапів, адже у випадку не правильного введення процесу з'являтимуться різного роду дефекти. Вентилятори можуть подавати потік повітря на одну сторону форми, в результаті чого будуть виникати дефекти іграшки. Тому остання стадія вважається однією з найбільш важливих стадій будь-якого формування.

Окрім рівномірного охолодження, важливу роль грає температура. Не витримавши виріб протягом певного часу, конкретні його ділянки почнуть деформуватися, це є причиною низької теплопровідності матеріалу. Тому даний процес треба проводити з витримкою у часі, рівномірно та повільно.

3.7 Види браку

Окрім звичайних видів браку, що можуть виникнути при формуванні виробу з полімерної суміші, додаткову проблему може спричинити деревне борошно. Великий розмір частинок борошна не дозволить зчепитися із полімером, таким чином виникнуть різні викривлення форми. Недостатньо просушене борошно також негативно вплине на іграшку. У результаті виникнуть пухирці, зіпсується зовнішній вигляд. Також готова іграшка може

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дивувати нерівномірно розподіленим кольором або взагалі його зміною. Всі ці нюанси треба попереджати на початкових стадіях підготовки сировини. Найпоширеніші дефекти, що можуть виникнути при виробництві іграшки з представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Найпоширеніші види браку

Вид браку	Уникнення
Прилипання виробу до форми	Чищення і поліровка внутрішньої робочої поверхні форми
	Нанесення однакового антиадгезійного шару
Зміна забарвлення виробів (бурі плями)	Скорочення часу нагріву
	Зниження температури нагріву, правильна і ретельна сушка деревного борошна
	Конструктивні зміни виробу в цілях зниження товщини стінок
Утворення пухирів і шорсткість поверхні	Попередня сушка полімерної сировини, деревного борошна
	Збільшення тривалості нагріву
	Зменшення кількості завантажуваної полімерної сировини
Різнотовщинність стінок виробу	Збільшення швидкості обертання
	Зміна напрямку обертання
Викривлення	Зниження температури розплаву
	Оптимізація процесу охолодження
	Збільшення часу обертання (формування)

3.8 Матеріальний баланс

3.8.1 Визначення фонду часу роботи обладнання і необхідної сировини

Розрахунок режимного фонду часу роботи обладнання:

$$T_{\text{реж}} = T_{\text{календ}} - T_{\text{св і вих}} = 365 - 115 = 250 \text{ днів}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{календ}}$ – календарний фонд часу, 365 днів;

$T_{\text{св і вих}}$ – кількість святкових та вихідних днів, 115 днів.

Ефективний фонд часу роботи обладнання:

$$T_{\text{еф}} = ((T_{\text{реж}} - T_{\text{рем}}) \cdot T_{\text{зм}} - T_{\text{скороч}} \cdot t_{\text{скр}}) \cdot K_{\text{зм}}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{рем}}$ – час, необхідний для ремонту обладнання, 10 днів;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, 8 год;

$t_{\text{скороч}}$ – кількість скорочених днів, 7 днів;

$T_{\text{скр}}$ – час скорочення зміни в передсвяткові дні, 1 година; $K_{\text{зм}}$ – кількість змін, 1 зміни.

Звідси $T_{\text{еф}}$ складе 1920 годин

$$T_{\text{еф.}} = T_{\text{реж.}} - T_{\text{ремонт.}} = 250 - 10 = 240 \text{ днів} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт використання обладнання в часі:

$$H = \frac{T_{\text{еф}}}{T_{\text{реж}}} = \frac{240}{250} = 0,9565 \quad (3.4)$$

За 15 хвилин виготовляється 20 форм для іграшок. За одну робочу годину їх кількість складе:

$$Q_{\text{іграш}} = 60 \div 15 \cdot 10 = 80 \text{ штук} \quad (3.5)$$

За 1 робочий день :

$$Q_{\text{день}} = Q_{\text{іграш}} \cdot 7 = 80 \cdot 7 = 560 \text{ штук}, \quad (3.6)$$

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням того, що перша година робочого дня йде на підготовку суміші, нагрів печі та інше.

Відповідно, за 1 рік підприємство може випустити в ідеалі:

$$Q_{\text{рік}} = 560 \cdot 240 = 134\,400 \text{ штук} \quad (3.7)$$

Проведемо розрахунок необхідної кількості сировини, що потрібна для постачання. Нормативний витратний коефіцієнт на 1 тону готової продукції буде включати в себе витрати летких продуктів, витрати на переробку відходів, витрати на механічну обробку та витрати на підготовку сировини.

$$K_p = 1 + (K_{\text{пл}} + K_{\text{пв}} + K_{\text{мо}} + K_{\text{пс}}), \quad (3.8)$$

$$K_p = 1 + (0,005 + 0,004 + 0,005 + 0,01),$$

де $K_{\text{пл}}$ – витрати летких продуктів;

$K_{\text{пв}}$ – витрати на переробку відходів;

$K_{\text{мо}}$ – витрати на механічну обробку;

$K_{\text{пс}}$ – витрати на підготовку.

Основна сума нормативних коефіцієнтів за формулою 3.8:

$$K_{\text{осн}} = K_{\text{пл}} + K_{\text{рпв}} + K_{\text{рв}} + K_{\text{пс}} = 0,024$$

Розрахунок норм витрат сировини на виробництво одиниці продукції визначається за наступною формулою:

$$H_p = K_p \cdot m = 1,024 \cdot 150 = 153,6 \text{ г} \quad (3.9)$$

де m – вага виробу, 250 грам (де 60% складає полімер).

За попередніми розрахунками – за рік випускається 67200 штук

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готової продукції. Маса виробів, що випускається за 1 рік становить:

$$m_{\text{пол}} = m_{\text{виробу}} \cdot n = 134400 \cdot 150 = 20,16 \text{ тон/рік} \quad (3.10)$$

Річна норма сировини:

$$Q_{\text{річ}} = H_p \cdot N \quad (3.11)$$

$$Q_{\text{річ}} = 0,1536 \cdot 134400 = 20,64 \text{ тон/рік}$$

Різниця цих чисел покаже основні технологічні витрати:

$$T_{\text{вт}} = Q_{\text{річ}} - m = 20,64 - 20,16 = 0,48 \text{ т} \quad (3.12)$$

Витрати на деревне борошно складатимуть 80 грам на одну одиницю виробу, відповідно кількість матеріалу за рік (використавши формулу 3.9):

$$m_{\text{д.б.}} = 134400 \cdot 80 = 10,75 \text{ тон/рік}$$

$$H_p = K_p \cdot m = 1,024 \cdot 80 = 81,92 \text{ г}$$

$$m_{\text{дер}} = 134400 \cdot 81,92 = 11,01 \text{ тон/рік}$$

Різниця чисел складає основні витрати за рік:

$$T_{\text{вт}} = m_{\text{дер}} - m_{\text{д.б.}} = 11,01 - 10,75 = 0,26 \text{ т}$$

Маса пігменту, необхідного при виробництві:

$$m = m_{\text{пігм}} \cdot q_{\text{річн}} = 134400 \cdot 4 = 537600 \text{ г} = 5,38 \text{ тон/рік}$$

Витрати основних компонентів – полімеру та деревного борошна за рік, місяць, день та годину представлені у таблиці 3.3 відповідно.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Витрати основних компонентів для створення іграшки.

Витрати сировини з розрахунків, кг		З урахування технологічних витрат, кг	
Поліетилен	Деревне борошно	Поліетилен	Деревне борошно
20160	10,75	20644	11010
1680	896	1721	918
84	44,8	86	46
12	6,4	13	7

3.9 Тепловий баланс ротаційної машини

3.9.1 Розрахунок потужності

Процес ротаційного формування потребує підводу тепла до форми, у якій формується виріб (кВт). Кількість теплоти, що потрібно підвести до іграшкової форми складається із теплоти, що йде безпосередньо на нагрівання форми та теплоти, що витрачається у НС:

$$Q_{\Pi} = Q_{\text{нагрів}} + Q_{\text{витрати}} \quad (3.13)$$

де Q_{Π} – кількість теплоти яку підводять до форми;

$Q_{\text{нагрів}}$ – кількість теплоти, що витрачається на нагрів матеріалу;

$Q_{\text{витрати}}$ – втрати тепла в навколишнє середовище конвекцією та випромінюванням.

Знайдемо кількість тепла, яка буде витрачатися на нагрівання форми:

$$Q_{\text{нагр}} = G \cdot C_M \cdot (t_k - t_n) = 10,24 \cdot 2,5 \cdot (110 - 20) = 2304 \text{ кВт} , \quad (3.14)$$

де G – масова продуктивність, кг/год;

C_M – питома теплоємність суміші, кДж/(кг·К);

t_k, t_n – кінцева і початкова температура суміші, °С.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Відповідно кількість тепла, що витрачається у оточуюче середовище будестановити:

$$Q_{\text{НС}} = \sum \alpha \cdot F \cdot (t - t_{\text{ср}}), \quad (3.15)$$

де t , $t_{\text{ср}}$ – температура стінки форми і навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$; F – загальна поверхня тепловіддачі форми, м^2 ; α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Готовий вибір – це голова дитячої іграшки, яка має форму сфери, тому площа поверхні форми буде розрахована за формулою:

$$F = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot 0,05^2 = 0,0314 \text{ м}^2 \quad (3.16)$$

де r – радіус голови, м .

$$Q_{\text{втрати}} = \sum \alpha \cdot F \cdot (t - t_{\text{ср}}) = 202 \cdot 0,0314 \cdot (150 - 20) = 824,6 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Кількість теплоти, що потрібно підвести до іграшкової форми за формулою 3.13:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{НС}} = 2304 + 824,6 = 3128,6 \text{ кВт}$$

3.9.2 Розрахунок часу охолодження деталі

Температурне поле за нестационарних умов описується як функція:

$$\theta = f(Bi, Fo)$$

де θ - безрозмірна температура. Її значення можна знайти:

$$\theta = (T_{\text{к}} - T_{\text{р}}) / (T_{\text{п}} - T_{\text{о}}) = (30 - 20) / (150 - 20) = 0,077, \quad (3.18)$$

$t_{\text{к}}, t_{\text{п}}$ – кінцева та початкова температури виробу, що нагрівається

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(охлаждается), °C;

t_p - температура охолоджуваного середовища, °C.

Перепад температур між формою і повітрям:

$$\Delta t = (t_{\text{поч}} - t_{\text{кін}}) \div 2 = (150 - 30) \div 2 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.19)$$

Критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{gd^3}{\nu^2} \beta \Delta t = \frac{9,81 \cdot 0,1^3}{17,445 \cdot 10^{-6}} 0,00314 \cdot 60 = 105,9 \quad (3.20)$$

де d – діаметр деталі виробу, 10 см.

За визначальної температури:

$$t_{\text{визн}} = 0,5 \left[\left(\frac{t_n + t_k}{2} \right) + t_p \right] = 0,5 \left[\left(\frac{110 + 30}{2} \right) + 20 \right] = 45 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.21)$$

З таблиці теплофізичних властивостей повітря:

$$\beta = 0,00314 \text{ K}^{-1}; \nu = 17,445 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

$$Gr \cdot Pr = 6783843 \cdot 0,6985 = 6073065$$

де $Pr = 0,6985$ за $t_{\text{визн}} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Виходячи з добутку Критерія Грасгофа та критерія Прандтля визначаємо режим (вихровий, ламінарний, турбулентний, перехідний) та формулу для визначення критерія Нуссельта (Nu).

Для плівкового режиму: $Gr \cdot Pr = 1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-3}$

$$Nu = 0,5$$

Для перехідного режиму: $Gr \cdot Pr = 1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^2$

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Nu = 11,8(Gr \cdot Pr)^{1/8}$$

Для ламінарного режиму: $Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^7$

$$Nu = 0,54(Gr \cdot Pr)^{1/4}$$

Для вихрового режиму: $Gr \cdot Pr = 2 \cdot 10^7 \dots 1 \cdot 10^{12}$

Критерій Нуссельта для ламінарного режиму: ($Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^7$)

$$Nu = 0.54(Gr \cdot Pr)^{\frac{1}{4}} = 0,54 \cdot (6073065 \cdot 0,6985)^{0,25} = 24,5 \quad (3.22)$$

Коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_g}{l} = \frac{24,5 \cdot 0,02795}{0.006} = 114,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}, \quad (3.23)$$

де $\lambda_g = 0,02795 \text{ Вт/мК}$ для повітря, якщо $t_{\text{визн}} = 45^\circ\text{C}$.

$$Bi = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_m}, \quad (3.24)$$

де α – інтенсивність тепловіддачі залежно від виду теплообміну, $\text{Вт/м}^2\text{К}$;

l – визначальний розмір

λ_m – середньоінтегральне значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу виробу в діапазоні температур охолодження (нагрівання).

$$Bi = \frac{114,2 \cdot 0.006}{0.254} = 2,7$$

де $\lambda_m = 0.254 \text{ Вт/м К}$ – середньоінтегральне значення в інтервалі температур охолодження.

З графічної залежності $\theta = f(Bi, Fo)$ критерій Фур'є:

$$Fo = \frac{a_m \cdot \tau}{l^2} \quad (3.25)$$

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де a_m - середньоінтегральне значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу виробу, м²/с; τ – час охолодження (нагрівання), с.

З додатку А знаходимо критерій Фур'є:

$$Fo = 1,1$$

Час охолодження деталі ляльки становить:

$$T = F_o \cdot l^2 / a = 1,1 \cdot 0.006^2 / 1,168 \cdot 10^{-7} = 339,04 \text{ с} = 5 \text{ хв } 39 \text{ с}$$

3.10 Розрахунок параметрів допоміжного обладнання

3.10.1 Розрахунок кількості змішувачів

Метою розрахунку є визначення продуктивності апарата та кількості апаратів для забезпечення заданої продуктивності. Приймаємо змішувач у вигляді вертикального циліндричного апарату об'ємом 20 л або 0,02м³.

Об'єм в апараті (робочий об'єм змішувача) дорівнює:

$$V = V \cdot \varphi = 0,02 \cdot 0,7 = 0,014 \text{ м}^3, \quad (3.26)$$

де φ - коефіцієнт заповнення змішувача , 0,7

Маса отриманої суміші за один цикл роботи змішувача:

$$M = V \cdot \rho = 980 \cdot 0,014 = 13,72 \text{ кг}, \quad (3.27)$$

де ρ - 980 кг/м³ , густина суміші

Відповідно 15 хвилин роботи продуктивність становить :

$$G = m/\tau = 13,72/0,25 = 54,88 \text{ кг/год} \quad (3.28)$$

Річна продуктивність змішувача:

					ХП-11мп. 18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$G = G \cdot t \cdot 1,33 = 54,88 \cdot 240 \cdot 1,2 = 15,81 \text{ т/рік}, \quad (3.29)$$

де $t = 240$ днів фонд часу роботи обладнання, за зміну змішувач працює 14 разів по 5 хвилин (1,2 год).

Річна норма сировини:

$$Q_{\text{річ}} = 0,200 \cdot 67200 = 13,4 \text{ тон/рік}$$

Необхідна кількість змішувачів становить:

$$N = G_z / G_{\text{річне}} = 13,4 / 15,81 = 0,85 = 1 \text{ змішувач} \quad (3.30)$$

3.10.2 Розрахунок параметрів змішувача

Вихідні дані:

- діаметр апарата $D - 0,9\text{м}$;
- густина суміші, $\rho - 970 \text{ кг/м}^3$
- коефіцієнт динамічної в'язкості $\mu - 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Па}\cdot\text{с}$;
- частота обертання мішалки – 80 обертів за хв, $0,75 \text{ сек}^{-1}$

Діаметр мішалки визначаємо наступним чином:

$$D_M = d / 1,6 = 0,9 / 1,6 = 0,56 \text{ м} \quad (3.31)$$

Ширина лопасті мішалки:

$$B = D_M \cdot 0,1 = 0,56 \cdot 0,1 = 0,056 \text{ м} \quad (3.32)$$

Висота лопатевої мішалки:

$$H = 0,3 \cdot D_M = 0,3 \cdot 0,56 = 0,168 \text{ м} \quad (3.33)$$

					ХП-11мп. 18.1470.001.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кругова швидкість мішалки при частоті обертання n :

$$\Omega = D_m \cdot \pi \cdot n = 0,56 \cdot 3,14 \cdot 0,75 = 1,3188 \text{ м/сек} \quad (3.34)$$

де n – частота обертання мішалки – 80 обертів за хв, $0,75 \text{ сек}^{-1}$

Потужність, що витрачається на перемішування суміші:

$$N = K_n \cdot D_m \cdot \rho \cdot n^3 = 0,2 \cdot 0,56 \cdot 970 \cdot 0,75^3 = 45,83 \text{ Вт} \quad (3.35)$$

де K_n – коефіцієнт, що для лопатевої мішалки $= 0,2$.

3.8.3 Розрахунок основних характеристики ТЕНу

1. Активна довжина ТЕНа

$$L_a = P_1 / (\rho \cdot D \cdot W) = 1200 / (16 \cdot 10^{-3} \cdot 2,2 \cdot 10^4 \cdot 3,5) = 0,68 \text{ м} \quad (3.36)$$

де D - зовнішній діаметр трубки (приймається в межах $(6-16) \cdot 10^{-3} \text{ м}$);

W - питома поверхнева потужність, Вт/м^2 .

ρ – коефіцієнт, що враховує зменшення опору спіралі; $\rho = 3,5-5$

P_1 – потужність ТЕНа, Вт.

2. Повна довжина ТЕНа після опресування з урахуванням пасивних кінців

$$L = L_a + 2 \cdot L_n = 0,68 + 2 \cdot 0,05 = 0,78 \text{ м} \quad (3.38)$$

де L_n - довжина пасивного кінця ТЕНу, м, ($L_n \approx 0,05 \text{ м}$, для ТЕНів)

3. Електричний опір спіралі ТЕНа

$$R_1 = U^2 / P_1 = 220^2 / 1200 = 40,33 \text{ Ом} \quad (3.39)$$

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

де U - напруга електричної мережі, В.

4. Довжина дроту спіралі

$$l = (\rho \cdot d^2 \cdot R_1) / (4 \cdot r) = (3,5 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40,33) / (4 \cdot 1,16 \cdot 10^{-6}) = 7,47 \text{ м} \quad (3.40)$$

де d - діаметр дроту спіралі, м, (приймається в межах $(0,4 \dots 1,2) \cdot 10^{-3}$ м);

r - питомий опір матеріалу спіралі, Ом·м (для ніхрома значення лежить в інтервалі $r = (1,15 \dots 1,18) \cdot 10^{-6}$ Ом·м).

5. Знаходимо зовнішній діаметр витку спіралі

$$d_{\text{сп.}} = D - 2 \cdot d_{\text{ст.}} - 2 \cdot d_{\text{ш.}} = 16 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

де $d_{\text{ст.}}$ - товщина стінки трубки ТЕНа, м (приймається в межах $(0,5 \dots 2) \cdot 10^{-3}$ м); $d_{\text{ш.}}$ - товщина шару, м (більше чим $2 \cdot 10^{-3}$ м).

6. Діаметр стержня для намотування спіралі:

$$d_{\text{ст.}} = d_{\text{сп.}} / 1,07 - d = 8 \cdot 10^{-3} / 1,07 - 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,0066 \text{ м} \quad (3.41)$$

де d - діаметр дроту спіралі, м, (приймається в межах $(0,4 \dots 1,2) \cdot 10^{-3}$ м);

7. Довжина витка спіралі:

$$l_{\text{в.}} = 1,07 \cdot \rho \cdot (d_{\text{ст.}} + d) = 1,07 \cdot 3,5 \cdot (0,0066 + 0,0008) = 0,027 \text{ м} \quad (3.42)$$

8. Число витків обрахуємо як відношення довжини дроту до довжини витка спіралі:

$$n = \frac{l}{l_{\text{в}}} = 7,47 / 0,027 = 277 \text{ шт} \quad (3.43)$$

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

3.11 Висновки до технологічної частини

Для змішування полімерної сировини треба забезпечити 1 змішувач марки Bohle VMA20 об'ємом на 20 м³ (з урахуванням запасу). Кількість теплоти, що треба підвести до форми складає 3128 ,6 кВт (з урахуванням кількості теплоти, що надходить у навколишнє середовище). Також у розрахунковій частині вдалося визначити приблизний час охолодження деталей, що складатиме 5 хвилин та 40 секунд. Це ідеальний час для того, щоб форми могли охолонути та паралельно готовий виріб міг звільнити форми для подальшого завантаження їх сировиною.

					ХП-11мп. 18.1470.001.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ ЛЯЛЬКИ

Людина завжди намагалась спростити собі життя, починаючи від винайдення найпримітивнішого знаряддя праці до створення повсякденних і звичних нам приладів. Питання автоматизації у процесі будь-якого, у тому числі і хімічного, виробництва є досить актуальним, воно неабияк покращує якість роботи. Існує багато факторів, які можуть впливати на роботу людини, її самопочуття і тим самим порушити процес виробництва.

Автоматизацією можна назвати складний комплекс, що уможливорює протікання технологічних процесів, надає їм високої чутливості до порушення режиму, швидкості умов роботи, може попередити будь-які незаплановані на виробництві дії. Впровадження такого процесу у хімічне виробництво дозволить отримувати продукцію високої якості, забезпечить раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, а також зменшення чисельності технічного персоналу.

Схеми автоматизації повинні включати технологічну схему, що містить основні технологічні апарати і машини, зображені в спрощеному варіанті і розташовану у верхній частині листа; засоби автоматизації, що входять до складу систем контролю, регулювання, які наносять на схему за допомогою умовних графічних позначень і ліній зв'язку.

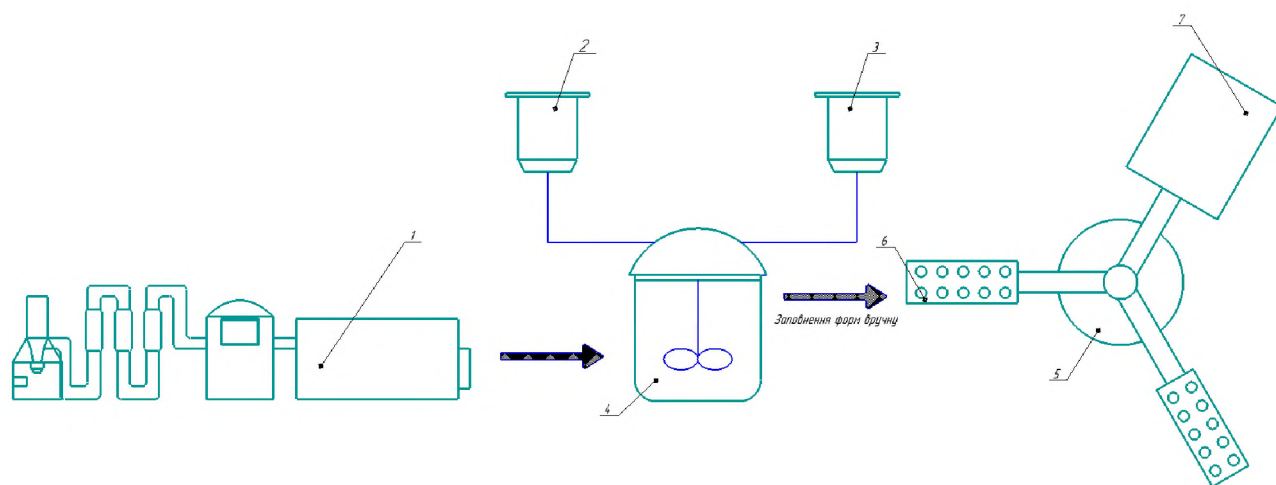
Для початку необхідно отримати сухий матеріал у сушильному апараті 4, так як волога сировина може зашкодити майбутньому виробу. Основні ж компоненти, які необхідні для виробництва екобезпечної ляльки знаходяться у спеціальних бункерах 1 та 2. (рис.4.1). При цьому треба контролювати витрати речовин, а саме: поліетилену та інших речовин. Ці речовини у подальшому потрапляють у спеціально відведену ємність з мішалкою 3, де відбувається повне перемішування компонентів (додатково вводиться

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пігмент, стабілізатор у досить малих кількостях. Ротаційні форми 6 – це деталі іграшки, які потрібно заповнити готовою сумішшю. Заповнена ротаційна «рука» переходить у положення формування деталей, тобто до печі 7. Герметично закрита форма починає обертання навколо двох осей із постійною швидкістю (приблизно 16 обертів за хвилину), суха суміш розплавляється і рівномірно розподіляється по стінках форми. Розплавитися суміші допомагає ТЕН, який створює робочу температуру 150 °С. Через 15 хвилин форми виймаються з печі і потребують подальшого охолодження. Ротаційна рука переходить у положення «охолодження», після чого форма відкривається і дістається готовий виріб.

Три ротаційні руки дозволяють збільшити продуктивність та працюють паралельно протягом 15 хвилин: поки на першій руці заповнюються форми, на другій – відбувається формування, а вже на третій – охолодження.

На рисунку 4.1 зображена технологічна схема виготовлення дитячих ляльок ротаційним методом.



Створено та узагальнено автором

Рис. 4.1 - Технологічна схема виготовлення поліетиленових ляльок ротаційним методом карусельного типу: 1 - бункер із поліетиленом; 2 - бункер із деревним борошном; 3 - реактор з мішалкою; 4- сушка; 5- ротаційна машина; 6- ротаційні форми; 7 – ротаційна піч

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Проаналізувавши та вивчивши особливості виготовлення пластмасових ляльок ротаційним методом карусельного типу, його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму - необхідно забезпечити наступний рівень автоматизації виробництва:

- контроль і регулювання витрати полімерної сировини;
- контроль і регулювання витрати деревного борошна;
- контроль рівня в реакторі з мішалкою;
- контроль і регулювання температури в ротаційній печі.

Параметри контролю та регулювання виробництва наведено у табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри контролю та керування виробництвом

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контрольованого чи регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Трубопровід з поліетиленом	Витрата	6,0 ($\pm 0,2$) кг/год	контроль, регулювання
2	Трубопровід з деревиною	Витрата	3,2 ($\pm 0,1$) кг/год	контроль, регулювання
3	Змішувач	Рівень суміші	0,7 м	контроль
4	Піч ротаційної машини	Температура	150 °C (± 5 °C)	контроль, регулювання

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості та міцності продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, розроблено схему автоматизації, що призначена вирішувати всі ці

завдання. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів процесу.

Контроль і регулювання витрати забезпечують однакові контури 1 та 2, що складається з витратоміра сипких речовин (1-1, 2-1), сигнал якого подається на пристрій для дистанційної передачі сигналу (1-2, 2-2) та до приладу вторинного електричного показувального, реєструвального (1-3, 2-3) на пульті керування. Вихідний сигнал поступає на електричний регулятор (1-4, 2-4), а звідти на електропневматичний перетворювач (1-5, 2-5), так як виконавчий механізм є пневматичним (1-6, 2-6).

Контроль рівня забезпечує контур 3, який включає рівнемір буйковий (3-1), прилад вторинний показувальний та реєструвальний пневматичний (3-2), сигнал з якого надходить до пневмоелектричного перетворювача(3-3) для мікроконтролера.

Контроль і регулювання температури забезпечує контур 4, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (4-1), нормуючий вимірювальний перетворювач (4-2) та автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (4-3), сигнал якого підсилюється (4-4) та перетворюється в електричний (4-5). Температура підтримується за допомогою ТЕН.

Контури для дистанційного керування роботою двигунів М1, М2, М3 та М4 забезпечує дистанційне вмикання і вимикання змішувача, ротаційної машини, сушарки та обертання форм. Для забезпечення цієї функції присутні кнопки SB1, SB3, SB5, SB7 мають назву "СТОП" та SB2, SB4, SB6, SB8 мають назву "ПУСК". Вони оснащені лампами HL1, HL3, HL5, HL7 із зеленим індикатором, що відповідають пуску та HL2, HL4, HL6, HL8 - із червоним, для зупинки. Позначення НА означає апаратуру, що оснащене пристроєм для сигналізації. KS означає, що означає прилад для керування процесом за часовою програмою.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

5 КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ

Виробництво іграшок завжди буде актуальним. Існують дуже багато підприємств, що займаються виготовленням машинок, кубиків, ляльок і отримують від цього хороший прибуток. Щотижня в світі продається близько мільйона ляльок, кожену секунду - дві ляльки. У американської дівчинки у віці від 3 до 10 років в середньому буває вісім ляльок, у італійки - сім, у французької, німкені і англійки по п'ять.

Сучасні ляльки створені з полімеру на основі полівінілхлориду -ПВХ. У своєму складі такі іграшки мають різні стабілізатори та пластифікатори, які мігрують на поверхню іграшки та є небезпечними для дитини. Пропонується удосконалення композиції таким чином, аби покращити не тільки міцнісні характеристики іграшки, а й зробити її максимально безпечною для дитини та навколишнього середовища.

Із вище вказаного випливає, що виробництво пластмасової ляльки з додаванням біополімеру може бути актуальним задля :

1. Уникнення шкоди ✓
2. Отримання задоволення

Таблиця 5.1 - Удосконалення іграшки.

Що є?	Сировина (а саме пластмаса) для виробництва ляльок із вмістом небезпечних речовин. Через руки дитини стабілізатори чи пластифікатори на основі сполук свинцю потрапляють в організм. Під час утилізації іграшка потрапляє у навколишнє середовище.
Що якщо?	Якщо зробити пластик для ляльок біодоступним, біорозкладним. Якщо не повністю, то хоча б частково.
Що вау?	Екобезпечність та відсутність шкідливості для дітей
Що робити?	Удосконалити склад пластику за рахунок введення біорозкладних добавок повністю або частково, вилучити шкідливі добавки.

Це унікальний матеріал, котрий дозволяє в собі містити властивості як дерева, так і пластмаси. Завдяки йому можна не тільки зменшити собівартість виробу, а й додати неабияку міцність готовому виробу, запровадити більш чисте, екологічне виробництво.

Не менш важливим є оцінка вибору компоненту, котрий буде використовуватися у виробництві. При дослідженні таких матеріалів, було встановлено, що у полімерну сировину можна вводити :

1. дерев'яні наповнювачі (дерев'яні волокна, дерев'яна мука)
2. недерев'яні (водорості, різні чагарники, трави, плоди, шкаралупа горіхів)

Щоб обрати правильний наповнювач, треба оцінити їх переваги. Варто зазначити, що недерев'яні наповнювачі-рослини швидко ростуть, в порівнянні з дерев'яними. Проте їх видобування потребує більших зусиль, і відповідно собівартість таких наповнювачів дещо вища, аніж дерев'яних. Використання деревних наповнювачів є особливо актуальним, так як в деревопереробній промисловості України утворюється щорічно більше 200 тисяч м² подрібненої деревини. Для підтвердження вище вказаної інформації, ціни на матеріали представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Вартість матеріалів у перерахунку на 1кг.

Матеріал	Грн/кг
Льон	20,0
Деревне борошно	3,50
Шкарлупа горіха	13,0
Водорості	500
Крохмаль	45

Як видно з таблиці 5.2, найдорожчим матеріалом являються водорості, що не є дивним, адже на їх виявлення та обробку йде чимало зусиль. Найдешевшим матеріалом є деревне борошно, ціна якого коливається у межах 3,50-9,00 грн залежно від того, подрібнений чи очищений матеріал ми хочемо придбати.

Біопластик підходить для звичайного обладнання переробки пластмас та може використовуватися для лиття під тиском та екструзії, а також для формування пресуванням чи видувного, ротаційного формування для виробництва високоякісних іграшок. Метод ротаційного формування використовується для створення дитячої ляльки. Він ідеально підходить, адже є можливість засипати у форми готовий матеріал (у певних співвідношеннях) та нагрівати до температури плавлення.

Додатковим обладнанням для технологічного процесу є подрібнювач деревини до розміру борошна 1-3 мм, а також бункер для зберігання матеріалу. Подрібнювач не є обов'язковим, адже можна придбати готові подрібнені до готового розміру та очищені від сторонніх домішок дерев'яне борошно.

Тому виводити на ринок варто ляльку, у поєднанні з тим компонентом, котрий є не тільки дешевим (що дозволить зменшити собівартість іграшки), а й зробити її міцнішою (а отже продовжить термін експлуатації), безпечнішою для дитини та навколишнього середовища.

Безпосередньо відбуватиметься продаж продукту. Відповідно до цього, підприємство з виготовлення іграшок повинно мати ряд документів:

1. Сертифікат відповідності на продукцію. (Сертифікація серійної продукції - як у нашому випадку, може проводитися за схемою без обстеження виробництва (на основі аналізу документації, сертифікат відповідності видається на 1 рік), або із обстеженням виробництва (сертифікат видається до 3-х років) і з атестацією виробництва (сертифікат видається до 5-ти років).
2. Сертифікат походження. Це документ, котрий має спеціально установлену форму, який підтверджує, що даний товар вироблений або виконаний в даній країні, і та який містить в собі іншу інформацію.
3. Патент як спосіб захисту ІВ.
4. Реєстрація платника ПДВ.
5. Договір про оренду приміщення

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

6. Укладені договори із магазинами, котрі будуть купувати товар.

7. Положення, інструкції, інструктажі, інші документи для персоналу.

Для впровадження виробництва необхідно зареєструвати наше підприємство як ФОП. Таким чином, виконавши цей пункт та зібравши вище вказані документи, наш товар можна буде просувати на ринок.

Таким чином, ми вбачаємо за доцільне виводити на ринок не біопластик як матеріал, а реалізовувати процес комплексно через формування суб'єкта господарювання з виготовлення вже готової продукції - екобезпечних ляльок. Проведене дослідження показало, що такий підхід дозволить адаптувати запропонований матеріал саме до технологічної схеми виробництва з урахуванням нюансів самого виробництва. Запропонована бізнес-модель виведення розробки на ринок вимагатиме ретельного дослідження фінансових аспектів, а можливо і пошуку партнера для впровадження виробництва.

Оцінити ризики є не менш важливим для підприємства, а при виявленні невизначеності – потрібно перевести у ризики. Виробництво ляльок не застраховане від такого ризику як, наприклад, землетруси чи повені, а це відповідно призведе до своїх наслідків і вплине на очікуваний дохід. Окрім стихійних лих, завадити продуктивній роботі підприємства може збій роботи обладнання, інші технічні проблеми на виробництві.

Ймовірність настання ризиків і їх вплив на дохід оцінювали експерти - фахівці з технології пластиків, науковці. Думка виробників і споживачів ляльок враховувалася опосередковано через аналіз доступної інформації про проблеми і тенденції ринку виробництва іграшок за матеріалами профільних засобів інформації [20]. Ризики, ймовірність їх настання та вплив на дохід представлено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Оцінка ризиків та ймовірність їх настання.

Ризик	Ймовірність настання	Вплив на очікуваний дохід
1	2	3
Відсутність попиту	0,3	0,99

Продовження таблиці 5.3

1	2	3
Кліматичні ризики (землетруси, повені)	0,2	0,95
Наявність конкурента з нижчою ціною	0,8	0,7
Демографічна проблема	0,2	0,85
Збій роботи обладнання	0,4	0,99
Зміна керівництва країни	0,1	0,6
Відмова фінансування, надання інвестицій	0,7	0,99
Відсутність постачання сировини (як полімеру , так і інших складових)	0,2	0,99
Відсутність платоспроможності на придбання технології	0,7	0,99
Затримки у процесі адаптації лабораторного регламенту до виробничих умов виготовлення пластику	0,6	0,95
Відхилення заявки патентними службами	0,7	0,99
Відсутність підходящого приміщення для оренди	0,3	0,99
Недостатня кількість робочого персоналу	0,2	0,8
Відсутність можливості просування товару на ринок	0,5	0,8
Збільшення часу окупованості капіталовкладень	0,7	0,99
Під час реєстрації будуть невірно занесені дані	0,1	0,8

Для управління зазначеними ризиками пропонується обрати

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

комплексний метод "уникнення + взяття рика на себе". Такий підхід дозволить спрогнозувати послідовність дій для уникнення ризиків, а частину ризиків, пов'язаних з дозволами і реєстрацією - беремо на себе і страхуємо шляхом ретельного проведення попередніх досліджень.

Нині виробництвом ляльок в Україні займаються різні підприємства. Аби знати, ким себе поставити на ринку, необхідно оцінити кожного конкурента, його асортимент продукції, ціни на іграшки, та інші показники. Розглянемо найвідоміших та популярних конкурентів (таблиця 5.4), які займаються виготовленням ляльок.

Таблиця 5.4 - Список найвідоміших підприємств з виробництва ляльок.

Назва конкурента	Місце розташування	Асортимент продукції	Ціна за ляльку	Контакти підприємства
	Івано- Франківська обл., Косівський р-н, село Пісти	Ляльки виготовлені з тканин	330	+380990585783 +380987608162
	Волинська обл., Луцький район, с. Липини, вул. Перемоги, 25	Приблизно 150 позицій з пластмас	350	+38 (0332) 77 3617 info@tigres.ua
	м. Київ	100 видів іграшок із пластмас	550	м.Київ, Пр-т Корольова,5, тел +38(096)769-19-11
	м. Івано- Франківськ вул. Микитинецька,7/а	Пластмасові іграшки	800	e-mail: office@intelkom.net.ua (0342) 55 9604
	смт. Степанівка, 14, Суми, Україна	Ляльки з дерева	300	+380 (95)187-58-22 hega_info@ukr.net

Варто зазначити, що придбати наш товар підприємства-конкуренти не можуть, це можна пояснити тим, що вони самі мають величезний асортимент іграшок (не тільки ляльки), а також те, що наше підприємство виходить на ринок із своїм особистим ключовим фактором. Відповідно за отриманими даними, можна побудувати:

1. Квадрат Бове за ціною:

Лідер Nega 300 грн	На флангах BigEcoToys 550
Готові до атаки Тигрес Левеня 330-350 грн	Партизани ТехноKtoys 800 грн

2. За матеріалом:

Лідер Тигрес 150 пластмасових іграшок	На флангах ТехноKtoys пластмасові іграшки
Готові до атаки BigEcoToys 100 позицій	Партизани Nega (Деревина) Левеня (Тканина)

Отже, як впливає з квадрату Бове, за ціною наше підприємство може бути готовим до атаки, так як ціна на іграшку коливатиметься в межах 350 грн. Лідером являється Nega, так як їх іграшки виготовлені на основі деревини, вони досить міцні та дешеві в порівнянні з іншими, а партизаном є ТехноKtoys із ціною за ляльку – 800 грн. За матеріалом наше підприємство є партизаном, так як виготовляє тільки пластмасові ляльки.

Метод Шонфільда

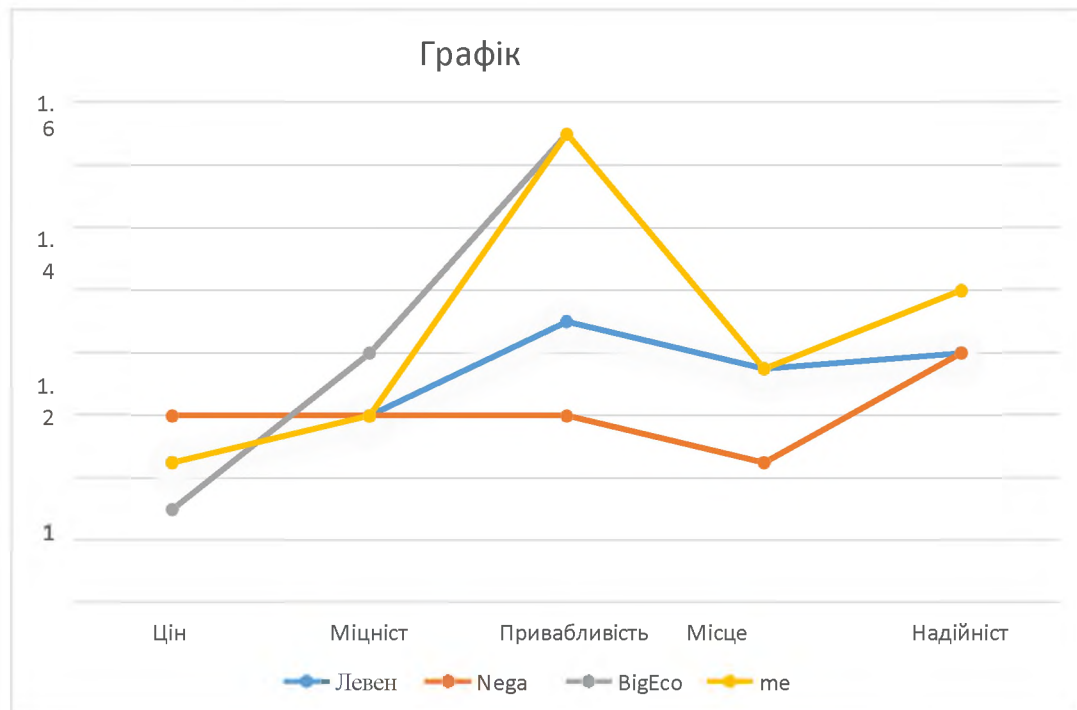
Методом Шонфільда визначаємо фактори та ключові фактори успіху. Фактори успіху оцінювали експерти – фахівці, обізнані із технологіями виробництва пластиків, науковці та економісти. Визначимо на якому рівні ми знаходимося серед найвідоміших виробників іграшок.

Таблиця 5.5 - Визначення та оцінка факторів успіху

Фактор	Вагомість	Левеня	Nega	BigEcoToys	Me
Ціна	0,15	3	4	2	3
Міцність іграшки	0,2	3	3	4	3
Привабливість	0,3	3	2	5	5
Місце розташування	0,15	5	3	5	5
Надійність	0,2	4	4	5	5
Сума	1				

Для побудови графіка скористаємося наступною таблицею:

Фактор	Левеня	Nega	BigEcoToys	Me
Ціна	0,45	0,6	0,3	0,45
Міцність іграшки	0,6	0,6	0,8	0,6
Привабливість	0,9	0,6	1,5	1,5
Місце розташування	0,75	0,45	0,75	0,75
Надійність	0,8	0,8	1	1



Графік 5.1 - Візуалізація ключових показників

Отже, з вище вказаного графіку випливає, що наше виробництво знаходиться на одному рівні з найбільш популярною фабрикою іграшок BigEcoToys, проте при використанні ключового фактору (композиції) – воно перемагатиме ще й у факторі міцності іграшки. Це досить не поганий результат, адже наша іграшка перемагає іншу продукцію. Навіть привабливість буде означати, що товар легко зможе привернути увагу нових покупців. Найнижчу планку тримає компанія виробництва іграшок Nega, так як їхні іграшки виготовлені з дерева, в порівнянні з пластмасовими, вони не такі привабливі, але досить дешеві.

Окрім цього, варто оцінити джерела фінансування, максимальне та мінімальне значення ціни за одиницю товару, ціну сировини та необхідних матеріалів. Всі ці дані представлено у таблиці 5. Крім того, у таблиці зазначені фактори успіху – у нашому продукті ними виступають ціна, міцність та привабливість, ключовим фактором успіху є біорозкладна добавка – деревне борошно, яке надасть композиту властивостей як пластмаси, так і деревини. Додамо до іграшки також пластифікатор, аби вона

була еластична та приємна на дотик.

Таблиця 5.6 - Формування факторів успіху та ключових факторів успіху

Фактор успіху	Максимальне значення (грн на 1 одиницю)	Мінімальне значення (грн на 1 одиницю)	Бажане	Джерело фінансування
Ціна	500	150	350	Кредит
Міцність	50	20	30	Кредит
Привабливість	45	7	20	Грант
Екобезпечність	8	2	6	Грант
Ключовий фактор успіху	Максимальне значення (грн на 1 одиницю)	Мінімальне значення (грн на 1 одиницю)	Бажане	Джерело фінансування
Деревне борошно	8	2	6	Грант
Плановий проміжок	6-8 місяців			
Ресурс		Вартісний діапазон		Джерело фінансування
Поліетилен		18-22 грн		Грант
Пігмент		3-4 грн		Інвестиції
Пластифікатор		5-7 грн		Інвестиції
Деревне борошно		10 грн		Грант

Як видно з таблиці, плановий часовий проміжок становить 6-8 місяців, цедосить не поганий час, під час якого ми можемо «відірватися» від наших конкурентів, ввести щось нове у виробництво, перш ніж вони зроблять це самостійно. Ключовим фактором нашого виробництва є сировина, з якої буде виготовлена майбутня лялька. Внесемо основні відомості про композицію наступну таблицю 5.7.

Таблиця 5.7 - Ключовий фактор успіху

Ключовий фактор	Назва ресурсу	Ціна на одиницю продукції	Виробіток одиниць в рік	Складність імітування
Композиція іграшки	Полімер - ПЕ	22	134400	6-8 місяців
	Деревне борошно	6		
	Пластифікатор	7		
	Пігмент	4		

Як видно з таблиці, сировина є досить недорогою. На одну іграшку приблизно витратиться 35-40 грн. При виготовленні 134400 ляльок в рік – наші витрати на сировину становитимуть 5 241 600 грн.

Бізнес модель підприємства з виробництва ляльок

Ціннісна пропозиція. «Дружна» до дитини лялька із додаванням спеціальних компонентів на основі природних матеріалів : пластмасова лялька на основі поліетилену та матеріалу, яка є повністю безпечною для використання дитиною. Іграшка, яка потрапить на сміттєзвалище може частково розкладатися за рахунок введення дерев'яного борошна у композицію.

Ключові партнери. Маловідомі підприємства, що займаються виготовленням іграшок (не обов'язково ляльки) з різної сировини, такої як дерево, тканина, полімери (із 56 компаній орієнтуємося зацікавити трохи більше 50%). Інвестором може виступати науково-дослідні інститути, яких зацікавила ідея збереження навколишнього середовища. Із 26 науково-дослідних інститутів, питанням пластиків, безпеки та якості займаються 6 (з них «УКРХІМАНАЛІЗ», «Українська лабораторія безпеки та якості продукції» та інші).

Ключові дії. Розробка і документальне підтвердження прав власності на рецептуру біополімерної композиції на основі поліетилену та волокон деревини (деревного борошна) для створення іграшок.

Ключові ресурси: Оборотні засоби: поліетилен, деревина, пігмент, стабілізатор. Матеріали для надання іграшці привабливого вигляду : тканина, фарби, нейлон. Основні засоби: приміщення, обладнання та устаткування.

Для прикладу, обсяги виробництва поліетилену у загальному виробництві полімерів становить 75—78 % і його ринкова ціна за тону складає від 50-60 тис. грн, обсяги утворення деревного борошна є ще більшими, аніж полімерів, адже щороку утворюється близько 200 тис м² тирси деревини та інших відходів. Його ціна за 1 тону складатиме від 10 до 14 тисяч грн. Ціна залежить

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

від самої деревини, від ступеня очищення та сушки. У описаній вище технологічній схемі використовується додатково млин та сушка.

Взаємовідносини з клієнтами. Позиція виходу на ринок – готові до атаки. Підприємство готове йти назустріч споживачу, знижувати ціну для отримання більшого прибутку та збільшення продуктивності виробництва.

Сегменти клієнтів. Як споживач може виступати будь-яка особа. Нині лялька є не тільки улюбленицею дітей, а й багатьох дорослих - люди збирають цілі колекції оригінальних ляльок. Особливою знахідкою товар виявиться для осіб, котрим не є байдуже майбутнє нашої планети. За рік наше виробництво випускає 76800 іграшок. Наразі нараховується 1100 000 дітей дошкільного віку. Опираючись на те, що зазвичай ляльку купують дівчаткам, грубо кажучи, орієнтація складатиме 50% від загальної кількості дітей. Продаж 76800 іграшок є реальною планкою із такою великою кількістю клієнтів.

Канали збуту. Акцент при просуванні буде зроблено на ключовий фактор успіху - дружність до дитини. Поширення інформації про ляльку через рекламу, на сайтах Інтернету, вивісках. Буде уточнена інформація про безпечну сировину та знижки на першу покупку, акційні пропозиції 1+1=3 та інше.

Таблиця 5.8 - Баланс доходів і витрат.

Дохід		Витрати	
Інвестиції	341000	Вартість обладнання	170000
Отримання патенту	20000	Сировина і матеріали(щомісяця)	30000
Грант	30000	ФОП	101000
Продаж патенту	40000		
Кредит	200000	Реклама	42000
		Технічна документація на обладнання	10000
		Оренда приміщення	24000
Прямі видатки	56%	Комунальні послуги	194000
Непрямі	44%	Інші витрати	60000
		Сума	631000

Отже, у роботі запропоновано удосконалення дитячої пластмасової ляльки та поступові кроки введення її у ринок. Дитячу іграшку можна удосконалити, змінивши її зовнішній вигляд на більш привабливий, при цьому уникнути в її композиції небезпечні речовини для дитини. Ключовим фактором є сировина, з якої виготовлена іграшка. Введення деревного борошна у композицію іграшки дозволить не тільки зменшити її собівартість та збільшити термін експлуатації ляльки, а й зберегти навколишнє середовище, яке нині потребує великої допомоги.

У роботі прогнозовані елементи витрат, розглянуто перелік основних конкурентів на ринку, досліджено ризики, котрі можуть виникнути при масовому виробництві товару.

З усього сказаного вище впливає, що дитяча пластмасова іграшка користується хорошим попитом не тільки серед дітей. Ляльки збирають навіть дорослі люди-колекціонери. Її удосконалення буде хорошим рішенням привабливості та привернення уваги нових покупців.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Процес виробництва пластмасової дитячої ляльки не несе в собі використання шкідливих речовин (вибухонебезпечних, токсичних або пожежонебезпечних). Кожен робітник повинен дотримуватися правил безпеки під час роботи з обладнанням та іншим устаткуванням задля уникнення небезпечних для життя і здоров'я ситуацій. Даний розділ виконано з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проектованому об'єкті.

6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, роботи, що виконуються в цеху, належать до категорії середньої тяжкості Па. 14. До категорії Па належать роботи, пов'язані зходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження.

Таблиця 6.1 - Санітарні норми параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °C					Відносна вологість %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж	Оптимальна, не більш ніж	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних				
Холодний	Середньої тяжкості – II-а	19-21	23	24	17	15	40-60	75	0,2	До 0,3
Теплий		21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°C)	0,3	0,4-0,2

Виробництво є безпечним для робітників, оскільки при нагріванні поліетилену у ротаційній машині виділяється незначна кількість перерахованих вище речовин. Для уникнення дії небезпечних факторів та забезпечення нормальної роботи працівників передбачено спеціальні захисні халати. Для постійного використання респіраторів та протигазів у даному виробництві немає необхідності.

Окрім полімерної суміші, робота ведеться із деревним борошном. При роботі з ним (перенесенням, пакуванню та іншими видами діяльності), робітники повинні бути обережними, використовувати рукавички та окуляри, задля уникнення потрапляння деревного борошна в очі.

Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату та належної чистоти повітря подання чистого повітря передбачено встановити припливно-втяжну систему вентиляції. Використовується даховий радіальний вентилятор Веза КРОС9-4. Він допоможе справитися не тільки із пилом, що лишається на упакуванні, а й очистить приміщення від небажаного деревного опилу.

Для визначення параметрів мікроклімату (температури та вологості) використовують термогігрометр марки KTI Thermo TA218C з виносним датчиком. Швидкість руху повітря вимірюється чашковим анемометром.

Для зниження виділення шкідливих речовин в повітрі робочої зони передбачаються наступні заходи:

1. здійснення приготування полімерної суміші, перенесення деревини та формування деталей при увімкненій місцевій вентиляції;
2. вприскування суміші безпосередньо у форму.

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28:2018, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду робіт середньої (групи IVб) та грубої (групи VIІІа – постійне спостереження за ходом виробничого процесу) точності.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Таблиця 6.2 - Норми освітленості і КПО цеху згідно ДБН В.2.5.28 – 06

Розряд і під- розряд зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбінова не	Загальне	бічне	Верхнє і бічне
IVб	500	200	1,5	0,9
VIIa	–	200	1	0,6

Процес створення ляльки вимагає роботу з еквівалентним розміром об'єкта розрізнення приблизно 0,5 і до 1 мм – до таких робіт належить оздоблення іграшки, розпис її обличчя. Інші процеси не можна назвати точними, адже вони вимагають спостереження за процесом роботи ротаційної машини, а еквівалентний розмір об'єкта розрізнення складає більше 5 мм.

Система природного освітлення – бічна. Окрім цього, наявне використання систем штучного робочого, аварійного, та евакуаційного освітлення.

Для освітлення виробничого приміщення використовуються люмінесцентні лампи типу TLD 58W/840 (G13). Також передбачене аварійне і евакуаційне освітлення, для якого використають світильники прямого типу "Сіріус". Для виміру і контролю освітленості в приміщеннях використовують люксметри Ю–117 з періодичністю 1 раз/рік та після ремонту освітлювальних установок і заміни ламп. У разі виникнення аварійних ситуацій на промислових об'єктах, аварійне освітлення буде спроможне забезпечити безпеку життєдіяльності людей, зберегти обладнання, не порушуючи виробничий процес. При цьому норма освітленості повинна складати 5% від робочого освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщень і не менше 1 лк — на території підприємства.

5.1.3 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання
Технологічний процес виготовлення пластикових ляльок не є складним. Проте варто звернути увагу на певні особливості у даному виробництві, які б могли загрожувати здоров'ю чи життю людини.

Змішування полімерної сировини у ротаційних формах відбувається

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

при високих температурах (в середньому 130 С). Для уникнення протікання розплаву крізь форму та отримання термічних опіків робітником форми поміщаються у спеціально відведені місця машини. Можливе одержання травм від машини, причиною яких, може бути необережне поводження з лінією виробництва, де є відкриті обертові частини (змішувач або ротаційні форми).

Також на підприємстві використовують прилади, що сигналізують і подають інформацію про роботу технологічного устаткування. Показують час роботи, який лишився до завершення процесу. Використовують спеціальні огорожувальні стрічки, які забороняють наближатися робітникам до устаткування в момент його роботи.

Саме ці заходи забезпечують безпечні і здорові умови праці в даному цеху. Розплав поліетилену не є небезпечним для життя людини, тому завантаження сировини до змішувача, його вивантаження та вприскування у форми відбувається працівниками. Під час цієї роботи передбачено одягати гумові рукавички.

5.2 Пожежна безпека

У виробництві пластикових ляльок не використовуються пожежо- та вибухонебезпечні речовини. Мало ймовірно займання поліетилену може відбутися у ротаційній машині при підвищенні температури майже у 2 рази, до 300 С. Можливе виникнення джерела загоряння внаслідок перевантаження роботи ротаційної машини або змішувача. Також причиною пожеж може бути коротке замикання та механічні пошкодження обладнання і електропроводу. Є загроза прямого удару блискавки в об'єкт та заносу високих потенціалів через надземні і підземні металічні комунікації в цех.

Основними причинами короткого замикання є пошкодження електроізоляції дротів, попадання на неізольовані дроти струмопровідних предметів. Для попередження перевантажень і короткого замикання в електричних мережах застосовують плавкі запобіжники і спеціальні автомати,

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

включені в мережу послідовно. Попередження перегріву проводів від перехідних опорів досягається збільшенням площі опору контактів, застосування пружних контактів.

Для захисту від прямого удару блискавки передбачено блискавкозахист за рахунок блискавкоприймача (що приймає на себе розряд блискавки), заземлювача (смуга та стержні) і струмопровідника (алюмінієвий провідник). Тип вертикальний стрижньовий: $H = 100\text{м}$, висота його зони захисту під землею $H_0 = 0,92 \cdot 100 = 92\text{м}$. Радіус зони захисту на рівні землі $r = 1,5 \cdot 100 = 150\text{ м}$.

На території виробничого цеху розміщені плани евакуації, де позначено місце розташування засобів оповіщення та вогнегасників. Передбачено переносні вогнегасники (до 20 кг типу ВП-2), а також ящики, наповнені піском. На території підприємства (біля виробничого цеху) розташоване пожежне депо.

					ХП-11мп. 18.1470.001.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У якості основної технологічного обладнання у виробництві деталі пластмасової ляльки було обрано ротаційну машину карусельного типу. Установка являється одношпindelною із одностороннім розміщенням форм. Така установка за 1 цикл роботи дозволяє одразу створити 20 деталей протягом 15 хвилин. Відповідно продуктивність машини становить 134400 виробів за рік.

Потреба у сировині для створення голови ляльки масою 150 грам складає 32 тони в рік. Окрім пластику у роботі пропонується використання деревного борошна марки 140 задля зменшення собівартості, збільшення міцності та підвищення екологічності іграшки. Цей матеріал чудово підходить для поєднання з поліетиленом та ротаційним методом формування.

У розрахунковій частині виконаний розрахунок додаткового обладнання (змішувача та робочий ТЕНів), представлений матеріальний та тепловий баланс. В проекті виконана автоматизація ротаційної машини. Проведені процеси контролю та регулювання витрат сировини, контролю рівня та температури у ротаційній печі.

Результатом виконання розділу дипломної роботи є розроблена схема автоматизації виробництва поліетиленових ляльок ротаційним методом карусельного типу. Також розроблена специфікація на використані в схемі технічні засоби автоматизації.

В частині комерціалізації наукової розробки частині проведено розрахунок основних показників, запропоновано шлях виведення удосконаленого виробу на ринок. Проект виконаний з урахуванням правил техніки безпеки і правил пожежної безпеки.

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наталія Потапчук. Іграшковий світ [Електронний ресурс] / Наталія Потапчук – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2849634-igraskovij-svit-u-dobranci.html>.
2. PETER DOCKRILL. Huge, Global Study of Plastic Toys Finds Over 100 Substances That May Harm Children [Електронний ресурс] / PETER DOCKRILL //ScienceAlert. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencealert.com/plastic-toy-study-finds-over-100-substances-that-may-be-harmful-to-children>
3. ДСТУ ISO 8124-3:2003 Безпечність іграшок. Частина 3. Міграція певних елементів [Електронний ресурс]. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73875
4. Nicolo Aurisano. Chemicals of concern in plastic toys / Nicolo Aurisano, Lei Huang. // Environment International. – 2021. – С. 5.
5. ДСТУ 2166-93 Іграшки. Маркування, пакування, транспортування та зберігання [Електронний ресурс]. – 1994. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67581
6. ДСТУ 2028-92 Іграшки. Ляльки. Фігурки людей і тварин. Загальні технічні умови. Зі зміною № 1 [Електронний ресурс]. – 1992. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54215
7. Michael J. Deaner. US5695874A - Advanced polymer/wood composite pellet process [Електронний ресурс] / Michael J. Deaner, Giuseppe Puppin – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US5695874A/en?q=wood+polymer&oq=wood+polymer>
8. Що роблять із деревного борошна. [Електронний ресурс] // Delicesource – Режим доступу до ресурсу: <https://delicesucre.ru/what-is-produced->

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

9. ДЕРЕВНО-ПОЛИМЕРНІ КОМПОЗИТИ: ВИРОБНИЦТВО, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ. ТЕРАСНА ДОШКА ДПК: ВИРОБНИЦТВО, ХАРАКТЕРИСТИКИ, СПОСОБИ МОНТАЖУ [Електронний ресурс] // ECONADZOR. – 404. – Режим доступу до ресурсу: <https://ecoohtnadzor31.ru/uk/drevesno-polimernye-kompozity-proizvodstvo-harakteristiki.html>

10. Gerald BarnesJohn S Bruner. US3293344A Rotational molding method [Електронний ресурс] / Gerald BarnesJohn S Bruner, John Bruner. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US3293344>

11. Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала (обзор) / Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко, А. А. Алексеенко и др. // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – № 2. – 2015. – С. 31-40.

12. Савчук П.П. Нові біоматеріали / Савчук П.П, Кашицький В.П. // КОМПОЗИТНІ ТА ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ / Савчук П.П, Кашицький В.П.. – Луцьк: За редакцією д-ра техн. наук, професора Савчука П.П., 2017. – С. 225.

13. Bioplastic for improved toy safety [Електронний ресурс] // JELUPLAST®. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.jeluplast.com/en/wpc-for-the-toy-industry/>

14. Глушко В. Древне борошно: виробництво, марки, застосування, еленої деревини [Електронний ресурс] / Василь Глушко // Wood Expert. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://woodexpert.net.ua/derevne-boroshno-vyrobnytstvo-marky-zastosuvannya-gost-himichnyj-sklad-peremelenovi-derevny/>

15. ROTATIONAL MOULDING – TECHNICAL GUIDE. // Alkatuff. – №6.

16. Басов Н.І. Машиини для ротаційного і центробіжного формування / Басов Н.І., Казанков Ю.В., Лобартович А.В.. – Москва: Химия, 1986. – 488 с.

17. Методичні вказівки по виконанню розрахунково-графічної роботи курсу “Контроль та керування хіміко-технологічними процесами ” до

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямку підготовки “Хімічна технологія ” [Текст] / Уклад. В. М. Ковалевський, // –К.: НТУУ «КПІ», 2012.–114 с.

18. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: навч. Посіб. Для студ. Вищ. Навч. Закл., які навчаються за напрямом підготовки: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукінюк. –К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с. : іл. – Біблігр.: с. 328–330. – 300 пр.

19. Андрусь О. І. Економіка і організація виробництва. Навчальний посібник для виконання розрахункових робіт/ Ольга Іванівна Андрусь. – Київ, 2019. – 20 с.

20. Робоча зона та повітря робочої зони. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://pidru4niki.com/85785/bzhd/povitrya_robochoyi_zoni

21. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [Електронний ресурс]. – 1999. – Режим доступу до ресурсу:
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>

					ХП-11мп.18.1470.001.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		