

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

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«На правах рукопису»
УДК 621.744.55

До захисту допущено
Завідувач кафедри
М.М. Ямшинський

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

за спеціальністю – 136 – Металургія

(код та назва спеціальності)

на тему: Оптимізація складу стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перлиту для комбінованих пінополістиролових моделей.

Виконав: студент 6-го курсу, групи ФЛ-62м

Іващенко Василь Васильович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник

к.т.н. доцент Сиропошнєв Л.М. _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з організаційно-
економічної частини

к.е.н. ст. викл. Нараєвський С.В. _____

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант
з нормоконтролю

к.т.н. доцент Федоров Г.Є. _____

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

ст. викл. Прилуцький М.І. _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент _____ (підпис)

Київ – 2018 р.

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет Інженерно-фізичний

Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Спеціальність 136 – Металургія

Спеціалізація Художнє та ювелірне литво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.М. Ямшинський

(ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 2018 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Іващенко Василю Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Оптимізація складу стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту для комбінованих пінополістиролових моделей,

науковий керівник к. т. н. доцент Сиропоршнів Леонід Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від «22» березня 2018 року № 994-с

2. Строк подання студентом дисертації 12 травня 2018 року

3. Об'єкт дослідження: процес виготовлення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту для виробництва комбінованих пінополістиролових моделей.

4. Предмет дослідження: стрижнева суміш на основі кварцового піску, спученого перліту, смоли СФП 011Л та розчинника метилацетату.

5. Перелік питань, які потрібно розробити: 5.1 Дослідити вплив кількості спученого перліту та міцність стрижнів. 5.2 Дослідити вплив кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів. 5.3 Визначити оптимальну кількість розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів. 5.4 Дослідити кінетику тверднення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту із зв'язувальним смолою СФП 011Л із застосуванням розчинника метилацетату. 5.5 Визначити оптимальний режим спікання стрижнів. 5.6 Дослідити вплив парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення. 5.7 Визначити оптимальний режим та період сушки стрижнів та їх вплив на міцність стрижнів. 5.8 Оцінити параметри економічної

ефективності наукового дослідження та розробити на його основі стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: 1. Дослідження впливу кількості спученого перліту та міцність стрижнів. 2. Дослідження вплив кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів. 3. Визначення оптимальної кількості розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів. 4. Дослідження кінетики тверднення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту із зв'язувальним смолою СФП 011Л із застосуванням розчинника метилацетату. 5. Визначення оптимальний режим спікання стрижнів .6. Дослідження впливу парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення. 7. Визначення оптимального режиму та періоду сушки стрижнів. 8. Висновки.

7. Перелік публікацій: 7.1 Тези: Іващенко В.В., Сиропоршнев Л.М. Вплив компонентів та режимів виробництва на міцність стрижневої суміші на основі спученого перліту для комбінованих пінополістиролових моделей // Зб.: Нові матеріали та технології в машинобудуванні: Матеріали ІХ міжнародної науково – технічної конференції 30...31 травня 2017.-Київ: НТУУ «КПІ», 2017.- 217с. 7.2 Тези: Іващенко В.В., Сиропоршнев Л.М. Оптимізація складу стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту для комбінованих пінополістиролових моделей // Зб.: Нові матеріали та технології в машинобудуванні: Матеріали Х міжнародної науково – технічної конференції 24...25 квітня 2018.-Київ: НТУУ «КПІ», 2018.- 211с

8. Консультанти розділів дисертації

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Нормоконтроль | Федоров Г.Є., доцент | | |
| Організаційно-економічна частина | Нараєвський С.В., старший викладач | | |

9. Дата видачі завдання: 06 вересня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Інд. | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Результати виконання НДРС | 06.09.2016...05.2.2018 | |
| 1 | Переддипломна науково-дослідна практика | 05.02...16.03.18 р. | |
| 2 | Аналіз літератури за темою | до 05.02.18 р. | |
| 3 | Постановка мети і задач дослідження | до 05.02.18 р. | |
| 4 | Визначення методик проведення досліджень | 05.02...12.02.18 р. | |
| 5 | Дослідження впливу кількості спученого перліту та міцність стрижнів. | 12.02...18.02.18 р. | |
| 6 | Дослідження вплив кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів. | 19.02...25.02.18 р. | |
| 7 | Визначення оптимальної кількості розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів | 26.02...04.03.18 р. | |
| 8 | Дослідження кінетики тверднення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту із зв'язувальним смолою СФП 011Л із застосуванням розчинника метилацетату. | 05.03...11.03.18 р. | |
| 9 | Визначення оптимальний режим спікання стрижнів | 12.03...18.03.18 р. | |
| 10 | Дослідження впливу парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення. | 19.03...25.03.18 р. | |
| 11 | Визначення оптимального режиму та періоду сушки стрижнів. | 26.03...01.04.18 р. | |
| 12 | Оброблення результатів | 02.04...15.04.18 р. | |
| 13 | Аналіз і обговорення результатів | 16.04...22.04.18 р. | |
| 14 | Опрацювання економічної частини | 23.04...30.04.18 р. | |
| 15 | Оформлення магістерської дисертації | 01.05...15.05.18 р. | |
| 16 | Оформлення презентації | 14.05...20.05.18 р. | |
| 17 | Рецензування дисертації | 21.05.18 р. | |
| 18 | Захист дисертації | 22.05.18 р. | |

Студент

(підпис)

Іващенко В.В.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)

Сиропошнєв Л.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 69 стор., 13 рис., 12 табл., 20 посилань, 2 додатки.

Об'єкт дослідження – процес виготовлення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту для виробництва комбінованих пінополістиролових моделей.

Предмет дослідження – стрижнева суміш на основі кварцового піску, спученого перліту, смоли СФП 011Л та розчинника метилацетату.

Мета роботи – розроблення та оптимізація технологічних параметрів виготовлення комбінованих пінополістиролових моделей.

Методика дослідження – використані сучасні методи досліджень й оброблення результатів даних.

ПІНОПОЛІСТИРОЛ, СПУЧЕНИЙ ПЕРЛІТ, СТРИЖНЕВА СУМІШ,
ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ, РОЗЧИННИК, РЕЖИМ СУШІННЯ,
МІЦНІСТЬ, ВОЛОГОНАСИЧЕННЯ.

ABSTRACT

Master's dissertation: 70 pages, 13 figures, 12 tables, 20 references, 2 applications.

The object of the study is the process of making a rod mix based on quartz sand and scraped perlite for the production of combined foam polystyrene models.

The subject of the study is a core mixture based on quartz sand, perlite powder, SPP 011L resin and methyl acetate solvent.

The purpose of the work is the development and optimization of technological parameters of manufacturing of combined foam polystyrene models.

Research methodology - modern methods of research and processing of data results are used.

PINOPOLISTROLE, BOTTLE PERLIT, STRUCTURE MIXTURE, RELATIVE COMPONENT, SOLVENT, DRYING MODE, DENSITY, VOLUNTEERING.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ | 10 |
| ВСТУП | 11 |
| 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД..... | 12 |
| 1.1 Особливості литва за моделями, що газифікуються..... | 12 |
| 1.2 Властивості піщано-смоляних сумішей | 13 |
| 1.3 Приготування сумішей | 14 |
| 1.4 Вибір матеріалів | 17 |
| 1.4.1 Зв'язувальний компонент СФП011Л | 17 |
| 1.4.2 Кварцевий пісок та спучений перліт | 17 |
| 1.4.3 Розчинник метилацетат..... | 18 |
| 1.5 Висновки та постановка цілей та задач дослідження | 19 |
| 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ | 21 |
| 2.1 Основні матеріали та обладнання, які використовувались у роботі | 21 |
| 2.2 Методика приготування стрижневих сумішей на основі кварцового піску та спученого перліту..... | 22 |
| 2.3 Технологія отримання стрижнів..... | 23 |
| 2.4 Методика дослідження кінетики тверднення | 23 |
| 2.5 Технологія визначення міцності стрижнів | 24 |
| 2.6 Методика дослідження впливу парочасового оброблення на характеристики міцності..... | 24 |
| 2.7 Методика дослідження впливу сушіння на характеристики міцності стрижнів | 26 |
| 3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | 27 |
| 3.1 Дослідження впливу кількості спученого перліту та кількості смоли на міцність стрижнів | 27 |
| 3.2 Дослідження впливу кількості спученого перліту та кількості | |

| | |
|--|----|
| | 8 |
| смоли на міцність стрижнів..... | 29 |
| 3.3 Визначення оптимальної кількості розчинника | 29 |
| 3.4 Дослідження кінетики твердіння стрижневої суміші | 31 |
| 3.5 Визначення оптимального режиму спікання..... | 32 |
| 3.6 Дослідження впливу парачасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення | 35 |
| 3.7 Визначення оптимального режиму та періоду сушки стрижнів | 37 |
| 3.8 Висновки по розділу | 39 |
| 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 41 |
| 4.1 Техніко-економічне обґрунтування НДР | 41 |
| 4.1.1 Науково-технічна актуальність теми дослідження | 41 |
| 4.1.2 Цілі і завдання НДР | 42 |
| 4.2 Розрахунок планової собівартості проведення дослідження | 43 |
| 4.2.1 Заробітна плата науково-дослідницького персоналу | 43 |
| 4.2.2 Єдиний соціальний внесок | 46 |
| 4.2.3 Витрати на матеріали | 46 |
| 4.2.4 Енергоносії для проведення досліджень..... | 47 |
| 4.2.5 Витрати на спеціальне обладнання для проведення експериментів | 47 |
| 4.2.6. Вартість послуг сторонніх організацій | 47 |
| 4.2.7 Витрати на службові відрядження | 47 |
| 4.2.8 Інші витрати за темою | 47 |
| 4.2.9 Накладні витрати | 48 |
| 4.3 Економічна ефективність НДР | 49 |
| 5 БІЗНЕС-ПРОЕКТ | 53 |
| 5.1 Команда | 53 |
| 5.2 Назва проекту | 53 |
| 5.3 Короткий опис проекту | 53 |
| 5.4 Бізнес - модель | 53 |
| 5.4.1 Коштовий продукт | 53 |
| 5.4.2 Сегмент споживачів (потенційні клієнти)..... | 54 |

| | |
|--|----|
| | 9 |
| 5.4.3 Канали збуту | 54 |
| 5.4.4 Взаємодія зі споживачами | 54 |
| 5.4.5 Дохід (монетизація) | 55 |
| 5.4.6 Ключові види діяльності | 55 |
| 5.4.7 Ключові ресурси | 55 |
| 5.4.8 Ключові партнери | 55 |
| 5.4.9 Витрати | 55 |
| 5.5 Споживачі властивостей товару | 55 |
| 5.6 Дослідження ринку | 56 |
| 5.7 Дослідження конкурентного оточення | 56 |
| 5.8 Маркетингова стратегія просування | 56 |
| 5.9 Елементи фінансового плану | 56 |
| 5.9.1 Опис бізнес-проекту..... | 56 |
| 5.9.2 Опис товару /послуги/ технології. | 57 |
| 5.9.3 Маркетинг та продаж. | 57 |
| 5.9.4 Фінансовий план | 57 |
| 5.9.5 Резюме | 57 |
| 5.10 Подальші кроки в проекті | 58 |
| 5.10.1 Наукова діяльність | 58 |
| 5.10.2 Організаційна діяльність | 58 |
| 5.10.3 Маркетингова діяльність | 58 |
| 5.10.4 Комерційна діяльність | 58 |
| ВИСНОВКИ | 60 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 62 |
| Додаток А | 64 |
| Додаток Б | 67 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГМ – газифікована модель

РФ – рідка фаза

ПГФ – парогазова фаза

ТФ – тверда фаза

% об. – відсоток об'єму

мас. ч – масова частина

мм – міліметр

см – сантиметр

° С – градус Цельсія

ВСТУП

Сучасний світ вимагає від машинобудування виготовлення якісної та надійної продукції. З усіх методів виробництва найбільш економічно доцільним та екологічно безпечним є ливарне виробництво.

Серед усіх методів лиття, найбільшої популярності після лиття у піщано-глинясті форми набув процес лиття за моделями що газифікуються (ЛГМ).

Даний метод лиття має значний ряд переваг: зменшення собівартості виробництва, спрощує технологічний процес, зменшує трудомісткість, скорочує виробничі площі, поверхні виливків однорідні та мають мінімальну шорсткість [1].

Проте ЛГМ має і недоліки, які обмежують області його раціонального використання, до них слід віднести: моделі з товщиною стінок менше 8...10 мм, значних розмірів, виготовляти за допомогою механічної обробки проблематично, так як існує деформація моделі під тиском оброблювального інструменту. Для виготовлення моделі із гранул полістиролу необхідні прес-форми, які досить коштовні, що виключає можливість застосування цього методу в умовах одиничного виробництва. Неможливо отримати складні порожнини у виливку без стрижнів, хоча і використання великих стрижнів неможливе, так як вони під власною вагою руйнують саму модель.

Тому був запропонований метод отримання порожнистих виливків за допомогою застосування піщаних стрижневих сумішей на основі кварцового піску та спученого перліту, із зв'язуючим смолою СФП 011Л та розчинником метилацетату. Дані стрижневі суміші в меншій мірі втрачають міцність під дією гарячої пари при виготовленні комбінованих моделей [2,3].

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Особливості литва за моделями, що газифікуються

Лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ-процес) має головну відмінність від інших способів отримання виливків тим, що моделі залишається у формі в період її заливання.

Результатом взаємодії розплавленого металу та газифікованої моделі (ГМ) є утворення рідкої (РФ), парогазової (ПГФ) і твердої фази (ТФ), які визначають особливості заповнення форми, її газовий режим та умови формоутворення якості виливків.

Для виготовлення ГМ найбільш часто використовують пінополістирол. В залежності від конфігурації, складності виливка та серійності виробництва обирають вид та спосіб його обробки.

На сьогоднішній день велика увага приділяється пошукам нових модельних матеріалів, так як через свої недоліки пінополістирол є не найкращим матеріалом. Основними його аналогами є матеріали на основі поліолефінової смоли, пінопропілену, циклічних вуглеводнів, полі метилметакрилату та інших полімерів.

Проте їх аналіз показує, що в деяких випадках із них неможливо отримати складні тонкостінні моделі, а в інших випадках вони дорожче в кілька разів [1]. Тому на даний час та в найближчому майбутні пінополістирол залишається основним матеріалом для виготовлення ГМ через свої економічні та конструкційні переваги.

Також одним з головних недоліків лиття за моделями, що газифікуються, неможливість отримання складних тонкостінних виливків із внутрішніми порожнинами, які неможливо заповнити сипким наповнювачем при вібраційному ущільненні.

Серед усіх розроблених методів виготовлення таких виливків, найбільш оптимальним є використання стрижнів, у комбінованих пінополістиролових моделях.

1.2 Властивості піщано-смоляних сумішей

Піщано-смоляні суміші для виготовлення стрижнів повинні мати досить оптимальні властивості, які впливають на майбутній виливок. До них відносять: міцність на розрив і згин, ступінь плакування, газопроникність, газотвірність, текучість, живучість. Ці властивості і їх кількісні характеристики залежать від технології виготовлення та умов роботи стрижнів, санітарно-гігієнічних вимог і економічності процесу виробництва виливків.

Міцність сумішей напряму залежить від виду і кількості зв'язувального, температури твердіння і часу витримки при цій температурі, а також розміру зернового наповнювача.

Найбільш значимо на міцність піщано-смоляних сумішей впливає якість наповнювача, а саме його гранулометричний склад. Так із зменшенням розмірів зерен наповнювача міцність таких сумішей різко падає, а зі збільшенням розмірів зерен веде до зниження в'язкості[4].

Плаковані піски володіють більш вищою міцністю на розривання в звичайних умовах, у порівнянні з неплакованими. Однак стрижні із такої суміші після тривалого зберігання розтріскуються в умовах заливання. Тому в якості присадок, можна задіювати у суміші мінеральні масла середніх в'язкостей, масла зі структурою фенолу або рідкі фенолформальдегідні смоли [4].

Гігроскопічність сумішей. Тверді піщано-смоляні суміші є капілярно – пористим матеріалом, який контактує на різних етапах технологічного процесу з оточуючим середовищем. В залежності від типу оточуючого середовища піщано-смоляні суміші в затверділому стані можуть видавати або вбирати вологу.

Гігроскопічність твердих зразків визначають, як зменшення їх міцнісних характеристик при витримці на повітрі і в матеріалі, який контактує [5].

Під **газопроникністю** плакованих сумішей розуміють їх властивість пропускати газу. При недостатній газопроникності газу, що утворюються при заливанні, будуть проходити через метал, утворюючи газові раковини та порожнини. Вона залежить від ступеню ущільнення суміші.

Для визначення газопроникності піщано-смоляних сумішей застосовують

загальноприйняту методику перевірки випробування цих сумішей [6].

Газотвірність. Кількість газів, які виділяються, при заливанні форми і пропорційні кількості смоли у суші. До початку моменту створення і виділення газів проходить не більше 15с; найбільше виділення газів відбувається в перші 30...60 с. Газотвірність сумішей із фенол формальдегідними смолами визначають за допомогою циліндричних стрижнів діаметром 150 мм з площею робочої поверхні 175 см² і товщиною 50 мм, при заповненні форм чавуном при температурі 1370...1380 °С [6].

1.4 Приготування сумішей

У процесі приготування піщано-смоляних сумішей, має місце постійного пиловиділення, є небезпечним для здоров'я робітників.

На сьогоднішній день розроблено декілька способів плакування піску смолою. В залежності від методики того чи іншого способу плакування застосовуються різні типи смол.

Холодне плакування піску порошкоподібною смолою з розчинником. Даний метод плакування був першим, який застосували в ливарних цехах та лабораторіях. Метод розбілений на властивості фенольних смол розчинятися в спиртах і кетонах.

В процесі холодного плакування в змішувач першим завантажують сухий пісок, наступним вводять необхідну кількість смоли. Змішують протягом 30 с і додають чітко виміряний об'єм розчинника, згідно рекомендацій. Слід відповідально слідкувати за кількістю дози розчинника. Перемішування відбувається 10...12 хв в мало швидкісних бігунах і 7...8 хв у більш швидких. З плином часу перемішування суміш стає більш сухою, розсипчастою і вільно текучою. Зерна плакованого смолою піску отримуються повністю однорідними.

Головний недолік піску, плакованого даним методом, є те, що пісок зкомковується. Дана явище пояснюється клейкістю суміші, що утворюється через неповне випаровування розчинника при сушці. За кімнатної температури

неможливо повністю видалити рештки розчинника, який зтримується плівкою смоли, що утворилась на першій стадії швидкого випаровування розчинника [4].

Холодне плакування піску смолою, яка розчинена у водному розчині спирту. За даного методу плакування вода застосовується заради зм'якшення дій спиртів на смоли, тобто, щоб збільшити в часі період пластичного стану під час перемішування і отримати більш сухий, розсипчастий і вільно текучий пісок. Для плакування застосовується будь – який етиловий спирт. Метиловий спирт також дає оптимальні результати але він є більш небезпечним. Для того, щоб мати задовільні результати, слід застосовувати співвідношення спирт/вода=1:3. Зменшення кількості води збільшує зкомкованість суміші і навпаки, за надто велика кількість води зменшує властивості спирту розчиняти смолу; при цьому отримується суміш низької якості.

Смоли, що використовуються разом із водно-спиртовими розчинами можуть бути термопластичними рідинами першої стадії, до яких необхідно додавати уротропін під час плакування піску або використовувати термореактивні порошки з вже введеним уротропіном.

Оптимальне відношення смола/розчинник знаходиться в межах від 3/1 до 5/1. Чим менша фракція піску, тим менше співвідношення смола/розчинник.

Даний спосіб плакування можна використовувати в звичайних коткових змішувачах змішувачах. Однак процес перемішування суміші, має бути без зупинок після введення розчинника [4].

Плакування гарячого піску наволочною смолою. Такий метод базується на застосуванні термопластичної смоли. Дана смола не має термореактивних властивостей до того часу, поки до неї не додають уротропін.

Вона не потребує спирту, так як уротропін вводять у вигляді водного розчину. Вода швидко випаровується з розігрітого піску, а уротропін лишається рівномірно розподіленим в суміші.

Для виготовлення плакованого піску методом гарячого плакування в промислому масштабі використовують звичайні коткові змішувачі. Розроблено два основних методи гарячого плакування: 1) смола і пісок можуть бути змішані і нагріті до 20...135 °С, з наступним додаванням водного розчину уротропіну; 2)

у першу чергу пісок нагрівається до 163 °С, після цього до нього додається смола, вони перемішуються, а вже потім вводиться водний розчин уротропіну. У воді розчиняється лише біля 15 % уротропіну від ваги смоли. Зайва вода робить сам процес набагато тривалішим.

Методом гарячого плакування отримуються суміші більш якісні, у порівнянні з методом холодного плакування. Для гарячого плакування застосовується газові повітряні нагрівачі, мало швидкісні коткові змішувачі.

1. У мало швидкісні коткових змішувачах при 150...175 °С засипається пісок з чітко виміряною кількістю гранульованої наволочної смоли. Перемішуються протягом 3 хв або до того часу, поки вся смола не розплавиться і рівномірно не розподілиться по зернам піску.

2. Гаряча піщано – смоляна маса з нагрітих коткових змішувачах завантажується у високошвидкісні змішувачі. Наступним вводиться водний розчин уротропіну, за допомогою розбрискування.

3. Перемішування відбувається до того часу, поки не випарується вся вода і суміш не стане сухою і розсипчастою. Після цього її слід просіяти перед засипанням у бункер для зберігання.

Даний метод виготовлення суміші, має ряд переваг у порівнянні з попередніми. Межа міцності при розтягуванні піску гарячого плакування на 25 % вища, ніж піску холодного плакування, тому що смола розплавляється по межах зерен піску і надійно до них прилипає. Пиловиділення під час перемішування значно менше, ніж при виготовленні суміші методом холодного плакування [5].

Спосіб теплового плакування. При використанні методу теплового плакування пісок спочатку нагрівають до 60 °С, після чого додають смолу та вводять розчинник. Після цього в змішувач під час перемішування суміші вдувають повітря, нагріте до 150 °С, для більш швидкого випаровування розчинника. Властивості даних сумішей вищі, у порівнянні із сумішами, що отримані методом холодного плакування. Це пояснюється тим, що вони мають більш міцне зчеплення плівки смоли з піском. Крім того, час змішування суміші за даного способу зменшується до 2 рази, що збільшує економічність вигідність даного методу [7].

Швидкісний метод плакування. В якості розчинника використовується 1...1,2 % технічний фурфурол з різним кількістю смол. Суміш виготовляється в маятникових змішувачах. Для пришвидшення випаровування фурфуролу та зменшення нагрівання лопатей під час змішування початкові матеріали продуваються стиснутим повітрям. На дні та стінках чаші змішувача роблять три отвори діаметром 12 мм. Повітря вдувається у змішувач під тиском 6 кгс/см² через 2 хвилини після початку перемішування, тобто коли пульвербакеліт вже повністю розчинений фурфуролом. Після змішування і продування на протязі 1,5...2 хв піщано – смоляна суміш сохне і стає розсипчастою. Загальний час приготування плакованої суміші повинна складати 4,5...6,5 хв з видачою готової суміші 300 кг [4].

1.5 Вибір матеріалів

1.4.1 Зв'язувальний компонент СФП011Л

Згідно результатів дослідження найменшим ступенем втрати міцності в атмосфері перегрітої пари володіють суміші на основі СФП011Л. В зв'язку з цим для стрижневої суміші використовуємо даний зв'язувальний компонент [2,3,7].

Дана фенолформальдегідна смола, є сумішшю твердої термопластичної фенолоформальдегідної смоли разом з уротропіну СФП 011Л (ТУ 2257-111-05015227- 2006), отриманої під час їх механічного оброблення. Дозволяє отримувати високоякісні виливки, точно відтворювати форму моделей. У звичайному стані порошок від білого до світло-жовтого кольору, міцність при розриванні до 6 МПа, вміст вільного фенолу 4,61 %, масова доля уротропіну – 8,7 %, густина 1,2...1,22 г/см³ [8].

1.5.2 Кварцевий пісок та спучений перліт

Для виробництва легких стрижнів для комбінованих піннополістиролових моделей відповідно до досліджень [2,3] було обрано суміш річного кварцю

піску та спученого перліту за різного співвідношення.

Спучений перліт (ДСТУ 10832-2009) є зернистим пористим матеріалом, подібним до дрібнозернистого піску щебню, отриманий шляхом термічного оброблення здрибнених склоподібних порід типу обсидіану, перліту й інших, які містять первинну воду в кількості від 0,3 до 5,8 % [9].

Таблиця 1.3 – Властивості спученого перліту

| Найменування | Розмір зерна, мм | Об'ємна маса, кг/м ³ | Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К) | Температура плавлення, °С |
|--------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Спучений перліт дрібний | 0,16...2,5 | 75...100 | 0,065...0,095 | 997...1297 |
| Спучений перліт фільтр-порошок | 0,01...0,16 | 25...150 | 0,06...0,09 | 907...1057 |

1.5.3 Розчинник метилацетат

Як показали дослідження [2,3] відповідно до чинного законодавства України метилацетат є оптимальним розчинником смоли СФП 011Л.

Метилацетат (метиловий ефір оцтової кислоти) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, молекулярна маса 74,08 а.о.м.; безбарвна рідина; температура застигання - 98,1 °С, температура кипіння 57 °С. Перемішується з органічними розчинниками у всіх співвідношеннях; розчинність у воді 31,9 %. Густина метилацетату - 0,9244 г/см³ (20 °С, стан речовини – рідина).

Метилацетат виготовляється у вигляді побічного продукту при виробництві полівінілового спирту. За розчинюючою здатністю метилацетат схожий до ацетону.

За хімічними властивостями метилацетат – типовий ефір складної

аліфатичної монокарбонової кислоти. Виготвляють його етерифікацією оцтової кислоти метанолом у присутності H_2SO_4 (або $FeCl_3$, $AlCl_3$), із оцтового ангідриду і метанолу, при піролізі деревини. Використовують в соновному, як розчинник у виробництві фарб та лаків, клеїв ефірів целюлози, полівінілацетату, поліметилметакрилату, рослинних і тваринних жирів, багатьох синтетичних смол та ін., як екстрагент в аналітичній хімії та компонент багатьох промислових розчинників, для відділення $LiCl$ від інших хлоридів лужних металів, як ароматизуюча речовина для харчових продуктів.

Метилацетат вогненебезпечний, як і будь-який спирт, його пари утворюють вибухонебезпечні суміші разом із повітрям за звичайних умов. Високі концентрації його парів можуть призводити легкі опіки очей та слизових оболонок. Вплив парів цієї сполуки може також викликати до головний біль, сонливість, запаморочення, відчуття печіння в очах і сльозотечу, сильне серцебиття, а також до почуття стиснення у грудях і задишки. Максимально допустима концентрація цього спирту в повітрі сягає 0,04 % [10] .

Недоліком при виготвленні суміші з даним розчинником є те, що після його введення розчинника суміш зкомковується, тому слід періодично розпушувати ці комки.

1.6 Висновки та постановка цілей та задач дослідження

На основі проведеного аналізу літературних даних можна зробити наступні висновки:

1. При виробництві виливків зі складними внутрішніми порожнинами не можливо отримати бездефектну внутрішню порожнину без використання стрижнів.
2. Суміші зі зв'язувальним смолою СФП 011Л є найоптимальнішим вибором, так як, мають найменший ступінь втрати міцності в атмосфері перегрітої пари.
3. Згідно чинного законодавства України та проведених раніше

досліджень розчинником для смоли СФП 011Л у даних сумішах доцільно обирати метилацетат.

Цілями досліджень являються:

- оптимізація складу стрижневої суміші.
- оптимізація технологічного процесу виготовлення стрижнів для комбінованих пінополістиролових моделей.

Для досягнення поставлених цілей дослідження необхідно:

1. Дослідити вплив кількості спученого перліту та міцність стрижнів.
2. Дослідити вплив кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів.
3. Визначити оптимальну кількість розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів.
4. Дослідити кінетику тверднення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту із зв'язувальним смолою СФП 011Л із застосуванням розчинника метилацетату.
5. Визначити оптимальний режим спікання стрижнів .
6. Дослідити вплив парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення.
7. Визначити оптимальний режим та період сушки стрижнів та їх вплив на міцність стрижнів.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Основні матеріали та обладнання, які використовувались у роботі

Під час експериментів були використані: Матеріали:

- кварцовий пісок (ГОСТ 2138 – 78), марка 2К1О₂О₃, вміст глинистої складової 0,2...0,5 %, вміст SiO₂ – 99 %, коефіцієнт однорідності – 70...80 %;
- спучений перліт дрібний (ГОСТ 10832-2009) марка – ПВМ, фракція – 0,16...2,5 мм, об'ємна маса - 81 кг/м³;
- фенолформальдегідна смола СФП 011Л (ТУ 2257-111-05015227-2006), спосіб отримання: змішування, 7,4...8 % фенол формальдегідної смоли разом з уротропіном (8...12 %), зовнішній вигляд: порошок від білого до світло- жовтого кольору, міцність до 6 МПа при розриві, вміст вільного фенолу 4,61 %, масова доля уротропіну- 8,7 %;
- метилацетат (ТУ 2435 – 063 – 002037656 – 2001), густина 0,9593 г/см³, ГДК – 100мг/м³;

Обладнання: електронні ваги; муфельна піч МП-2 ; лабораторний копер моделі 030М; котковий змішувач моделі 018М; електрична піч MYSTERY MOT-3325, сито для просіювання наповнювача; розривна машина РП-100; голка Віка моделі ІВ – 2; стрижневе оснащення; автоклав ГК 100 – 2.

Характеристики обладнання приведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Характеристика обладнання

| Обладнання | Характеристика |
|---------------------|--|
| Лабораторний копер | Модель - 030М |
| Електронні ваги | Робоча напруга - 220 В Опір - 4 Ом |
| Розривна машина | Модель-РП-100 Ціна поділки - 0,1 кг/см ² |
| Стрижневе оснащення | «Вісімки» Висота 10, 25 мм |

Продовження таблиці 2.1

| | |
|-------------------|---|
| Муфельна піч | Робоча напруга - 220 В Опір - 4 Ом |
| Котковий змішувач | Модель – 018М Продуктивність машини – 4...6 м ³ /год Потужність електродвигуна – 11 кВт Кількість котків – 2 Кількість плужків – 2 |
| Голка Віка | Модель ІВ – 2 Діаметр голки – 1,1 мм (+-0,06) Довжина голки – 50мм Ціна поділки шкали – 1мм/под (+-0,06) Габаритні розміри – 145×160×288 мм |
| Автоклав | Модель – ГК 100 – 2 Об'єм камери – 200л Робочий тиск – 2 атм |
| Електрична піч | Модель: MYSTERY MOT-3325 Потужність: 1500 Вт Робоча напруга: 220 В |

2.2 Методика приготування стрижневих сумішей на основі кварцового піску та спученого перліту

Суміш виготовляється за схожою методикою до приготування плакованої суміші для оболонкових форм та стрижнів. Наповнював являлась механічна суміш сухого кварцового піску марки 2К1О₂ОЗ (ГОСТ 2138 - 91) та спученого перліту марки ПВМ (ГОСТ 10832-2009). Зв'язувальним компонентом в суміші

була використана смола СФП011Л, у якості розчинника обрано – метилацетат.

У котковий змішувач моделі 018М, загрузається пісок, спучений перліт і смола, які змішуються протягом 3 хв, далі додається метилацетат і після деякого часу перемішування суміш вигружається. Недоліком при виготовленні даної суміші є те, що після введення розчинника, суміш зкомковується, тому слід періодично розпушувати комки. Після приготування суміш просіюють для її подальшого використання.

2.3 Технологія отримання стрижнів

Дослідження проводились з використанням зразків-«вісімок» висотою 10 мм, які виготовлялись за допомогою стрижневих ящиків. Їх виготовлення відбувалося за наступною технологією:

1. Розігрівання оснащення;
2. Нанесення розділового покриття (вода – 100%, метилацетат – 5%, поверхнево-активні речовини – 3%);
3. Засипання та ущільнення суміші за стандартною технологією;
4. Спікання стрижнів разом з металевим оснащенням у муфельній печі;

Температура та час витримки зразків визначались експериментальним шляхом.

2.4 Методика дослідження кінетики тверднення

Для дослідження суміші змішувалась в котковому змішувачі відповідно до методики 2.3. Після перемішування суміш вигружалася та додатково просіювалася через сито. В даних експериментах використовувались зразки «вісімки» - 10 мм. Стрижні виготовлялись за методикою 2.3, суміші спікалась в печі при температурі 180, 220, 240, 260 °С протягом 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 хв. За допомогою голки Віка визначалась глибина проникнення в зразок одразу після термічного оброблення.

2.5 Технологія визначення міцності стрижнів

Міцність зразків визначалась за стандартною методикою на розривній машині моделі РП – 100. Дослідження відбувалося з використанням зразків - «вісімок» висотою 10 мм, виготовлення яких відбувалось відповідно до методики 2.4.

2.6 Методика дослідження впливу парочасового оброблення на характеристики міцності

Обробку зразків - «вісімок» проводили в автоклаві марки ГК-100-2 ГОСТ 19569-74 при температурі 130...135 °С и тиску 2,0 атм. За тривалість обробки приймаємо час від моменту створення робочого тиску 2,0 атм. у камері автоклаву до моменту скидання тиску, тобто обробка відповідає умовам остаточного спінення пінополістиролу при виготовленні моделей (рис. 2.1). Час виходу автоклава на робочий режим остаточного спінювання складає 6...7 хвилин (рис. 2.2).

На рисунку 2.2 показана кінетика виходу автоклаву на режим обробки пінополістиролової моделі.

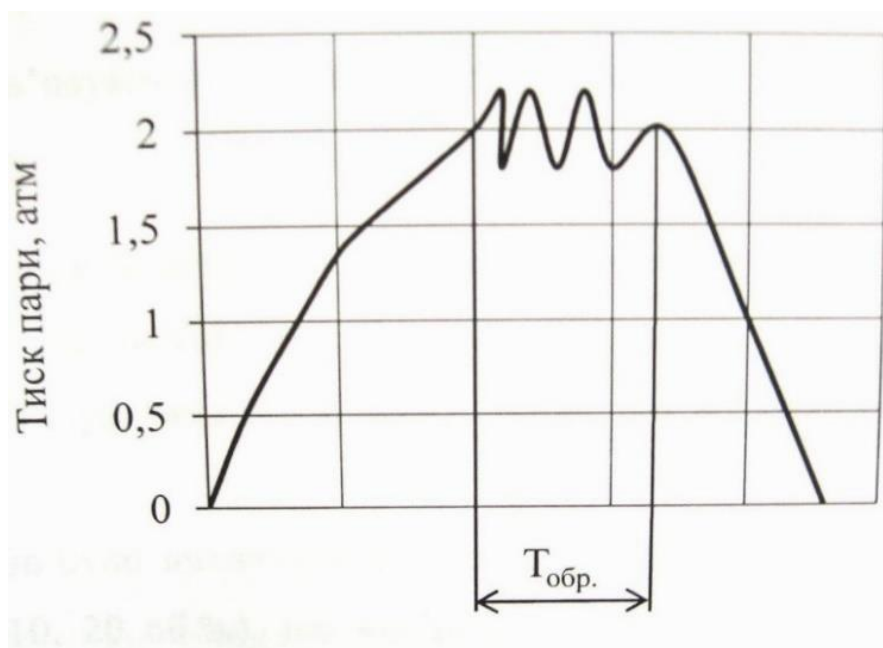


Рисунок 2.1 – Час оброблення пінополістиролової моделі в автоклаві

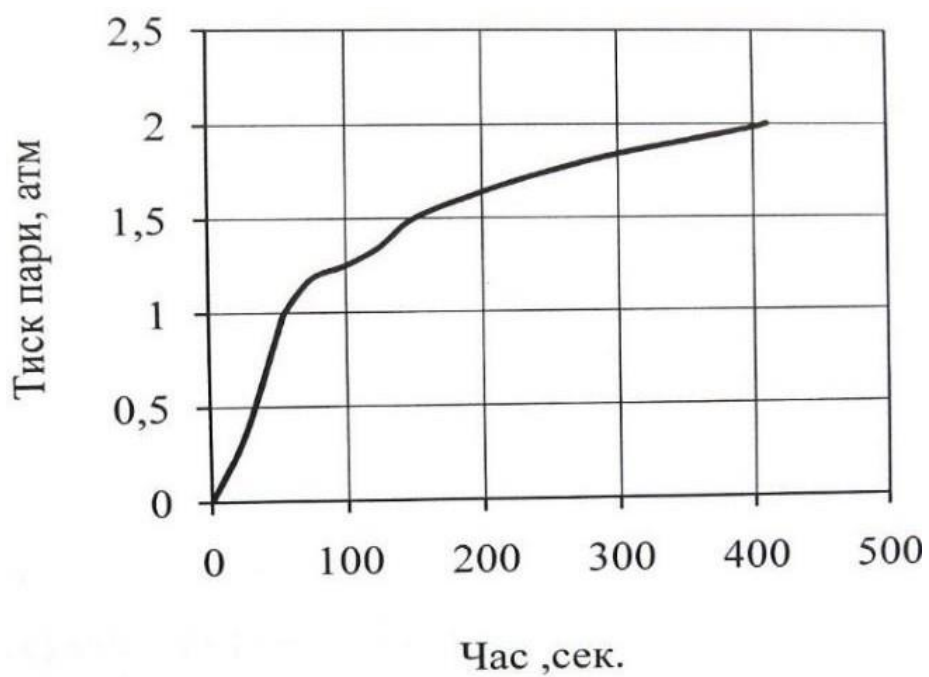


Рисунок 2.2 – Кінетика виходу автоклаву на робочий режим

Вологонасичення стрижнів визначаємо за формулою:

$$W = (m_1 - m_2)/m_2 \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де W – вологонасичення стрижня, %;

m_1 – маса зразка після обробки у автоклаві;

m_2 – маса зразка до обробки у автоклаві

2.7 Методика дослідження впливу сушіння на характеристики міцності стрижнів

Сушіння зразків відбувалося у двох режимах, а саме у електричній печі моделі MYSTERY MOT-3325 та на повітрі. За тривалість сушіння приймаємо час до 60 хв для електричної печі, а також до 24 годин для витримці на повітрі. Температуру для сушіння за допомогою печі приймаємо 50 °С та 80 °С, сушіння на повітрі відбувалося за кімнатної температури 18 °С.

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження впливу кількості спученого перліту та кількості смоли на міцність стрижнів

Одним із головних недоліків пінополістиролових моделей є низька конструкційна міцність.

Тому стало необхідно використовувати легкі стрижні. З попередніх досліджень встановлено, що такій вимозі відповідають суміші із кварцевим піском та спученим перлітом у якості наповнювача.

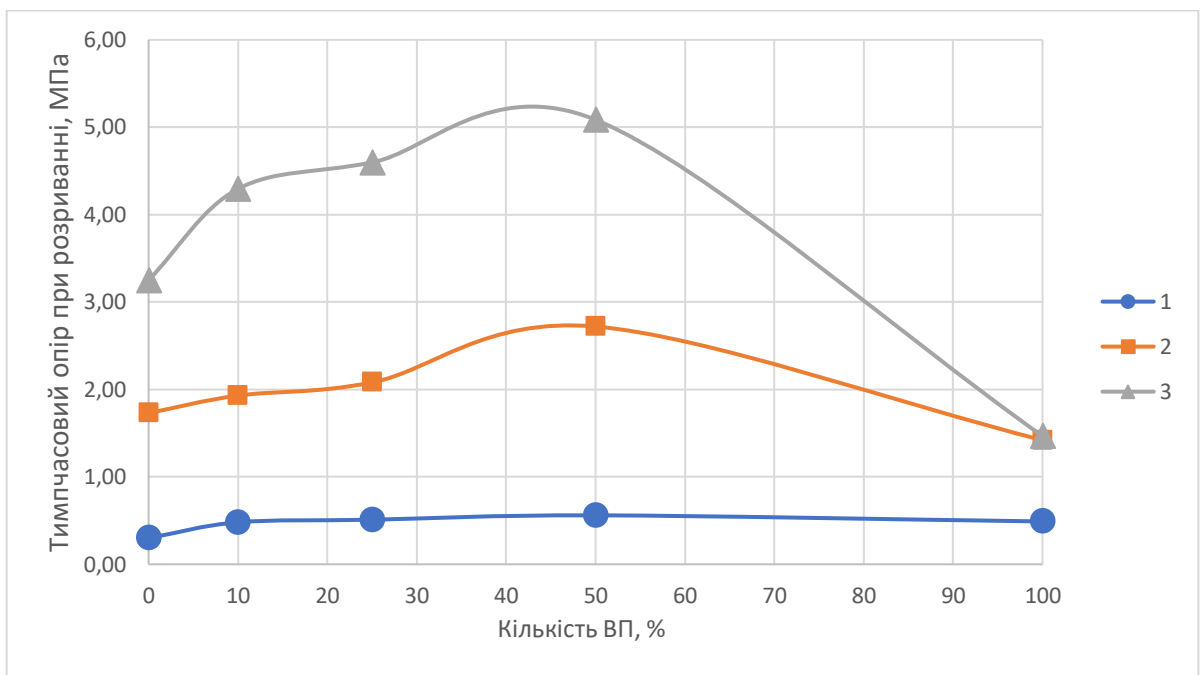
Вплив на зміну характеристик міцності стрижнів в залежності від кількості спученого перліту та кількості смоли представлені в табл. 4.1 та на рис. 4.1. Експерименти проводились на сумішах з 7,5...22 % об. смоли СФП 011Л і 3,7 % об. метилацетату.

Таблиця 3.1 – Вплив кількості спученого перліту на міцність сумішей

| № досліджу | Склад суміші, % об. од. | | | | Середнє значення міцності стрижнів, МПа |
|------------|-------------------------|-----------------|----------|-------------|---|
| | Пісок | Спучений перліт | СФП 011Л | Метилацетат | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 100 | 0 | 7,5 | 3,7 | 0,3 |
| 2 | 90 | 10 | | | 0,48 |
| 3 | 75 | 25 | | | 0,51 |
| 4 | 50 | 50 | | | 0,56 |
| 5 | 0 | 100 | | | 0,49 |
| 6 | 100 | 0 | 15 | 3,7 | 1,73 |
| 7 | 90 | 10 | | | 1,93 |
| 8 | 75 | 25 | | | 2,08 |
| 9 | 50 | 50 | | | 2,72 |
| 10 | 0 | 100 | | | 1,42 |

Продовження таблиці 3.1

| | | | | | |
|----|-----|-----|----|-----|------|
| 11 | 100 | 0 | 22 | 3,7 | 3,25 |
| 12 | 90 | 10 | | | 4,29 |
| 13 | 75 | 25 | | | 4,6 |
| 14 | 50 | 50 | | | 5,09 |
| 15 | 0 | 100 | | | 1,47 |



1 – при 7,5 об.ч СФП 011Л; 2 – при 15 об.ч. СФП 011Л; 3 – при 22 об.ч СФП 011Л

Рисунок 3.1 – Вплив кількості слученого перліту на міцність стрижнів

Як видно з рисунку 3.1 збільшуючи кількість слученого перліту до 50 %, міцність суміші зростає досягаючи свого максимального значення у 0,56 МПа; 2,72 МПа; 5,09 МПа для 7,5 об.ч; 15 об.ч; 22 об.ч смоли СФП 011Л відповідно.

Це пов'язано з тим, що досягається максимальна упаковка наповнювача у суміші[14].

Наступне зменшення міцності пояснюється тим, що переважаючою фракцією у суміші стає перліт, а його міцність суттєво менша за кварцовий пісок у чистих 100 % сумішей.

3.2 Дослідження впливу кількості спученого перліту та кількості смоли на міцність стрижнів

Для визначення впливу кількості зв'язувального компонента на міцність були проведені дослідження з сумішами із різною кількістю смоли СФП 011Л з додаванням 3,7 об.ч розчинника. Суміші спікались при температурі 220 °С протягом 12 хв. Результати досліджень приведені в табл. 3.1. і на рис. 3.1

Як видно на рисунку 3.1 найменша міцність 0,56 МПа має суміш із 7.5 об.ч смоли, а максимальну 5,09 МПа має суміш із 22 об.ч зв'язувального компонента.

Це пояснюється тим, що чим більша кількість смоли тим краще обволікаються зерна наповнювачів, і тим більша площа контакту між ними, що і призводить до збільшення міцності.

Також варто відмітити, що використання сумішей із кількістю смоли СФП 011Л понад 15 об.ч., призводить до збільшення газовиділення при спіканні, а також до її неекономічного використання. В свою чергу суміші з кількістю смоли СФП 011Л меншою за 15 об.ч, мають не достатні характеристики міцності.

3.3 Визначення оптимальної кількості розчинника

Були проведені дослідження впливу кількості розчинника на міцність стрижнів. Стрижні спікались при температурі 220 °С протягом 12 хв. Для дослідження була обрана суміш із таким складом 50 % кварцового піску, 50 % спученого перліту та 15 об.ч смоли СФП 011Л. Результати досліджень наведені в табл. 3.3 та на рис. 3.2.

Таблиця 3.3 – Вплив кількості розчинника на міцність стрижнів

| № досліджу | Склад суміші | | | | Середнє значення міцності стрижнів, МПа |
|------------|--------------|--------------------|----------------|-------------------|---|
| | Пісок, % | Спучений перліт, % | СФП 011Л, об.ч | Метилацетат, об.ч | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 50 | 50 | 15 | 2,5 | 1,83 |
| 2 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 2,62 |
| 3 | 50 | 50 | 15 | 4,5 | 2,64 |
| 4 | 50 | 50 | 15 | 5,5 | 2,65 |

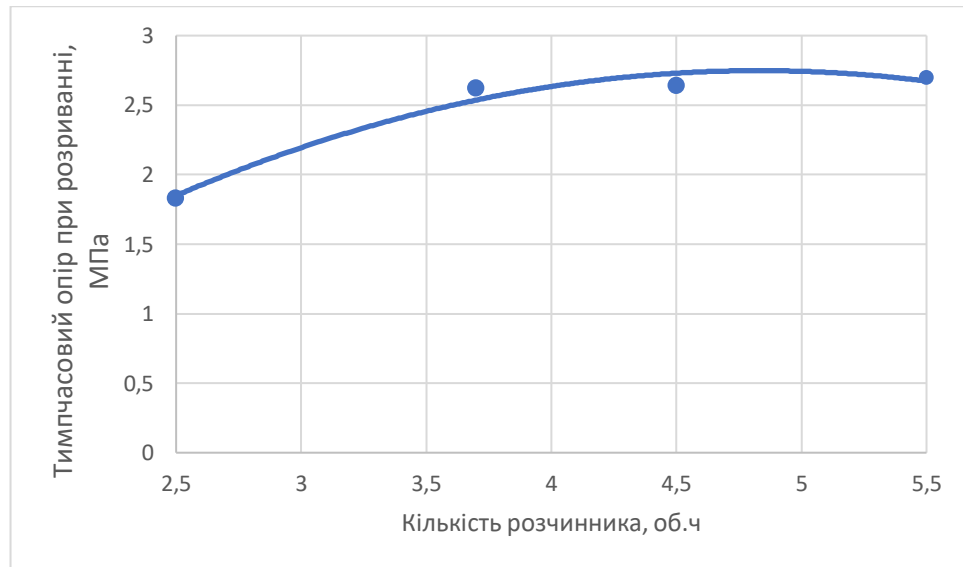


Рисунок 3.2 – Вплив кількості розчинника на міцність стрижнів

У проведених дослідження [2,3] було встановлено, що для певної кількості смоли існує своя оптимальна кількість розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність.

Як видно з рис.3.2 при збільшенні кількості розчинника призводить до збільшення міцності, при чому чим більша кількість розчинника, тим менше це збільшення.

Встановлено, що оптимальною кількістю розчинника є 3,7 об.ч для суміші з 15 об.ч смоли СФП 011Л. Наступне збільшення кількості розчинника понад 3,7

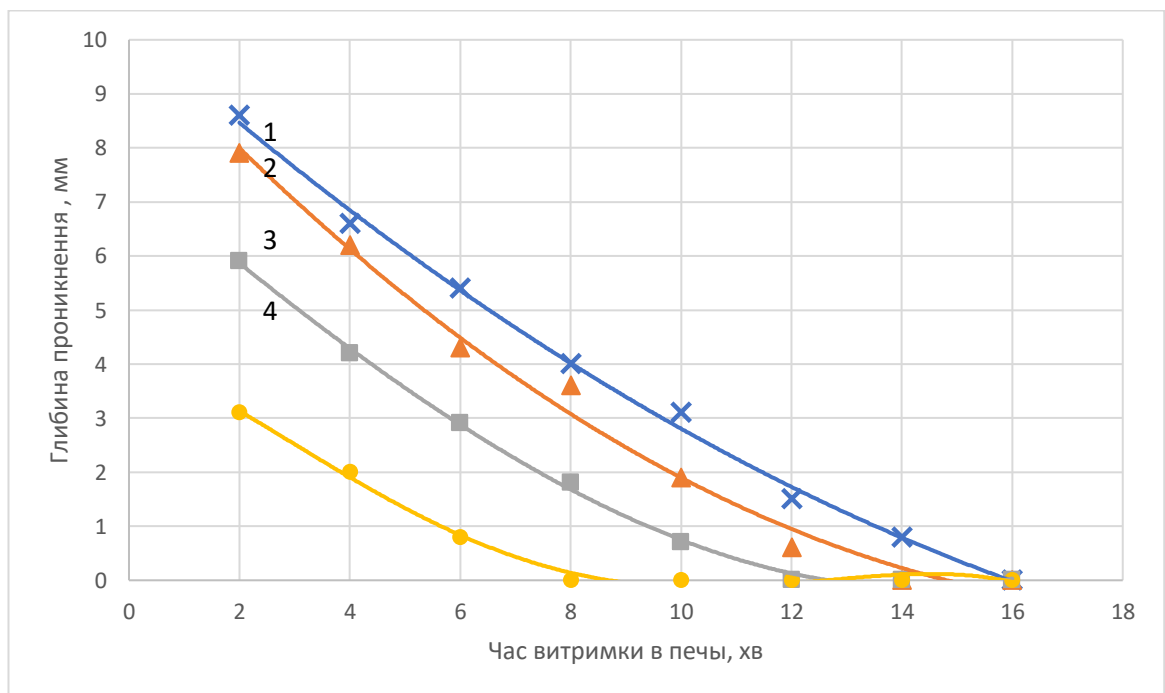
об.ч не призводить до суттєвого збільшення міцності. У той же час воно тягне за собою суттєве збільшення часу приготування суміші, так як, більша кількість метилацетату довше випаровується із суміші.

3.4 Дослідження кінетики твердіння стрижневої суміші

Дослідження кінетика тверднення стрижневої суміші проводилась з використанням зразків «вісімок» товщиною 10 мм при температурах спікання 180, 220, 240, 260 °С до їх повного тверднення. Визначалась глибина проникнення голки Віка в зразок відразу після термічного оброблення.

Час термічно обробки збільшували з кроком на 2 хв. Дані експерименти проводились із сумішшю з вмістом 50 % кварцового піску, 50 % спученого перліту, 15 об.ч смоли СФП 011Л та 3.7 об.ч розчинника.

Результати дослідів представлені на рис. 3.3, 3.4.



1 - 180 °С; 2- 220 °С; 3 - 240 °С; 4 - 260 °С;

Рисинок 3.3 – Залежність глибини проникнення від часу витримки в печі

Встановлено, що при температурі 180 °С зразки мають найбільший час твердіння, голка Віка зупиняється на відмітці «0» через 16 хв. При збільшенні

температури твердіння до 220 °С вона зупиняється через 14 хв, при збільшенні температури до 240 °С вона зупиняється через 12 хв, а при збільшенні до 260 °С вона зупиняється вже через 8 хв.

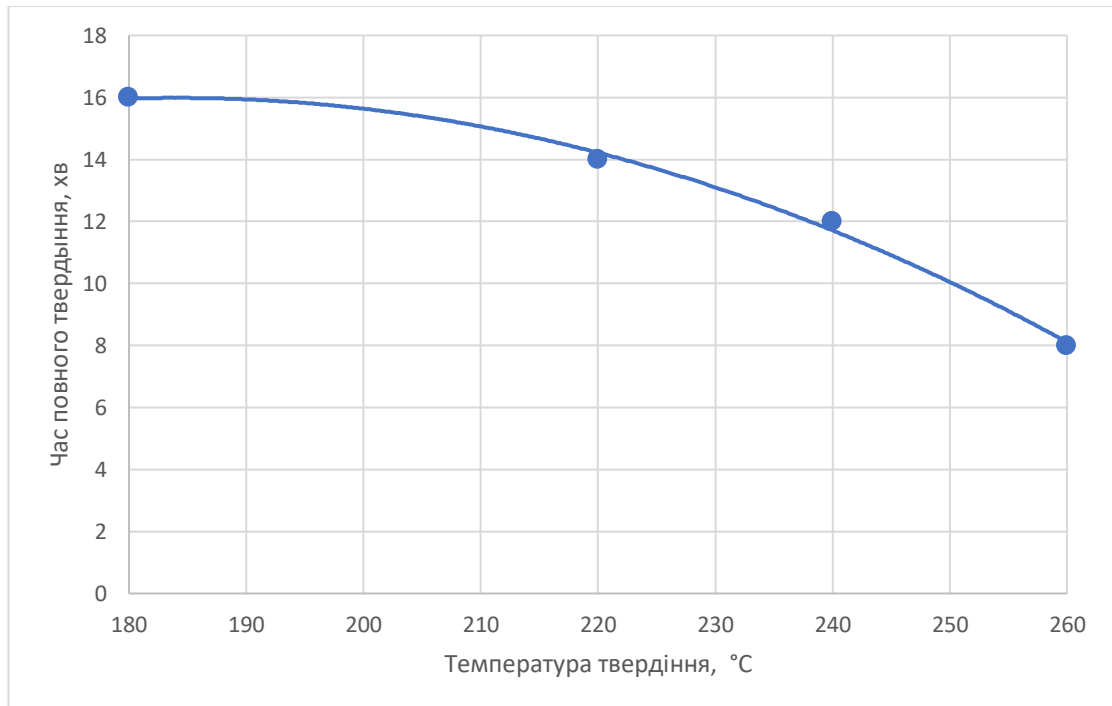


Рисунок 3.4– Вплив температури на час повного твердіння

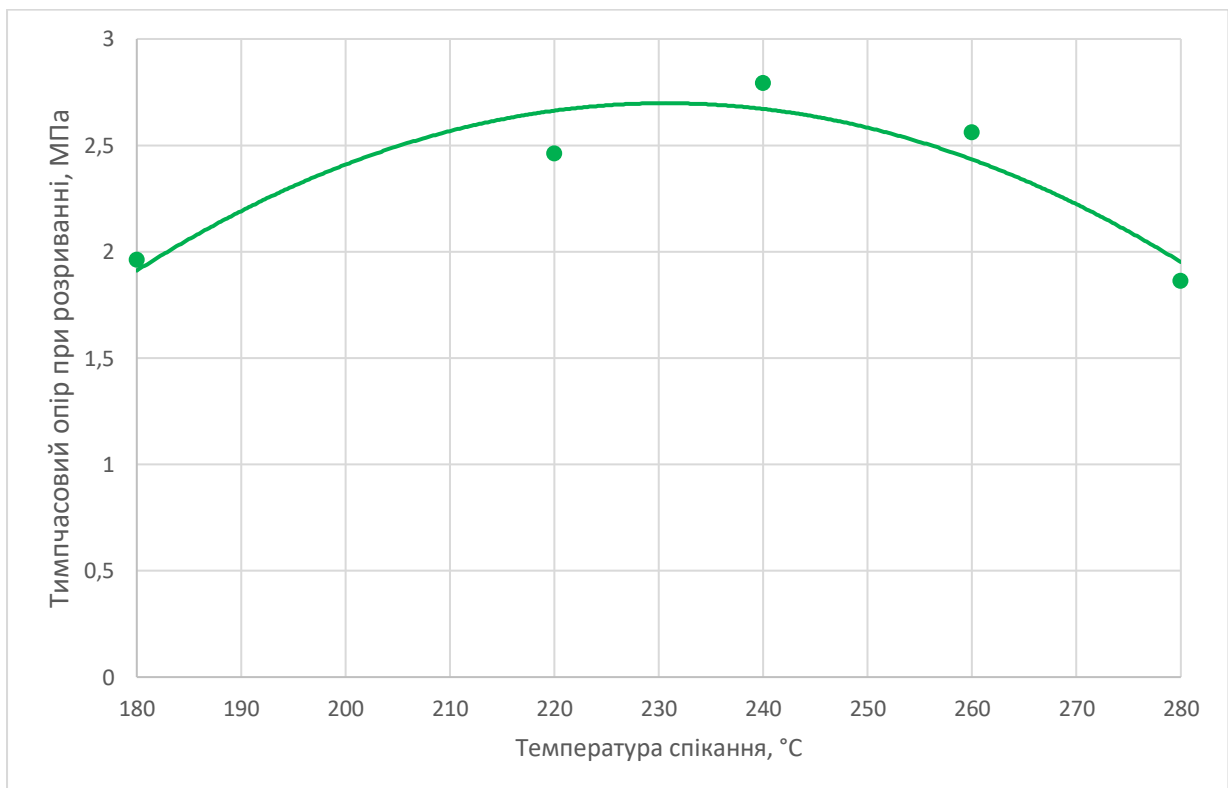
Таким чином, з рис.3.4 видно, що при збільшенні температури твердіння з 180 °С до 260 °С, час повного твердіння зменшується з 16 хв до 8 хв, це пов'язано зі збільшенням швидкості реакції твердіння .

3.5 Визначення оптимального режиму спікання

Дослідження проводились при температурі 220...280 °С і часу спіканні 8 ...16 хв . Дані експерименти проводились із сумішшю з вмістом 50 % кварцового піску, 50 % спученого перліту, 15 об.ч смоли СФП 011Л та 3.7 об.ч розчинника. Результати досліджень приведені в табл. 3.4,3.5 і на рис. 3.4,3.5.

Таблиця 3.4 - Вплив температури спікання на міцність стрижнів

| № досліду | Склад суміші | | | | Температура спікання, °С | Середнє значення міцності стрижнів, МПа |
|-----------|--------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|---|
| | Пісок, % | Слущений перліт, % | СФП 01 1Л, об.ч | Метилацетат, об.ч | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 180 | 1,93 |
| 2 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 220 | 2,41 |
| 3 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 240 | 2,72 |
| 4 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 260 | 2,59 |
| 5 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 280 | 2,16 |



Рисунк 3.5 – Вплив температури спікання на міцність стрижнів

Як показано на рис.3.5, при збільшенні температури спікання до 240 °С стрижні досягають свого максимального значення 2,72 МПа, подальше збільшення температури призводить до зменшення характеристики.

Таблиця 3.5 - Вплив часу спікання на міцність стрижнів

| № досліду | Склад суміші | | | | Час спікання, хв | Середнє значення міцності стрижнів, МПа |
|-----------|--------------|--------------------|----------------|-------------------|------------------|---|
| | Пісок, % | Случений перліт, % | СФП 011Л, об.ч | Метилацетат, об.ч | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 8 | 1,96 |
| 2 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 10 | 2,46 |
| 3 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 12 | 2,79 |
| 4 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 14 | 2,56 |
| 5 | 50 | 50 | 15 | 3,7 | 16 | 1,86 |

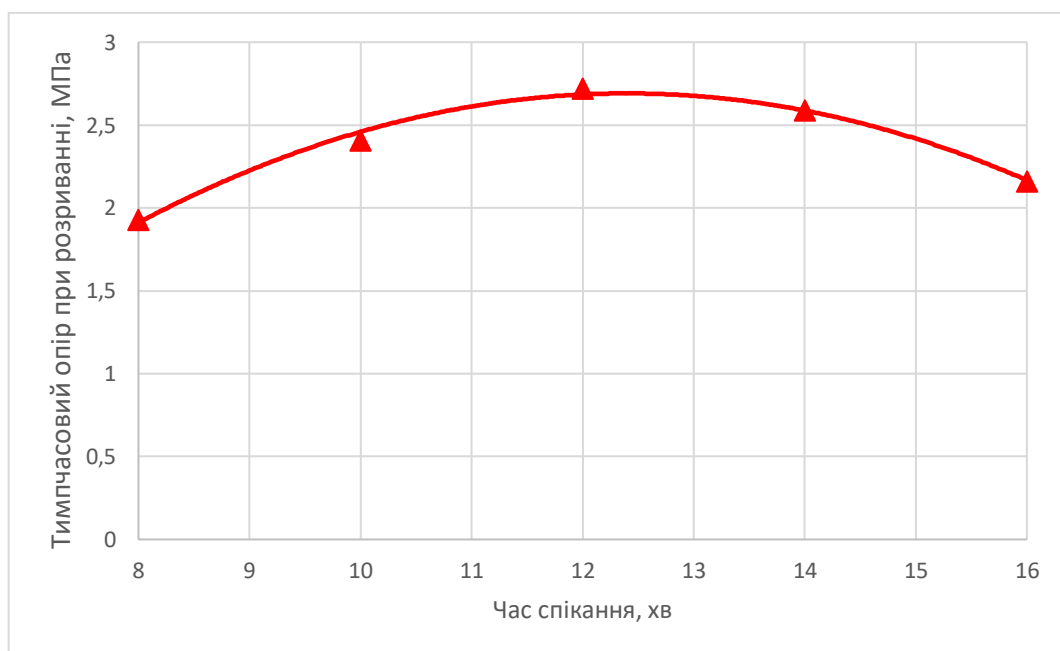


Рисунок 3.6 – Вплив часу спікання на міцність стрижнів

Як показано на рис.3.6, при збільшенні часу спікання до 12 хв суміш досягає свого максимального значення 2,79 МПа, подальше збільшення температури призводить до зменшення характеристики.

Встановлено, що при збільшенні як температури так і часу спікання, міцність стрижнів збільшується досягаючи свого максимуму, наступне збільшення цих параметрів, призводить до втрати міцності внаслідок термодеструкції смоли.

3.6 Дослідження впливу парачасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення

Беручи до уваги особливості виготовлення пінополістиролових моделей саме за допомогою автоклава, матеріал стрижнів, що застосовувався при отриманні даних моделей повинен мати ряд певних особливих властивості, тобто він має бути негігроскопічним, а також не втрачати міцність в атмосфері перегрітої пари.

Через те, було досліджено вплив часу оброблення перегрітою парою на вологонасичення і міцність стрижнів. У даних експериментах застосовувалася суміш із вмістом 50 % кварцового піску, 50 % спученого перліту, 15 об.ч смоли СФП 011Л та 3.7 об.ч розчинника. %. Перед обробкою в автоклаві суміш спікалася при температурі 240 °С протягом 12 хвилин.

Результати досліджень приведені в табл. 3.6, та на рис. 3.7, 3.8. Час обробки парою – 2...8 хвилин.

Таблиця 3.6 – Вплив оброблення перегрітою парою на властивості суміші.

| № досліджу | Час витримки в автоклаві, хв | Вологонасичення, % | Середнє значення міцності стрижнів, МПа | Ступінь втрати міцності, % |
|------------|------------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 2,69 | 0 |
| 2 | 2 | 0,45 | 1,96 | 27,13 |
| 3 | 4 | 1,25 | 1,39 | 48,32 |

Продовження таблиці 3.6.

| | | | | |
|---|---|------|------|-------|
| 4 | 6 | 1,59 | 1,26 | 53,19 |
| 5 | 8 | 1,63 | 0,98 | 63,57 |

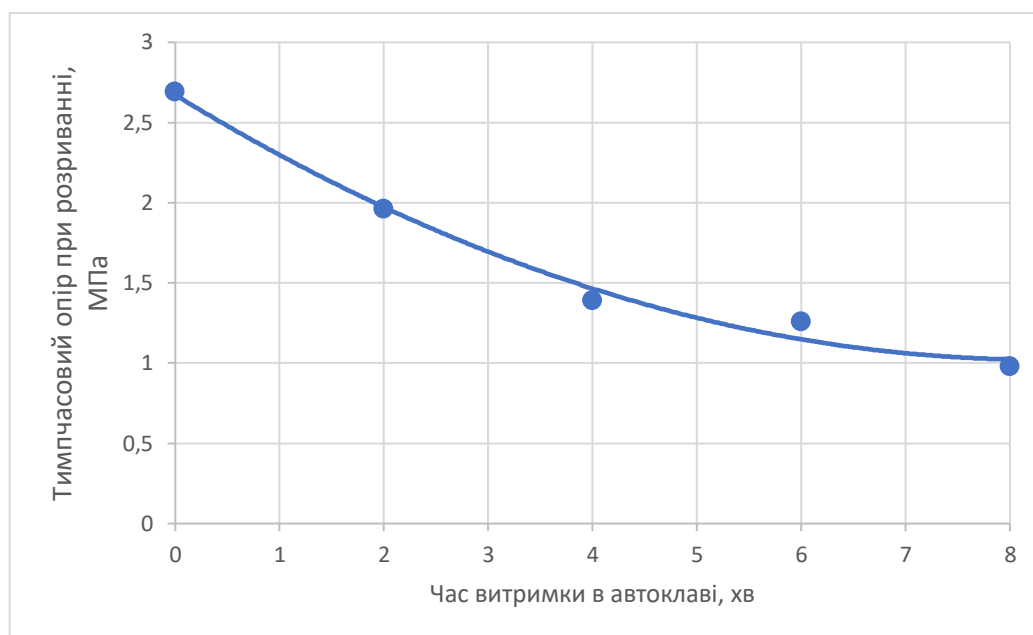


Рисунок 3.7 – Вплив часу обробки перегрітою парою на міцність стрижнів

Як показано на рис.3.7 обробка зразків в атмосфері перегрітої пари призводить до зменшення міцності з 2,69 МПа до 0,98 МПа. Наступне збільшення часової обробки веде до непомітного зменшення міцності. Це пояснюється вологонасиченням стрижнів.

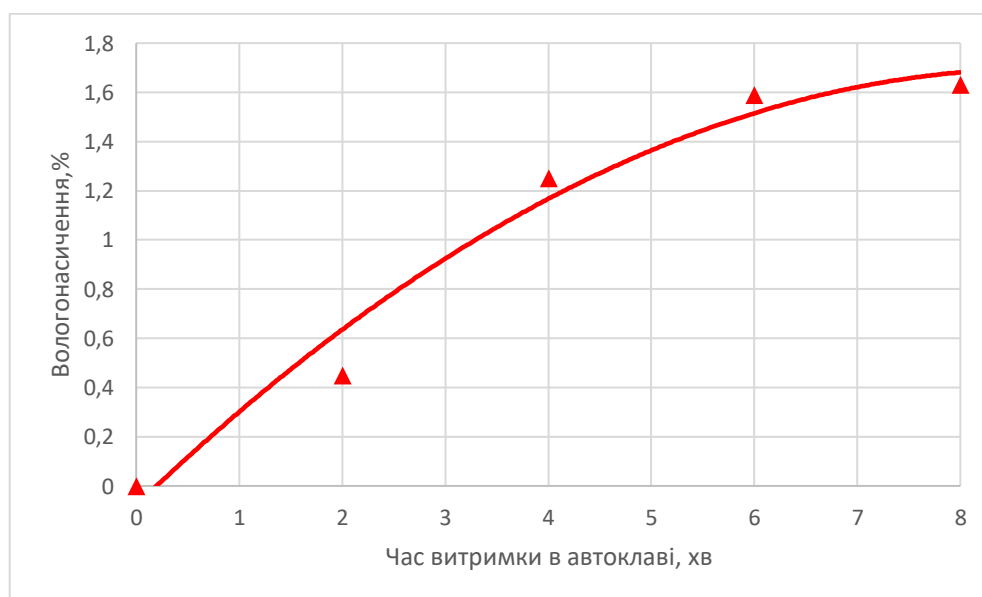


Рисунок 3.8 – Вплив часу обробки перегрітою парою на вологонасичення

Як видно з рис 3.8 оброблення стрижневої суміші перегрітою парою призводить до вологонасичення стрижнів, величина якого залежить ряду факторів: часу обробки; складу суміші та форми стрижня[2,3].

3.7 Визначення оптимального режиму та періоду сушки стрижнів

Як було сказано, виготовлення комбінованих піннополістиролових моделей саме автоклавним методом має таку особливість, як вологонасичення, що призводить до втрати міцності у стрижнів до рівня, який не дозволяє отримувати вилки.

Тому був запропонований метод сушіння стрижнів у електричній печі та на повітрі.

В експерименті використовувалась суміш із вмістом 50 % кварцового піску, 50 % спученого перліту, 15 об.ч смоли СФП 011Л та 3.7 об.ч розчинника. %. Перед сушінням у печі суміш спікалася при температурі 240 °С протягом 12 хвилин, потім витримувалися в автоклаві протягом 8 хв при 2,0 атм.

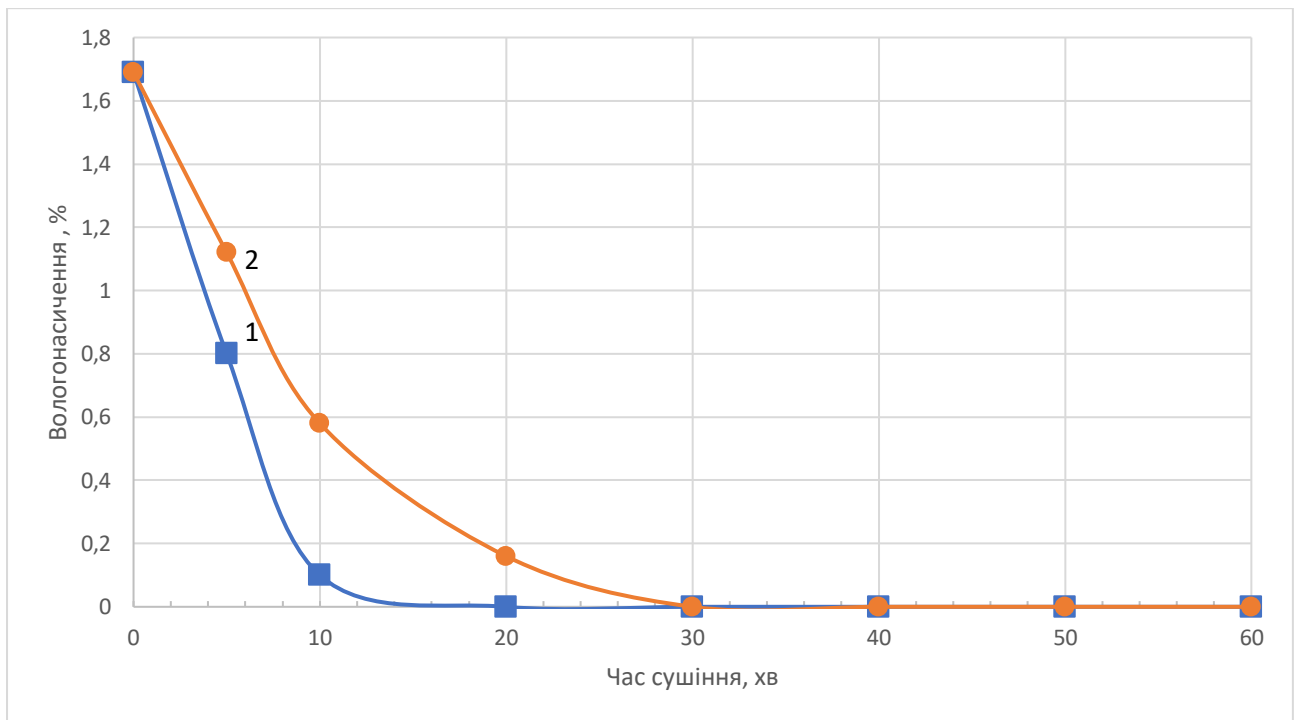
Результати досліджень приведені в табл. 3.7, та на рис. 3.9, 3.10. Час сушіння в печі – 5...60 хвилин при температурі 50;80 °С, час сушіння на повітрі 24 години.

Таблиця 3.6 – Вплив оброблення перегрітою парою на властивості суміші.

| № досліджу | Час сушіння в печі, хв | Температура сушіння, °С | Вологонасичення, % | Середнє значення міцності стрижнів, МПа | Ступінь втрати міцності, % |
|------------|------------------------|-------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | - | - | 1,69 | 0,96 | 63,69 |
| 2 | 5 | 80 | 0,8 | 1,21 | 55,02 |
| 3 | 10 | | 0,1 | 1,64 | 39,03 |
| 4 | 20 | | 0 | 2,21 | 17,84 |

Продовження таблиці 3.6.

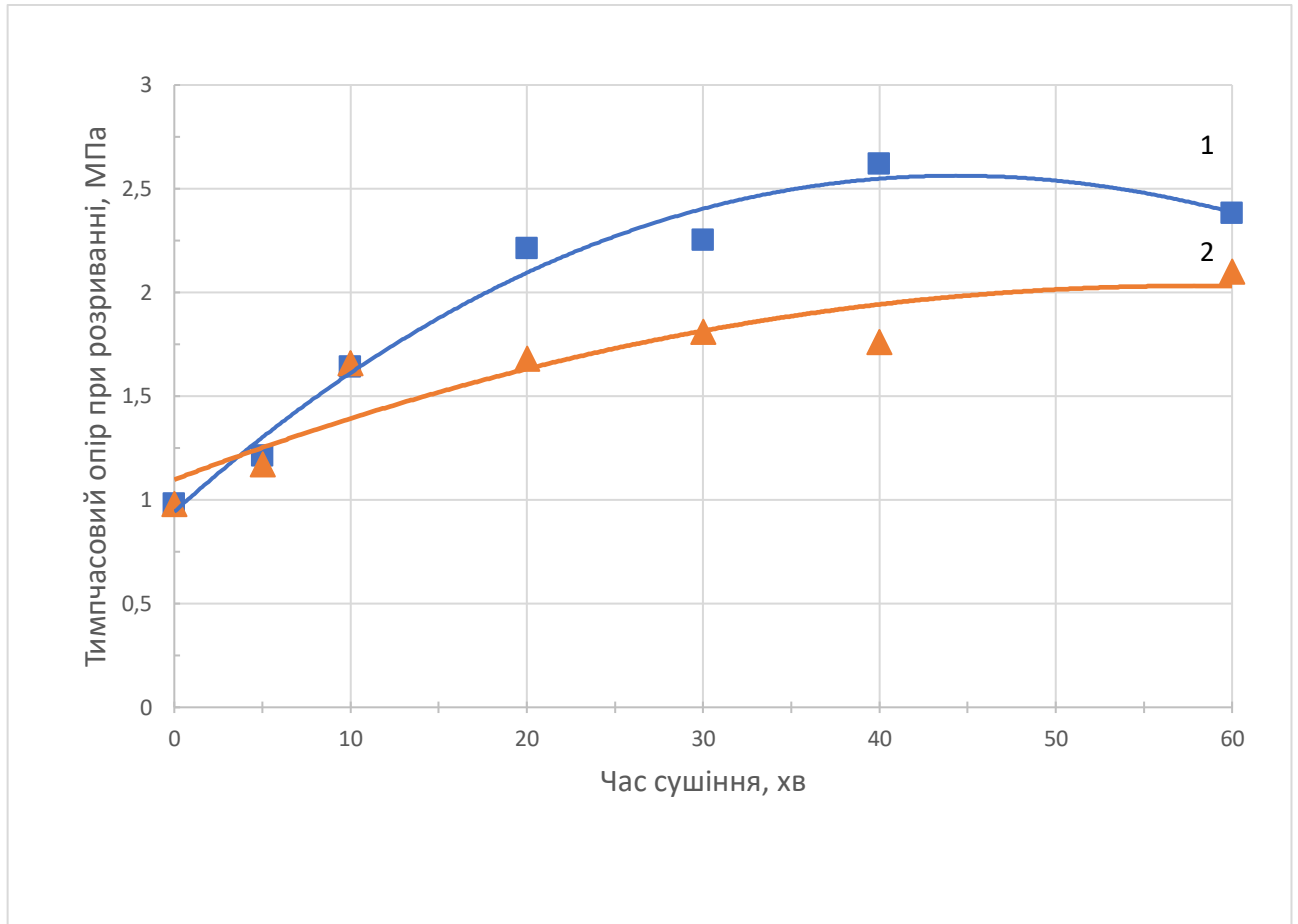
| | | | | | |
|----|----|----|------|------|-------|
| 5 | 30 | 80 | 0 | 2,25 | 16,36 |
| 6 | 40 | | 0 | 2,62 | 2,6 |
| 7 | 60 | | 0 | 2,38 | 11,52 |
| 9 | 5 | 50 | 1,12 | 1,17 | 56,51 |
| 10 | 10 | | 0,58 | 1,66 | 38,28 |
| 11 | 20 | | 0,16 | 1,68 | 37,54 |
| 12 | 30 | | 0 | 1,81 | 32,71 |
| 13 | 40 | | 0 | 1,76 | 34,57 |
| 14 | 60 | | 0 | 2,1 | 21,93 |



1 - 80 °C; 2- 50 °C.

Рисунок 3.9 – Вплив часу сушіння на вологонасичення стрижнів

Як видно з рис 3.9 вже сушіння протягом 5 хв призводить до зменшення міцності. Повне видалення вологи при 80 °C набуває протягом 10 хвлин, а при 50 °C протягом 30 хвлин. Це пов'язано з швидким видаленням вологи у підігрітому сухому середовищі.



1 - 80 °C; 2- 50 °C.

Рисунок 3.9 – Вплив часу сушіння на міцність стрижнів

З рис.3.10 встановлено, що при збільшенні часу сушіння міцність стрижнів збільшується. Так при витримці до 60 хв при 80 °C міцність збільшилась з 0,98 МПа до 2,62 МПа, а при 50 °C з 0,98 МПа до 2,1 МПа. Це пояснюється видаленням вологи з стрижнів.

Також слід зазначити що, 24 годинна витримка на повітрі при 18 °C також повністю видала вологу з стрижні, що дозволило збільшити міцність з 0,98 МПа до 1,19 МПа.

Варто відмітити, що деформація пінополістиролу в умовах сушіння при 80 °C спостерігалася через 12 хв, а при 50 °C через 30 хв.

3.8 Висновки по розділу

1.3`ясовано, що зі збільшення кількості спученого перліту веде до

збільшення міцності. Максимальна міцність отруєється при його вмісті в обсязі 50 % у суміші, наступне збільшення веде до падіння міцності.

2. Установлено, що зі збільшенням кількості смоли від 7,5 об.ч до 22 об.ч в суміші міцність збільшується від 0,56 МПа до 5,09 МПа відповідно, при 50 об.ч спученого перліту.

3. Виявлено, що оптимальна кількість розчинника становить 3,7 об.ч. При подальшому збільшенні кількості розчинника, міцність стрижнів майже не змінюється.

4. Показано, що при збільшенні температури спікання з 180 °С до 260 °С час повного твердіння суміші зменшується в результаті збільшення швидкості твердіння.

5. Установлено, що оптимальним режимом спікання є 12 хв витримка в печі при 240 °С. Збільшення часу або температури спікання веде до зниження міцності стрижнів, внаслідок термодеструкції смоли.

6. Виявлено, що обробка стрижнів перегрітою парою зменшує їх міцність. При 8 хв обробці міцність стрижнів зменшується з 2,72 МПа до 0,98 МПа.

7. Показано, що обробка стрижнів, перегрітою парою призводить до їх вологонасичення, величина якого залежить від часу обробки.

8. Установлено, що волога повністю видаляється з стрижнів через 12 хв при сушінні при 80°C, та через 30 хв при сушінні при 50 °.

9. Показано, що збільшення часу сушки з 5 хв до 60 хв призводить до збільшення міцності, з 1,21 МПа до 2,62 МПа при 80 °С сушці, та з 1,17 МПа до 2,1 МПа при 50 °С сушці відповідно.

10. Виявлено, що сушка на повітрі при 18 °С протягом 24 год, повністю видаляє вологу, при цьому спостерігається збільшення міцності з 0,98 МПа до 1,19 МПа.

11. Установлено, що деформація пінополістиролу в умовах сушіння при 80 °С спостерігалася через 12 хв, а при 50 °С через 30 хв.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування НДР

4.1.1 Науково-технічна актуальність теми дослідження

Сучасний світ вимагає від машинобудування виготовлення якісної та надійної продукції. З поміж усіх методів виробництва найбільш економічно доцільним та екологічно безпечним є ливарне виробництво.

Серед усіх методів лиття, найбільшої популярності після лиття у піщано-глинясті форми набув процес лиття за моделями що газифікуються (ЛГМ).

Даний метод лиття має значний ряд переваг: зменшення собівартості виробництва, спрощує технологічний процес, зменшує трудомісткість, скорочує виробничі площі, поверхні виливків однорідні та мають низьку шорсткість [1].

Проте ЛГМ має і недоліки, які обмежують області його раціонального використання, до них слід віднести: моделі з товщиною стінок менше 8...10 мм, особливо великої протяжності, виготовляти за допомогою механічної обробки складно через деформацію модельного під тиском ріжучого інструменту. Для виготовлення моделі із гранул полістиролу необхідні прес-форми, висока вартість яких виключає можливість застосування цього методу в умовах одиничного виробництва. Неможливо отримати складні порожнини у виливку без стрижнів, хоча і використання великих стрижнів неможливе, так як вони під власною вагою руйнують саму модель.

Тому був запропонований метод отримання порожнистих виливків за допомогою застосування піщаних стрижневих сумішей на основі кварцового піску та спученого перліту, із зв'язуючим смолою СФП 011Л та розчинником метилацетату. Дані стрижневі суміші в меншій мірі втрачають міцність під дією гарячої пари при виготовленні комбінованих моделей [2,3].

4.1.3 Цілі і завдання НДР

На основі проведеного аналізу літературних даних можна зробити наступні висновки:

- При виробництві виливків зі складними внутрішніми порожнинами не можливо отримати бездефектну внутрішню порожнину без використання стрижнів.
- Суміші зі зв'язувальним смолою СФП 011Л є найоптимальнішим вибором, так як, мають найменший ступінь втрати міцності в атмосфері перегрітої пари.
- Згідно чинного законодавства України та проведених раніше досліджень розчинником для смоли СФП 011Л у даних сумішах доцільно обирати метилацетат.

Цілями досліджень являються:

- оптимізація складу стрижневої суміші на основі кварцового піску, спученого перліту та смоли СФП 011Л.
- оптимізація технологічного процесу виготовлення стрижнів для комбінованих піннополістиролових моделей.

Для досягнення поставлених цілей дослідження необхідно:

1. Дослідити вплив кількості спученого перліту та міцність стрижнів.
2. Дослідити вплив кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів.
3. Визначити оптимальну кількість розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів.
4. Дослідити кінетику тверднення стрижневої суміші на основі кварцового піску та спученого перліту із зв'язувальним смолою СФП 011Л із застосуванням розчинника метилацетату.
5. Визначити оптимальний режим спікання стрижнів .
6. Дослідити вплив парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення.
7. Визначити оптимальний режим та період сушки стрижнів та їх вплив

на міцність стрижнів.

4.2 Розрахунок планової собівартості проведення дослідження

Розрахунок усіх витрат на НДР, пов'язаних з виконанням даної теми, дає можливість встановити її кошторисну вартість. Планування забезпечує зниження трудових і матеріальних витрат з метою отримання найкращих результатів за найменших витрат.

Планова собівартість визначається за наступними видатковими статтями:

1. Заробітна плата науково-дослідницького персоналу;
2. Єдиний соціальний внесок;
3. Вартість матеріалів, необхідних для проведення НДР;
4. Енергоносії для проведення досліджень;
5. Вартість спеціального обладнання для виконання НДР;
6. Вартість послуг сторонніх осіб
7. Витрати на службові відрядження;
8. Інші витрати за темою;
9. Накладні витрати.

4.2.1 Заробітна плата науково-дослідницького персоналу

Витрати за цією статтею включають в заробітну плату працівників усіх категорій, зайнятих виконанням робіт з даної теми.

Заробітна плата розраховується на основі даних про трудомісткість окремих робіт і посадової оплати виконавців цих робіт. Розрахунок ведеться в людиноднях. Перелік робіт та трудомісткість зведено в табл. 5.1.

Таблиця 4.1 – Трудомісткість етапів НДР

| Етапи НДР | Трудомісткість, людино-днів | | | |
|---|-------------------------------|----------|--------|-------|
| | Старший науковий співробітник | Лаборант | Технік | Разом |
| 1 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Отримання завдання, підбір та аналіз публікацій з теми | 13 | - | - | 13 |
| Розробка методики дослідження | 5 | 5 | - | 10 |
| Підготовка вихідних матеріалів | - | 6 | 6 | 12 |
| Підготовка дослідних установок | - | 6 | 2 | 8 |
| Виготовлення сумішей | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Дослідження впливу кількості спученого перліту та міцність стрижнів. | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Дослідження впливу кількості зв'язувального компонента на міцність стрижнів. | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Визначення оптимальної кількості розчинника, яка б забезпечувала достатню міцність стрижнів | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Дослідження кінетики тверднення стрижневої суміші . | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Визначення оптимальний режим спікання стрижнів. | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Дослідження впливу парочасової обробки стрижнів на їх міцність та вологонасичення | 5 | 4 | 2 | 11 |

Продовження таблиці 4.1

| | | | | |
|---|----|----|----|-----|
| Визначення оптимального режиму та періоду сушки стрижнів та їх вплив на міцність стрижнів | 5 | 4 | 2 | 11 |
| Аналіз та обговорення результатів | 2 | - | - | 2 |
| Оброблення результатів та побудова залежностей | 2 | - | - | 2 |
| Оформлення записки | 5 | - | - | 5 |
| Оформлення ілюстративного матеріалу | 1 | - | - | 1 |
| Рецензія та захист диплому | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Разом | 72 | 52 | 28 | 152 |

Денні зарплати визначаються як відношення місячного окладу до умовного місяця (для НДІ з п'ятиденним робочим тижнем складає 21,2 дні).

Перемножуючи середньоденну заробітну плату за кожною категорією виконавців на відповідну планову трудомісткість робіт, розраховується плановий фонд заробітної плати всіх виконавців. Підсумовуючи одержані результати, визначається загальний фонд заробітної плати з теми. Результати розрахунку фонду заробітної плати з теми зведено до табл. 5.2.

Таблиця 4.2 – Фонд заробітної плати

| Посада | Трудомісткість, людино-днів | Місячний оклад, грн | Денна заробітна плата, грн | Сумарна заробітна плата за виконавцями, грн |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|---|
| Старший науковий співробітник | 72 | 12052 | 568,5 | 40932,0 |
| Лаборант | 52 | 3924 | 185,09 | 9624,68 |
| Технік | 28 | 4382 | 206,7 | 5787,6 |
| Разом | | | | 56344,28 |

4.2.2 Єдиний соціальний внесок

Відрахування на соціальні заходи складає 22 % від суми загального заробітного фонду:

$$V_C = 56344,28 \cdot 0,22 = 12395,75 \quad (4.1)$$

5.2.3 Витрати на матеріали

До цієї статті витрат відносяться витрати на придбання основних матеріалів, комплектуючих виробів та напівфабрикатів.

Ціну матеріалів та покупних виробів визначають за ринковими цінами. Дані про основні матеріали наведені в табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Вартість основних матеріалів

| Найменування матеріалу | Кількість | Ціна, грн | Сума, грн |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Кварцовий пісок | 25 кг | 1,6 | 40 |
| Спучений перліт | 4 м3 | 36 | 144 |
| СФП 011Л | 4 кг | 7,2 | 28,8 |
| Метилацетат | 5 л | 28,7 | 143,5 |
| Всього | | | 356,3 |

Транспортно-підготовчі витрати ВТР. складають 10% від ринкової вартості:

$$V_{\text{ТР.}} = 356,3 \cdot 0,1 = 35,63 \text{ грн} \quad (4.2)$$

Повна сума витрат на матеріали:

$$356,3 + 35,63 = 391,93 \text{ грн} \quad (4.3)$$

4.2.4 Енергоносії для проведення досліджень

Так, як дослідження даної НДС не передбачає проведенням плавок, нанесенням покриттів на зразки чи вироби, термічною та хіміко-термічною обробкою витрати за даною статтею не розраховуються.

4.2.5 Витрати на спеціальне обладнання для проведення експериментів

В роботі використовувались наступні прилади та обладнання: електронні ваги; муфельна піч МП-2 ; Електрична піч MYSTERY MOT-3325; лабораторний копер моделі 030М; котковий змішувач моделі 018М; сито для просіювання наповнювача; розривна машина РП-100; голка Віка моделі ІВ – 2; стрижневе оснащення; автоклав ГК 100 – 2.

Дане обладнання вже було придбано раніше і використовується для виконання інших НДР, тому витрати на придбання, утримання та експлуатацію обладнання відносяться до статті «накладні витрати».

4.2.6. Вартість послуг сторонніх організацій

У даній роботі послуги сторонніх організацій не використовувалися.

4.2.7 Витрати на службові відрядження

Згідно з планом даної НДР службові відрядження не передбачаються.

4.2.8 Інші витрати за темою

Ця стаття поєднує в собі всі витрати на проведення НДР, які не увійшли до попередніх статей (оплата спеціалістів з інших організацій, оплата консультацій, використання обладнання інших організацій та інше). При проведенні роботи на інші прямі витрати відводять 10% від суми прямих витрат на НДР:

$$V_I = (56344,28 + 12395,75 + 391,93) \cdot 0,1 = 6913,11 \text{ грн} \quad (4.4)$$

4.2.9 Накладні витрати

До накладних витрат відносяться:

- заробітна платня адміністративно-управлінського персоналу, господарського та обслуговуючого персоналу з нарахуванням органам страхування;
- витрати на придбання допоміжного обладнання;
- витрати по охороні праці та на техніку безпеки;
- амортизація устаткування;
- інші загальногосподарські та дослідницькі витрати.

$$H_B = (V_M + Z_{OF} + V_C + V_I) \cdot 0,2, \quad (4.5)$$

де V_M – вартість матеріалів, покупних виробів та напівфабрикатів;

Z_{OF} – фонд заробітної плати;

V_C – відрахування на соціальне страхування;

V_I – інші витрати.

$$H_B = (56344,28 + 12395,75 + 391,93 + 6913,11) \cdot 0,2 = 15208,84 \text{ грн.}$$

Розрахунок за всіма статтями витрат зведено до табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Плановий кошторис витрат на виконання НДР

| Стаття витрат | Сума, грн | Обґрунтування |
|---|--------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1.Витрати на оплату праці | 56344,28 | Відповідно до розрахунків |
| 2.Єдиний соціальний внесок | 12395,75 | Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів |
| 3.Матеріали для проведення досліджень | 391,93 | Відповідно до розрахунків |
| 4.Енергоносії для проведення досліджень | - | Відповідно до розрахунків |
| 5.Спецобладнання для наукових цілей | - | Відповідно до розрахунків |
| 6.Вартість послуг сторонніх організацій | - | За договором із сторонніми організаціями |
| 7.Витрати на службові відрядження | - | Відповідно до розрахунків |
| 8. Інші невраховані прямі витрати по темі | 6913,11 | 10% від суми прямих розрахованих витрат по темі |
| 9.Накладні витрати | 15208,84 | Відповідно до нормативів організації виконавця теми |
| 10.Усього витрат по темі | 91253,01 | Сума попередніх статей |

4.3 Економічна ефективність НДР

Дана НДР являє собою частину комплексної теми, у цьому випадку можна застосувати оцінку умовної ефективності по окремих її характеристиках:

- важливість розробки (K_1);
- можливість використання результатів розробки (K_2);
- теоретичне значення та рівень новизни (K_3);

- складність розробки (K_4).

Шкала для оцінки важливості розробки K_1 :

1. Ініціативна робота, яка не є а ні частиною комплексної програми, а ні завданням директивних органів – 1;

2. Робота, яка виконується за договором про науково-технічні допомоги – 3;

3. Робота представляє собою частину відомчої комплексної програми – 7;

4. Робота виконується як частина міжнародної комплексної програми – 8;

Приймаємо показник важливості розробки $K_1 = 7$.

Шкала для оцінки можливості використання результатів розробки K_2 :

1. Результати розробок можуть бути використані в даному підрозділі – 1;

2. Результати розробки можуть бути використані в даній організації – 3;

3. Результати розробки можуть бути використані в багатьох організаціях – 5;

4. Результати розробки можуть бути використані в масштабах галузі – 8;

5. Результати розробки можуть бути використані в багатьох різноманітних галузях – 10;

Приймаємо показник $K_2 = 8$.

Шкала для оцінки теоретичної значимості і рівня нововведення K_3 :

1. Аналіз узагальнення і класифікація відомої інформації, подібні результати були відомі в досліджуваній області – 2;

2. Одержання нової інформації, що доповнить подання про суттєвість досліджуваних процесів, не відомої в дослідницькій області – 3;

3. Одержання нової інформації, яка частково міняє уявлення про суттєвість дослідження процесів, не відомих раніше – 5;

4. Створення нових теорій, методик і т. п. – 6;

5. Одержання інформації, яка служить формуванню нових напрямків – 8;

Приймаємо показник $K_3 = 3$.

Шкала для оцінки показників складності дослідження K_4 :

1. Робота виконується одним підрозділом, витрати менше 20 тис.грн. – 1;

2. Робота виконується одним підрозділом, витрати 20...100 тис.грн. – 3;

3. Робота виконується одним підрозділом, витрати 100...200 тис.грн. – 5;
 4. Робота виконується з урахуванням багатьох підрозділів, витрати від 200 тис.грн. до 1 млн.грн. – 7;
 5. Робота виконується декількома організаціями, витрати понад 1млн.грн. – 9.

Приймаємо показник $K_4 = 3$.

Загальна оцінка вираховується перемноженням коефіцієнтів. Умовний ефект на кожен бал становить 300 грн.

$$E_{y_0} = 300 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (4.6)$$

де K_1 – важливість розробки;

K_2 – можливість використання результатів розробки;

K_3 – теоретичне значення та рівень новизни;

K_4 – складність розробки.

$$E_{y_0} = 300 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3 = 151200 \text{ грн.}$$

Умовний ефект НДР:

$$E_{\text{НДР}} = E_{y_0} - E_n \cdot Z_{\text{НДР}}, \quad (4.7)$$

де E_{y_0} – загальна оцінка;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

$Z_{\text{НДР}}$ – витрати на виконання НДР.

$$E_{\text{НДР}} = 151200 - 0,15 \cdot 91253,01 = 137512,05 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність НДР визначається коефіцієнтом ефективності E , який характеризує частку загального ефекту від розробки на умовну одиницю витрат:

$$E = E_{\text{НДР}}^{\text{у}} / Z_{\text{НДР}}, \quad (4.8)$$

де $E_{\text{НДР}}^{\text{у}}$ – умовний ефект НДР;

$Z_{\text{НДР}}$ – витрати на виконання НДР.

$$E = 137512,05 / 91253,01 = 1,5$$

Отже, судячи з розрахованого коефіцієнта, виконання даної НДР є економічно обґрунтованим.

5 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

5.1 Команда

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Інженерно-фізичний факультет. Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів.

| | |
|-----------------|---|
| Лідер команди: | Сиропошнєв Л.М. (к.т.н., доц.) |
| Генератор ідей: | Сиропошнєв Л.М. (к.т.н., доц.) |
| Виконавці: | Сиропошнєв Л.М. (к.т.н., доц.) Іващенко В.В. (студент) |

5.2 Назва проекту

«Стрижнева суміш для комбінованих піннополістиролових моделей»

5.3 Короткий опис проекту

Оптимізований склад стрижневої суміші для комбінованих піннополістиролових моделей на основі кварцового піску та спученого перліту . Переваги суміші для споживачів:

- виготовлення складних художніх виливків;

5.4 Бізнес - модель

5.4.1 Коштовий продукт

Стрижнева суміш для комбінованих піннополістиролових моделей

5.4.2 Сегмент споживачів (потенційні клієнти):

Споживачі ринку стрижневих сумішей є промислові підприємства виробники художніх виливків. На Україні більше 20 підприємств застосовують виробництво виливків які отримуються за моделями що газифікуються:

- ПП «Ливарний двір» (м.Київ)
- ТОВ «Белоцерківський ливарний завод» (м. Біла Церква);
- ПАТ «Дашковський ремонтно-механічний завод» (с.н.т. Дашев, Ільїнський район, Вінницька обл.);
- ПАТ «Завод Фрегат» (м. Первомайськ, Миколаївська обл.); - ТОВ «КА-МЕТМАШ» (м. Радомишль, Житомирська обл.);
- ТОВ «ТинИмпекс» (м. Хмельницький); - ТОВ «Жмеренське РП Агромаш» (м. Жмеринка);
- ТОВ «Тавричеська ливарна компанія «ТАЛКО» (м. Мелітополь, Запорозька обл.).

5.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями через візити на підприємство і презентація товару. Контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут через Інтернет - ресурси (інтернет - магазин).

5.4.4 Взаємодія зі споживачами

Підтримка інформаційних Інтернет-ресурсів: сайт проекту, блог новин проекту, інтернет-магазин. Використання «програми лояльності» до клієнта, в т.ч. гарантійні зобов'язання якості продукції.

5.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу від продажу готових виробів основної номенклатури і індивідуальних замовлень.

5.4.6 Ключові види діяльності

Виробництво виробів. Наукова діяльність. Маркетингова діяльність

5.4.7 Ключові ресурси

Матеріальні - вогнетривкі наповнювачі, зв'язувальний компонент, розчинник. Технологія виробництва. Охоронні документи (патенти). Науково-технічні співробітники.

5.4.8 Ключові партнери

Підприємство, яке забезпечує виробничу базу. Партнери з надання логістичних і маркетингових послуг. Постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

5.4.9 Витрати

Витрати на оренду виробничих потужностей. Витрати на ресурсо-забезпечення, логістику, маркетинг, підтримку Інтернет-ресурсів.

5.5 Споживачі властивостей товару

"Оптимізований склад стрижневої суміші", вирішують проблеми споживача виготовлення складних та важкодоступних елементів художнього виливка.

5.6 Дослідження ринку

Аналіз існуючого ринку аналогічної продукції показує:

- основними матеріалами для виготовлення сумушей є вогнетривкі наповнювачі спучений перліт, кварцевий пісок.
- метод виробництва виливків за ЛГМ без використання стрижнів не дають повної свободи для виготовлення виливків.

5.7 Дослідження конкурентного оточення

Можливі конкуренти: відсутні.

5.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складається з:

- просування проекту в мережі Інтернет;
- участь в галузевих виставках і конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- просування вироблених виливків на ринок України, з подальшим виходом на міжнародний ринок.

5.9 Елементи фінансового плану

5.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту - отримання прибутку шляхом продажу стрижневої суміші для комбінованих піннополістиролових моделей. Дана суміш дає можливість для виробництва більш різноманітної номенклатури виливків.

Актуальність проекту - існує проблема отримання складних за будовою виливків, які отримуються за моделями, що газифікуються. Для її вирішення

пропонують використання оптимізованої стрижневої суміші

5.9.2 Опис товару /послуги/ технології.

Номенклатура виробів складається з складових компонентів, наповнювачів, зв'язувального компоненту, розчинника.

5.9.3 Маркетинг та продаж.

Цільовий сегмент - споживачі ринку стрижневих сумішей є промислові та приватні підприємства виготовлення художніх виливків методом ЛГМ.

Маркетингова стратегія просування проекту складається з:

- просування проекту в мережі Інтернет;
- участь в галузевих виставках і конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- просування вироблених протипригарних покриттів на ринок України, з

подальшим виходом на міжнародний ринок.

Для продажу використовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через Інтернет - ресурси.

5.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план в необхідному обсязі не прораховувався.

5.9.5 Резюме

Проект призначається для вирішення проблеми виробництва обмеженої номенклатури виливків, що виробляються за моделями, що газифікуються.

5.10 Подальші кроки в проекті

5.10.1 Наукова діяльність

Дослідження можливості розроблення нових складів стрижневих сумішей. Дослідження та робота над покращенням якості та технології виробництва стрижневих сумішей. Робота над охоронними документами за результатами дослідження.

5.10.2 Організаційна діяльність

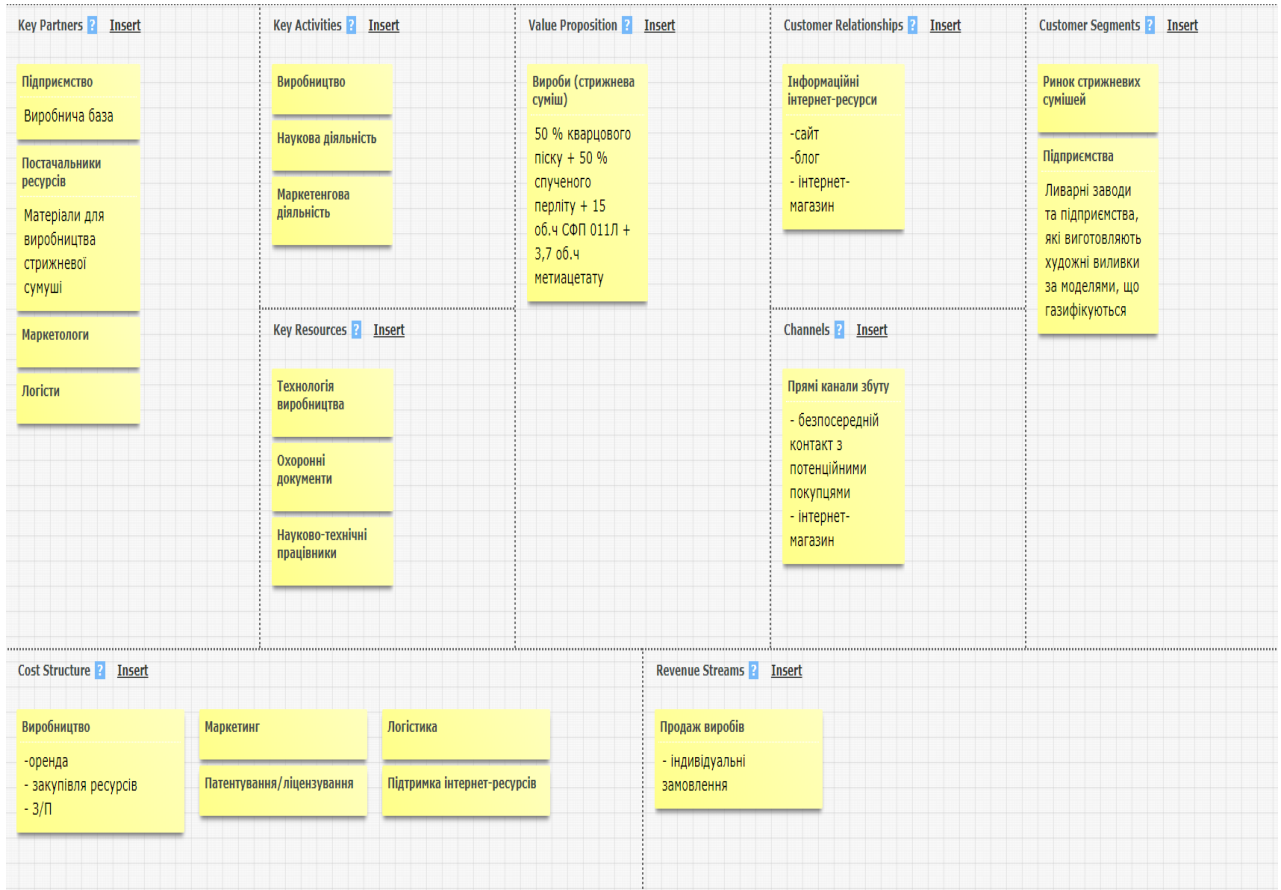
Розширення проекту: збільшення чисельності команди проекту та розширення «функціоналу» команди. Зацікавлення та залучення до співпраці підприємств-баз для виробництва.

5.10.3 Маркетингова діяльність

Подальша популяризація проекту за всіма напрямками. Залучення до співпраці маркетингових фірм. Міжнародна маркетингова діяльність.

5.10.4 Комерційна діяльність

Презентації зразків та продаж готової продукції на ринку України. Вихід на міжнародний ринок



ВИСНОВКИ

1. З'ясовано, що зі збільшення кількості спученого перліту веде до збільшення міцності. Максимальна міцність отруюється при його вмісті в обсязі 50 % у суміші, наступне збільшення веде до падіння міцності.

2. Встановлено, що зі збільшенням кількості смоли від 7,5 об.ч до 22 об.ч в суміші міцність збільшується від 0,56 МПа до 5,09 МПа відповідно, при 50 об.ч спученого перліту.

3. Виявлено, що оптимальна кількість розчинника становить 3,7 об.ч. При подальшому збільшенні кількості розчинника, міцність стрижнів майже не змінюється.

4. Показано, що при збільшенні температури спікання з 180 °С до 260 °С час повного твердіння суміші зменшується в результаті збільшення швидкості твердіння.

5. Встановлено, що оптимальним режимом спікання є 12 хв витримка в печі при 240 °С. Збільшення часу або температури спікання веде до зниження міцності стрижнів, внаслідок термодеструкції смоли.

6. Виявлено, що обробка стрижнів перегрітою парою зменшує їх міцність. При 8 хв обробці міцність стрижнів зменшується з 2,72 МПа до 0,98 МПа.

7. Показано, що обробка стрижнів, перегрітою парою призводить до їх вологонасичення, величина якого залежить від часу обробки.

8. Встановлено, що волога повністю видаляється з стрижнів через 12 хв при сушіння при 80°C, та через 30 хв при сушіння при 50 °.

9. Показано, що збільшення часу сушки з 5 хв до 60 хв призводить до збільшення міцності, з 1,21 МПа до 2,62 МПа при 80 °С сушці, та з 1,17 МПа до 2,1 МПа при 50 °С сушці відповідно.

10. Виявлено, що сушка на повітрі при 18 °С протягом 24 год, повністю видаляє вологу, при цьому спостерігається збільшення міцності з 0,98 МПа до 1,19 МПа.

11. Встановлено, що деформація пінополістиролу в умовах сушіння

при 80 °С спостерігалася через 12 хв, а при 50 °С через 30 хв.

12. Визначено, що оптимальним складом стрижневої суміші є суміші на основі 50 % кварцового піску та 50 % спученого перлуту із 15 об.ч смоли СФП 011Л та 3,7 об.ч розчинника.

13. Встановлено, що оптимальним режимом виробництва стрижнів є 12 хвилинне спікання при 240 °С, з наступною 8 хвилинною витримкою в атмосфері перегрітої пари при 2 атм. а також з кінцевою сушкою при 50 °С протягом 30 хв.

14. Визначена обґрунтована актуальність та економічна доцільність проведення роботи.

15. Розроблено бізнес-проект по виробництву стрижневої суміші для виготовлення комбінованих піннополістиролових моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шуляк В.С. Литьё по газифицируемым моделям. — СПб.: НПО «Профессионал», 2007.— 408 с.
2. Афанащенко Ю.М., Сиропоршнев Л.М., Репета Л.П. Розробка комбінованих пінополістиролових моделей. VI Міжнародна науково-технічна конференція Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2016: матеріали науково-технічної конференції, 20...21 травня 2014 р., м. Київ / загальна редакція Р.В. Лютий, І.М. Гурія. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2014. – 160 с.
3. Репета Л.П., Сиропоршнев Л.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) Оптимізація складу сумішей на основі кварцового піску, спученого перліту та смоли СФП 011Л. VIII Міжнародна науково-технічна конференція Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2016: матеріали науково-технічної конференції, 30...31 травня 2016 р., м. Київ / загальна редакція Р. В. Лютий, І. М. Гурія. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 172 с.
4. Соколов Н.А. Литье в оболочковые формы. – М.: Машиностроение 1969 – 350с.
5. Эндрюс Р. Технология оболочкового литья в США. – М.: Машиностроение 1967 – 222с.
6. Дорошенко С.П., Авдокушин В.П., Русин К., Мацашек И. Формовочные материалы и смеси. – К.: «Вища школа», 1990 – 415 с.
7. Инженерная монография Литье в оболочковые формы. М.: Машиностроение 1970 – 297с.
8. Сварика А.А. Формовочные материалы и смеси: (Справочник). — К.: Техніка, 1983 - 144 с., ил. -Библиогр.: с. 138...142.
9. Горенко В.Г., Яновер Я.Д. Теплоизоляционные материалы в литейном производстве. – К.: «Техника», 1981 – 167с.
10. [Електронний ресурс].2016. Режим доступу: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_2144.html

11. Песчанский И.П., Бабырева Р.И., Лаевская В.Е. Технологический процесс изготовления точных отливок по пенополистироловым моделям. - М.: НИИ информтяжмаш, 1978. — 30 с.

12. Степанов Ю.А., Гришин Д.С. Тепломассообмен при литье в формы с газифицируемыми моделями. – М.: НИИмаш, 1979. — 66 с.

13. Сыропоршневу Л.Н., Шинский И.О., Кротюк С.О.. Исследование влияния нагретого пара на физико-механические свойства стержневых смесей, используемых для получения комбинированных пенополистироловых моделей. Реферативный журнал «Процессы литья». 2001г., № 3.

14. Дорошенко С.П., Авдокушин В.П., Русин К., Мацашек И. Формовочные материалы и смеси. – К.: «Вища школа», 1990 – 415 с.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт і самостійної підготовки з дисципліни „Спеціальні та особливі способи лиття”/ Укл. О.П. Макаревич, А.С. Кочешков, М.М. Ямшинський. – К.:НТУУ „КПІ”, 2004 – 39.

16. Тагер А.А. Фізико-хімія полімерів. – М.: «Хімія», 1978. – 544 с.
15.Бедрик Б.Г., Чулков П.В, Калашников С.И. Растворители и составы для очистки машин и механизмов: Справ. изд. – М.: Химия, 1989. – 176 с.

17. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – М.: «Химия», 1964 – 784 с.

18. Кирпиченков В.П. Технологический процесс литья по газифицируемым моделям. М., НИИМАШ, 1971.- 100 с

19. Соколов Н.А. Литье в оболочковые формы. - Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1978 — 461 с.

20. Википедия, свободная энциклопедия: [Электронный ресурс]. 2000- 2013. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>