ВСТУП

Процес лиття під тиском має більш ніж вікову історію. В даний час у всіх галузях промисловості, для виробництва продуктів різного функціонального призначення використовуються полімери та пластмаси на їх основі. Пластмаси - це найбільш характерний продукт сучасної хімії. При виробництві побутово-технічних виробів все частіше виробники віддають перевагу пластичним масам. У нашому урбанізованому світі, який швидко розвивається, різко зріс попит на полімерні матеріали. Важко собі уявити повноцінну роботу заводів, електростанцій, котелень, навчальних закладів, електричної побутової техніки, яка нас оточує і багато іншого без використання цих матеріалів. У широкому сенсі переробку полімерів можна розглядати як якусь інженерну спеціальність, що займається перетворенням вихідних полімерних матеріалів в необхідні кінцеві продукти. Більшість методів, що застосовуються в даний час в технології переробки полімерів, є модифікованими аналогами методів, використовуваних в керамічної і металообробній промисловості. Дійсно, нам необхідно зрозуміти всі тонкощі переробки полімерів для того, щоб замінити звичайні традиційні матеріали іншими з поліпшеними властивостями і зовнішнім виглядом. Останні десятиліття стали періодом бурхливого розвитку технології лиття пластмас під тиском з усіма супутніми чинниками. Метод був значно вдосконалений, розширився діапазон його застосування. Переваги лиття пластмас під тискомочевидні:

- невелика витрата енергії при формуванні, внаслідок відносно низьких температур обробки;

-отримання матеріалу з наперед заданими властивостями

- прямий шлях від сировини до кінцевого продукту (одноступенева технологічна операція, доробка не потрібна).

- можливість обмеження використання природних ресурсів (деревина, метали і т.д.)

Області застосування полімерних матеріалів дуже різноманітні, а перспективи використання практично необмежені. Основні області застосування поліетилену високої щільності:

- електроприладобудування, в якості ізоляції проводів і кабелів;

- харчова промисловість і побутова хімія, як тари і упаковки:

- виробництво предметів домашнього вжитку, іграшок та господарчих товарів;

- виробів медичного призначення.

**1. Аналітичний огляд**

Переробка пластичних мас являє собою сукупність різних процесів, за допомогою яких вихідний полімерний матеріал перетворюється в виріб із заздалегідь заданими експлуатаційними властивостями. В даний час налічується кілька десятків різноманітних прийомів і методів переробки пластмас. Вибір методу переробки для виготовлення виробу в кожному конкретному випадку визначається такими факторами, як конструктивні особливості виробу і умови його експлуатації, технологічні властивості матеріалу, що переробляється, а також низкою економічних чинників (тиражнысть, вартість і т.д.) [3].

Більшість методів переробки пластичних мас передбачає формування виробів з полімерів, що знаходяться в в'язкотекучому стані. Окремі методи засновані на формуванні матеріалу в високоеластичному стані - вакуумформування, пневмоформування. Методи формування знаходять промислове використання з розчинів і дисперсій полімерів, отримання виробів методом поливу, заливки і т.д. Основні методи - екструзія, пресування, лиття під тиском і ін. [3].

 В усіх методах переробки пластичних мас термопласти зазнають ряд перетворень. Спочатку матеріал плавиться і в процесі пластичної деформації йому надається конфігурація майбутнього виробу. Далі охолодженням до температури теплостійкості фіксується надана йому форма. Найчастіше використовують методпереробки - лиття під тиском.

Роздивимось детальніше кожен з цих методів.

1. Екструзія - спосіб отримання виробів або напівфабрикатів з полімерних матеріалів неограниченої довжини шляхом видавлювання розплаву полімеру через формувальну головку (штамп) потрібної профілю. Екструзія, наряду з литтям пластмасс під тиском, є одним з найпопулярніших методів виготовлення пластикових виробів. Екструзії підвергаються практично всі основні типи полімерних матеріалів, як термопласти, так і реактопласти, а також еластоміри.

В основному для екструзії пластмасс застосовують шнекові, або швертичні, екструдери. Так само існують дискові екструдери.

Для успішного виробництва виробів методом екструзії недостатньо лише одного екструдера. Крім того, потрібно мати ще кілька одиниць обладнання, що складають екструзіонну лінію. Крім того, існують видувні екструдери, які застосовуються в установках по одержанню виробів методом екструзійно-видувного формування. Практично не зустрічаються екструдери з вертикальними шнеками.

*Поведінка полімеру при екструзії*

Поведінка полімеру в екструдері розглянемо на прикладі одношнекової екструзії гранульованої матеріалу. Технологічний процес екструзії складається з послідовної пластики та переміщення матеріалу, що обертається шнеком в зонах матеріального циліндра. Розрізняють наступні зони - харчування (I), пластикації (II), дозування розплаву (III).

Можна сказати, що розділення шнека на зони I-III досить умовно, воно здійснюється за технологічним ознакою і вказує на те, яку операцію в основному виконує дана ділянка шнека. Циліндр також має певні довжини зон обогрева. Длина цих зон визначається розташуванням підігрівачів на його поверхні та їх температурі. Границі зон шнека I-III та зон обогрева циліндра можуть не співпадати. Для забезпечення успішного переміщення матеріалу велике значення мають умови просування твердої матеріалу з завантажувального бункера та заповнення межпровідної простору, що знаходиться під воронкою бункера.

*Загрузка сировини.* Полимерный матеріал для екструзії, подаваний в бункер, може бути у вигляді порошку, гранул, лент. Останній вид сировини характерний для переробки відходів промислового виробництва плівок і здійснюється на спеціальних екструдерах, оснащених примусовими носіями-дозаторами, встановлюваними в бункерах. Равномерное дозирование матеріалу з бункера забезпечує хорошу якість екструдата.

Найбільш часто екструзією переробляють гранульовані пластики. Переработка полимера в виде гранул - оптимальный вариант питания экструдера.

Гранули полімера менш схильні до "завісання" і утворення пробок в бункері, ніж порошок, а також гранули легше пластикуються і гомогенізуються.

Завантаження межвиткового простору щенка під воронкою бункера відбувається на відрізку довжини шнека, рівної (1 - 1,5) D. При переробці багатокомпонентних матеріалів для завантаження їх в бункер застосовуються індивідуальні дозатори: шнекові (объемні), вібраційні, вагові та т. Д. п. Ступінь матеріалу сильно залежить від його вологості: чим більше вологість, тим менше розсипання. Тому гігроскопічні матеріали необхідно сушити перед завантаженням в екструдер.

Применяя пристосування для примусової подачі матеріалу з бункера в матеріальний циліндр, також вдається істотно підвищити продуктивність машини. При ущільненні матеріалу в міжвузковому просторі шнека витіснений повітря виходить назад через баккер. Якщо видалення повітря буде неповним, то він залишається в млині і після проходження через головку утворює у виробі небажані порожнини.

При тривалому роботі екструдера можливий перегрів циліндра під воронкою бункера та самого бункера. У цьому випадку гранули починають стиснутись і припиняється їх подача на шнек. Для запобігання перегріву цієї частини циліндра в ньому робиться полости для циркуляції охолодженої води. Обычно зона завантаження є єдиною охолодженою зоною сучасних екструдерів.

1. Зона харчування (I). Поступаючі з бункера гранули або порошок полімеру заповнюють межпровідний простір шнека зони I і ущільнюється.

2. Зона пластикації та плавління (II). У зоні II відбувається підплавлення полімеру, що прилягає до поверхні циліндра. В тонкому шарі розчину полімери відбуваються інтенсивні переносні деформації, як слідство матеріалу пластикується, що призводить до інтенсивного змішувального ефекту.

Основной підйом давления П розплаву відбувається на межі зон I і II. На цій границі утворюється пробка з обтисненої матеріалу як би скользив по шнеку: в зоні я це тверда матеріал, в зоні II- плавки. Наявність цієї пробки і створює основну роль у підвищенні тиску млину.

Запасенное на виході з циліндра напор витрачається на подолання опору сеток, потоків розплаву в каналах головки та формування екструдруемого профілю.

3. Зона дозирования (III). Расплавленная масса полимера продовжує гомогенизироваться, однак вона все ще не є однофазною і складається з розплавлених і твердих часток. В кінці зони III пластик стає повністю гомогенним і готовим до проштовхування через чистячі сітки та формуючу головку.

Екструзію в соновному використовують для отримання плівок, листів, труб, для грануляції пластмас.

 *У заключенні* розглядання методу екструзії варто ще раз зупинитися на тому, що в сучасних умовах екструдер рідко здатний вирішити завдання, які стоять перед переробниками пластиків. Відповідно до технологічних схем, що використовуються в наші дні, необхідно застосовувати екструзіонні лінії. В них, крім екструдера, можуть входити:

• Калібрующее устройство

• Ко-екструдеры

• Охлаждающие ванны

• Тянущее устройство

• Маркірующее устройство

• Ламинирующее устройство

• Отрезное / намоточное устройство

• Інші допоміжні технологічні одиниці

На жаль, виробництво екструдерів та екструзійних ліній на данний час практично згорнуто.

*2. Пресування*

Пресування - це технологічний процес, сутність якого полягає в пластичній деформації полімерної матеріалу при одночасній дії на нього тепла і тиску з подальшою фіксацією форми.

В даний час методом пресуванія переробляються тільки реактопласти.

Даним методом виготовляють: шліфовані листові пластики, дозувальні таблетки з прес-порошків.

Существует компрессионное (пряме) і трансферне (литьеве) пресування.

Компрессiонне пресуваннi - це процес, при якому матеріал завантажується безпосередньо у формувальну порожнину пресс-форми, де відбувається його формування.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*6006*

Цей спосіб відрізняється невисокою продуктивністю, однак, їм можна переробити всі реактопласти.

Трансферное прессование это метод, при якому попередньо підігрітий і пластикований полімерний матеріал надходить з завантажувальної камери через літні канали в калоте прес-форми.

Переваги даного методу - виготовлення деталей складної форми з арматурою; равномерное отверждение изделия.

Недостатками методу є: складність автоматизації процесу.

***3. Пневмо - і вакуумформування***

Пневмо - і вакуумформування - це процес формування виробів з листової полімерної матеріалу, переведеного під нагріванням в високоеластичне стан і приданні необхідної конфігурації за рахунок різниці тиску під і над листовою заготовкою, створюваною струменем повітря або вакуумом.

Це порівняно дешевий спосіб отримання великогабаритних виробів (ванни, корпуси, упаковка для харчових продуктів).

Перевага даного методу: малая вартість і металоємність обладнання; добре піддається автоматизації.

Недостатками методу є: низька продуктивність з-за тривалості циклу формування; складність нагрівання, формування та обрізки листів з більш ніж 3 мм; велика кількість відходів до 40%.

Лиття під тиском - високопродуктивний і автоматизований метод переробки термопластів. Існуючі в даний час технологічні різновиди методу лиття під тиском (включаючи вібролитьове формування і інтрузіонне формування, лиття вспінюювачим матеріалом) відрізняються способами і ступенем нагрівання металу, способами його залиття у форму та послідуючого формування [3]. Лиття під тиском є одним з основних методів переробки термопластів.

Цей метод дозволяє виробляти високоякісні вироби з високим ступенем точності при високій продуктивності.

**4. Лиття під тиском**

Лиття під тиском - це основна методика переробки полімерних матеріалів і виробів, що полягає в пластикації, гомогенізації полімерної матеріалу в матеріальному циліндрі та вприску його в попередньо закриту форму, яка охолоджується для термоплавів і нагрівається для реактопластів.

Литтям під тиском виготовляють вироби з термопластичних і термореактивних пластиків різноманітної конфігурації та маси, що відрізняються від десятих доларів грама до багатьох десятків кілограмів, по товщині стінки - від десяти долі мільйонера до декількох десятків сантиметрів. Причём изделия мають високу точність і стабільність розмірів.

При литті термоплаврового розплаву, заповненому формі, затвердевает при охолодженні, після чого форма розкривається і виріб виходить.

При формуванні реактопластів полімерну композицію вводять у форму, яка потім нагрівається до температури твердості матеріалу. Після цього форма відкривається, і виріб також витягується.

Переробка пластмасс в продукцію зводиться до створення конструкції, що забезпечує заданий комплекс експлуатаційних властивостей, шляхом перекладу полімерної матеріалу в стан, в якому він легко придбає потрібну форму з його подальшою фіксацією (збереженням).

Лиття під тиском має ряд переваг порівняно з пресуванням та екструзією: гарна пластикація та гомогенізація продукту; точне дозування полімерного матеріалу; процес, який легко автоматизується.

Серед недоліків слід відзначити: анізотропію властивостей, при литті; різний усадку для матеріалів.

При виборі методу переробки ми будемо виходити з проведеного літературного огляду та на основі комплексного аналізу наступних показників:

 - вид перероблюємого матеріалу;

 - вимоги асортиментної програми (за формою продукту; за граничними значеннями товщини стін; за співвідношенням габаритних розмірів виробу);

 - серійність виробництва;

 - вимоги до якості виробів.

У нашому випадку більш підходящим методом переробки полімерів є лиття під тиском, так як пресуванні переробляють, як правило, реактопласти.

Крім того, лиття під тиском переробляється без виключення термопластичних матеріалів, вид і марки яких вибираються залежно від призначення виробів, міцності, теплостійкості та інших властивостей. В даний час більше 30% обсягів термоплавів переробляється цим методом, а об'єм виробництва виробів з термопластів методом лиття під тиском мають тенденцію до збільшення. При литті під тиском забезпечується точність розмірів виробів, більш висока чистота їх поверхні та менший витрата сировини, ніж при отриманні виробів іншими методами (видавлюванням, вакуумним та пневматичним формуванням).

Ціна литьових машин досить невелика.

Таким чином, з урахуванням проведених маркетингових досліджень для проектованого цеху найбільш зручним та вигідним методом переробки термоплавів є лиття під тиском, так як він більш повно відповідає вимогам завдання по проектування за видами переробленої матеріалу, вимогам асортиментної програми, серийності виробництва та якості виробів.

Технологічні властивості полімерів (реологічні, термостабільність, вміст води і ін.) визначають процеси переробки і якість виготовлених виробів.

Поведінка матеріалу при переробці залежить від його реологічних властивостей.

Знання цих властивостей необхідні для розрахунку і вибору оптимальних технологічних параметрів і режимів формування, що дозволяють отримувати якісні вироби; для розрахунку параметрів переробної промисловості, розмірів раціональної оснастки і формуючого інструменту. Реологічні властивості полімеру залежать від молекулярної маси полімеру, параметрів деформування, що реалізуються при формуванні (температури Т і швидкості зсуву, також від вмісту води в вихідному матеріалі (до переробки).

Знаючи показник плинності розплаву ПТР або ньютонівску в'язкість при деякій фіксованій температурі або середнє значення молекулярної маси, можна розрахувати в'язкість полімеру при різних швидкості зсуву γ і температурі Т в конкретних умовах переробки з урахуванням вмісту води в матеріалі.

Метод лиття під тиском має ряд переваг в порівнянні з методом пресування термопластів. Головними перевагами є: висока продуктивність за рахунок нагріву термопласта поза литтєвої форми, що дозволяє вводити розплав в безперервно охолоджувану форму; висока точність розмірів і чистота готових виробів; мінімальна додаткова обробка виробів, яка зводиться тільки до видалення слідів литника, так як вироби не мають задирок (грата) по площині роз'єму литтєвої форми; економічність, що досягається внаслідок невеликого зносу ливарних форм (через відсутність частин, що труться у ливарних формах (у порівнянні з прес-формами), що полегшує операції по їх установці на литтєві машині; можливість виготовлення виробів складної конфігурації, тонкостінних, зі слабкою арматурою, з довгими оформлюючими знаками, так як змикання литтєвої форми відбувається до заповнення її матеріалом; можливість повної автоматизації процесу виготовлення виробів [4].

У той же час лиття під тиском має ряд недоліків. По-перше, великі початкові витрати на обладнання.

Подруге, в багатьох випадках висока вартість ливарних форм. По-третє, литтям під тиском важко отримати вироби з великою різнотовщинністю без поверхневих або інших дефектів [4].

Переробка термопластів литтям під тиском здійснюється на ливарних машинах. Розрізняють ливарні машини з різними обсягами уприскування. Литтям під тиском виготовляють різноманітні деталі машин і апаратів (шестерні, гвинти, гайки, підшипники, ручки, кільця ущільнювачів, арматура, вентилі, текстильні шпулі і т.п.). В електротехніці використовуються наступні ливарні вироби: вимикачі, клеми, плити, кожухи приладів, кнопки та інші деталі, виготовлені литтям під тиском. У медицині, будівництві, в побуті і для упаковки також застосовуються різні ливарні вироби з термопластів. Лиття під тиском періодичний процес, в якому технологічні операції виконуються в певній послідовності і по замкнутому циклу. Тому процес лиття досить просто автоматизується за використанням найпростіших серійних приладів, таких як реле часу, регулятори тиску та електронні потенціометри, а за допомогою датчиків, що перетворюють технологічні параметри в електричні сигнали, легко може бути переключено на управління з ЕОМ. Це дозволяє істотно підвищити ефективність виробництва [1].

**2. Характеристика сировини, матеріалів та готової продукції**

Для отримання якісних виробів сировина повинна відповідати слідуючим потребам:

* зміст вологи – не більше 1%;
* зміст вторинної сировини – не більше 20%;
* розмір гранул повинен бути не більше 4 мм в діаметрі;
* зміст сторонніх включень повинно бути в нормі.

Дані потреби обусловлені слідуючим: при високому вмісту вологи в полімерному матеріалі, вприск розплаву в матрицю стає нелегким. Матеріал не впорскується струєю, а розприскується краплями, що затрудняє процес формування.

Випускаємі вироби повинні бути міцними та еластичними, що не досягається при вмісті у сировині вище встановленої норми чужородних тіл та частково денатурірованого матеріалу. Чужородні тіла сприяють засореню літникових каналів.

Основне джерело чужородних тіл – подрібнювач бракованих виробів, так як у бункер подрібнювача іноді по різним причинам попадає дрібний мусор.

Вхідной контроль сировини проходить по таким документам:

* гігієнічний сертифікат від центру санітарно-епідеміологічного надзору;
* сертифікат якості сировини.

У відповідності до сертифікату якості, по заключенні лабораторії виробництва сировини, якість полімерних матеріалів повинно відповідати потребам ТУ 2211-020-00203521-96.

Для виробів, що проектуються, вибрані рецептури, які указані в таблиці

Данний вибір зроблен на підставі слідуючих фактів:

Для виробів вибираємо ПЕВТ(15803-020,15303-003) та ПЕНТ, так як ці матеріали:

- хімічно стійкі ( стійкі до кислот, лугів, органічних розчинників);

- нетоксичні на відміну від ПВХ (значним недоліком ПВХ, як матеріалу для виготовлення тари, є його токсичність та канцерогенність мономеру – вінілхлориду);

- легко формуються на відміну від полікарбонатів (у полікарбонатів складність при переробці складається в тому, що температура переробки та розкладання знаходяться дуже близько);

 - мають хорошу водостійкість;

 - мають високу еластичність та холодостійкість до - 70ᵒС, тоді як у ПП холодостійкість - 30ᵒС;

 - дешеві та доступні.

Недоліком ПЕВТ є повзучість, деформація к моменту розриву значно перевищуюча допустиму межу для ПЕВТ. З цієї причини ПЕВТ не рекомендується використовувати для виробництва транспортної тари, ПЕВТ в основному використовують для отримання споживчої тари.

ПЕВТ застосовується в основному для виробництва дрібної роздувної та термоформованої тари одноразового використання. Для виробництва великогабаритної транспортної тари ПЕВТ непридатний, о чому свідчать результати прогнозування його поведінки в умовах тривалої експлуатації під навантаженням при різних температурах. В даному проекті вироби є укупорочними засобами одноразового використання, що дозволяє використовувати ПЕВТ.

ПЕНТ володіє значною жорсткістю, високою ударною міцністю, стійкістю до розтріскування під напругою, має більш високі характеристики міцності і теплофізичні характеристики, ніж ПЕВТ, тому його ііспользуем в поєднанні з ПЕВТ.

Барвники в даному випадку вводяться не в чистому вигляді, а у вигляді суперконцентрату пігментів. Такі гранульовані концентрати зручні у завантаженні та в зберіганні.

На підставі описаних призначень і конструкції розробляємих виробів, технічних вимог, висунутих до продукції для її виготовлення та сировині, технічних умов та ДСТУ вибираємо слідуючий асортимент кришок:

Готовою продукцією, виготовленною методом екструзії з роздувом, є тара та укупорочні засоби.

На тару полімерну споживчу, призначену для упакування, транспотування та зберігання товарів битової хімії розповсюджуються технічні умови ТУ 6-39-16-90.

Вид, конструкція, матеріал, маса стінки, номінальна місткість та дійсні розміри тари, укупорочних засобів та функціональних пристосувань повинні відповідати кресленням на конкретні види тари.

Тара та укупорочні засоби повинні виготовлятися у відповідності з потребами ТУ 6-39-16-90 по конструкторській документації та контрольним зразкам, які затвердженні у встановленому порядку.

По показникам якості тара повинна відповідати вимогам, вказаним у таблиці

Після зборчої та комплектуючої стаді, вироби пред'являються на контроль ВТК, де контролюють:

 - зовнішній вигляд –візуально, шляхом порівняння зі зразком еталоном ( не менше 50% виборки);

- мінімальна товщина стінки штангенциркулем ШЦ 1-125-01 ДСТУ 166;

- маса тари на вагах РН 10Ц13;

- номінальна вмісткість;

- герметичність;

- розміри штангенциркулями ШЦ 1-125-01 та ШЦ – Ш 500-01 ДСТУ 166, лінійкою вимірюючою металевою зі шкалою 0-500 мм ДСТУ 427.

**Вимоги, які пред’являються сферою споживача**

Вимоги до полімерної тари та упаковочних матеріалів можна умовно розділити на експлуатаційні, технологічні, споживчі, економічні.

*Експлутаційні вимоги* передбачають захист продукції, що упаковується від механічних (падіння, тряска, зіткнення, вібрація, пошкодження від стиснення під час штабелювання і транспортуванні) та фізико-хімічних впливів ( температура, вологість, світло, кисень та ін..).

*Технологічні вимоги* обумовлюють найбільш раціональне, з мінімальними витратами виготовлення, зберігання і транспортування тари з продукцією.

*Споживчі вимоги* обумовлюють збут продукції і забезпечують її раціональне використання.

*Економічні вимоги* обумовлюють застосування для виготовлення упаковки дешевих доступних упаковочних матеріалів, високопродуктивного обладнання, досконалих способів складування і транспортування

При розробці, виготовленні та використанні полімерної упаковки слід враховувати не тільки загальні вимоги, обумовленні властивостями упаковуваємих продуктів, іх фізичного стану, впливом оточуючого середовища (температура, вологість, світло та ін..), а іноді необхідностю повної ізоляції від зовнішнього середовища.

Санітарно-гігієнічна оцінка полімерної упаковки містить кілька етапів. Міністерство охорони здоров'я щорічно видає спеціальні переліки полімерів, дозволенних для використання в якості упаковки харчової продукції, хімічної продукції, лікарських препаратів та медицінських інструментів.

Стандарт встановлює технічні вимоги до деталей із пластмас, а також правила їх приймання, маркування, упаковки, транспортування і зберігання.

Загальні вимоги:

- пластмаси, що застосовуються для виготовлення деталей, повинні задовольняти вимогам державних стандартів або технічних умов, які вказані в технічній документації на деталь.

- розміри деталей і граничні відхилення по ним повинні відповідати кресленням, прийнятим до виконання.

- колір деталей не регламентується (при відсутності вказівок в кресленнях), він повинен відповідати кольору, заставленому державному державним стандартам або технічними умовами для даної марки матеріалу.

- шорсткість поверхні отформованной деталі не повинна бути нижче 6 по ДСТУ 2769-59. Необхідність інших вимог до шорсткості поверхні вказується в кресленні.

- відбитки маркувальних знаків на деталі повинні бути ясними і чіткими, при цьому вони не повинні розташовуватися на сполучених і контактних поверхонь деталей.

- сліди від штовхачів і вставок (знаків) прес-форм не повинні виступати над поверхнею деталі або заглиблюватися в неї більше, ніж на 0,3 мм, якщо немає інших вказівок в кресленні.

- облой і літники повинні бути видалені. Необхідність захисту місць видалення літників і облоя бакелітовим лаком повинна бути вказана в кресленні деталі.

- шорсткість поверхні ділянок деталі, на яких проводиласямеханічна доробка з метою видалення літників і облоя або доведення розмірів деталі до необхідних, не повинна бути нижче 4 по ДСТУ 2789-59.

- напливи пластмаси на арматурі повинні бути видалені.

 Арматурі, на якій покриття пошкоджене до основного металу при виконанні технологічних операцій, повинна бути захищена від корозії

- додатковим покриттям (обслуговування, лакуванням і т.п.), що обумовлюється в кресленні деталі.

- розмір фаски, що утворюється при зачистці облоя на крайках деталей, не повинен перевищувати 1х45, причому її лінійний розмір не повинен становити

більше 50% товщини стінок деталі, допускається закруглення гострих кромок деталей радіусом до 0,3 мм або

- додаткові вимоги до деталей, крім зазначених у цьому стандарті, повинні бути обумовлені в кресленні або в технічних умовах на виріб.

- при необхідності на додаток до технічних вимог можуть бути затверджені еталони.

Вимоги до зовнішнього вигляду:

- відбитки на деталі подряпин і забоїн, наявних на прес-формі, допускаються тільки таких розмірів, щоб загальний розмір отформованной деталі не виходив за межі допусків;

- разнотонность забарвлення деталі, а також плями деталі. Що виходять в результаті місцевого порушення гальванічного покриття на робочих

- поверхнях прес-форми, не повинні становити більше 20% поверхні деталі;

 - в готових деталях допускаються:

а) незабарвлені частки наповнювача, що відрізняються основного кольору прессматериала;

 б) включення окисленого пресматеріалу або іншого неметаличного матеріалу у вигляді окремих точок розмірів до 0,3 мм в кількості від 1 до 3 штук на см площі деталі;

- відколи в місцях зачистки літників і облоя не повинні бути розміром більше 1х0,5 мм і в кількості 1 штуки на 1 см довжини кромки облоя;

- в місцях виходу арматури з пластмаси допускається відколи по всьому периметру опресування арматури шириною до 0,2 мм і глибиною до 0,5 мм, при цьому їх глибина не повинна становити більше 25% товщини деталі.

- радіальний розмір відколів пластмаси, які утворюються при виході свердла при свердлінні, не повинен бути більше 0,1 діаметра отвору [6, с.11].

- відколи різьби не повинні перевищує 0,2дліни окружності витка на заходная частини і 0,05 довжини на кожному з наступних витків.

- поглиблення на деталі, що виходить при видаленні ливника, не повинно перевищувати 1 мм по всій довжині ливника, причому воно не повинно становити більше 25% товщини стінки, на якій розташований литник [6, с.13].

- розбіжність торців арматури з пластмасою не повинно бути більше 0,3 мм при відсутності спеціальних вказівок в кресленні.

с) плівка пластмаси на торцевих поверхнях арматури (якщо ця поверхня не є токоведущей) товщиною не більше 0,3 мм;

d) слід пластмаси на витках різьби, які не впливають на згвинчуваемість деталі (на 0,3 довжини окружності витка і на висоті не більше 3 виток різьби).

- ризики і подряпини, що виходять при виконанні технологічних операцій, допускаються на корозійностійкої арматурі і на арматурі з покриттям, якщо вони не зачіпають основного матеріалу.

- на деталях з термопластичних пластмас допускається утяжіни глибиною по 25% товщини стінки, але не більше 0,5 мм, а також окремі внутрішні бульбашки, площа яких у сумі має бути щодня понад 2% площі деталі [6].

Літники, що виходять при литті виробів, а також забраковані вироби збираються в чисту тару (або в мішки) і направляються на склад відходів. Так як вироби нашого виробництва використовуються у виробництві деталей для холодильників, відходи вдруге використовується на невідповідальні деталі.

**1 Хімічні та фізико-хімічні основи процессу**

Процес формування виробів з пластмас здійснюється, коли полімери знаходяться переважно в в'язкотекучому стані і лише вдеяких випадках (пневмовакуумне формування) - в високоеластичному. При охолодженні виробів полімер переходить в твердий агрегатний стан в результаті скловання або кристалізації. Перехід з одного фізичного стану в інший, а також процеси плавлення і кристалізації відбуваються при певних значеннях температур, знання і використання яких необхідно при виборі режимів переробки полімерів. Так, в залежності від температури склування і плавлення (плинності) змінюються час охолодження виробів, температура форми і робочих вузлів ливарних машин. Велике практичне значення мають такі характеристики, як швидкість кристалізації, теплота плавлення, а також зміна розмірів і конфігурації структурних утворень полімерів, що кристалізуютьсязалежно від умов формування і охолодження виробів.

*Фізичний стан термопластів.*Термопласти можутьз находитися в трьох фізичних станах: твердому (кристаличному або склоподібному), високоеластичному та в’язкотекучому. Здатність термопластів переходити у в’язкотекучій стан дозволяє переробляти їх литтям під тиском та іншими методами. Для правильного вибору методу умов переробки важливо знати особливості поведінки термопластів у всіх фізичних станах.

Особливу роль в процесі переробки термопластів грають умови виникнення і розвитку деформації, оскільки основною метою переробки є надання термопластом певної форми, а це, природно, пов'язано з деформацією полімеру.

Температура переходу з одного стану в інший залежить від умов досвіду, від швидкості деформации, від швидкості нагрівання та охолодження, та величини діючої сили.

Тому не існує певної температури переходу з одного стану в інший, а є деякий інтервал температур, в якому відбувається постійна зміна властивостей. Ці інтервали називаються інтервалом склування і інтервалом появи текучості. У кристалічних полімерах перехід з кристалічного в високоеластичний або в'язкотекучий стан визначається температурою плавлення (мал. 3.1.1).

Малюнок 3.1.1 -Термомеханічні криві аморфного (1) та кристаличного(2) полімерів

При нагріванні аморфного полімеру і впливі постійного навантаження, на термомеханічній кривій чітко проглядаються три фізичних станів: склоподібний, високоеластичний і вязкотекучий (мал.3.1.1). При температурі нижче температури склування (Тс) аморфний полімер знаходиться в твердому агрегатному стані, при цьому сегменти макромолекул зафіксовані в просторі і деформація відбувається за рахунок зміни валентних кутів між атомами [1]. Здатність полімерів переходити в склоподібний стан дозволяє досягати певної конструкційної жорсткості виробів і застосовувати їх при склуванні.Це є нижньою межею, до якої доцільно проводити охолодження виробу після формування його в процесі переробкиполімерів.Температура плавлення як певна характеристика - відсутня у кристалічних полімерів. При охолодженні полімерів, що кристалізуються за рахунок спільного впорядкованого укладання відрізків макромолекул, відбувається утворення структур, що ускладнює перехід їх з однієї конформації в іншу.

 Внаслідок цього, гнучкість макромолекул в звичайних умовах проявитися не може і високоеластичність зникає (мал.3.1.1).

Високоеластичність виникає у цих полімерах тільки при температурах близьких до температури плавлення. Таким чином, високоеластичний стан уполімерів, що кристалізуються знаходиться між температурою плавлення (Тпл) і температурою плинності (Тплин) і залежить в значній мірі від молекулярної маси і швидкості охолодження [1].

*Теплофізичні властивості термопластів.* Теплофізичні властивості термопластів грають важливу роль в процесі лиття під тиском. Вони мають певне значення на таких стадіях процесу лиття, як нагрівання та охолодження. Швидкість поширення температури в матеріалі при його нагріванні залежить не тільки від теплофізичних характеристик, але і від щільності; чим вище теплопровідність, тим швидше відбувається передача тепла в матеріалі; чим нижче теплопровідність, тим менше потрібно тепла для підвищення температури. При нагріванні деяких полімерів тепло витрачається не тільки на підвищення температури, але і на зміну їх агрегатного стану. Так, кристалічні полімери при нагріванні плавляться, а додаткову кількість тепла, яка виділяється на це, називають теплотою плавлення. Кристалічні полімери в порівнянні з аморфними мають не тільки більш високу питому теплоємність, а й більшу ентальпію(тепловміст) (мал.3.1.2). Час затвердіння розплаву термопласту дуже важливий при процесі лиття. Його називають - теплотою плавління.

*еологічні властивості розплавів термопластів*. Для лиття під тиском найважливіше значення мають реологічні властивості розплавів полімерів, так як вони визначають технологію, конструктивне оформлення процесу лиття під тиском та властивості одержуваних виробів. Характер перебігу рідин оцінюється за допомогою залежності напруги зсуву, від швидкості зсуву або швидкості деформації. Ця залежність може бути представлена графічно або у вигляді аналітичної функції - реологічним рівнянням стану. Розплави полімерів зазвичай є псевдопластичним рідинами, в яких в’язкість зменшується зі збільшенням швидкості зсуву або напруги зсуву. Перебіг таких систем описується рівнянням:

де τ- напруга зсуву; γ — швидкість зсуву; κ - коефіцієнт, який характеризує міру консистенціїрозплаву; n – показник ступеню, який характеризує ступінь відхилення закономірності перебігу від ньютонівського закону [1].

Найбільш повні реологічні властивості розплавів полімерів при будь-якій температурі представлені кривими плину, що характеризують залежність між напругою зсуву і швидкістю зсуву, відповідно до мал. 3.1.3. Криві плину дозволяють описати поведінку реології термопластів в широкому інтервалі температур і швидкостей зсуву.

Малюнок 3.1.3 –залежність напруги зсуву (а) та в’язкості від швидкості

зсуву (б)

Для псевдопластичних рідин характерне зменьшення в’язкості із збільшенням швидкості зсуву (мал. 3.1.3 б). Прояв аномалії в'язкості, в даному випадку зменшення її з ростом швидкості зсуву, пояснюється тим, що із збільшенням швидкості течії асиметричні частки поступово орієнтуються. При цьому в'язкість убуває до тих пір, поки зберігається можливість подальшого орієнтування частинок, а потім залежність напруги від градієнта швидкості стає лінійної, тобто в подальшому тече як ньютонівська рідина.

*Технологічні властивості пластичних мас.* Вибір методів переробки полімерів тарозрахуноктехнологічних параметрів проводиться з урахуваннямтехнологічнихвластивостей матеріалів: текучості, вологості, часузатвердіння, дисперсності, усадки та об’ємних характеристик. Залежно від значень цих показників полімери можна вважати технологічними або нетехнологічними. Текучість характеризує здатність полімерів до грузлого плину при впливі зовнішніх зусиль і чисельно дорівнює зворотній величині в'язкості 1 / η. Найбільш повна кількісна оцінка текучості може бути дана з використанням реологічних характеристик, однак, застосовуються і інші показники, наприклад, показник текучості розплаву. За значенням показникаплинності розплаву проводиться попередній вибір методу переробкиполімерів. Литтям під тиском можна переробляти полімери з показником плинності розплаву 1,2-15 г / 10 хв. Оскільки певну конфігурацію і розміри вироби приймають в формі, коли полімер знаходиться в розплаві зі зниженою щільністю, то подальше охолодження викликає зміна обсягу полімеру і відповідно зменшення лінійних розмірів виробу, тобто поява усадки [1]. Усадка У (в %) характеризує зменьшення лінійних розмірів виробів по відношенню до розмірів формуючого інструменту: [1]

Найбільша усадка має місце при переробці пластмас литтям під тиском, оскільки при цьому методі формування, розплав затікає (впорскується) в замкнуту форму і охолодження відбувається з зовнішньої поверхні. У разі створення недостатнього тиску, охолодження розплаву обумовлює значне зменшення обсягу полімеру, тому всередині виробу з'являються порожнечі або виріб має велику усадку. При збільшенні тиску, щільність розплаву полімеру підвищується, і усадка стає менше, а при підвищенні температури усадка зростає. При виготовленні виробів литтям під тиском, щоб знизити усадку виробів, після заповнення форми, розплав необхідно стиснути під тиском.При транспортуванні у відкритій тарі і при тривалому зберіганні в сирих приміщеннях, в полімерах може збільшуватися вміст вологи в основному за рахунок гігроскопічності матеріалу (адсорбційна волога) або конденсації її на поверхні полімеру (зовнішня волога). Зміст вологи визначається перед переробкою полімерних матеріалів. При переробці термопластичних полімерів з підвищеним вмістом вологи погіршується адгезійна здатність. Тому при литті під тиском у виробах можуть утворюватися пори і порожнечі, а на поверхні сріблясті смуги.Підвищений вміст вологи знижує фізико-механічні властивості виробів, погіршує їх діелектричні показники [1, с.94].

До об'ємних характеристик відносяться насипна щільність, питомий об'єм, а також коефіцієнт ущільнення.

Питомий об’єм - величина, що характеризує відношення об’єму, займаного прес-порошком, до його маси. Цей показник використовується в основному для прес-порошків або порошкоподібних полімерів. Питомий об’єм залежить в основному від дисперсності порошку і його однорідності, а також від форми частинок. Насипна щільність - величина, зворотна питомому об'єму. Залежно від цих показників розраховують об’єм завантажувальних пристроїв, бункерів, а також окремі розміри переробної промисловості. Особливо велике значення питомий об’єм має при переробці пластмас на екструзійних або ливарних агрегатах,

тому що в залежності від насипної щільності змінюється продуктивність агрегату і тиск в циліндрі [1].

Лиття під тиском – найбільш розповсюджений та прогресивний метод переробки пластмас, так як дозволяє отримувати вироби достатньо складної конфігурації при невеликих затратах праці та енергії. Процес виготовлення виробів заснований на заповненні формуючої порожнини форми розплавом, його ущільненням за рахунок тиску з послідуючим охолодженням. Цим способом можна переробляти усі без винятку термопластичні полімери, вид та марку яких вибирають в залежності від призначення виробів, міцності, теплостійкості та інших властивостей. Для лиття під тиском зазвичай використовують полімери з показником текучості розплаву від 2 до 70 г/10 хв. Однак можна переробляти полімери також і з меншою текучістю, але при цьом употребується більш висока температура, що не завжди припустимо, так як може відбутися термічна деструкція. Зазвичай такі полімери мають завищенні механічні властивості із них виготовляють вироби з великою товщиною стінки. Форми в цьому випадкумаютьпідвищені канали і велике січення. При литті тонкостіних виробіввикористовуютьполімериз текучістю 7г/10 хв. і більше. Однак при цьому необхідно враховувати, що міцність виробів та їх атмосферостійкість знижуються.

Фізико-хімічні основи лиття під тиском аналогічні таким самим для екструзії, однак є і деякі принципіальні відмини. Так, процес формування відбувається за дуже короткий час, тому розплав вприскується у форму (тече) з дуже великою швидкістю, що, звісно, приводить к додатковому його розігріву та значної орієнтації макромолекул. Ступінь оріентації підвищується також за рахунок великих зсувних напруг, які виникаютьу формуючій порожнині, при течії розплаву між двома охолоджуваючими пластинами. Дуже швидке двостороннє охолодження розплаву призводить до сильної зміни об`єму, а так як полімер охолоджується ззовні, то утворюванний зовнішній твердий шар полімеру перешкоджає зменшенню об`єму, тому можливе утворення утяжин. Для запобігання цього необхідно перед охолодженням підвищувати тиск у формі до 140 - 180 МПа.

Однак охолодження під високим тиском ускладнює протікання релаксаціонних процесів і сильно змінює умови кристалізації. Оскільки литтям під тиском виготовляються вироби важкої конфігурації, дуже важко забезпечити рівномірне охолодження усіх цих елементів. У зв’язку з цим релаксаційні процеси в окремих місцях виробу завершуються на різному рівні, а після охолодження залишаються внутрішні залишкові напруги, які викликають покородження виробів, з’являються тріщини які знижують їх міцність.

Технологічний процес виробництва пластмасових виробів складається з наступних стадій:

- прийом і підготовка сировини, матеріалів, напівфабрикатів;

- виготовлення пластмасових виробів;

- упаковка виробів.

Допоміжної стадією процесу виробництва пластмасових виробів є переробка відходів.

Виготовлення виробів

Упаковка виробів

Переробка відходів

Цикл формування полімерів складається з наступних операцій:

1. плавління, гомогенізація та дозування полімеру;
2. змикання форми;
3. підвод вузла вприску до форми;
4. вприск розплаву;
5. витримка під тиском та відвод вузла вприску;
6. охолодження виробу;
7. розкриття форми та витяг виробу.

*1. Плавління, гомогенізація та дозування розплаву*

Термопластичний матеріал, який підлягає переробці, завантажується у бункер, звідти подаеться на шнек, який знаходиться в матеріальному циліндрі, якиймає 4 зони обігріву. Усі зони циліндру обігріваються електрообігрівачами. Температура по зонах: Т1= (235±10)0С, Т2= (240±10) °С, Т3 = (260±10) °С, Т4= (265±10) °С.

Ця операція здійснюється періодично через рівні проміжки часу та з постійною для кожного конкретного виробу частотою обертання шнека. Плавління полімеру відбувається за рахунок передачі тепла від нагрітих стінок циліндру, а також внаслідок диссипації енергії в’язкого течіння розплаву та тертя гранул. Під час вприску розплаву шнек не обертається, тому нагрівання гранул відбувається тільки за рахунок теплопередачі. Таким чином, операція плавління при литті під тиском розділяється на два етапи нагріву - при нерухомому та шнеці, що обертається.

Операція дозування здійснюється в результаті переміщення полімеру у передню частину цилиндру при обертанні шнека. Обертання шнека вмикається після завершення витримки під тиском попереднього циклу лиття та зменшення тиску в циліндрі термопластавтомата. При тиску вприску (60 - 140 МПа) навантаження на шнек дуже велике та обертання його неприпустиме. Дозування супроводжується стисненням та нагрівом гранул з послідуючим переходом полімеру у в’язкотекучій стан. Для забезпечення гарної гомогенізації розплаву під час дозування шнек відходить не вільно, а долаючи зусилля подпора. Зусилля підпору на шнеці виникає за допомогою поршню вузла вприску, так як масло з циліндрузливається через зворотній клапан. Слід помітити, що тиск подпору збільшує температуру розплаву та підвищує її однорідність по сечению в каналах шнека. Зі збільшенням частоти обертання шнека перемішування погіршується і неоднорідність розплаву в його каналах зростає, тому для гомогенізації розплаву збільшують зусилля підпору за рахунок підвищення тиску масла в циліндрі вузла вприскування. Під час дозування розплаву втулка клапана віджимається розплавом відшнека і полімер тече по поздовжніх пазах між накінечником і втулкою клапана. При уприскуванні, показаному на мал. 3.1.4, втулка притискається до конічної частини хвостовика шнека, перекриває канали та виключає зворотній перебіг. В даному випадку внутрішній отвір сопла і перехідної втулки виготовляють без уступів, щоб не виникали застійні зони. В кінці уприскування конічний хвостовик шнека входить в конічний отвір сопла, тому розплав майже повністю видавлюється з циліндра, за рахунок чого зменшується час його перебування в нагрітому стані і виключається термічна деструкція полімеру. Щоб розплав під час дозування не витікав з отвору сопла, вихідний отвір мундштука перекривається клапаном, а при відкритих конструкціях сопла вузол впорскування не відводять від форми. Найбільш часто це здійснюється за допомогою самозамикаючого сопла (мундштука), показаного на мал. 3.1.5.

При дозуванні, коли сопло відведено від форми, розплав тисне на клапан, зміщує його вліво, і бічні вхідні отвори перекриваються корпусом. На мал.3.1.5 клапан показаний у відкритому вигляді, коли вузол впорскування підведений до форми і клапан знаходиться в правому крайньому положенні.

.1- накінечник шнеку; 2 -втулка клапану; 3-шнек.

Малюнок 3.1.4 -Конструкція запорного клапану шнека

1-накінечник шнеку; 2-клапан;3-корпус

Малюнок 3.1.5 - Самозамикаюче сопло

Обсяг дози розплаву задається величиною відведення шнека уздовж циліндра за рахунок зміни відстані між кулачками кінцевих вимикачів. Після того як набереться певна порція розплаву, шток при відході назад натискає на кінцевий вимикач і обертання шнека припиняється [5].

*2, 3 Змикання форми і підведення вузла вприскування*

Після закінчення паузи, що передбачається після закінчення операції вилучення виливки, виготовленої в попередньому циклі, спрацьовує реле часу і включається механізм змикання. Змикання форми здійснюється в результаті переміщення рухомої плити термопластавтомата разом із закріпленою на ній рознімною частиною форми і створенням певного зусилля. Зусилля змикання необхідно для виключення розкриття форми в момент заповнення її розплавом.

Підведення вузла вприскування до форми проводиться окремим механізмом, при цьому сопло циліндра впирається в литниковую втулку форми і створюється необхідний тиск, що виключає витік розплаву.

В момент підведення вузла вприскування сопло повинно розташовуватися відповідно з ливникових каналом форми. При використанні замикаються сопла, показаного на мал. 3.1.5 в момент підведення вузла вприскування відбувається відкриття клапана, так як накінечник 1 впирається в литникову втулку і переміщує клапан 2 всередину циліндра. У цьому положенні бічні канали клапана 2 відкриваються і з'єднують між собою порожнину циліндру з литниковими каналами.

*4. Впорскування розплаву*

Під час впорскування, при русі шнека уздовж циліндра до сопла, втулка клапана під тиском зміщується, перекриває канали та виключає зворотне протягом розплаву по каналах шнека. Розплав полімеру під дією тиску починає текти через літнікові канали у формуючу порожнину форми, заповнює її, а потім під дією тиску стискається. Так як заповнення форми відбувається протягом дуже короткого часу (1-3 сек), цю операцію називають уприскуванням. Спочатку розплав заповнює літнікові канали форми, а потім формуючу порожнину, тому тиск поступово підвищується. Таким чином, в момент початку впорскування відбувається нестаціонарний процес течіння, оскільки змінюються швидкість течії і довжина каналу, а також температура розплаву.

Характер заповнення форми розплавом залежить від швидкості уприскування і розмірів формуючої порожнини. При струменевому режимі і дуже високій швидкості уприскування розплав після виходу з літників рухається в формуючій порожнини спочатку зигзагоподібно, як показано на малюнку 3.1.6 а. По мірі заповнення порожнини форми розплавом відбувається ущільнення окремих зигзагів, розплав прилипає до стінок форми і струменевий режим переходить в ламінарний - течіння стає суцільним потоком, як показано на малюнку 3.1.6 б.

1 - впускний литник; 2- стінки форми; 3 - струя розплаву; 4 - твердий слой полімеру; 5 - фронт течіння розплаву

Малюнок 3.1.6 - Схема заповнення формуючоїпорожнинирозплавом в струйному (а) таламінарному (б) режимах[5]

Внутрішні шари полімеру переміщуються до поверхні, відбувається розтягнення фронтального шару розплаву і відтискування його до поверхні, як показано на мал. 3.1.3. Розтягнуті і орієнтовані макромолекули збільшують неоднорідність структури полімеру у виробі. Струменевий режим виникає переважно в тому випадку, коли глибина впускного ливника набагато менше формуючого зазору. Струменевий режим іноді призводить до дефектів виробів, після впорскування і ущільнення розплаву на поверхні виробу залишаються розводи (неоднорідності). Заповнення форми при литті тонкостінних виробів або уприскуванні розплаву з невисокою швидкістю відбувається суцільним потоком, який утворюється безпосередньо біля впускного ливника. Простежити характер перебігу можна при уприскуванні малої дози розплаву.

Поступово зменшуючи обсяг вприскування, з вигляду виливки добре видно процес заповнення форми розплавом. Якщо струменевий режим занадто велик, у місцях впуску можна встановити ложний знак, який переведе течіння розплаву зі струминного на суцільний потік.

Як в першому, так і в другому режимах заповнення розплав при зіткненні з холодними стінками форми прилипає до поверхні і на ній з'являється плівка затверділого полімеру.

З одного боку, утворення плівки трохи зменшує глибину формуючої області, а з іншого, різко знижує подальше охолодження розплаву через малу теплопровідність полімеру. Оскільки заповнення форми відбувається з високою швидкістю, товщинатовстого шару, що утворюється складає долі міліметра і не має значного впливу на швидкість течії, особливо коли лиття проводиться при високій температурі розплаву і форми.

*5.Витримка під тиском*

Після заповнення форми розплавом відбувається його охолодження, в результаті чого збільшується щільність і зменшується обсяг, яку він обіймав полімером.

Внаслідок зменшення обсягу через літники в форму продовжує надходити додаткова порція розплаву і тиск в ній підтримуєтьсяпостійним.

Таким чином, після закінчення операції уприскування настає деяка рівновага тисків в циліндрі машини і в формуючої порожнини і протягом розплаву переходить в повільне додаткове нагнітання (підживлення), а остання компенсує зменшення обсягу полімеру в формі при його охолодженні і зменшує усадку виробів. Підживлення впливає на подушкові шар маси в передній частині шнека для того, щоб компенсувати об'ємне стиснення полімерної сировини в формі при охолодженні розплаву.

Вплив підпитки представлена в таблиці 3.1.1.

Вплив підпитки на якість виробів

Витримка під тиском зазвичай триває до тих пір, поки розплав на якійсь ділянці літнікової системи або в формуючій порожнині коло ливника не охолоне нижче температури текучості. Так як після охолодження до Тт маса розплаву в формуючій порожнині більше не змінюється, підживлення припиняється і не відбувається витікання розплаву при відведенні сопла. Чим більше витримка під тиском, тим сильніше знижується температура розплаву в формуючій порожнині, тому при подальшому охолодженні, після закінчення витримки під тиском, розміри виробу змінюються менше. При підвищенні тиску в формі щільність розплаву підвищується і при охолодженні об'єм виробу зменшується менше. Таким чином, усадочні процеси, що відбуваються в формі залежать від розмірів ливника і формуючої порожнини, температури розплаву і форми, а також від тиску в формі і теплофізичних властивостей полімеру.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

Витримка під тиском проводиться до тих пір, поки полімер в формуючій порожнині знаходиться в розплаві, тому глибину впускного ливника зазвичай вибирають з урахуванням заданої усадки, але менше товщини стінки виробу, приблизно 0,7 її товщини.

Тиск при витримці розраховують з урахуванням всіх технологічних параметрів процесу, а також розмірів літників. При правильно обраному тиску після закінчення охолодження у формуючій порожнині залишається деякий залишковий тиск Зростання. Якщо надмірно збільшити тиск в формі (діаграма Оаb "з" d "показана на мал. 3.1.7), то в кінці циклу лиття залишковий тиск Зростання буде дуже великим. Під дією Зростання полімер щільно притискається до стінок формує порожнини, сили тертя зростають, тому важко витягати вироби з форми і при виштовхуванні може відбутися руйнування їх або деформація.

Зворотня картина спостерігається при малій витримці під тиском або створення низького тиску в формі. Якщо сопло машини відводиться раніше, ніж відбудеться охолодження розплаву в літнику або формуючій порожнині, то полімер частково витікає з форми і тиск падає (діаграма Оаbс'd 'як показано на мал.3.1.7). Через недостатню компенсацію усадкових процесів у виробах в цьому випадку з'являються утяжіни і раковини (порожнечі) або збільшується усадка [5].

На другій стадії, коли розплав вже охолов до Тт, подача розплаву до форми не відбувається, і маса матеріалу не змінюється.

При цих умовах усадка аморфного полімеру відбувається за рахунок термічного стиску (скорочення), який визначається коефіцієнтом об'ємного розширення. Усадка залежить від швидкості охолодження, яка визначається температурою форми. Чим нижче температура форми, тим менше усадка аморфного термопласту, у випадку кристалічних полімерів усадка на цій стадії визначається, головним чином, процесом кристалізації, в результаті якого відбувається значне зменшення розмірів ливарних виробів. Визначальним фактором на цій стадій для кристалічних полімерів є температура форми. Чим вище температура форми, тим більше усадка кристалічного полімеру, оскільки відвід тепла відбувається повільніше і кристалізація протікає повніше. При більш високій температурі форми, розплав в кінці витримки під тиском також має більш високе значення температури, тому в процесі подальшого охолодження у нього сильніше змінюється щільність і усадка виробу зростає.

Усадка форми на другій стадії може бути вільною, коли оформлюючі частини форми не перешкоджають усадці матеріалу, або невільною, коли оформлюючі частини перешкоджають зменшенню лінійних розмірів полімеру.

Наприклад, при наявності металевої арматури у виробі або формуючих знаків для отворів. На третій стадії, після отримання виробу з форми, відбувається тільки вільна усадка, якщо, звичайно, виріб не садять на будь-яку оправку.

6.*Охолодження виробу*

Охолодження розплаву фактично починається відразу після упорскування розплаву, проте як окрема технологічна операція охолодження задається за допомогою реле часу по закінчення витримки під тиском. Такимчином, витримка при охолодженні необхідна для остаточної конструкційної жорсткості виробів, що виключає їх деформацію при вилученні з форми за допомогою штовхачів або плит знімання.

Температура полімеру перед розмиканням форми повинна бути такою,

щоб при добуванні вилучення не відбулося його викривлення або руйнування. У процесі охолодження температура розплаву зменшується, а так як обсяг залишається незмінним, то тиск у формі знижується. Оскільки охолодження відбувається з усіх боків, то на поверхні формуючої порожнини утворюється твердий шар полімеру, який в подальшому перешкоджають зміни обсягу. На відміну від виробництва екструзійних або видувних виробів в даному випадку подальше зростання щільності при охолодженні відбувається за рахунок зменшення тиску стисненого розплаву, тобто зниження тиску в формуючій порожнині. При недостатньому стисненні розплаву у виробах з великою товщиною стінок усередині виробу можуть утворитися порожнечі (раковини).

Ливарні вироби можуть мати вельми різноманітну конфігурацію і розміри, а також різнотовщинність, які служать основною причиною появи залишкових внутрішніх напружень. Особливо великий вплив на рівномірність процесу охолодження впливає різнотовщинність стінок. При заповненні форми розплавом там, де знаходиться тонка стіна, виникають великі швидкості зсуву. На ділянках, де товщина стінок велика, розплав тече повільніше, тому ступінь орієнтації в цих формуючих зазорах незначна. При наступних охолодженнях розплаву відбувається часткова дезорієнтація макромолекул, однак за рахунок

більш швидкого охолодження тонких стінок релаксація на цих ділянках практично не протікає. У місцях з великою товщиною стінок дезорієнтація протікає повніше, а так як там спочатку напруги і так були меншими, то відмінність в орієнтації по площі виробу посилюється. Таким чином, якщо виріб має різну товщину стінок, то після охолодження ступінь орієнтації буде різною і це викликає появу зупиночних напружень. Під час вилучення таких виробів з форми може статися їхвикривлення або з плином часу у полімерів з високим модулем жорсткості утворюється мікротріщини. Викривлення можливо і у виробів, що не мають різнотовщинності стінок, через нерівномірне охолодження.

Тому конструкція охолоджуючих каналів форми повинна забезпечувати рівномірне температурне поле. На викривлення можуть вплинути не тільки залишкові напруги, а й подальша усадка нерівномірно охолоджених ділянок.

Так, при литті в форму, яка має різну температуру плит, після вилучення виробу відбуваються нерівномірні усадочні процеси і воно ізгибається в сторону поверхні, яка була перед витяганням більш нагрітою. Це пояснюється тим, що лінійні розміри більш нагрітої поверхні виробу після вилучення з форми при охолодженні змінюються сильніше, ніж у менш нагрітої.

*7.Розкриття форми і вилучення виробу*

Після закінчення операції охолодження відбувається розкриття форми. Рухома частина форми, закріплення на плиті вузла змикання, відводиться, при цьому виріб йде разом з нею. Виступаюча частина штовхачів впирається в обмежувач, і виштовхувачі зупиняються разом з виробом, а рухома частина форми відводиться далі, за рахунок чого відбувається вилучення виробу з матриці.

Одночасно з виробом з ливникової втулки витягується литник. Розплав при перебігу з центрального литника затікає в отвір плити, яке має зворотний конус, і застигає в ньому. В результаті в рухомій частині форми утворюється замок, за допомогою якого при розкритті форми відбувається вилучення ливника з ливникової втулки [5].

Температура розплаву в передній частині шнека в основному залежить від обраного температурного профілю матеріального циліндру, включаючи мундштук і розігрів за рахунок тертя, створюваного обертанням шнека і динамічним тиском.

Температура розплаву впливає на слідуючі параметри:

1. в’язкість розплаву;
2. втрата тиску у формі;
3. час заповнення;
4. орієнтація у формованомувиробі, розрізнюваність ліній стику;
5. час охолодження.

Температура поверхні литьової форми робить вирішальний вплив на якість готового виробу. Більш висока температура, як правило, позитивно впливає на властивості виробу, але одночасно збільшує час циклу.

У загальних рисах підвищення температури литтєвий форми означає наступне:

-менше опір течії;

-менше потреба в тиску для заповнення форми;

-менше макромолекулярная орієнтація;

-зменшення внутрішніх напружень в готовому виробі;

-краще якість поверхні;

-більш висока кристалличность і більш рівномірна структура;

-більш висока технологічна усадка;

-менше експлуатаційна усадка;

-збільшення тривалості часу охолодження.

Як вже було зазначено, температура розплаву і форми дуже сильно впливають на анізотропію властивостей вироби, чим вони вищі, тим менше різниця у властивостях виробів уздовж і поперек напрямку лиття. Особливо сильно на анізотропію властивостей, каже час витримки під тиском. Чим більше розміри літників, тим більше триває підживлення форми розплавом, тому охолодження відбувається при впливі напрузі зсуву, а це ускладнює релаксаційні процеси і збільшує орієнтацію макромолекул і її неоднорідність.

Таким чином, час витримки під тиском і час застигання впускного литникового каналу визначають час передачі тиску. Тому при малих перетинах впуску час витримки під тиском майже не впливає на межу міцності при розтягуванні, в той час як при впуску великого розміру час витримки під тиском впливає на цей показник. Проаналізувати вплив температури лиття на зміну основних параметрів процесу і властивості виробів можна на наведеній схемі на мал. 3.1.8

- Вплив температури лиття на зміну основних параметрів процесу та властивості виробів

Технологічні параметри процесу лиття дуже сильно впливають на усадку виробів, тобто на їх лінійні розміри. Це досить легко простежити, використовуючи залежність зміни щільності розплаву полімеру від температури і тиску. Відомо, що при збільшенні тиску в формі щільність розплаву зростає. Наприклад, при тиску р1 вихідна точка, що характеризує стан розплаву, знаходиться на перетині ліній тиску р1 і середньої температури розплаву після витримки під тиском ТСР показаний на мал. 3.1.9.

При збільшенні тиску щільність прийому підвищується і початковий стан зміщується в точку b. Оскільки в точці "b" щільність вище, чим в точці "а", приохолодженні розплаву під високим тиском відбувається менша зміна обсягу і усадка виробів зменшується.

Малюнок 3.1.9 - Залежність щільності розплаву аморфного полімеру від тиску і температури

Розглянемо другий випадок, коли тиск залишається постійним і рівним р1, а температура в циліндрі литтєвий машини збільшується. У цьому випадку середня температура розплаву в кінці витримки під тиском буде більше і дорівнює ТСР (точка "з" на показаному мал 3.1.9). Цьому стану відповідає щільність менше, ніж в точці "а". Таким чином, з ростом температури усадка в поперечному напрямку збільшується, тому що щільність полімеру знижується. При високій температурі орієнтація зменшується, і усадка вздовж напрямку лиття знижується. З цієї ж причини підвищується питома ударна в'язкість виробів.

Те ж саме відбувається при підвищенні температури форми. Чим вище Тф, тим більше середня температура розплаву в кінці витримки під тиском і робоча точка зміщується у напрямку до точки "з". Однак, якщо з підвищення температури Тр або Тф збільшити витримку під тиском, то усадка може залишитися незмінною або навіть дещо зменшитися.

**3.2 Опис технологічної схеми**

На підставі критичної оцінки способів виробництва, викладених в аналітичному огляді обираємо метод лиття під тиском, так як він забезпечує гарну продуктивність праці, гарну якість виробів, зниження матеріалоємності, дотримання поточночті виробництва та гарний рівень автоматизації.

Спосіб виготовлення полімерної тари литтям під тиском включає в себе наступні операції:

 - підготовка та завантаження полімерного матеріалу;

- отримання розплаву полімерного матеріалу;

- формування виробів;

- витягання виробів з форми;

- обробка готових виробів (видалення облою).

*Прийом сировини.* Сировина на завод надходить в цистернах, контейнерах і мішках. Сировина з цистерн пневмотранспортом 12 подається в силоси 13, обсяг яких дорівнює або більше обсягу цистерни. Контейнери за допомогою підйомних пристроїв 4 розвантажуються і транспортуються на контейнерний майданчик. Сировина в мішках перевозиться на заводський склад міжцеховим транспортом.

*Зберігання сировини.* Великотоннажні партії, що надходять в контейнерах або цистернах зберігають в силосах, об'ємом 100 м3. Сировина в мішках зберігається на складі на піддонах 2*.*

*Розтарування сировини.* Залізничні або автомобільні цистерни з надходження на завод встановлюються у розвантажувального пристрою. Тут відбувається з'єднання розвантажувальних патрубків цистерни з трубопроводом обраного силосу. Контейнери з майданчика підвозяться до відділення розтарування. За допомогою вантажопідйомних пристроїв контейнер встановлюється на розтарочну установку 5. Сировина перетарюється або в силоси для зберігання 13, або в технологічні контейнери 9. Сировина в мішках з заводського складу зберігання привозиться в цехової склад на растарочную установку 5.

Поліетилен у мішках завозиться до цеху і доставляється до ливаринх автоматів. У спеціальному ящику відбувається змішування поліетилену з суперконцентратом пігментів. Допускається змішування вторинного поліетилену, отриманого в цеху після подрібнення та грануляції облою, дефектних виробів. Суперконцентрати пігментів додаються в поліетилен згідно норм витрати.

Підготовленний до переробки матеріал завантажують вручну або за допомогою вакуум завантажника у завантажувальну воронку автомату 15. Із завантажувальної воронки матеріал спеціальним механізмом подається у заздалегіть розігрітий матеріальний циліндр ливарної машини. Матеріальний циліндр має чотири зони обігріву, де за допомогою електронагрівачів матеріал, по мірі переміщення, розігрівається, розплавлюється, пластифікуються та гомогенізуються. Температура по зонам обігріву регулюється за приборами та повинна відповідати нормам технологічного процесу. Далі розплав через ливниковий канал потрапляє до матриці.

Проходячи під тиском через ливниковий канал, розплав заповнює внутрішню порожнину матриці. Відбувається процес формування виробу.

По закінченню охолодження, матриця розмикається, виймається готовий виріб, матриця закривається та відбувається повторний вприск розплаву. При розкриті матриці, вироби падають по похилому лотку до ящику. На цьому цикл виготовлення виробів закінчується, наступні цикли продовжуються автоматично. Змикання та розмикання матриці, впорскування, блокування передньої огорожі відбувається гідравлично високооборотним насосом подвійної дії.

Готові вироби по конвеєру 16 надходять на механічну обробку, а далі на пакування 20. Відходи переробки полімерних матеріалів (браковані вироби, злитки із суміші полімерів, які утворюються під час чищення апаратів, поліетиленова крихта) надходять в подрібнювач 21, подрібнюються, гранулюються у грануляторі 22. Перероблені таким чином відходи можна додавати до свіжої сировини.

 **Матеріальні та теплові баланси**

4.1 Матеріальний баланс

4.1.1 Розрахунок прийнятого числа робочих днів у році та проценту часу на проведення планового ремонту

Вихідні дані:

Результати розрахунку:

1. Кількість робочих днів у році по прийнятому графіку роботи цеху:

де ТОД – календарний фонд часу;

Тvs - кількість вихідних днів в році по прийнятому графіку роботи;

Тps - кількість святкових днів в році по прийнятому графіку роботи.

2.Число ремонтів в міжремонтному циклі:

капітальних:

середніх:

поточних:

де Т4 – тривалість міжремонтного періоду,

Т5 – пробіг між капітальними ремонтами,

Т6 – пробіг між середніми ремонтами,

Т7 – пробіг між поточними ремонтами.

3. Число ремонтів за рік:

капітальних

середніх:

поточних:

де К – коефіцієнт використання обладнання,

Т4 – тривалість міжремонтного періоду,

ZK – число капітальних ремонтів у міжремонтному циклі,

ZC – число середніх ремонтів у міжремонтному циклі,

ZT – число поточних ремонтів у міжремонтному циклі.

4. Час простоїв у ремонтах:

капітальних:

середніх:

поточних: де АК – число капітальних ремонтів за рік,

 АС – число середніх ремонтів за рік,

 АТ – число поточних ремонтів за рік,

 Т1 – час простоїв у капітальних ремонтах,

 Т2  - час простоїв у середніх ремонтах,

 Т3 - час простоїв у поточних ремонтах.

5. Повний час простою у ремонтах:

де ТК – час простоїв у капітальних ремонтах

ТС - час простоїв у середніх ремонтах

ТТ - час простоїв у поточних ремонтах.

6. Відсоток часу на проведення планового ремонту:

де Тр – повний час простою у ремонтах,

Тд – кількість робочих днів у році по прийнятому графіку роботи цеху.

7. Кількість робочих днів у році з урахуванням простоїв у ремонтах:

де Тд – кількість робочих днів у році по прийнятому графіку роботи цеху,

Тр – повний час простою у ремонтах,

TL – час простоїв по технологічним причинам.

8. Округлення кількості робочих днів у році з урахуванням простоїв у ремонтах:

Отримані дані зведемо до таблиці 4.1.1.1:

Таблиця 4.1.1.1

4.1.2 Розрахунок річної та добової потужності виробництва

Вихідні данні:

Результати розрахунку:

1. Кількість продукції, яку відбирають на дослід:

де А – заданий випуск продукції,

Р – відсоток продукції відбираємої на дослід

Ковпачок синій: шт/рік

Ковпачок зелений1050 шт./рік

Ковпачок жовтий: = 900 шт./рік

Ковпачок червоний: 510 шт./рік

2. Загальна кількість продукції, яку необхідно випустити за рік з урахуванням відбору на дослід:

G = A + Q,

де А – заданий випуск продукції,

Q – кількість продукції, яка відбирається на дослід.

Ковпачок синій: G1 = 480000 + 1440 = 481440 шт/рік

Ковпачок зелений: G2 = 350000+1050 = 351050 шт/рік

Ковпачок жовтий: G3 = 300000 + 900 = 300900 шт/рік

Ковпачок червоний: G4 = 170000+ 510 = 170510 шт/рік

3. Добовий випуск продукції:

S = ,

 де G – загальна кількість продукції, яку необхідно випустити за рік з урахуванням відбору на дослід,

 D – кількість робочих днів у році.

Ковпачок синій:

Ковпачок зелений

Ковпачок жовтий

Ковпачок червоний:

Отримані дані зведемо в таблицю

Таблиця 4.1.2.1 Річний та добовий випуск продукції

4.1.3 Розрахунок витрати полімерних композицій на основі ПЕВТ і ПЕНТ для заданого об’єму виробництва

Вихідні дані:

Результати розрахунку:

1. Втрати полімерної композиції на одиницю продукції для кожного виду виробів:

де R – чиста витрата композиції

C – втрати композиції.

Ковпачок синій

Ковпачок зелений:

Ковпачок жовтий:

Ковпачок червоний:

2. Витрата полімерної композиції на одиницю продукції з урахуванням втрат:

 де К – втрати полімерної композиції на одиницю продукції,

 R – чиста витрата композиції.

Ковпачок синій

Ковпачок зелений:

Ковпачок жовтий:

Ковпачок червоний:

3. Річна витрата полімерної композиції з урахуванням втрат:

де М – потужність виробництва

L – витрата полімерної композиції на одиницю продукції з урахуванням витрат.

Ковпачок синійКовпачок зелений

Ковпачок жовтий:

Ковпачок червоний:

4. Добова витрата полімерної композиції з урахуванням витрат:

де N - річна витрата полімерної композиції з урахуванням втрат

D – кількість робочих днів у році.

Ковпачок синій

Ковпачок зелений

Ковпачок жовтий: Ковпачок червоний: кг/доб

Отримані результати зводимо в таблицю 4.1.3.1:

Таблиця 4.1.3.1 Річна та добова витрата полімерних композицій на основі ПЕВТ і ПЕНТ для заданого об’єму виробництва

4.1.4 Розрахунок потрібності інгредієнтів полімерної композиції на основі ПЕВТ та вторинного поліетілену (1:1) для виробництва ковпачків.

Вихідні дані:

Число робочих днів у році, D: 246

Кількість інгрідієнтів: 3

Добовий випуск композицій, М: 19,09

Результати розрахунку:

1. Добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат:

де G – зміст інгрідієнту,

М – добовий випуск композиції.

ПЕВТ: Вторинний поліетилен: Пігмент:

2. Втрати інгрідієнтів за добу:

де – добова витрата інгридієнтів без урахування втрат,

Р – втрати інгридієнту.

 ПЕВТ: Вторинний поліетиленкг/доб

Пігмент: 3. Добова витрата інгрідієнтів з урахуванням витрат:

де S – втрати інгрідієнтів за добу,

R – добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат.

ПЕВТ: Вторинний поліетилен: Пігмент:

4. Річниа витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат:

де L – річна витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат,

D – число робочих днів у році.

ПЕВТ:

Отримані дані зведемо в таблицю 4.1.4.1:

Таблиця 4.1.4.1 Добова та річна витрата інгрідієнтів полімерної композиції

4.1.5 Розрахунок потрібності інгредієнтів полімерної композиції на основі ПЕВТ та вторинного поліетілену (1:1) для виробництва ковпачків.

Вихідні дані:

Число робочих днів у році, D: 246

Кількість інгрідієнтів: 3

Добовий випуск композицій, М: 25,89

Результати розрахунку:

1. Добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат:

де G – зміст інгрідієнту,

М – добовий випуск композиції.

ПЕВТ:

2. Втрати інгрідієнтів за добу:

де – добова витрата інгридієнтів без урахування втрат,

Р – втрати інгридієнту.

3. Добова витрата інгрідієнтів з урахуванням витрат:

де S – втрати інгрідієнтів за добу,

R – добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат.

ПЕВТ:

4. Річна витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат:

де L – річна витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат,

D – число робочих днів у році.

ПЕВТ:

Отримані дані зведемо в таблицю 4.1.5.1:

Таблиця 4.1.4.1 Добова та річна витрата інгрідієнтів полімерної композиції

4.1.5 Розрахунок потрібності інгредієнтів полімерної композиції на основі ПЕВТ та вторинного поліетілену (1:1) для виробництва ковпачків.

Вихідні дані:

Число робочих днів у році, D: 246

Кількість інгрідієнтів: 3

Добовий випуск композицій, М: 6,46

Результати розрахунку:

1. Добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат:

де G – зміст інгрідієнту,

М – добовий випуск композиції.

ПЕВТ: Вторинний поліетилен:

де – добова витрата інгридієнтів без урахування втрат,

Р – втрати інгридієнту.

3. Добова витрата інгрідієнтів з урахуванням витрат:

де S – втрати інгрідієнтів за добу,

R – добовий

4. Річна витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат:

де L – річна витрата інгрідієнтів з урахуванням втрат,

D – число робочих днів у році.

ПЕВТ:

Отримані дані зведемо в таблицю 4.1.6.1:Таблиця 4.1.6.1 Добова та річна витрата інгрідієнтів полімерної композиції

4.1.7 Розрахунок потрібності інгредієнтів полімерної композиції на основі ПЕВТ та вторинного поліетілену (1:1) для виробництва ковпачків.

Вихідні дані:

Число робочих днів у році, D: 246

Кількість інгрідієнтів: 3

Добовий випуск композицій, М: 3,69

Результати розрахунку:

1. Добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат:

де G – зміст інгрідієнту,

М – добовий випуск композиції.

ПЕВТ: Вторинний поліетилен: кг

Пігмент

2. Втрати інгрідієнтів за добу:

де – добова витрата інгридієнтів без урахування втрат,

Р – втрати інгридієнту.

3. Добова витрата інгрідієнтів з урахуванням витрат:

де S – втрати інгрідієнтів за добу,

R – добовий розрахунок інгрідієнтів без урахування втрат.

ПЕВТ:

Таблиця 4.1.7.1 Добова та річна витрата інгрідієнтів полімерної композиції

4.1.8 Розрахунок потрібності в напівфабрикатах та допоміжних матеріалах для ковпачків.

Вихідні дані:

Результати розрахунку:

1. Витрата матеріалу на одиницю продукції з урахування втрат:

де А – витрата матеріалу на одиницю продукції,

С – втрати матеріалу.

Ярлик марк

3. Добова витрата матеріалу з урахуванням витрат:

С – втрати матеріалу.

Ярлик

5.1 Вибір основного технологічного обладнання

Вибір основного технологічного обладнання повинен відповідати обраній технологічній схемі з урахуванням особливостей переробки того чи іншого виду термопластів. До основного обладнання належать обладнання, що надає безпосередній вплив на матеріал в процесі отримання готових виробів. Таким обладнанням є ливарні машини.

Для виробництва виробів методом лиття під тиском вибираються найбільш ефективні литтьові машини одноциліндрової конструкції зі шнекової пластикацією, в якій шнек здійснює обертальні і поступальні рухи.

У виробництві виробів з термопластів найбільш поширені литьові машини з гідравлічним приводом через низку переваг: вони найбільш прості і зручні в експлуатації; довговічні; легко регулювати основні параметри процесу лиття (швидкість уприскування, тиск лиття).

Устаткування для лиття під тиском виробляють в нашій країні і за кордоном. У зв'язку з номенклатурою виробів, що випускаються на проектованій ділянці, вибираємо однопозиційні термопластавтомати з числовим програмним управлінням і обсягом упорскування від 225 см3 до1160 см3, ними є моделі типу KuASY 400/160 (Німеччина), KuASY 800/250 (Німеччина), KuASY 1700 / 400 (Німеччина). Типи і типорозмір ливарних машин обрані виходячи з маси і розмірів виробу, площі лиття, матеріалу виробів, тиражности, відносини товщини вироби до його довжини, гніздності форми, конструктивних особливостей виробів, вимог до точності виготовлення і чистоті поверхні і зделія. Марки і технологічні характеристики обраних машин вказані в таблиці 5.1

ибір основного технологічного обладнання повинен відповідати обраній технологічній схемі з урахуванням особливостей переробки того чи іншого виду термопластів. До основного обладнання належать обладнання, що надає безпосередній вплив на матеріал в процесі отримання готових виробів. Таким обладнанням є ливарні машини.

5.2 Розрахунок основного апарату

Вихідні дані:

Середня плотність полімерних композицій: 920 кг/м3

Витрата полімерних композицій за 3 доби, кг:

Виходячи з розрахунків приймаємо стандартне сховище ємністю 1000 літрів.

Розрахунок кількості термопластавтоматів ТП -125

Вихідні дані:

Результати розрахунку:

1. Продуктивність машини за кожним видом виробу з урахуванням числа гнізд у формі та конфіцієнту використання машиного часу:

В процесі виготовлення полімерної тари та укупорювальних засобів утворюються слідуючі викиди, які з приміщень викидаються в атмосферу без очищення через вентилятори:

 В процесі нанесення штампу на полімерну тару утворюються наступні викиди:

 - ода хозяйственно питного призначення, яка використовується для охолодження пресформ, окремих вузлів обладнання, зливається в промливневу каналізацію.

Також в процесі виготовлення полімерних виробів утворюються відходи у вигляді облою. При вторинному використанні відходів виробництва, подрібненням отримують матеріал у вигляді крошки, яку додають потім визначенній пропорції до основної сировини з метою зменьшення витрат сировини.

Технологічний процес переробки полімерних відходів складається з наступних етапів:

 - подрібнення облою, літників та дефектних виробів;

 - гранулювання подрібненого матеріалу.

Безперервний розвиток виробництва та розширення сфер застосування полімерних матеріалів супроводжується накопиченням промислових та битових відходів пластмас, що приводить к утворенню економічних та екологічних проблем. У зв'язку з цим переробка вторинних полімерв(ВП) з точки зору економії матеріальних ресурсів та вирішеня екологічних проблем має все більше значення.

З технологічних та організаційних методів управління промисловими відходами найбільш розповсюджені: обезвреживание та утилізація промислових відходів, видаленя та поховання відходів, рециркуляція та вторинне використовування відходів в якості вторинної сировини. Промислові відходи, як правило, перероблюються у суміші з вихідним матеріалом. Можлива також їх утилізація, шляхом зжигання в пічах або піролізу для отримання газоподібного та рідкого палива.

Виробництво пластмасової сировини супроводжується утворенням твердих відходів у вигляді різних злиткв, глиб, бракованих волокон та ін. Промислові відходи різноманітних процесів формування виробу з пластмас утворюються у вигляді литників, бракованих виробів, обрізів та ін. Використання технологічних відходів целесообразно перед усім на оброблюючих виробництвах, так як вони зазвичай не потребують спеціального обладнання для переробки у вироби. Такі відходи переробляють у двох напрямках: 1) з метою виробництва продукту, у процесі виготовлення якого утворився даний вид відходів, або продукту аналогічної рецептури та 2) для виготовлення виробів менш відповідального призначення.

При переробці у першому напрямку відходи зазвичай використовують після їх утворення на окремих установках. Їх збирають автоматично та подають у пристрої для подрібнення, після чого змішують з основною сировиною та направляють у прийомні устрої різних формуючих установок. міст відходів у сировині зазвичай складає 5-10%, але може досягати 20% і більше. Другий напрямок переробки різноманітного виду технологічних відходів заключается у їх сортировці (відділення сторонніх домішків та розбраковка), подрібнення та гранульовка з послідуючим виготовленням на їх основі виробів широкого використання (тари, підстилок, сувенірів та ін.) В цілому переробка технологічних відходів виробництва пластмасових виробів полегшена концентруванням їх в рамках окремих виробництв та можливістю запобігання забруднень.

З відходами пластмас губиться велика кількість цінних органічних продуктів, вторинне використання яких дозволило б зменшити використання натуральної сировини (нафти та газу) та забруднення навколишнього середовища. Не малу роль грає і економічна сторона питання: собівартість вторинного поліетилену у 2,5 – 6 разів нижча, ніж первинного матеріалу.

Відходи промислового використання поліетилену, не дивлячись на достатній рівень технології переробки, у зв'язку з недостатньою організацією їх централізованого збору не використовують в значних масштабах. Найбільш розповсюджена переробка цих відходів заключается у їх перетворенні у вторинний гранульований продукт із послідуючим або використанням його для виробництва різних виробів.

Поліетиленові відходи можна перероблювати у вироби литтям під тиском. В цьому випадку може бути забезпечено часткове вспінювання поліетилену. Для цього в нього додають 0,8-1,3 % пороутворення – сульфогідразида та лиття під тиском ведуть при 150-200ᵒ С. Маса отриманих при цьому виробів складає 75-80% від звичайної.

Досліджено вплив вторинної переробки на індекс розплаву, гелеутворення, динамічні механічні властивості ПЕВТ. В процесі вторинної переробки відбувалося збільшення в'язкості розплаву та швидке утворення гелю, що зумовлено поперековим зшиванням ПЕВТ.

При дослідженнях впливу переробки ПЕВТ на властивості виробу показано, що 3-6 кратна переробка оказівает незначний вплив(набагато меньший, ніж первинний), помітне зниження міцності починається при 5-10-кратній. В процесі повторних переробок вторинного ПЕВТ рекомендується підвищувати температури лиття на 3-5% для разрушения гелю.

Перетворення відходів ПЕВТ у сировину, яку можливо використовувати для подальшого виробництва шляхом звичайної переробки важкувате. Це зв'язане зі структурно-хімічними змінами в макромолекулах ПЕ в процесі переробки його у виріб та їх есплуатації в природніх умовах, які приводять до зменьшення значної молекулярної маси, появи в макромолекулах відпрацьованого ПЕ окислюваних хімічно активних фрагментів. Все це призводить до к погіршенню фізико-механічних та теплофізичних показників отриманих з такої сировини полімерних матеріалів. Тому важливим напрямком в утилізації відходів ВП є їх рециклінг, тобто переробка з послідуючим отриманням полімерних матеріалів, пригодних к подальшому використанню в якості різноманітних композіційних матеріалів. Досягається це шляхом введення у полімерну матрицю різних модифікаторів. Вибір модифікаторів як правило, засновується подальшим використанням отриманого матеріалу.

Охрана праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профилактичних мер та засобів, направлених на сохранение здоров'я та трудоспособности людини в процесі праці.

 Умови праці на рабочому місці, безпека технологічних процесів, работи машин, механізмів, обладнання та інших засобів виробництва, стан засобів колективної та індивидуального захисту, які використовуються працівником, а також санітарно-бытовые умови повинні відповідати требованиям нормативних документів.

## Виробництво литтям під тиском характеризується:

- наявністю шкідливих речовин (оцтова кислота, окис вуглецю),

- наявністю апаратів та трубопроводів, працюючих під тиском,

- наявністю частин механізмів, які рухаються та обертаються,

- наявністю високої температури (до 160°С),

- застосуванням електричної енергии напругою 220, 380 В,

- розміщенням устаткування на висоті,

-хранением на складах великої кількості полиетилену високого та низького тиску, вторинного поліетилену, готової продукції (полимерної тари), яка може горіти при попаданні вогню,

-применением горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих смазок,

*-*уровнем шума выше нормы.

Повітря, що видаляється за допомогою системи місцевих відсмоктувачів і загальнообмінної вентиляції з відділень лиття та переробки відходів, містить шкідливі пари і гази (формальдегід, оцтова кислота, оксид вуглецю).

Однак у зв'язку з великими обсягами повітря, що видаляється і низької концентрації в ньому шкідливих речовин в більшості випадків проектування очищення нераціонально. Забруднення, що містяться у вентиляційних викидах, розсіюються в атмосфері. Вихлопні труби систем місцевих відсмоктувачів повинні бути підняті вище зони аеродинамічної тіні і забезпечені пристроями для створення факельної викиду.

Повітря, що видаляється від верстатів механічної обробки відходів, виробів, перед викидом в атмосферу повинно підлягати очищенню. Повітря, що видаляється від токарних, фрезерних, свердлильних та інших верстатів, очищається в сухих циклонах; від полірувальних верстатів - в сітчастих фільтрах. Замість батарейних циклонів, можуть бути застосовані рукавні фільтри.

У цеху є каналізація, завдяки якій не забруднюються грунт і грунтові води [4].

Забруднення повітря завдає суспільству чималого збитку, шкодить здоров'ю людей, завдає шкоди земному покрову. Разом з димовими і вентиляційними газами відлітають тисячі тонн цінних речовин і матеріалів. Газоподібні викиди промислових підприємств утворюють в повітрі аеродісперсние системи, в яких розрізняють тверду або рідку дисперсне

На ділянці з виробництва деталей методом лиття під тиском основними виробничими робітниками є ливарники пластмас. На своєму робочому місці ливарники піддаються небезпечним і шкідливим виробничим факторам, які за своєю природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні.

Хімічно небезпечні і шкідливі фактори поділяються на токсичні і дратівливі, проникаючі в організм людини через органи дихання.

До фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів слід віднести: рухомий виробничий транспорт (електрокари, візки) і рухомі механізми (кран-балка); рухомі частини литтєвої машини (розкриття і закриття прес-форми, рушійні частини пріводалітьевой машини); підвищена температура поверхні основного обладнання (матеріальний циліндр, прес-форма); недостатня освітленість робочої зони.

 Пилогазові суміші з частинок діаметром 0,1 мкм називаються істинними аерозолями, що містять більші частинки - аеросуспензіямі

 При виготовлені полимерної тари, укупорювальних та комплектуючих засобів з поліетилену, пропілену та його сополімерів на ливарних машинах, лініях гранулювання ЛГП-200, ЛГТВ-90-250, лінії рекуперації можливе при нагріванні в процесі переробки вище 1400С виділення у повітря літучих продуктів термоокиснюючої декструкціїї, які містять формальдегід (2 класу небезпеки) у якого ГДК = 0,5 мг / куб. М, ацетальдегід (3 класу небезпеки), оксид вуглецю (4 класу небезпеки) ГДК = 20 мг / куб. м, кислоту уксусну (3 класса небезпеки).

 При вигрузці сировини з мішків в прийомний бункер, подачі його у загрузочну воронку автомату, при переробці відходів поліетиленовой плівки, некондиційної тари, укупорювальних засобів на измельчителях пластмас ИПР-300М, ИПР-450М, ИРНК в повітря виділяється дрібний пил-аерозоль поліетилену, поліпропілену (4 класу небезпеки). Речовини, які виділяються викидаються в атмосферу без очищування вентиляторами місцевого відсмоктування печати на полімерну тару в повітря рабочої зони виділяється ксилол, пари якого викидаються в атмосферу без очищення вентилятором місцевого відсмоктування В-6 (корп.732) и В-3 (корп.715). Вода хозяйственно-питьевого призначення після охолодження зони зыгрузки сировини в матеріальний циліндр, прессформ литьових автоматів, автомата АВ-60, установки БА-60А, линии рекуперації, а також ванн охолодження ліній ЛГП-200, ЛГТВ-90-250, яка не містить шкідливих речовин, направляється в колодязь промливневої каналізації Д4-14.

Неорганізовані викиди в атмосферу відсутні.

Тверді віходи відсутні.

Рідкі відходи відсутні.

Забруднення повітря завдає суспільству чималого збитку, шкодить здоров'ю людей, завдає шкоди земному покрову. Разом з димовими і вентиляційними газами відлітають тисячі тонн цінних речовин і матеріалів. Газоподібні викиди промислових підприємств утворюють в повітрі аеродісперсние системи, в яких розрізняють тверду або рідку дисперсне середовище. Пилогазові суміші з частинок діаметром 0,1 мкм називаються істинними аерозолями, що містять більші частинки - аеросуспензіямі.

Очищення повітря від пилу

Освіта запилених потоків може відбуватися в результаті подрібнення, просівання, транспортування, зберігання, перемішування, упаковки, сушки, таблетування, механічної обробки виробів і т. д. Пил являє собою дисперговані речовини з 29 розмірами частинок від 1 до 500 мкм, вона може бути токсична і вибухонебезпечна, що вимагає виконання санітарно-гігієнічних заходів і дотримання заходів вибухобезпеки. Зменшити виділення пилу можна зволоженням порошить речовини, але це не завжди можливо. Тому основне завдання зводиться до максимальної герметизації обладнання та уловлювання пилу в пилоуловлюючих пристроях.

Найбільш поширеними пиловловлюючими пристроями є установки механічного очищення, установки мокрого очищення, фільтруючі пристрої, електрофільтри. Вибір типу пиловловлювача обумовлений концентрацією запиленості газу, ступенем дисперсності частинок і вимогами до очищення повітря.

Найбільшого поширення в промисловій практиці одержали циклони. Перевагою циклонів є простота конструкції і низька вартість. Принцип роботи цих апаратів заснований на дії відцентрових сил, що виникають при обертанні газового потоку.

В технології газоочистки широко використовуються прийоми фільтрування.

Для цього застосовують тканинні фільтри - рукавні, мішечні, рамні. Запилений повітря пропускають через пористі матеріали, здатні затримувати чи осаджувати пил.

Очищення газу може проводитися як сухим, так і мокрим способом.

Ступінь очищення досягає 99,9%

Очищення повітря від газоподібних домішок

У процесі переробки полімерів може відбуватися їх деструкція, в результаті якої утворюються газоподібні продукти, що містять різні шкідливі речовини. Зменшити виділення шкідливих речовин в атмосферу можна двома шляхами: вдосконаленням технологічних процесів синтезу і переробки полімерів і використанням більш ефективних способів очищення. Наприклад, зниження температури переробки полімерів на 20-50 ° С або додавання до їх складу нетоксичних пластифікаторів, невеликих кількостей легуючих речовин, мікродобавок, які знижують в'язкість розплавів полімерів і температуру переходу в в'язкотекучий стан, істотно зменшує вміст шкідливих газоподібних речовин.

До основних способів очищення викидів від газоподібних домішок відносяться абсорбція рідинами, адсорбція твердими поглиначами і каталітична очистка. Вибір способу очищення залежить від фізико-хімічних властивостей забруднюючої речовини, його агрегатного стану, концентрації, а також техніко-економічних показників яка застосовується.

Крім того, вибір способу очищення визначається конкретними умовами виробництва: кількістю газів і їх температурою, складом і концентрацією шкідливих речовин, можливістю рекуперації енергії, ступенем очищення повітря, виробничими можливостями, вартістю способу і т. д. На практиці часто використовують комбінацію різних методів. Поєднання різних способів очищення в одному газоочисних потоці може бути вельми різноманітним і залежить від конкретних умов.

Захист водойм від шкідливих домішок

Промислові підприємства та комунальне господарство з усього кількості забраної з водойм води безповоротно витрачають близько 5-10%, решта ж кількість води скидається назад в водойми в забрудненому стані. При скиданні в водойми неочищених стічних вод порушується біологічна рівновага.

При переробці пластмас у вироби вода використовується головним чином для охолодження і нагрівання форм, матеріальних циліндрів, вальців, як гідравлічна рідина в пресах і т. д.

Використана вода зазвичай не стикається з шкідливими речовинами і є умовно чистої, але може містити зважені частинки. Тому цю воду можна використовувати повторно. Тобто можна застосувати систему оборотного водопостачання.

Забруднені води перед скиданням у водойми необхідно чистити. Вибір методу очищення залежить від багатьох факторів, але перш за все від фізичного стану забруднювача і його концентрації.

Розрізняють механічну, фізико-хімічну, хімічну, біохімічну, термічну очистку.

Стічні води від виробництва виробів з пластмас очищають головним чином механічними методами. основними процесами механічного очищення є:

- проціджування стічної води через решітки і сітки для відділення

великих часток і сторонніх предметів;

- уловлювання в песколовках важких домішок, що проходять через

решітки та сітки;

- відстоювання для видалення нерастворяющуюся речовин;

- спуск для шламу.

В окремих випадках нейтралізацію кислих або лужних стоків, а також розведення стоків до гранично допустимих концентрацій.

При переробці пластмас накопичуються тверді відходи, які необхідно утилізувати або знешкоджувати. Для цього застосовуються в основному повторна переробка відходів або використання їх в різних комбінаціях, термічний розклад з отриманням цільових продуктів, термічне знешкодження з регенерацією виділяється теплоти.

При виборі методу утилізації відходів необхідний комплексний підхід до вирішення питання з урахуванням техніко-економічних, соціальних і екологічних факторів.

 Використання відходів реактопластів важкувато, так як в процесі переробки вони втрачають свою здатність до розм'якшення і розчинення. Тому вони зазвичай піддаються термічному знешкодженню з використанням тепла продуктів горіння. Спалювання проводять при 1000 ° С в присутності кисню повітря. В цих умовах органічна частина відходів згоряє повністю з утворенням діоксиду вуглецю і пари води. Гарячі гази направляються в подальшому в котел-утилізатор для нагріву води, використовуваної для різних виробничих потреб, а потім через димову трубу викидаються в атмосферу. Незважаючи на велику увагу, яку приділяють методам утилізації та знешкодження відходів пластмас, до теперішнього часу ще велика частка відходів, які вивозять на сміттєзвалища.

Звалища відходів пластмас є серйозним джерелом забруднень грунтів і грунтових вод. В даний час розроблені методи закритого захоронення відходів (покриття їх зверху землею). Розроблено також спеціальні добавки для розпушення грунту, які вводяться разом з відходами при похованні. захоронення відходів виробляють на спеціальних полігонах, площа яких визначається розрахунковим терміном їх експлуатації (не менше 25 років)

Основні характеристики умов праці наведено в таблиці 9.3.

 Таблиця 9.3.

Внутрішній водопровід будівлі проектується відповідно до СН і П II-170, а внутрішня каналізація відповідно до СН і П II 4-70.

Проектом цеху передбачаються внутрішні магістралі водопроводу і каналізації цеху.

Вода витрачається на санітарно господарські, виробничі і протипожежні потреби.

Витрата води на технічні потреби визначається з розрахунку водоспоживання технологічним обладнанням.

Відповідно до вимог до якості води і її кількості в цеху передбачаються три системи водопостачання: водопровід господарсько-протипожежний, водопровід виробничий, водопровід зворотної води.

Мережа виробничої каналізації брудних стоків відводить стічні води за трьома випусками: по одному - в господарсько-фекальную, по двох інших - в виробничо-зливові зовнішні мережі каналізації. Приєднання випусків до міських мереж каналізації здійснюється через масло жиро вловлювачі.

Основні небезпеки при роботі в ливарному цеху: Електронебезпека, термонебезпека, небезпека механічного травмування.

На підприємстві повинен бути організований триступеневий контроль техніки безпеки.

На підприємстві повинні бути інструкції з охорони праці для працівників цеху.

Для профілактики травм і захисту праці ливарників на виробництві повинні бути вжиті наступні заходи: регулярно проводиться технічні огляди машин, що працює в цеху персонал повинен мати спецодяг, спецвзуття.

Ливарні машини обладнані спеціальними пристроями, що забезпечують безпеку роботи при дотриманні правил їх експлуатації (дверцята, захисні клапани, заземлення та ін.).

На виробництві є: душове відділення, туалет, кухня, побутова кімната. Є опалення. Всі приміщення прибираються прибиральником.

Поблизу від вогненебезпечних об'єктів повинні бути обладнані пожежні щити, укомплектовані вогнегасниками, ящиками з піском, лопатами, відрами та іншими необхідними інструментами. Крім пожежних щитів в цеху повинні бути пожежні гідранти [6].

До специфічних робіт, виконаним литейщиком пластмаси, відносяться протирання і мастило форми, очищення гарячого сопла, контроль витоку масла з системи, перевірка справності кріплення шлангів системи термостатування і захисних огороджень.

Найбільша небезпека в цих випадках представляють опіки і попадання рук між напівформах. Тому ливарник зобов'язаний протирати і змащувати форму тільки при повністю відкритих дверцятах огорожі, очищати мундштук (сопло) тільки при відключеному обігріві. У всіх випадках при включеній машині заборонено протягувати руки в зону змикання через отвір скидання вироби. При застряванні вироби у формі необхідно вимкнути машину і тільки тоді витягувати застряглу виріб за допомогою гачка і вибивання.

При автоматичній роботі машини потрібно стежити за видаленням виливків з форми, в разі затримки вироби - вимкнути машину і видалити його.

Для того щоб забезпечити повну безпеку роботи, ливарні машини забезпечуються блокувальними пристроями, огорожами небезпечних місць і написами, що попереджають про небезпеку.

Розроблено технологічну частину проекту виробництва укупорювальних засобів для флаконів під клей ПВА методом лиття під тиском, потужністю 1,3 млн шт/рік.

В розділах дипломного проекту розглянуті можливі методи отримання виробів, такі як формування, пресування, екструзія, лиття під тиском та ін. На основі недоліків та достоинсв цих методів був обраний метод лиття під тиском. Також були розглянуті властивості поліетилену ВД та поліетилену вторинного поліетилену.Розроблена оптимальна технологічна схема, куди були внесені: стислий опис основних виробничих операцій, способи транспортування та ін.