

Дипломний проект на тему: Проект виробництва полімерних відер методом лиття під тиском. Потужність 720 тис. шт./рік.

виконала студентка гр..ХТ-14д Абросімова І.О.

1.1 Призначення полімерної тари.

Призначення тари надзвичайно різноманітне: це полегшення зручності навантаження, вивантаження і перевезення продукції на всіх видах транспорту, полегшення робіт, пов'язаних з укладанням і зберіганням упакованих матеріалів на складах, а також при їх переміщенні; захист продуктів від забруднення і псування під дією сонячної радіації, атмосферних дій, змін температури і вологості повітря; захист продуктів від механічних дій (підвищення навантажень, ударів, струсів).

Транспортна тара.

Транспортна тара підрозділяється на жорстку і м'яку. За останні роки цей вид тари з пластмас прийшов на зміну тарі з традиційних матеріалів. Жорстка транспортна полімерна тара володіє високою міцністю і хорошим опором динамічним навантаженням, не вимагає систематичного ремонту, характеризується тривалим терміном експлуатації, надійно зберігає продукцію від зовнішніх дій, має красивий зовнішній вигляд. Завдяки своїй жорсткості тара може легко штабелюватися в декілька ярусів, займаючи при цьому мінімальну площу, без застосування додаткових пристроїв.

Основні способи приготування транспортної тари – лиття під тиском, термоформування, екструзійне формування, ротаційне формування, штампування і пресування із застосуванням зварки.

Широке застосування як споживчу тару знаходять різного роду лотки, ящики, бочки, доладні полімерні ящики і тара для перевезення продуктів.

До м'якої тари відносяться мішки, чохли, вкладиші, м'які доладні контейнера і термоусадочна плівка.

Вимоги до полімерної тари визначаються чинниками, які умовно можна розділити на внутрішні і зовнішні.

До внутрішніх відносяться: фізико-механічні властивості, хімічна стійкість і зносостійкість матеріалів, з яких виготовляють тару, деформуюча

дія упакованих продуктів і виробів. До зовнішніх чинників відносяться: механічні навантаження, кліматичні умови, біологічні дії.

При виборі форми і конструкції тари необхідно уникати різких переходів, гострих граней і кутів, на яких можуть концентруватися напруги, що сприяють швидкому виходу тари з ладу.

Транспортна тара повинна володіти комплектом властивостей, які забезпечуються не тільки конструкцією, але і вибором матеріалу для її виготовлення.

Стійкість тари до механічних дій характеризуються формостійкістю при статичних і динамічних навантаженнях, а також ударною міцністю.

Важливою властивістю тари є термо - і морозостійкість. Зовнішній вигляд обумовлює її естетичні властивості.

Оптимізація складу композицій і технологічних режимів процесу переробки дозволяє досягти необхідних експлуатаційних характеристик, хорошого зовнішнього вигляду одержуваної тари, її високої якості. Розглянемо найважливіший спосіб переробки полімерних матеріалів.

Лиття під тиском. Литтєвий метод формування є одним з ведучих при переробці полімерних матеріалів завдяки можливості повної автоматизації виробництва і переробки великого числа матеріалів. Так, більше 30% об'єму вироблюваних термопластів переробляється в даний час литтєвим методом, причому цей показник має тенденцію до подальшого зростання. В даний момент метод лиття під тиском почав інтенсивно упроваджуватися у виробництві формових гумових виробів і при переробці реактопластів. Застосування литтєвого методу замість пресування дозволяє зменшити тривалість циклу формування виробу в 1,5-2 рази, а для ряду масивних гумових технічних виробів - більш ніж у 10 разів; число зайнятих у виробничому процесі робітників може бути зменшене практично удвічі. Характерною особливістю литтєвого методу є його масовість: литтєві виробництва входять зараз до складу багатьох крупних підприємств .

Технологія лиття під тиском

Технологічний процес лиття виробів з термопластичних полімерів складається з наступних операцій:

- 1) плавлення, гомогенізація і дозування полімеру;
- 2) змикання форми;
- 3) підведення вузла впорскування до форми;
- 4) впорскування розплаву;
- 5) витримка під тиском і відведення вузла впорскування;
- 6) охолодження виробу;
- 7) розкриття форми і витяг виробу.

Технологічна схема процесу лиття під тиском термопластів ілюструється рис 1.1.

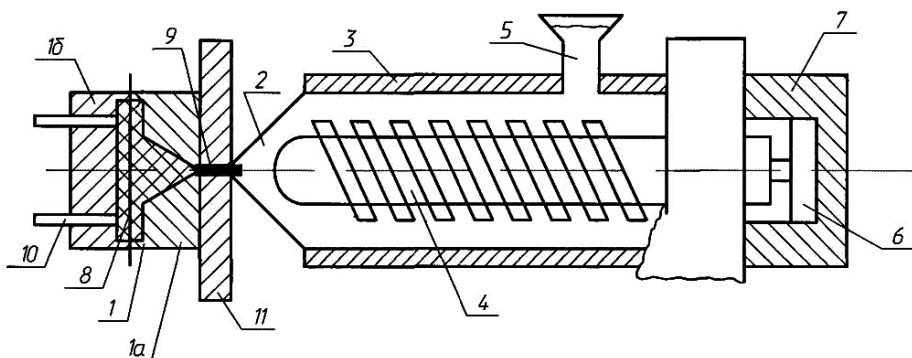


Рис. 1.1 Технологічна схема процесу лиття під тиском термопластів

1-форма; 2-сопло; 3-циліндр литтєвої машини; 4-шнек; 5-бункер; 6-поршень для впорскування; 7-циліндр вузла впорскування; 8-виріб; 9-литтєвий канал форми; 10-штовхач; 11 – литтєва втулка.

У момент упорскування розплаву і витримки його під тиском циліндр литтєвої машини 3 підведений до литтєвої форми 1 і сопло 2 з'єднане з литтєвим каналом форми. Шнек 4 під дією поршня 6 вузла впорскування

переміщується до форми, і розплав вприскується в формуючу порожнину. Для виключення витікання розплаву з форми дається витримка під тиском.

Під час охолодження виробу, коли розплав у літниках достатньо охолоджений, вузол вприскування відводиться від форми, і починається дозування нової порції розплаву, при цьому шнек, обертаючись, відходить назад.

В кінці операції дозування, коли накопичиться певна порція розплаву, шнек зупиняється, знову слідує операція вприскування.

Така загальна послідовність операцій технологічного процесу лиття під тиском.

1.2 Основні операції лиття під тиском:

1) Операція плавлення, гомогенізації і дозування розплаву

Здійснюються періодично через рівні проміжки часу і з постійною для кожного конкретного виробу частотою обертання шнека. Плавлення полімеру відбувається за рахунок передачі теплоти від нагрітих стінок циліндра, а також внаслідок дисипації енергії в'язкої течії розплаву і тертя гранул. Під час вприскування розплаву шнек не обертається, тому нагрівання гранул відбувається тільки за рахунок теплопередачі. Таким чином, для розрахунку операція плавлення при литті під тиском розбивається на два етапи нагрівання - при нерухомому і обертовому шнеку.

Операція дозування здійснюється в результаті переміщення полімеру в передню частину циліндра при обертанні шнека. Обертання шнека включається після закінчення витримки під тиском попереднього циклу лиття та зменшення тиску в циліндрі термопластавтомата. При тиску вприскування (60-140 МПа) навантаження на шнек дуже велике і обертання його неприпустиме. Дозування супроводжується стиском і нагріванням гранул з наступним переходом полімеру в в'язкотекучий стан. Для забезпечення гарної гомогенізації розплаву під час дозування за допомогою

поршня вузла вприскування на шнеку створюється зусилля підпору, тому шнек відходить не вільно, а долаючи тиск підпору.

Шнеки ливарних машин конструктивно відрізняються від екструзійних. Вони зазвичай мають меншу довжину ($L / D = 15-17$) і ступінь стиснення для них дорівнює $i = 2-2,5$. Це пояснюється тим, що в ливарних машинах не потрібно створення під час дозування високих тисків і не потрібна хороша гомогенізація. При вприскуванні відбувається додатковий нагрів розплаву, і він добре перемішується внаслідок течії в ливникових каналах.

2) Змикання форми і підведення вузла вприскування.

Після закінчення паузи, що передбачається по завершенні операції витягання виробу, виготовленого в попередньому циклі, спрацьовує реле часу і включається механізм змикання. Змикання форми здійснюється в результаті переміщення рухомої плити термопластавтомата разом із закріпленою на ній роз'ємної частини форми і створення певного зусилля. Підведення вузла вприскування до форми проводиться окремим механізмом, при цьому сопло циліндра впирається в ливникову втулку форми і створюється необхідний тиск, що виключає витік розплаву. У момент підведення вузла вприскування сопло повинно розташовуватися співвісно з ливниковим каналом форми.

3) Упорскування розплаву

При русі шнека вздовж циліндра до сопла під час вприскування клапан шнека зміщується, перекриває канали шнека і виключає зворотну течію розплаву. Розплав полімеру під дією тиску починає текти через ливникові канали в формуючу порожнину форми, заповнює її, а потім під дією тиску стискається. Так як заповнення форми відбувається протягом дуже короткого часу (1-3 с), цю операцію називають уприскуванням. Після заповнення форми полімером відбувається подальше збільшення тиску до заданого

значення і стиснення розплаву, внаслідок чого щільність його зростає. Тиск вибирається з умови досягнення необхідної щільності розплаву, щоб в процесі охолодження не відбувалося значного зменшення об'єму.

4) Витримка під тиском

Після заповнення форми розплавом відбувається його охолодження під тиском, в результаті чого збільшується щільність і зменшується об'єм, зайнятий полімером. Внаслідок зменшення об'єму через літники в форму продовжує надходити додаткова порція розплаву і тиск в ній підтримується постійним. Таким чином, після закінчення операції уприскування настає деяка рівновага тисків у циліндрі машини і в формуючій порожнині, і течія переходить в повільне додаткове нагнітання розплаву (підживлення); остання компенсує зменшення об'єму полімеру в формі при його охолодженні (тобто сприяє зниженню усадки). Таким чином, здійснення підживлення є першим способом зниження усадочних явищ. Витримка під тиском зазвичай триває до тих пір, поки розплав в центральній частині впускного литника не охолоне нижче температури плинності.

Витримка під тиском компенсує усадочні процеси, що відбуваються у формі, і залежить від розмірів литника, температури розплаву і форми, а також від теплофізичних властивостей полімеру. Витримка під тиском доцільна до тих пір, поки полімер в формуючій порожнині знаходиться в розплаві.

При тривалому підживленні на розплав при його охолодженні в формі діють напруги зсуву, зростає ступінь орієнтації макромолекул і збільшується анізотропія властивостей виробу. Для запобігання цьому доцільно:

- заповнити форму розплавом;
- ущільнити його під високим тиском;
- перекрити ливникові канали і припинити підживлення.

В цьому випадку течія розплаву в формі припиняється і в результаті релаксаційних процесів відбувається дезорієнтація макромолекул. Такий

процес можна здійснити при використанні літників з невеликою глибиною або мундштуків з запірним клапаном. Проте в цьому випадку неможливо проводити підживлення, тому для зменшення усадки необхідно створювати у формі максимально високий тиск, який забезпечить граничне ущільнення матеріалу (другий спосіб зниження усадочних явищ).

5) Охолодження виробу

Фактично, охолодження розплаву починається відразу після уприскування розплаву, проте як окрема технологічна операція охолодження задається за допомогою реле часу по закінченні витримки під тиском. Таким чином, витримка при охолодженні необхідна для остаточного затвердіння розплаву полімеру і досягнення певної конструкційної жорсткості виробів, що виключає їх деформацію при витяганні з форми.

Температура полімеру перед розмиканням форми повинна бути такою, щоб при витяганні вироби не відбулося його викривлення або руйнування. Оскільки охолодження відбувається з усіх боків, то на поверхні формуючої порожнини утворюється твердий шар полімеру, який в подальшому перешкоджає зміні об'єму. Якщо виріб має різну товщину стінок, то після охолодження ступінь орієнтації буде різною, і це викличе появу залишкових напруг. Викривлення можливо і у виробів, що не мають різнотовщинності стінок в результаті їх нерівномірного охолодження.

В цьому випадку викривлення відбувається через усадку нерівномірно охолоджених ділянок виробу. Так, при литті в форму, яка має різну температуру плит, у виробі після вилучення відбуваються нерівномірні усадочні процеси, і воно згинається в сторону поверхні, яка була більш нагрітою. Це пояснюється тим, що лінійні розміри більш нагрітої поверхні виробу при охолодженні змінюються сильніше, ніж менш нагрітої поверхні.

Таким чином, конструкція охолоджуючих каналів форми повинна забезпечувати рівномірне температурне поле. При охолодженні полімеру розміри кристалів визначаються швидкістю охолодження, яка залежить від

температури форми. Характеристикою ступеня кристалічності є величина, звана напівперіодом кристалізації $t_{0,5}$ - час, необхідний для досягнення ступеня кристалічності 50%. Ця величина сильно змінюється в залежності від будови полімеру. У таких полімерів, як полістирол, поліетилентерефталат, що мають високе значення $t_{0,5}$, при повільному охолодженні переважає розвинена кристалічна структура, а при швидкому охолодженні - аморфна. Такі полімери, як поліетилен і поліпропілен, менш чутливі до швидкості охолодження, так як мають малий напівперіод кристалізації.

б) Розкриття форми та вилучення виробу

Після закінчення операції охолодження відбувається розкриття форми. Рухома частина форми 3 закріплена на плиті вузла змикання, відводиться, при цьому виріб 4 йде разом з нею. Виступаюча частина штовхачів 2 впирається в обмежувач 1, і вони зупиняються разом з виробом 4, а рухома частина форми 3 відводиться далі, за рахунок чого відбувається вилучення виробу. Одночасно з виробом з литникової втулки витягується літник 5.

1.3 Основні параметри, від яких залежить якість готового виробу

Температура розплаву визначає його текучість, густину, ступінь орієнтації макромолекул при перебігу розплаву у формі. Текучість повинна бути достатньою для заповнення гнізд форми і точного відтворення їх конфігурацій. Кристалічні полімери при нагріванні переходять в аморфний стан, що супроводжується зниженням їх густини, отже, перехід в аморфний стан супроводжується збільшенням об'єму матеріалу. Відбувається також і термічне розширення полімеру, збільшення об'єму полімеру при плавленні може досягати 9-10 %. Дуже висока температура литва може привести до інтенсивної термоокислювальної деструкції полімеру, а також до його часткового зшивання, зниження міцності, еластичності, зміни кольору та інших небажаних наслідків.

При охолодженні розплаву у формі в ньому відбуваються структурні зміни, що визначають фізико-механічні властивості виробів. Полімери, що кристалізуються, в деякій мірі відновлюють кристалічну структуру, що супроводжується значною усадкою виробів. Швидкість і ступінь охолодження матеріалу в поверхневих шарах, дотичних з холодними стінками форми, і внутрішніх - неоднакові. В результаті цього у виробках створюються усадкові (термічні) внутрішні напруги.

Разом з усадковими в литтєвих виробках виникають також орієнтаційні (заморожені) напруги, що викликаються різними ступенями орієнтації макромолекул і надмолекулярних утворень у напрямі течії у формі і в перпендикулярному до нього напрямі розширення потоку розплаву. Ці напруги можна значно зменшити, підвищуючи температуру стінок форми, або температуру упорскуваного розплаву, а також збільшуючи швидкість заповнення форми розплавом, тобто знижуючи різницю температур форми і розплаву. Практично температуру форми підтримують на 100-150°C нижче температури литва.

Внутрішні напруги нерідко приводять до викривлення або навіть до розтріскування виробів. Для зниження напруг готові вироби піддають «відпалу», тобто нагрівають до температури, при якій ще не відбувається деформація виробів, і поволі охолоджують. Орієнтаційні напруги при цьому не знімаються.

Тиск литва повинен бути достатнім для швидкого уприскування розплаву через сопло у форму і її заповнення. Необхідний тиск визначається в'язкістю розплаву. Характер переходу полімерів у в'язкотекучий стан і затвердіння розплаву залежить від фазового стану полімеру. Розплави аморфних полімерів зберігають пластичність в досить широкому температурному інтервалі (30-40°C і більш), тоді як ті, що кристалізуються, тверднуть в інтервалі 5-7°C, тому регулювання температури литва полімерів, що кристалізуються, повинне бути особливо точним.

Розплави полімерів мають помітну стисливість. Отже, із збільшенням тиску підвищується маса і густина виробу, знижується усадка. На міцність виробів тиск робить порівняно невеликий вплив.

Тиск уприскування лише частково передається у форму, оскільки 30-50 % його втрачається в результаті опору руху розплаву по соплу і литниковим каналам форми. Основні напрями розвитку литтєвого методу полягають в наступному:

- 1) створення різних різновидів методу, розширюючих його технологічні можливості, і відповідних типів спеціалізованого литтєвого устаткування;

- 2) підвищення продуктивності устаткування шляхом інтенсифікації процесів в робочих органах;

- 3) розробка систем автоматичного контролю і управління процесами протягом різних операцій литтєвого циклу з метою поліпшення якості литтєвих виробів. В результаті виникли такі самостійні різновиди методу, як литво прецизійних виробів, багатоколірних виробів (виробів з елементами з різних матеріалів), виробів зі спінених, модифікованих і наповнених (зокрема склонаповнених) матеріалів та ін. Ці різновиди мають цілком певну специфіку як при виборі і підготовці матеріалів, що переробляються, так і при конструктивному оформленні основного устаткування.

Разом з розвитком технології і удосконаленням устаткування, які реалізують традиційний режим литтєвого формування, що є упорскуванні розплаву в замкнену оформлюючу порожнину при осьовому переміщенні литтєвого поршня (або черв'яка), з'явилися нові режими: інтрузійний режим, упорскування в частково замкнуту форму з подальшим остаточним стуленням її, впорскування в замкнену форму з подальшим частковим розкриттям та ін., причому в рамках кожного з основних різновидів можливі різні варіанти послідовності окремих машинних операцій циклу.

Практична реалізація останнього з відмічених напрямів полягає в розробці різних схем управління пресами, як в черв'ячному пластикаторі, так

і в литтєвій формі (автоматичне регулювання машинних параметрів протягом циклу за заданою програмою, регулюючі системи із зворотними зв'язками та ін.).

Розміри литтєвої тари обмежені параметрами литтєвої машини. Лиття під тиском використовується при виробництві жорсткої тари, окремих елементів упаковки (пакувальних засобів, функціональних пристроїв), для яких потрібна висока точність виконання розмірів.

Конструктивними відмінностями литтєвої тари є жорсткість, рівностінність, плавні переходи і закруглення, наявність ребер, нервюр та кантів.

1.3.1 Машини для лиття

Процес лиття під тиском здійснюється на серійно випускаємих промисловістю литтєвих машинах, що складаються з двох основних частин: механізму пластикації – впорскування і механізму замикання форми. Перша частина служить для дозування матеріалу, його пластикації і впорскування розплаву у форму. Друга частина призначена для кріплення литтєвої форми, її переміщення і утримання в зімкнутому стані.

1.3.2 Класифікація литтєвих машин.

Машини для лиття під тиском класифікуються по ряду параметрів і ознак. Основним класифікаційним параметром є потужність литтєвої машини, або об'єм впорскування, який виражається числом кубічних сантиметрів матеріалу, що витрачається на виготовлення одного відливання.

Крім того, литтєві машини підрозділяються за принципом дії механізму пластикації і впорскування (поршневі, черв'ячно-поршневі, черв'ячні).

По вигляду приводу (механічні, гідравлічні, гідромеханічні, по числу прес-вузлів (одно і багато позиційні), по типу матеріалів, що переробляються, і т.д. По взаємному розташуванню осей механізмів пластикації – впорскування і замикання форми литтєвої машини підрозділяються на впорскування і замикання, вертикальні і кутові.

Найбільше поширення набули машини горизонтального типу, в яких вісі механізмів пластикації – впорскування і замикання форми розташовані горизонтально.

Виробництво і застосування литтєвих машин вертикального типу викликане необхідністю отримання виробів з арматурою. Річ у тому, що горизонтальна площина роз'єму форм, характерна для цих машин, зручна для установки армуючих елементів.

Кутові литтєві машини можуть випускатися з горизонтальною і вертикальною компоновкою під прямим кутом. Ці машини вигідно використовувати для лиття великогабаритних виробів в тому випадку, якщо потрібне впорскування розплаву не в центральну, а в периферійну частину порожнини форми.

Для здійснення деяких різновидів методу лиття під тиском промисловістю випускаються деякі спеціальні види литтєвих машин. До них відносяться машини для двух- і багатоколірного лиття, для лиття виробів зі спінених матеріалів. Особливу групу литтєвих машин складають багатопозиційні (роторні і револьверні) литтєві машини.

Вибір типу, розміру литтєвої машини визначається наступними параметрами:

- 1) масою (об'ємом) однієї плити або відливання;
- 2) зусиллям стулення форми відповідно до площі одного відливання і інжекційного тиску;
- 3) розміром плит і ходом рухомої плити;
- 4) максимальною відстанню між плитами;
- 5) конструкцією виштовхувачів.

Універсальність литтєвої машини забезпечується вибором оптимальних параметрів механізмів інжекції і замикання форми. Литтєве пресування особливо доцільно використовувати при переробці матеріалів і композицій,

складних для лиття під тиском або при виготовленні деталей складної конфігурації.

Основними напрямками робіт у області удосконалення литтєвого формування останніми роками є: автоматизація за рахунок використання ЕОМ і робототехніки, підвищення надійності роботи гідравлічних систем і контрольно-вимірювальної апаратури; зміна геометрії черв'яка і литтєвого циліндра для відсмоктування летючих речовин при переробці гігроскопічних і нестабільних матеріалів, внаслідок чого, підвищується якість виробів при переробці композицій з різними добавками.

При використуванні литтєвих машин з дегазацією розплаву усувається стадія попередньої сушки матеріалу, відпадає необхідність в спеціальних заходах при упаковці і зберіганні гігроскопічних матеріалів, скорочуються технологічні відходи при переробці, знижується вміст залишкового мономера в полімерному матеріалі, підвищується якість одержуваних виробів.

Недоліками виробництва великогабаритної тари з термопластів литтям під тиском є складність і металоємність обладнання, трудомісткість його виготовлення і висока складність, складність виготовлення литтєвих форм з високою точністю розмірів, з необхідною твердістю і чистотою поверхні, енергоємність процесу.

Основними матеріалами, що використовуються для лиття є: поліетилен та поліпропілен. Розглянемо детальніше кожен з матеріалів.

1.3.3 Поліетилен. У промисловості поліетилен низької густини (ПЕНГ) одержують радикальною полімеризацією етилену при $180-270^{\circ}\text{C}$ і тиску $147-245 \text{ МН/м}^2$ ($1500-2500 \text{ кг/см}^2$). Деякі установки працюють під тиском 350 МН/м^2 (3500 кг/см^2) температурі 300°C .

Одержувані в промисловості ПЕНГ має середньмасову молекулярну масу $80000-500000$ і ступінь кристалічності $50-65\%$.

Регулювання довжини полімерного ланцюга здійснюється за допомогою умов реакції, наприклад, тиску, температури, добавок, регулюючих довжину ланцюга речовин (водню пропана, ізобутана, спиртів, альдегідів).

Основною перевагою ПЕНГ є хороша якість продукту і його низька вартість. Не дивлячись на складність апаратури, що працює під високим тиском, і порівняно низький вихід полімеру за один прохід (18-20%) в даний час цим способом виробляють близько 75% всієї кількості полімерів.

Поліетилен високої густини (ПЕВГ) одержують гетерогенному середовищу полімеризацією етилену при температурі 70-80 °С і тиску 0,3-0,5 МН/м² (3-5 кг/см²).

В деяких випадках для підвищеної швидкості процесу тиск збільшують до 1,2 МН/м² (12 кг/см²) і більше. Реакції полімеризації проводяться у присутності комплексних металоорганічних каталізаторів Циглера-Натта, що складаються з 4-х хлористого титана, оксидів алюмінію (триізобутілалюмінія, триетілалюмінія, дітрететілалюмінійхлоріда). Средньомасова молекулярна маса полімеру знаходиться в межах 80000–300000, а ступінь кристалічності 75-85%. Найбільш широко застосовуються полімери з молекулярною масою 80000-800000.

Високомолекулярний ПЕВГ має густину 936-940 кг/м³(0,936-0,940 г/см³), температура плавлення 133-137 °С ударну в'язкість 100-150 кДж/м², модуль пружності при вигині 540-580 Н/м² (5400-5800 кг/см²) і стійкість до розтріскування не менше 500 годин. Він випускається у вигляді порошку і призначений для виготовлення методом пресування різних технічних виробів, несучих великі ударні навантаження .

Властивості поліетилену низької густини і високої густини.

Поліетилен $[-CH_2-CH_2-]_n$

Для ПЕНГ індекс розплаву рівний 0,0003 –0,020 кг/хв., а для ПЕВГ він рівний 0,001-0,010 кг/хв.

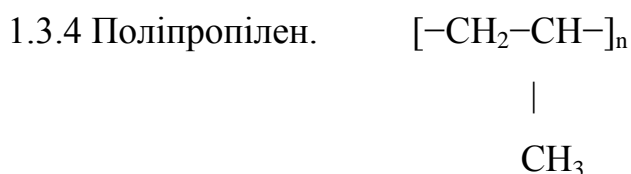
Ступінь кристалічності полімеру з підвищенням температури зменшуються і при температурі плавлення (109-110 °С) ПЕНГ стає аморфним.

Поліетилен володіє високою водостійкістю, водопоглинення ПЕНГ за 30 діб при 20 °С складає 0,04%, а ПЕВГ 0,03-0,04%. Поліетилен не розчиняється при кімнатній температурі в органічних розчинниках. При температурі вище 70 °С набухає і розчиняється в хлорованих і ароматичних вуглеводнях хімічна стійкість ПЕВГ до дії розчинників, масел і жирів більше, ніж ПЕНГ. Полімери стійкі до дії концентрованих кислот, лугів і водних розчинів солей. Концентрована сірчана і соляна кислоти практично не діють на поліетилен. Азотна кислота і ін. сильні окислювачі руйнують поліетилен.

Плівки з ПЕНГ відрізняється високою газопроникністю, проте проникність по відношенню до водяної пари дуже низька, тому вони широко застосовуються як пакувальний матеріал. Стійкість до старіння ПЕНГ небагато вища, ніж ПЕВГ. Поліетилен (НГ і ВГ) всіх марок є фізіологічно нешкідливим, тому він широко застосовується в житловому будівництві, в медицині, а також для отримання різних побутових виробів і товарів народного споживання.

Унаслідок своєї висококристалічної структури і підвищеної молекулярної маси ПЕВГ є жорстким і тугоплавким. Тому місткість, виготовлена з цього поліетилену, при падінні з певної висоти руйнується, необоротно деформується.

ПЕНГ характеризується високою морозостійкістю. При температурі - 70°С і нижче гнучкість ПЕНГ зберігається. Вироби з нього при падінні не руйнуються.



Є продуктом полімеризації ненасиченого вуглеводня – пропілену. Макромолекула поліпропілену складається з елементарних ланок вторинних і третинних атомів вуглецю, що регулярно чергуються. Кожен третинний атом вуглецю є асиметричним і може мати одну з двох (D- або L-) стерічних конфігурацій. Підбираючи умови полімеризації і каталізатор, можна одержати поліпропілен, що містить в основному одну із заданих структур.

Ізотактичний поліпропілен є твердим термопластичним продуктом з температурою плавлення 165 – 170 °С і густиною близько 900 кг/м³ (0,90 г/см³) з молекулярною масою 80000 – 200000.

Поліпропілен відрізняється значною міцністю при розтягуванні, твердістю і жорсткістю, високою ударною в'язкістю. Він є жорсткішим матеріалом, ніж поліетилен. Окрім того, його поведінка при розтягуванні ще більшою мірою, ніж поліетилену, залежить від швидкості додатку навантаження і температури. Поліпропілен має вищу теплостійкість, ніж поліетилен низької густини і високої густини.

Поліпропілен володіє хорошими діелектричними показниками, які не змінюються в широкому інтервалі температур. Завдяки надзвичайно малому водопоглинанню його діелектричні властивості не змінюються при витримці у вологому середовищі.

Поліпропілен не розчиняється в органічних розчинниках при кімнатній температурі; при нагріванні до 80 °С і вище розчиняється в ароматичних (бензолі, толуолі), а також хлорованих вуглеводнях. Поліпропілен стійкий до дії кислот і лугів навіть при підвищених температурах, а також до водних розчинів солей при температурах вище 100 °С, до мінеральних і рослинних масел.

При підвищених температурах у присутності кисню відбувається окислення полімеру, що супроводжується погіршенням фізико-механічних і діелектричних властивостей. Старіння стереорегулярного поліпропілену протікає аналогічно старінню поліетилену. У приміщенні або на відкритому повітрі у відсутність прямого сонячного випромінювання властивості

поліпропілену не змінюються протягом довгого часу. При дії прямого сонячного світла поліпропілен окислюється. Тому при переробці поліпропілену обов'язкове додавання стабілізаторів.

Як стабілізатори застосовують аміни (дифеніламін), а також сажу, яку вводять в полімер в кількості 1 – 2%. Поліпропілен менше, ніж поліетилен, схильний до розтріскування під впливом агресивних середовищ.

Одним з істотних недоліків поліпропілену є його невисока морозостійкість (-30°C). В цьому відношенні він поступається поліетилену.

Отримання поліпропілену.

У промисловості ізотактичний поліпропілен одержують стереоспецифічною полімеризацією пропилену на комплексних каталізаторах Циглера – Натта. Тепловий ефект полімеризації поліпропілену майже в 3 рази менше, ніж при полімеризації поліетилену. Це дає можливість легко відводити тепло полімеризації через сорочку апарату, охолоджувану водою, не вдаючись до спеціальних методів відведення тепла (кипіння розчинника, циркуляція газу і ін.).

Виробництво поліпропілену може здійснюватися як періодичним, так і безперервним способом.

Технологічний процес виробництва поліпропілену багато в чому схожий з виробництвом поліетилену при низькому тиску. Полімеризацію проводять в середовищі рідкого вуглецю (розчинника), наприклад н-гептана, уайт-спирита, бензину. Концентрація пропилену у вуглеводні підбирається так, щоб розчин, що прореагував, містив близько 20 – 30% осадженої твердої речовини. Трихлористий титан завантажують в апарат у вигляді суспензії, причому розмір частинок впливає на швидкість реакції. Безпосередньо перед завантаженням в реактор трихлористий титан піддають мокрому помолу у вібраційному млині в середовищі вуглеводня в атмосфері інертного газу (азоту).

В процесі приготування суспензії трихлористого титана, а також при її зберіганні необхідне інтенсивне перемішування, оскільки тонкодисперсні

частинки, суспендовані у вуглеводні, осідаючи, утворюють дуже щільну масу.

Відмивання поліпропілену від продуктів розкладання каталітичного комплексу полегшується при застосуванні диетилалюмінійхлоріда. Крім того, він має нижчу вартість. Це забезпечує переважне використання диетилалюмінійхлоріда в порівнянні з триетилалюмінієм.

Ізотактичний поліпропілен відділяється від домішок атактичного розчиненням останнього селективними розчинниками в процесі розкладання каталізатора і промивки полімеру.

При отриманні поліпропілену періодичним способом полімеризацію пропілену проводять при $65 - 70^{\circ}\text{C}$ і тиску $0,98 - 1,18 \text{ МН/м}^2$ ($10 - 12 \text{ гс/см}^2$) протягом $5 - 6$ г. При цьому конверсія пропілену досягає 98% . Щоб уникнути накопичень домішок в газі пропілен, що не вступив в реакцію, подають на додаткове очищення. Найпрогресивнішими і економічно вигідними є безперервні процеси виробництва поліпропілену. Одним з таких процесів є безперервний спосіб отримання поліпропілену в бензині у присутності каталізаторного комплексу $-\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl/TiCl}_3$.

Технологічний процес складається з наступних стадій: приготування каталізаторного комплексу, полімеризація пропілену, видалення мономера, що не прореагував, з реакційної маси, розкладання каталізаторного комплексу, промивка полімеру від залишків каталізатора, віджимання від розчинника, сушка поліпропілену, остаточна обробка поліпропілену, регенерація розчинників.

Одним з основних напрямів вдосконалення виробництва поліпропілену є розробка активніших каталітичних комплексів, які можна було б вводити в дуже невеликій кількості для того, щоб продукти його розкладання не впливали істотно на властивості полімеру. При цьому відпадає необхідність в стадіях промивки полімеру і регенерації промивної рідини, що значно підвищує економічну ефективність виробництва.

Таким чином завдяки деяким властивостям поліпропілен перевершує поліетилен. Поліпропілен має вищу теплостійкість, ніж у поліетилену. Поліпропілен жорсткіший матеріал. Поліпропілен менш, ніж поліетилен, схильний до розтріскування під впливом агресивних середовищ. І найголовніше з економічної точки зору поліпропілен більш дешевий матеріал ніж поліетилен. Таким чином, для виробництва відер треба використовувати однопозиційну черв'ячно-поршневу горизонтальну машину, в якій вісі механізмів пластикації, впорскування і замикання форми розташовані горизонтально. Матеріал для лиття – поліетилен низької густини, поліпропілен та вторинний поліетилен.

2 Характеристика сировини, напівфабрикатів і готової продукції

2.1 Характеристика сировини і напівфабрикатів

Сировиною для виготовлення полімерної споживчої тари є поліетилен низької густини (ПЕНГ) ГОСТ 16337 марки 15803-020, поліпропілен ТУУ 54008400.001-97, марки А6-71К та вторинний поліетилен ТУ63-178-74 марки АЗ.

У промисловості поліетилен низької густини (ПЕНГ) одержують радикальною полімеризацією етилену при $180-270^{\circ}\text{C}$ і тиску $147-245 \text{ МН/м}^2$ ($1500-2500 \text{ кг/см}^2$). Деякі установки працюють під тиском 350 МН/м^2 (3500 кг/см^2) температурі 300°C .

Поліетилен – це продукт полімеризації етилену у вигляді гранул розміром 3 – 5 мм. Гранульований поліетилен при кімнатній температурі не виділяє в довкілля токсичних речовин і не надає шкідливої дії на організм людини.

При піднесенні відкритого полум'я поліетилен спалахує без вибуху і горить полум'ям, що коптить, з утворенням розплаву.

Температура займання поліетилену 300°C , температура самозаймання 400°C , температура плавлення 150°C . Переробка поліетилену повинна проводитися при працюючій припливно-витяжній вентиляції. Працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту (бавовняним костюмом і проти запиленням респіратором).

Поліетилен відрізняється високою стійкістю до дії води. Комплекс фізико-механічних, хімічних, діелектричних властивостей поліетилену дозволяє широко застосовувати цей матеріал в багатьох галузях промисловості. З поліетилену виготовляють дріт, товари побутового призначення, плівки, труби, нитки і ін.

Властивості поліетилену низької густини визначаються його хімічною структурою і в значній мірі залежать від його молекулярної ваги (ступеня полімеризації).

Характерні фізичні властивості поліетилену низької густини: висока міцність, відмінна гнучкість при низьких температурах і хороша теплостійкість, а також дешевизна.

Поліетилен низької густини є найстабільнішим поліолефіном, більш стійким до світлового і теплового впливу, ніж інші поліетилену.

Поліпропілен (ПП) добувають полімеризацією пропілену в присутності каталізаторного комплексу Циглера – Натта аналогічний механізму полімеризації етилену у присутності тих же каталізаторів. Процес полімеризації проводять при температурі 65 – 70 °С і тиску 1 – 1,2 МПа протягом 5 – 6 годин.

Гранична температура переробки поліпропілена 300 °С, вище за цю температуру настає деструкція полімеру.

Поліетилен відрізняється високою стійкістю до дії води. Комплекс фізико-механічних, хімічних, діелектричних властивостей поліетилену дозволяє застосовувати цей матеріал у виробництві пластмасових відер. Характеристика сировини і матеріалів приведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Характеристика сировини і матеріалів.

Найменування	ГОСТ, ТУ	Призначення	Хімічна	Молекулярна маса	Основні показники якості	Форма поставки
1	2	3	4	5	6	7
ПЕНІЦ	ГОСТ 16337	Виготовлення виробів методом лиття під тиском	$[\text{CH}_2-\text{CH}_2]$ ⁿ	80000 – 500000	Пластичний, злегка матовий, воскоподібний матеріал зі ступенем кристалічності 50-65%. Температура плавлення 105-108 °С	Гранули в мішках по 25 кг

--	--	--	--	--	--	--

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
ПП	ТУУ 54008400.001-97	Виготовлення виробів методом лиття під тиском	$[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)]_n$	80000 – 200000	Термопластичний матеріал, безколірний, кристалічний склоподібний полімер. Тпл = 165 – 170 °С, ПТР 1,5 – 50 г/10хв.	Гранули в мішках по 25 кг
Вторинний поліетилен	ТУ63-178	Виготовлення виробів методом лиття під тиском	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$	—	Пластичний, воскоподібний на дотик матеріал білого кольору. Температура плавлення 110-1200°С. ПЕ являє собою гранули, з однаковою геометричною формою 2-6 мм	Мішки по 25 кг; складаються на піддоні в 7 поверхів

Поліетилен вторинний ТУ 63 - 178 - 74 отримують шляхом переробки ливників, облоя, бракованих виробів на спеціальному подрібнювальному устаткуванні. Вторинний гранульований поліетилен випускається у вигляді гранул, які в межах однієї партії повинні бути однакової геометричної форми і розмірів. Вторинний поліетилен випускається забарвленим і незабарвленим. Колір незабарвленого вторинного поліетилену не регламентується. Для фарбування використовуються суперконцентрати і концентрати пігментів. Вологість вторинного поліетилену не повинна перевищувати 0,1%.

Основні показники вторинного поліетилену:

Зовнішній вигляд - гранули з однаковою геометричною формою і розмірами 2 - 6 мм;

Густина - 0,9 - 0,95 кг/м³ ;

Показник плинності розплаву - 2 г/10 хв.

Для фарбування виробів з пластмас застосовуються суперконцентрати пігментів (СКП) по ТУ У 22629342-003-2003. Суперконцентрати пігментів є композиційні матеріали на основі поліетилену та поліпропілену з високим вмістом пігментів. Суперконцентрати пігментів випускають у вигляді гранул розміром від 2 до 6мм. Термостійкість забарвлення при 220⁰С не менше 15хв. Рекомендований витрата СКП для фарбування виробів загального призначення від 1 до 2 відсотків, плівкових виробів до 4 відсотків. Міграція пігментів відсутня.

Суперконцентрати пігментів горючі. При піднесенні відкритого полум'я спалахують без вибуху і горять полум'ям, що коптить. Температура запалювання близько 300 ⁰С, температура самозаймання близько 400 ⁰С. За нормальних умов не надають шкідливої дії на організм людини. При нагріванні суперконцентратів пігментів в процесі переробки при 180 ⁰С і вище в повітря може виділятися формальдегід, органічні кислоти, окис вуглецю.

Найбільш підходящим для виготовлення виробів побутового призначення, а саме відер, є композиція на основі поліетилену низької густини, вторинного поліетилену та суперконцентрату пігментів такої рецептури:

ПЕНЩ – 70%

Вторинний ПЕ - 28%

Суперконцентрат – 2.0%

Такий вибір обгрунтовано оптимальними для даного виду виробів властивостями, так як ці матеріали:

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

- легко формуються на відміну від полікарбонатів (у полікарбонатів складність при переробці полягає в тому, що температура переробки та розкладу лежать дуже близько);

- нетоксичні на відміну від ПВХ (істотним недоліком ПВХ, як матеріалу для виготовлення тари є його токсичність і канцерогенного мономеру - вінілхлориду);

- володіють гарною водостійкістю (водопоглинання за 30 діб становить 0,04%) у порівнянні з полікарбонатом (вміст вологи в кількості 0,01% вже викликає деструкцію полімеру);

- є доступними, дешевими матеріалами.

2.2 Характеристика готової продукції

Готова продукція, що виготовляється з полімерних матеріалів уявляє собою порожнистий виріб у вигляді відер ємністю 1 літр (1000 см³).

Креслення корпусу, кришки та ручки відра місткістю 1 000 см³ представлені на рис. 2.2.1, 2.2.2 та 2.2.3.

Відро місткістю 1 л, як вже згадувалося раніше, призначено для пакування, транспортування та зберігання різних продуктів харчування, побутової хімії, фарб на водній основі, будівельних сумішей, агрохімії і так далі, тому відносяться до споживчої тари. Є жорсткою полімерною тарою (що зберігає свою форму та розміри при упакованні в неї продукції). Основне призначення такої специфікації – забезпечувати збереження продукції в установлені нормативно-технічною документацією строки, тобто запобігати руйнуванню, розливанню, висиханню, висипанню товару та поступати до споживача з продукцією. Тому тара повинна мати механічну міцність та жорсткість, бути зручною в обігу та використанні. Форма, конструкція та місткість визначається формою та властивостями упакованого товару, застосованим полімерним матеріалом, способом виготовлення.

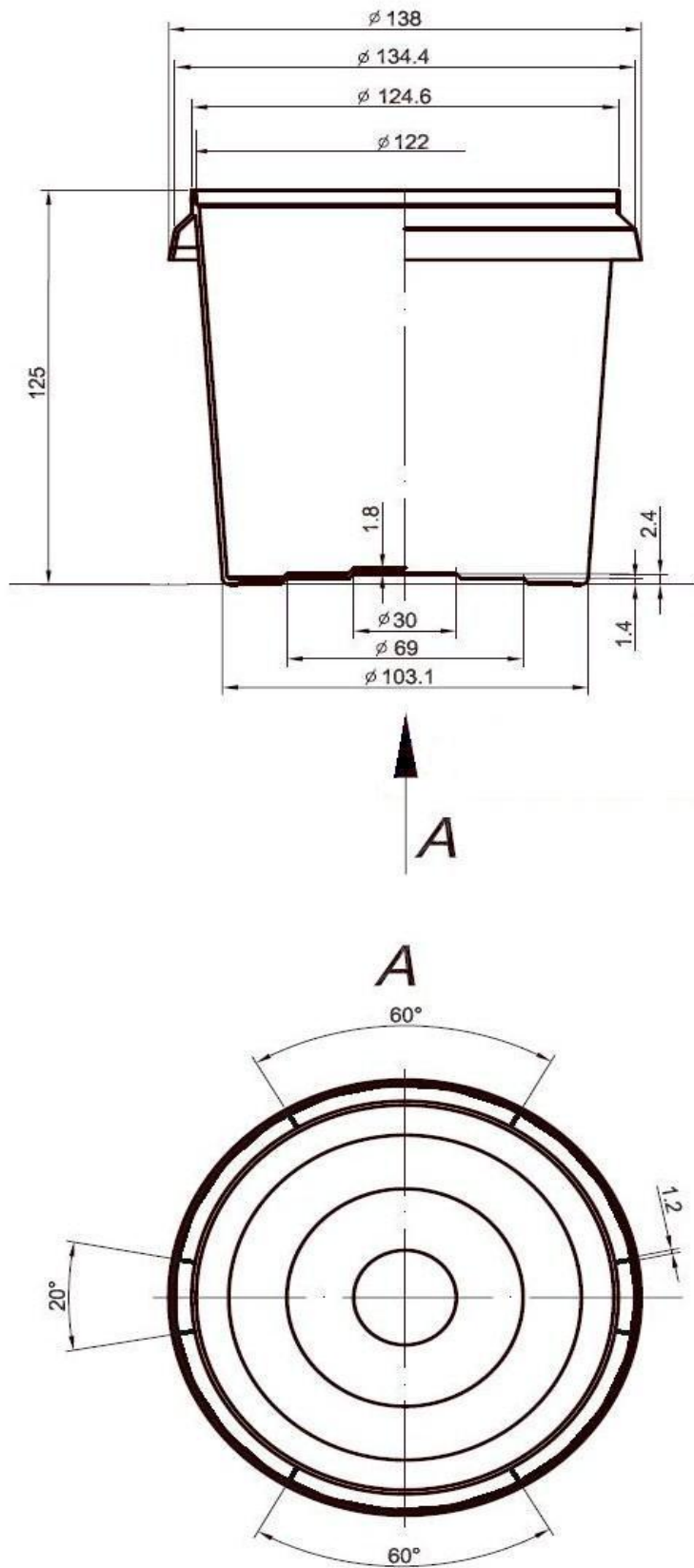
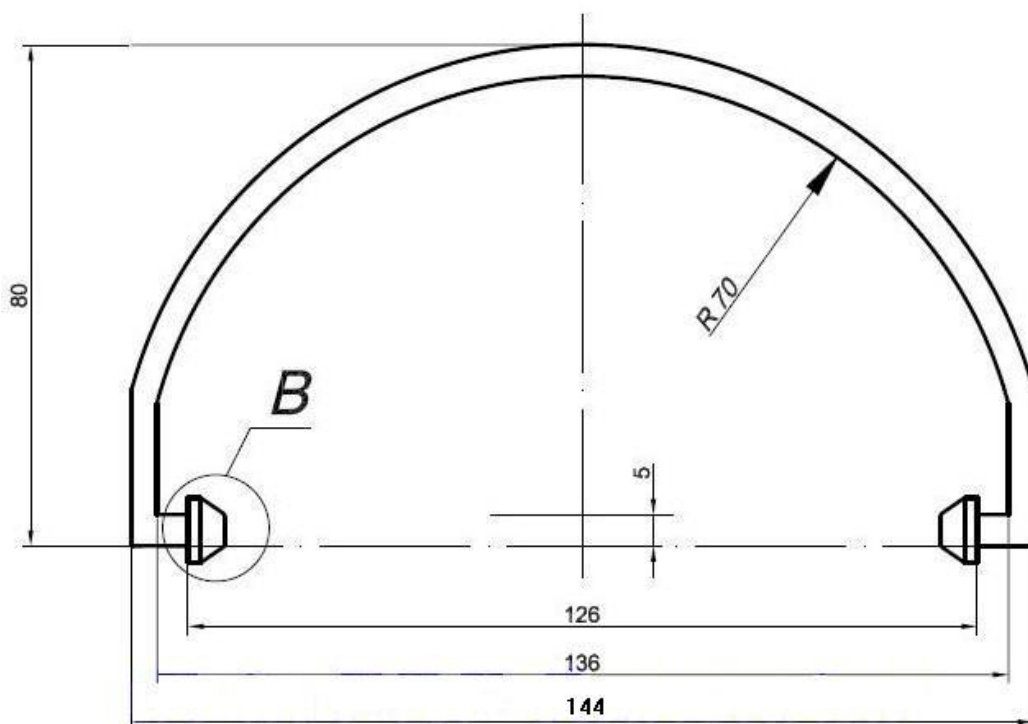


Рис. 2.2.1 Корпус відра



B (10:1)

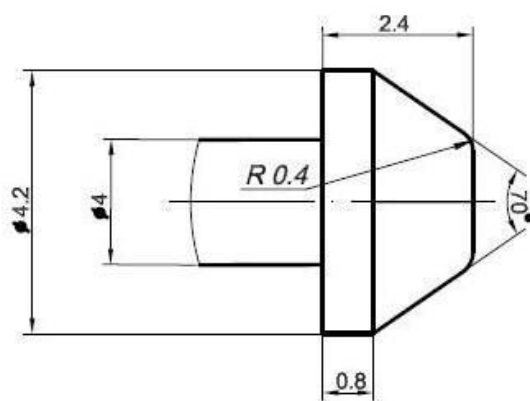


Рис. 2.2.2 Ручка для відра

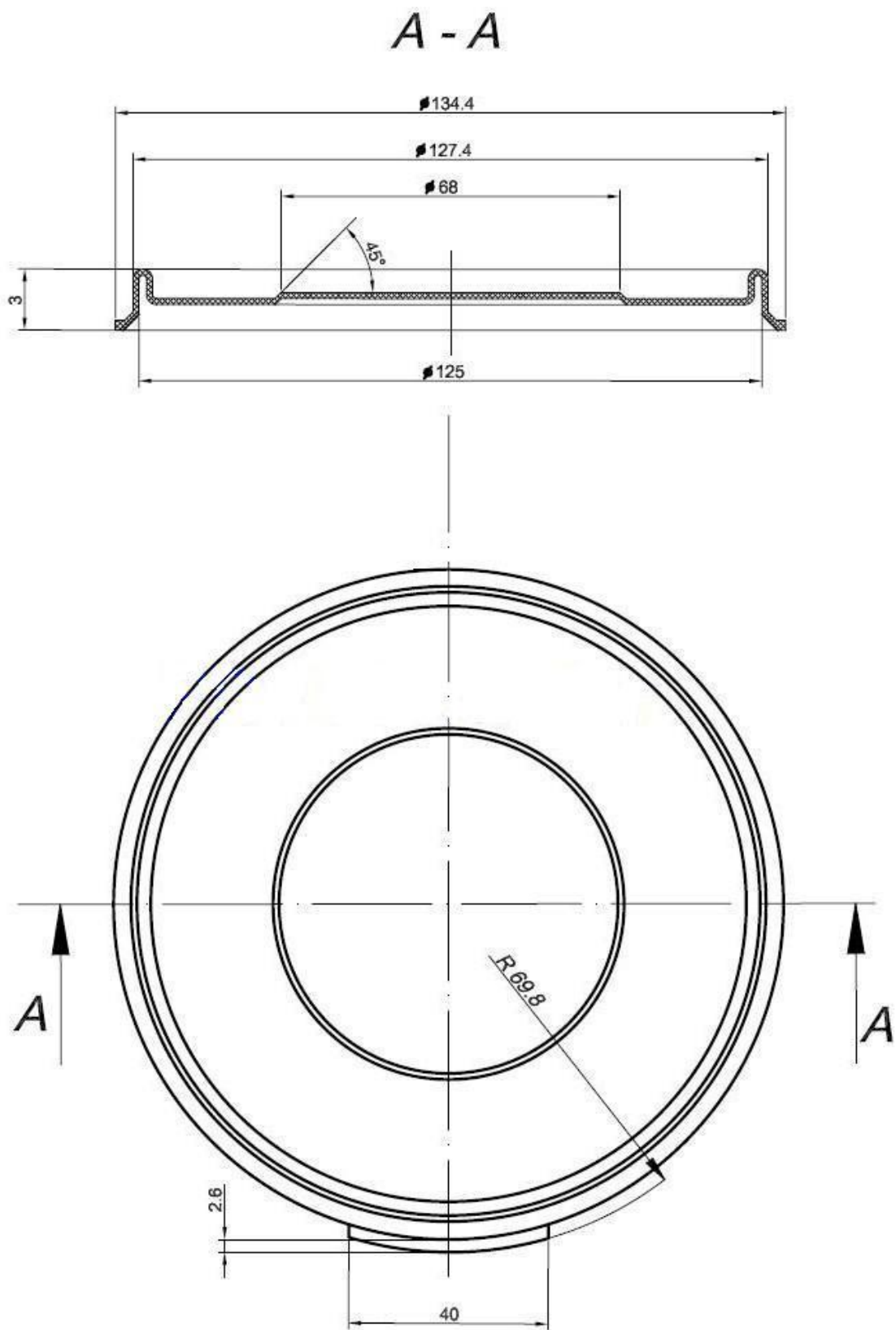


Рис. 2.2.3 Кришка для відра

На тару полімерну споживацьку, призначену для транспортування і зберігання товарів народного споживання розповсюджуються технічні умови ТУ 6-39-16-90.

Вигляд, конструкція, матеріал, маса, мінімальна товщина стінки, номінальна місткість, розміри тари повинні відповідати кресленням на конкретні види виробу.

Тара побутового призначення повинна виготовлятися з вимогами ТУ 6-39-16-90 по конструкторській документації і контрольним зразкам, затвердженим в установленому порядку.

Готовою продукцією є вироби з пластмас:

- відро об'ємом 1 л білого кольору;
- кришка на відро білого кольору;
- відро об'ємом 1 л жовтого кольору;
- кришка на відро жовтого кольору;
- ручки на відра білого кольору.

Габаритні розміри, форма, колір і маса виробів повинні бути вказані в комплекті креслень і відповідати зразкам-еталонам. Характеристика готової продукції приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Характеристика готової продукції

Найменування показника	Норма
1	2
Зовнішній вигляд	Поверхня відер повинна відповідати вимогам стандарту, кресленням. На поверхні виробу не допускається пухирів, розшарування, подряпин довжиною більше 10 мм, на площі 100 см ² більш двох, слідів виштовхування глибиною або виступами більш 1,0 мм
Колір, форми, розміри та місткість	Відповідність зразку – еталону, кресленню і зразкам забарвлень, затверджених справжнім стандартом. Допустимі відхилення розмірів, що утворюються при виготовленні форм відра, що не впливає на зборку, зовнішній вигляд і якість, оформлюються карточкою відхилень або іншим документом
Міграція барвника	Не допускається ніякої міграції
Стійкість до забруднення	Відра повинні гарно відмиватись від забруднень
Міцність кріплення ручки	Кріплення корпусу з ручкою повинно витримувати напругу, що відповідає величині подвійної ємності відра. Ручки повинні легко обертатися без заїдань