

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЕКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАВНИЦТВ ТА ПОЛІГРАФІЇ КУРС ЛЕКЦІЙ

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра
за освітньою програмою «Технології друкованих і електронних видань»
спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Укладач: *Палюх О. О., д-р. техн. наук, проф.*

Рецензент: *Роїк Т. А., д-р. техн. наук, проф.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Відповідальний редактор: *Штефан Є. В., д-р. техн. наук, проф.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 1 від 07.09.2023 р.)
за поданням Вченої ради навчально-наукового видавничо-поліграфічного інституту
(протокол № 11 від 26.06.2023 р.)*

У посібнику викладено сучасні підходи до впровадження екологічних технологій у видавничо-поліграфічній індустрії. Матеріал містить докладний огляд екологічних інновацій, що сприяють збереженню ресурсів та зменшенню впливу на довкілля. Особливу увагу приділено екоефективності у сфері видавництва та поліграфії в умовах інтенсивних глобальних змін і екологічних викликів. Матеріал досліджує стратегічний напрямок видавничо-поліграфічної галузі, акцентуючи на важливості використання екологічних матеріалів, рециклювання, енергоефективності та водозбереженні. Приділена увага адаптації до сучасного конкурентного середовища, створеного електронними носіями інформації, і знаходженню новітніх технологічних рішень для оптимізації процесів та забезпечення екологічної безпеки. Посібник також містить практичні рекомендації для видавницьких та поліграфічних підприємств, що мають на меті покращення якості продукції та зниження її екологічного впливу.

Посібник призначений для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 186 Видавництво та поліграфія, але буде також корисним видавцям, дизайнерам, екологам та всім, хто цікавиться сучасними тенденціями у видавничо-поліграфічній сфері та збереженні довкілля.

Реєстр. № НП 23/24-006. Обсяг 17,76 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© О. О. Палюх
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

Передмова.....	6
Розділ 1. Кризовий стан з відходами поліграфічної продукції. Утилізація використаних ресурсів та відходів поліграфічного виробництва. Сортування окремих компонентів за наближеними властивостями.....	8
Розділ 2. Екологічні критерії, методи захисту довкілля та принципи керування навколишнім середовищем.....	17
Розділ 3. Екодизайн у поліграфії: принципи та методи створення екологічно чистого дизайну.....	26
Розділ 4. Технологічні інновації в екологічно чистому друці: новітні рішення для сталого друку	39
Розділ 5. Цифрова поліграфія та її екологічний аспект: порівняльний аналіз з традиційними методами друку	47
Розділ 6. Екологія і безпека в поліграфічному виробництві: вплив виробництва на довкілля та людину.....	58
Розділ 7. Менеджмент і управління в екологічній поліграфії: стратегії впровадження зелених технологій.....	64
Розділ 8. Обов'язки та соціальна відповідальність в екологічній поліграфії: корпоративні стратегії та підходи до сталого розвитку.....	70
Розділ 9. Екологічні матеріали в друці: альтернативи традиційним матеріалам та їх вплив на довкілля.....	79
Розділ 10. Біорозкладані поліграфічні матеріали: типи, характеристики та застосування в поліграфії.....	93
Розділ 11. Технології виробництва з екологічних матеріалів: сучасні методи виготовлення продукції зі сталого друку	101

Розділ 12. Перероблення та утилізація відходів поліграфії: методи та принципи ефективного управління відходами	111
Розділ 13. Енергоефективність в поліграфічному виробництві: методи зниження споживання енергії та відновлювані джерела	122
Розділ 14. Екологічні стандарти та сертифікація в поліграфії: процеси, критерії та вплив на ринок поліграфічних послуг.....	126
Розділ 15. Використання водорозчинних та біочорнил в друці: альтернативи, технології та вплив на довкілля.....	145
Розділ 16-17. Екологічні технології упакування поліграфічної продукції: принципи та матеріали пакування	154
Розділ 18. Технологічний процес вторинного перероблення пакування. Валково-шнекові агрегати.....	163
Розділ 19. Пресувальне обладнання відходів поліграфічного виробництва. Типові конструкції та принцип дії.....	174
Розділ 20. Новітні технології переробки полімерних відходів та використаної тари.....	179
Розділ 21. Пристрої та технологічні процеси пневмо-вакуум-формування. Класифікація за ознаками.....	187
Розділ 22. Технологічний процес та вибір обладнання для екструзійної утилізації поліграфічної продукції. Геометрія типових шнеків та розрахунок ступеня стискання матеріалів.....	195
Розділ 23. Двох шнековий екструдер, принцип роботи, осі обертання шнеків, технологічні зони підготовки матеріалів для формування нових виробів.....	206
Розділ 24. Комбіноване екструзійно-видувне обладнання з безперервним витискуванням заготовок. Прямотічні й кутові головки для виготовлення трубчастих виробів із полімерних пакувальних плівок.....	224

Розділ 25-26. Вакуум-формування відходів поліграфічного виробництва. Конструкції стрічкових, барабанних і карусельних машин. Видувне та компресійне формування.....	224
Розділ 27. Роздувне термоформування. Особливості виготовлення порожніх і об'ємних виробів із відходів полімерного пакування.....	235
Розділ 28-29. Засоби екологічного ротаційного термоформування. Особливості нагрівання форми та дозування матеріалів. Співвідношення частот обертання форми навколо головної (горизонтальної) і вторинної (вертикальної) осей.....	241
Розділ 30. Технологія лиття під тиском. Обладнання для виготовлення армованих, гібридних, порожнистих і багатобарвних виробів із відходів поліграфічного виробництва.....	250
Розділ 31. Технологічний процес виготовлення довгомірних виробів із відходів полімерного пакування.....	256
Розділ 32. Технологія екологічного лиття з декоруванням і ламінуванням у формі. Виготовлення деталей з різними оптичними ефектами поверхні.....	263
Розділ 33. Багато компонентне лиття під тиском. Модульна побудова обладнання. Особливості конструкції пресформ.....	270
Розділ 34-35. Термопластавтомати. Вибір та розрахунок обладнання. Особливості технологічного процесу.....	281
Розділ 36. Експрес-метод аналізу відходів поліграфічної полімерної продукції. Інфрачервона спектроскопія.....	295
Література.....	301

ПЕРЕДМОВА

Сучасний світ переживає період інтенсивних змін. Зокрема це стосується галузі видавництва та поліграфії. У контексті глобальних екологічних викликів, з якими стикається людство, існує гостра потреба в перегляді підходів до виробничої діяльності, зокрема у сфері поліграфії.

Навчальний посібник охоплює широкий спектр понять, концепцій та засад, які стосуються екоефективного взаємозв'язку між технологічними процесами видавництва, поліграфії та сталим розвитком, що є важливим складником з дисципліни "Екоефективні технології видавництв та поліграфії"

Мета цього навчального посібника та відповідної навчальної дисципліни – розвивати компетенції майбутнього фахівця у сфері видавництва та поліграфії. У розв'язанні питань постійного розвитку видавництва та поліграфії важливе місце займає здатність адаптуватися до швидко змінюваних умов та впроваджувати новітні технології та підходи, орієнтовані на збереження ресурсів та зниження навантаження на навколишнє середовище.

Матеріал цього навчального посібника спрямовано на формування здатності створювати нові та вдосконалювати теперішні моделі, методики та інструменти у сфері видавництва та поліграфії.

Основний акцент зроблено на розробку та виробництво екологічно ефективної друкованої продукції, глибокий аналіз екологічних викликів, енергоефективність, заміну шкідливих матеріалів, продовження термінів служби поліграфічних видань, локалізацію виробництва та скорочення викидів CO₂ від транспортування продукції, а також впровадження технологій, які дозволяють зменшити споживання води в процесі виробництва, а також її повторне використання.

Сучасні електронні носії інформації, які дозволяють розміщувати велику кількість видавничих матеріалів, формують висококонкурентне середовище для видавничо-поліграфічної індустрії. Це стимулює галузь до пошуку передових технічних рішень, матеріалів та методів, які спрямовані на оптимізацію виробничих процесів з акцентом на сталість та екологічний баланс.

В посібнику звернено увагу на визначенні та основних принципах екоефективності, представивши її як ключовий стратегічний напрям для видавничо-поліграфічної сфери. Основний зміст зосереджено на використанні екологічних матеріалів, принципах повторного використання та рециклювання, спрямованих на зменшення відходів. Також висвітлено екоінноваційні підходи до друку, актуальні водозберігальні та енергоефективні технології, а також методики створення екологічно дизайнів, які оптимізують використання поліграфічних ресурсів та друкарських фарб.

Посібник містить практичні рекомендації з впровадження екоефективних підходів у діяльності видавничих та поліграфічних підприємств, заходи регулярного моніторингу та аналізу впливу видавничо-поліграфічної діяльності на довкілля з метою знаходження нових способів покращення екологічної якості продукції та її екологічної безпеки.

Це сприятиме розвитку у студентів компетенцій у володінні актуальною методологією теоретичного та експериментального дослідження, зорієнтованого на галузеву проблематику. Вони зможуть ефективно застосовувати системні методи аналізу, інтерпретувати результати, обґрунтовувати висновки та пропозиції. Також це підсилить їхню здатність до інноваційної діяльності, спрямованої на отримання нових знань з екоефективних технологій у сфері видавництва та поліграфії.

Навчальний посібник призначено для студентів-магістрантів усіх форм навчання спеціальності «Видавництво та поліграфія».

РОЗДІЛ 1.

КРИЗОВИЙ СТАН З ВІДХОДАМИ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1. Утилізація використаних ресурсів та відходів поліграфічного виробництва

В ХХІ столітті проблема ресурсоощадження перетворилася в одну із найбільш актуальних завдань людства. Ще в минулому столітті академік В. І. Вернадський підрахував, що до споживача у вигляді готових продуктів доходить менш як 6% всього обсягу ресурсів, що добуваються решта пропадає з-за високого рівня прямих втрат, неефективного використання, поганої якості. В результаті цього значна частина видобутих ресурсів потрапляє на звалище. Зараз, на думку більшості експертів, принципових змін не сталося: змінилася лише форма, в якій здобуті матеріальні цінності потрапляють на звалища.

Однією з основних ресурсовитратних причин стала непродумане пакування готової продукції та напівфабрикатів. Взаємозалежність розвитку таропакувального господарства і зростання сміттєвих звалищ сьогодні вже загальноновизнана. Науково-технічний прогрес, а також розширення обсягів виробництва вивели таропакувальне господарство розвинених країн на рівень провідних галузей економіки, але одночасно призвели до загрозово широкого потоку неконтрольованого знищення ресурсів.

За оцінками експертів, загальна сума світових витрат на тару та пакування становить близько 500 млрд дол.

Основна складність даної проблеми полягає в тому, що процеси пакування продукції й перероблення використаних пакувальних матеріалів переслідують абсолютно протилежні цілі. Виробник і споживач хочуть, щоб пакування не билися, не ламалися, не розкладалися, не м'ялися, не горіли і не розчинялися у воді.

А всі установки для перероблення відходів розраховані на те, що пакувальні матеріали можуть бути зруйновані, спалені, ущільнені або хімічно розкладені. Тому розробники пакування намагаються знайти

компромісну «золоту середину», що дозволило б згодом ефективно переробляти використану тару та пакування.

Водночас очевидним стало й інше: збереження нинішнього підходу до питань регулювання таропакувального господарства веде до назрівання глобальної кризової ситуації: з одного боку, на цілі пакування іде все більш вагома частка видобуваються на планеті матеріальних ресурсів (деревини, деяких металів, нафти, газу), з іншого - виконавши в короткий термін пакувальні свої функції, ці ресурси виявляються, як правило, на сміттєвих звалищах, які вже сьогодні на 40-50% складаються з відходів пакування.

Майже половину маси пакувальних відходів (48%) складають папір та картон, 24% - скло, 8% - чорні та кольорові метали (в основному консервні банки), 5% - дерево, 15% - полімерні синтетичні матеріали й комбінована тара. У результаті в густонаселених регіонах деяких країн звалища вже переповнені, і подальше їхнє збільшення загрожує екологічною катастрофою.

У цих умовах в країнах ЄС, США, Канаді та Японії були висунуті вимоги вжити термінових і дієвих заходів щодо запобігання подальшого погіршення обставин, у тому числі внаслідок розширення збору та перероблення вторинної сировини й багаторазового застосування пакування, спалювання відходів з використанням що виділяється при цьому енергії та ін.

Проте дотепер в цій області не сформовано чіткої міжнародної стратегії. Кожна країна по-своєму інтерпретує заходи з подолання кризи, пов'язаної з різким збільшенням частки пакувальних відходів, їх пріоритетність і необхідний ступінь реалізації.

Це прямий наслідок того, що в багатьох країнах, з однієї сторони, не було і немає чіткої законодавчої основи державного підходу до цих питань, з іншого - немає і необхідної єдності в позиції самого суспільства.

У результаті до початку 90-х років у світі склалася строката, часом суперечлива картина, що характеризує підхід окремих країн до цих питань. Безсумнівно одне: обставини вимагають негайної розробки законодавчої основи розвитку таропакувального господарства та досягнення єдності поглядів суспільства на ключові елементи проблеми. У середині 90-х років ці питання вже виявилися фактично в центрі уваги основних розвинених країн.

Проблема пакування давно привертала увагу спеціалістів з точки зору регламентування виробництва, використання та утилізації.

Однак, по-перше, до недавнього часу в жодній країні не було зроблено навіть спроби створити спеціальне законодавство, розраховане на комплексний підхід до пакувального господарства - як правило, закони

приймалися для регулювання проблем економічної, комерційної, соціального життя суспільства і лише попутно впливали на питання пакування.

По-друге, законодавство в галузі пакування завжди чітко орієнтувався лише на найбільш актуальні проблеми (наприклад, початок ХХ в. Був ознаменований серією законодавчих актів, які регулювали пакування "небезпечних вантажів", "шкідливих речовин", "товарів, здатних переносити вірусні хвороби" і т. п.). Наприкінці ХХ століття безперечно пріоритетними стали зусилля законодавців у галузі обмеження безконтрольного застосування пакувальних матеріалів, вимоги про вторинне перероблення та багаторазове використання, захисту навколишнього середовища.

По-третє, безпосереднім наслідком зазначеної вище стало то, що законодавства різних країн з питань пакування характеризуються досить великими розбіжностями, у тому числі й принциповими.

Лише в останні 10-15 років намітилося прагнення знаходити взаємоприйнятні основи.

Такі головні передумови, в силу яких проблема вдосконалення і розвитку законодавства з проблем пакування опинилася в центрі уваги практично всіх розвинених країн. І все ж, навряд чи вона буде вирішена в стислі терміни.

Зараз вимальовуються два фактично різних підходи до розв'язання проблеми.

Перший полягає в удосконаленні старих законів за допомогою доповнень, поправок і прецедентів їх тлумачення (США, Англія та інші країни), *другий становить собою* формування принципово нової законодавчої основи для виробництва, продажу і застосування пакування з встановленням жорстких кількісних норм у кожній з цих областей (Німеччина, Франція Канада та Японія).

На початку 90-х років в ЄС (у складі 12 країн) щорічно вироблялося близько 50 млн т пакувальних відходів, з яких повторно використовувалися не більше 20%. Розростання обсягу пакувальних відходів у країнах Євросоюзу почалося з появи одноразового пакування для рідких харчових продуктів.

Окремі країни ЄС (Данія, Німеччина і Нідерланди) прийняли ряд жорстких екологічних норм стосовно пакування. Так, наприклад, у Данії в ряді випадків заборонено застосування металевої тари, для деякого рідких товарів пропонується повторне використання скляних пляшок.

У Данії також узаконена обов'язковість використання для пива та безалкогольних напоїв тільки такої тари, що підлягає поверненню з метою повторного використання. Одночасно з цим в країні встановлені річні квоти на використання не схвалених органами державної влади видів пакування.

З метою оптимізації процесів збору і перероблення пакувальних відходів 20 грудня 1994 Європейський Парламент спільно з Європейською Радою прийняв Європейську Директиву про пакування і пакувальні відходи (№ 94/62/ЕС).

Ця Директива передбачає єдині для всіх країн-членів ЄС обов'язкові вимоги до пакування, а без їх дотримання товар не може бути допущений на єдиний ринок Спільноти. Мова йде про всі види пакування, що застосовується в промисловості, торгівлі, а також побуті.

До числа обов'язкових вимог, які передбачається поступово ввести в країнах ЄС, відносяться наступні:

- обсяг і маса пакування повинні бути мінімально необхідними для забезпечення збереження товару і безпеку споживача;
- до складу пакування можуть входити лише мінімальні кількості шкідливих речовин (зокрема, повинні бути встановлені гранично допустимі норми вмісту свинцю, кадмію, ртуті та хрому);
- за своїм фізичним властивостям і дизайну пакування повинна бути придатна для багаторазового використання, а після закінчення терміну служби - для перероблення в кінцевий товарний продукт або для вилучення з неї цінної сировини або окремих компонентів;
- зниження при виробництві продукції відсотка первинної сировини, вишукування можливостей використання вторинної сировини.

У Директиві поставлена мета - протягом 10 років з моменту набрання чинності Директиви (тобто у 2004 році) домогтися утилізації 90% використаного пакування за масою і 60% що входять до її складу сировинних матеріалів.

Надалі передбачається забезпечити (від кінцевих споживачів) 100% повернення таропакувальної продукції (включаючи імпордне пакування) фірмам, які продали свою продукцію в цьому пакуванні, для її повторного використання або утилізації.

До останнього часу в цій області лідирувала Німеччина, законодавство якої зобов'язує продуцентів організовувати збір свого пакування у торговців і споживачів. Цим займаються спеціальні фірми, послуги яких виробники оплачують у складку.

1.2.Сортування окремих компонентів за наближеними властивостями.

Одним з ініціаторів організації управління пакувальними відходами в ЄС є Данія. Ще в 80-х роках в країні було прийнято законодавство, що регламентує поява на ринку пива та безалкогольних напоїв у багаторазовій тарі.

Європейський Суд Справедливості визнав вимоги Данії про впровадження системи зберігання та повернення порожньої тари невіддільним (частина/ознака) елементом системи заходів з організації повторного використання пакування, засудивши, проте той факт, що данська держава зобов'язала виробників використовувати тільки пакувальні матеріали, схвалені Державним агентством захисту навколишнього середовища. В результаті вжитих заходів уже до 1994 року відсоток повернутих і повторно використовуваних пляшок з-під пива і безалкогольних напоїв досяг приблизно 99,5%.

В Австрії щорічно утворюються 2 млн т ТПВ (близько 260 кг на рік на кожного жителя); сюди потрібно додати 400 000 тонн відходів, що збираються роздільно (до них відносяться папір, скло і т. д.).

У 1991 році кількість пакувальних відходів було оцінено в 1,5 млн тонн на рік. 45% цих відходів переробляється, інші поповнюють обсяг побутових відходів та відходів від торговельної діяльності.

До 2000 року в Австрії планується досягти перероблення 80% пакувальних відходів.

Особливості регулювання питань управління відходами в Бельгії обумовлені федеральним устроєм цієї держави. Повноваження трьох регіонів, що входять до складу Бельгії, по регламентації захисту навколишнього середовища досить великі. Тому в першу чергу заходи, що вживаються у сфері організації пакування і перероблення пакувальних матеріалів, ініціюються саме на рівні суб'єктів бельгійської федерації.

Законодавче регулювання цих процесів здійснювалося в Бельгії на підставі добровільних угод, що укладаються між органами державної влади й конкретними об'єднаннями промисловців (переважно це угоди 1989-1992 років).

З часу прийняття Директиви 94/62/ЕС взаємодія з питань поводження пакувальних відходів здійснюється на основі угоди, укладеної між органами влади трьох суб'єктів федерації Бельгії. Ця угода встановлює кількісні та

якісні вимоги до процесу запобігання утворенню відходів, їх перероблення, засобів досягнення зазначених цілей, а також до порядку інформування виробниками державної влади та споживачів.

1 січня 1996 цієї угоди про взаємодію в кожному з суб'єктів була додана форма законодавчого акта, що відобразив особливості конкретного регіону, що стало важливим кроком на шляху розвитку і застосування положень Директиви.

У Фінляндії законодавча база в області відходів бере свій початок з кінця 70-х років. Перше, на що було звернуто увагу - це упакування напоїв. З цього часу у Фінляндії почалося оподаткування виробників пакування напоїв і паралельно - стимулювання розвитку системи повторного використання, зберігання та повернення пакувальних відходів.

Відсоток повторно використаної й такої, що підлягає поверненню тари для напоїв поступово збільшувався:

- у 1990 році він склав 92% пивних пляшок, 96% тари для безалкогольних напоїв і 60-70% для алкогольних напоїв.

- у 1995 році ця цифра досягла для деяких видів пакування 98%.

У 1993 році Закон Фінляндії про відходи був перероблений з метою приведення його у відповідність до Директив ЄС. Законодавчо було закріплено принцип відповідальності виробника за розміщення відходів, що утворюються в результаті його діяльності. Фінляндія пішла шляхом добровільних угод, покликаних підвищити свідомість суспільства у сфері проблеми відходів, а також залучити суб'єктів пакувальної індустрії до повноправної участі в її вирішенні.

Угода, спрямована на виконання країною вимог "пакувальної" Директиви ЄС, була прийнята в березні 1995 року, також був прийнятий національний Закон (від 3 грудня 1993 року № 1072), що вносить норму Директиви до законодавства Фінляндії.

Обов'язки з організації збору, сортування, зберігання, транспортування та перероблення побутових відходів було покладено Законом на муніципалітети.

Чітке розмежування таропакувальних відходів та відходів, що утворюються в результаті промислової та торговельної діяльності - одна з відмінних рис французького законодавства.

З 1992 року у Франції введено податок на розміщення відходів, який становив у 1995 році 25 французьких франків за тону і поступово збільшувався, досягнувши до 1998 року 40 франків. При збільшенні

утворених відходів у кількості, яка перевищує передбачене в планах і узгоджене зі спеціальними державними органами, сума податку підлягає збільшенню на 50%. Кошти від надходження цього податку спрямовуються Агентству з контролю за станом довкілля та енергією на рахунки фонду, спеціально створеного з метою вдосконалення системи управління відходами.

У Німеччині величезну роль у розвитку екологічного законодавства зіграв Закон 1991 року про пакування, яким було чітко закріплено принцип відповідальності сміття виробника і встановлені суворі квоти на повернення і перероблення пакувальних матеріалів.

Поспіх, з яким впроваджувалася в країні ця система, призвів до виникнення безлічі проблем. Однією з них став масований експорт пакувальних відходів в європейські країни й держави, що розвиваються, що викликало підвищену увагу громадськості до цього питання.

Хоча система знайшла в підсумку якусь рівновагу, 17 лютого 1995 Федеральний Рада прийняла Резолюцію про необхідність зміни Закону 1991 року. У цій Резолюції містилася оцінка ефективності застосування Закону, яка була далека від позитивної, а також були зроблені рекомендації з переорієнтування політики в галузі пакувальних відходів:

- головною вимогою має залишатися запобігання утворення відходів;
- пакування повинна бути стандартизована, ринок послуг з розміщення та заховання відходів повинен бути модернізований з метою забезпечення задоволення потреб малих і середніх компаній;
- політика управління відходами повинна включати ефективні заходи контролю і не обмежуватися тільки питаннями пакувальних матеріалів.

Закон від 27 вересня 1994 покладає край цим суперечностям в концепції Німеччини по відходах, перемістивши в національне німецьке законодавство положення Директиви ЄС.

У Греції відсутнє регулювання управління пакувальними відходами. Однак слід зауважити, що в 1990 році грецькою владою було прийнято розпорядження, яким в національне законодавство були внесені положення європейської Директиви 85/339/ЕС про упакування рідких харчових продуктів.

Метою прийняття цього розпорядження було стимулювання промисловців до використання таких видів пакування, які можна переробляти або використовувати повторно. Також з'явилися деякі закони про перероблення окремих матеріалів, зокрема алюмінієвих відходів,

помітною складовою яких є таропакувальні відходи. У Греції успішно працює "Грецька асоціація утилізації та перероблення", яка об'єднує близько 50 промислових і торговельних компаній, а також понад 800000 осіб.

Уряд Ірландії опублікував в 1994 році стратегію своєї діяльності в області управління побутовими та промисловими відходами. Слідом за цим Конфедерація ірландських промисловців створила групу контролю за переробленням пакувальних відходів, яка в 1995 році випустила свій перший звіт про результати діяльності.

Також, як Греція і Португалія, Ірландія має ряд привілеїв відносно виконання Директив ЄС. Так, Директива 94/62 передбачає досягнення 25%-го рівня перероблення протягом 5 років з дня її прийняття, однак політична активність Ірландії в цій сфері дозволяє припустити, що ця держава має намір піти набагато далі мінімальних показників, закріплених у Директиві.

У Великобританії перша ініціатива органів влади у сфері пакувальних відходів датується 1993 роком.

Контрольні запитання до розділу 1

1. Які проблеми пов'язані з пакуванням готової продукції та напівфабрикатів?
2. Яка загальна сума світових витрат на тару та пакування за оцінками експертів?
3. Які матеріали складають основну частку пакувальних відходів, а також який відсоток вони становлять?
4. Які причини появи розбіжностей у законодавствах різних країн з питань пакування?
5. Які основні напрямки розвитку законодавства в галузі пакування набули пріоритетного значення наприкінці ХХ століття?
6. Чому проблема вдосконалення і розвитку законодавства з проблем пакування потребує більш тривалого часу для вирішення?
7. Які вимоги передбачається ввести в країнах ЄС щодо обсягу, маси та складу пакування?
8. Яка мета була поставлена в Директиві щодо утилізації використаного пакування і сировинних матеріалів?
9. Як Німеччина лідирувала в області утилізації пакування, і яким чином було організовано збір пакувальної продукції в цій країні?

10. Які вимоги встановлені угодою в країнах ЄС щодо процесу запобігання утворенню відходів, їх перероблення та інформування виробниками та споживачами?

11. Які заходи були прийняті в Фінляндії для розвитку системи повторного використання, зберігання та повернення пакувальних відходів?

12. Які особливості законодавства Фінляндії щодо відповідальності виробників за розміщення відходів і вирішення проблеми відходів у пакувальній індустрії?

13. Які заходи були прийняті грецькою владою для стимулювання промисловців до використання перероблюваного або повторно використовованого пакування?

14. Які промислові та торговельні компанії об'єднані в "Грецьку асоціацію утилізації та перероблення" і яка її роль в управлінні пакувальними відходами в Греції?

15. Яку політичну активність проявляє Ірландія щодо виконання Директив ЄС щодо перероблення пакувальних відходів та які наміри в цьому плані має держава?

РОЗДІЛ 2.

ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ, МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ.

Екологічні критерії служать міркуваннями та нормативами, спрямованими на оцінку впливу діяльності, зокрема у поліграфії, на довкілля. Їх мета полягає у визначенні стандартів та параметрів, які сприяють збереженню та раціональному використанню природних ресурсів. Основні методи захисту довкілля включають рециклінг відходів, зменшення викидів шкідливих речовин та використання відновлюваних джерел енергії.

В сучасних технологіях управління навколишнім середовищем акцент робиться на оптимізації використання ресурсів, що забезпечує мінімізацію негативного впливу на довкілля. Екостандарти у поліграфії встановлюють критерії якості використовуваних матеріалів, ефективності технологічних процесів та загальної екологічної безпеки продукції.

Екологічне управління у видавництві вимагає активної участі всіх сторін процесу, від керівництва до виконавців, а також зовнішніх партнерів. Кооперація та співпраця учасників у екоініціативах сприяє розвитку та впровадженню інноваційних екологічних рішень у поліграфічній індустрії.

1.1. Утилізація використаних ресурсів та відходів поліграфічного виробництва

В ХХІ столітті проблема ресурсоощадження перетворилася в одну із найбільш актуальних завдань людства. Ще в минулому столітті академік В. І. Вернадський підрахував, що до споживача у вигляді готових продуктів доходить менш як 6% всього обсягу ресурсів, що добуваються решта пропадає з-за високого рівня прямих втрат, неефективного використання, поганої якості. В результаті цього значна частина видобутих ресурсів потрапляє на звалище. Зараз, на думку більшості експертів, принципових змін не сталося: змінилася лише форма, в якій здобуті матеріальні цінності потрапляють на звалища.

Однією з основних ресурсовитратних причин стала непродумане пакування готової продукції та напівфабрикатів. Взаємозалежність розвитку таропакувального господарства і зростання сміттєвих звалищ сьогодні вже загальноновизнана. Науково-технічний прогрес, а також розширення обсягів виробництва вивели таропакувальне господарство розвинених країн на

рівень провідних галузей економіки, але одночасно призвели до загрозово широкого потоку неконтрольованого знищення ресурсів.

За оцінками експертів, загальна сума світових витрат на тару та пакування становить близько 500 млрд дол.

Основна складність даної проблеми полягає в тому, що процеси пакування продукції й перероблення використаних пакувальних матеріалів переслідують абсолютно протилежні цілі. Виробник і споживач хочуть, щоб пакування не билася, не ламалася, не розкладалася, не м'ялася, не горіла і не розчиняється у воді.

А всі установки для перероблення відходів розраховані на те, що пакувальні матеріали можуть бути зруйновані, спалені, ущільнені або хімічно розкладені. Тому розробники пакування намагаються знайти компромісну «золоту середину», що дозволило б згодом ефективно переробляти використану тару та пакування.

Водночас очевидним стало й інше: збереження нинішнього підходу до питань регулювання таропакувального господарства веде до назрівання глобальної кризової ситуації: з одного боку, на цілі пакування іде все більш вагома частка видобуваються на планеті матеріальних ресурсів (деревини, деяких металів, нафти, газу), з іншого - виконавши в короткий термін пакувальні свої функції, ці ресурси виявляються, як правило, на сміттєвих звалищах, які вже сьогодні на 40-50% складаються з відходів пакування.

Майже половину маси пакувальних відходів (48%) складають папір та картон, 24% - скло, 8% - чорні та кольорові метали (в основному консервні банки), 5% - дерево, 15% - полімерні синтетичні матеріали й комбінована тара. У результаті в густонаселених регіонах деяких країн звалища вже переповнені, і подальше їхнє збільшення загрожує екологічною катастрофою.

У цих умовах в країнах ЄС, США, Канаді та Японії були висунуті вимоги вжити термінових і дієвих заходів щодо запобігання подальшого погіршення обставин, у тому числі внаслідок розширення збору та перероблення вторинної сировини й багаторазового застосування пакування, спалювання відходів з використанням що виділяється при цьому енергії та ін.

Проте дотепер в цій області не сформовано чіткої міжнародної стратегії. Кожна країна по-своєму інтерпретує заходи з подолання кризи, пов'язаної з різким збільшенням частки пакувальних відходів, їх пріоритетність і необхідний ступінь реалізації.

Це прямий наслідок того, що в багатьох країнах, з однієї сторони, не було і немає чіткої законодавчої основи державного підходу до цих питань, з іншого - немає і необхідного єдності в позиції самого суспільства.

У результаті до початку 90-х років у світі склалася строката, часом суперечлива картина, що характеризує підхід окремих країн до цих питань. Безсумнівно одне: обставини вимагають негайної розробки законодавчої основи розвитку таропакувального господарства та досягнення єдності поглядів суспільства на ключові елементи проблеми. У середині 90-х років ці питання вже виявилися фактично в центрі уваги основних розвинених країн.

Проблема пакування давно привертала увагу спеціалістів з точки зору регламентування виробництва, використання та утилізації.

Однак, по-перше, до недавнього часу в жодній країні не було зроблено навіть спроби створити спеціальне законодавство, розраховане на комплексний підхід до пакувального господарства - як правило, закони приймалися для регулювання проблем економічної, комерційної, соціального життя суспільства і лише попутно впливали на питання пакування.

По-друге, законодавство в галузі пакування завжди чітко орієнтувався лише на найбільш актуальні проблеми (наприклад, початок ХХ в. Був ознаменований серією законодавчих актів, які регулювали пакування "небезпечних вантажів", "шкідливих речовин", "товарів, здатних переносити вірусні хвороби" і т. п.). Наприкінці ХХ століття безперечно пріоритетними стали зусилля законодавців у галузі обмеження безконтрольного застосування пакувальних матеріалів, вимоги про вторинне перероблення та багаторазове використання, захисту навколишнього середовища.

По-третє, безпосереднім наслідком зазначеної вище стало то, що законодавства різних країн з питань пакування характеризуються досить великими розбіжностями, у тому числі й принциповими.

Лише в останні 10-15 років намітилося прагнення знаходити взаємоприйнятні основи.

Такі головні передумови, в силу яких проблема вдосконалення і розвитку законодавства з проблем пакування опинилася в центрі уваги практично всіх розвинених країн. І все ж, навряд чи вона буде вирішена в стислі терміни.

Зараз вимальовуються два фактично різних підходи до розв'язання проблеми.

Перший полягає в удосконаленні старих законів за допомогою доповнень, поправок і прецедентів їх тлумачення (США, Англія та інші

країни), *другий становить собою* формування принципово нової законодавчої основи для виробництва, продажу і застосування пакування з встановленням жорстких кількісних норм у кожній з цих областей (Німеччина, Франція Канада та Японія).

На початку 90-х років в ЄС (у складі 12 країн) щорічно вироблялося близько 50 млн т пакувальних відходів, з яких повторно використовувалися не більше 20%. Розростання обсягу пакувальних відходів у країнах Євросоюзу почалося з появи одноразового пакування для рідких харчових продуктів.

Окремі країни ЄС (Данія, Німеччина і Нідерланди) прийняли ряд жорстких екологічних норм стосовно пакування. Так, наприклад, у Данії в ряді випадків заборонено застосування металевої тари, для деякого рідких товарів пропонується повторне використання скляних пляшок.

У Данії також узаконена обов'язковість використання для пива та безалкогольних напоїв тільки такої тари, що підлягає поверненню з метою повторного використання. Одночасно з цим в країні встановлені річні квоти на використання не схвалених органами державної влади видів пакування.

З метою оптимізації процесів збору і перероблення пакувальних відходів 20 грудня 1994 Європейський Парламент спільно з Європейською Радою прийняв Європейську Директиву про пакування і пакувальні відходи (№ 94/62/ЕС).

Ця Директива передбачає єдині для всіх країн-членів ЄС обов'язкові вимоги до пакування, а без їх дотримання товар не може бути допущений на єдиний ринок Спільноти. Мова йде про всі види пакування, що застосовується в промисловості, торгівлі, а також побуті.

До числа обов'язкових вимог, які передбачається поступово ввести в країнах ЄС, відносяться наступні:

- обсяг і маса пакування повинні бути мінімально необхідними для забезпечення збереження товару і безпеку споживача;
- до складу пакування можуть входити лише мінімальні кількості шкідливих речовин (зокрема, повинні бути встановлені гранично допустимі норми вмісту свинцю, кадмію, ртуті та хрому);
- за своїм фізичним властивостям і дизайну пакування повинна бути придатна для багаторазового використання, а після закінчення терміну служби - для перероблення в кінцевий товарний продукт або для вилучення з неї цінної сировини або окремих компонентів;

- зниження при виробництві продукції відсотка первинної сировини, вишукування можливостей використання вторинної сировини.

У Директиві поставлена мета - протягом 10 років з моменту набрання чинності Директиви (тобто у 2004 році) домогтися утилізації 90% використаного пакування за масою і 60% що входять до її складу сировинних матеріалів.

Надалі передбачається забезпечити (від кінцевих споживачів) 100% повернення таропакувальної продукції (включаючи імпордне пакування) фірмам, які продали свою продукцію в цьому пакуванні, для її повторного використання або утилізації.

До останнього часу в цій області лідирувала Німеччина, законодавство якої зобов'язує продуцентів організовувати збір свого пакування у торговців і споживачів. Цим займаються спеціальні фірми, послуги яких виробники оплачують у складку.

1.2.Сортування окремих компонентів за наближеними властивостями.

Одним з ініціаторів організації управління пакувальними відходами в ЄС є Данія. Ще в 80-х роках в країні було прийнято законодавство, що регламентує поява на ринку пива та безалкогольних напоїв у багаторазовій тарі.

Європейський Суд Справедливості визнав вимоги Данії про впровадження системи зберігання та повернення порожньої тари невіддільним (частина/ознака) елементом системи заходів з організації повторного використання пакування, засудивши, проте той факт, що данська держава зобов'язала виробників використовувати тільки пакувальні матеріали, схвалені Державним агентством захисту навколишнього середовища. В результаті вжитих заходів уже до 1994 року відсоток повернутих і повторно використовуваних пляшок з-під пива і безалкогольних напоїв досяг приблизно 99,5%.

В Австрії щорічно утворюються 2 млн т ТПВ (близько 260 кг на рік на кожного жителя); сюди потрібно додати 400 000 тонн відходів, що збираються роздільно (до них відносяться папір, скло і т. д.).

У 1991 році кількість пакувальних відходів було оцінено в 1,5 млн тонн на рік. 45% цих відходів переробляється, інші поповнюють обсяг побутових відходів та відходів від торговельної діяльності.

До 2000 року в Австрії планується досягти перероблення 80% перероблюваних пакувальних відходів.

Особливості регулювання питань управління відходами в Бельгії обумовлені федеральним устроєм цієї держави. Повноваження трьох регіонів, що входять до складу Бельгії, по регламентації захисту навколишнього середовища досить великі. Тому в першу чергу заходи, що вживаються у сфері організації пакування і перероблення пакувальних матеріалів, ініціюються саме на рівні суб'єктів бельгійської федерації.

Законодавче регулювання цих процесів здійснювалося в Бельгії на підставі добровільних угод, що укладаються між органами державної влади й конкретними об'єднаннями промисловців (переважно це угоди 1989-1992 років).

З часу прийняття Директиви 94/62/ЕС взаємодія з питань поводження пакувальних відходів здійснюється на основі угоди, укладеної між органами влади трьох суб'єктів федерації Бельгії. Ця угода встановлює кількісні та якісні вимоги до процесу запобігання утворенню відходів, їх перероблення, засобів досягнення зазначених цілей, а також до порядку інформування виробниками державної влади та споживачів.

1 січня 1996 цієї угоди про взаємодію в кожному з суб'єктів була додана форма законодавчого акта, що відобразив особливості конкретного регіону, що стало важливим кроком на шляху розвитку і застосування положень Директиви.

У Фінляндії законодавча база в області відходів бере свій початок з кінця 70-х років. Перше, на що було звернуто увагу - це упакування напоїв. З цього часу у Фінляндії почалося оподаткування виробників пакування напоїв і паралельно - стимулювання розвитку системи повторного використання, зберігання та повернення пакувальних відходів.

Відсоток повторно використаної й такої, що підлягає поверненню тари для напоїв поступово збільшувався:

- у 1990 році він склав 92% пивних пляшок, 96% тари для безалкогольних напоїв і 60-70% для алкогольних напоїв.

- у 1995 році ця цифра досягла для деяких видів пакування 98%.

У 1993 році Закон Фінляндії про відходи був перероблений з метою приведення його у відповідність до Директив ЄС. Законодавчо було закріплено принцип відповідальності виробника за розміщення відходів, що утворюються в результаті його діяльності. Фінляндія пішла шляхом добровільних угод, покликаних підвищити свідомість суспільства у сфері

проблеми відходів, а також залучити суб'єктів пакувальної індустрії до повноправної участі в її вирішенні.

Угода, спрямована на виконання країною вимог "пакувальної" Директиви ЄС, була прийнята в березні 1995 року, також був прийнятий національний Закон (від 3 грудня 1993 року № 1072), що вносить норму Директиви до законодавства Фінляндії.

Обов'язки з організації збору, сортування, зберігання, транспортування та перероблення побутових відходів було покладено Законом на муніципалітети.

Чітке розмежування таропакувальних відходів та відходів, що утворюються в результаті промислової та торговельної діяльності - одна з відмінних рис французького законодавства.

З 1992 року у Франції введено податок на розміщення відходів, який становив у 1995 році 25 французьких франків за тону і поступово збільшувався, досягнувши до 1998 року 40 франків. При збільшенні утворених відходів у кількості, яка перевищує передбачене в планах і узгоджене зі спеціальними державними органами, сума податку підлягає збільшенню на 50%. Кошти від надходження цього податку спрямовуються Агентству з контролю за станом довкілля та енергією на рахунки фонду, спеціально створеного з метою вдосконалення системи управління відходами.

У Німеччині величезну роль у розвитку екологічного законодавства зіграв Закон 1991 року про пакування, яким було чітко закріплено принцип відповідальності сміття виробника і встановлені суворі квоти на повернення і перероблення пакувальних матеріалів.

Поспіх, з яким впроваджувалася в країні ця система, призвів до виникнення безлічі проблем. Однією з них став масований експорт пакувальних відходів в європейські країни й держави, що розвиваються, що викликало підвищену увагу громадськості до цього питання.

Хоча система знайшла в підсумку якусь рівновагу, 17 лютого 1995 Федеральний Рада прийняла Резолюцію про необхідність зміни Закону 1991 року. У цій Резолюції містилася оцінка ефективності застосування Закону, яка була далека від позитивної, а також були зроблені рекомендації з переорієнтування політики в галузі пакувальних відходів:

- головною вимогою має залишатися запобігання утворення відходів;
- пакування повинна бути стандартизована, ринок послуг з розміщення та заховання відходів повинен бути модернізований з метою забезпечення задоволення потреб малих і середніх компаній;

- політика управління відходами повинна включати ефективні заходи контролю і не обмежуватися тільки питаннями пакувальних матеріалів.

Закон від 27 вересня 1994 покладає край цим суперечностям в концепції Німеччини по відходах, перемістивши в національне німецьке законодавство положення Директиви ЄС.

У Греції відсутнє регулювання управління пакувальними відходами. Однак слід зауважити, що в 1990 році грецькою владою було прийнято розпорядження, яким в національне законодавство були внесені положення європейської Директиви 85/339/ЄС про упакування рідких харчових продуктів.

Метою прийняття цього розпорядження було стимулювання промисловців до використання таких видів пакування, які можна переробляти або використовувати повторно. Також з'явилися деякі закони про перероблення окремих матеріалів, зокрема алюмінієвих відходів, помітною складовою яких є таропакувальні відходи. У Греції успішно працює "Грецька асоціація утилізації та перероблення", яка об'єднує близько 50 промислових і торговельних компаній, а також понад 800000 осіб.

Уряд Ірландії опублікував в 1994 році стратегію своєї діяльності в області управління побутовими та промисловими відходами. Слідом за цим Конфедерація ірландських промисловців створила групу контролю за переробленням пакувальних відходів, яка в 1995 році випустила свій перший звіт про результати діяльності.

Також, як Греція і Португалія, Ірландія має ряд привілеїв відносно виконання Директив ЄС. Так, Директива 94/62 передбачає досягнення 25%-го рівня перероблення протягом 5 років з дня її прийняття, однак політична активність Ірландії в цій сфері дозволяє припустити, що ця держава має намір піти набагато далі мінімальних показників, закріплених у Директиві.

У Великобританії перша ініціатива органів влади у сфері пакувальних відходів датується 1993 роком.

Запитання для перевірки:

16. Які проблеми пов'язані з пакуванням готової продукції та напівфабрикатів?

17. Яка загальна сума світових витрат на тару та пакування за оцінками експертів?

18. Які матеріали складають основну частку пакувальних відходів, а також який відсоток вони становлять?

19. Які причини появи розбіжностей у законодавствах різних країн з питань пакування?
20. Які основні напрямки розвитку законодавства в галузі пакування набули пріоритетного значення наприкінці ХХ століття?
21. Чому проблема вдосконалення і розвитку законодавства з проблем пакування потребує більш тривалого часу для вирішення?
22. Які вимоги передбачається ввести в країнах ЄС щодо обсягу, маси та складу пакування?
23. Яка мета була поставлена в Директиві щодо утилізації використаного пакування і сировинних матеріалів?
24. Як Німеччина лідирувала в області утилізації пакування, і яким чином було організовано збір пакувальної продукції в цій країні?
25. Які вимоги встановлені угодою в країнах ЄС щодо процесу запобігання утворенню відходів, їх перероблення та інформування виробниками та споживачами?
26. Які заходи були прийняті в Фінляндії для розвитку системи повторного використання, зберігання та повернення пакувальних відходів?
27. Які особливості законодавства Фінляндії щодо відповідальності виробників за розміщення відходів і вирішення проблеми відходів у пакувальній індустрії?
28. Які заходи були прийняті грецькою владою для стимулювання промисловців до використання перероблюваного або повторно використовованого пакування?
29. Які промислові та торговельні компанії об'єднані в "Грецьку асоціацію утилізації та перероблення" і яка її роль в управлінні пакувальними відходами в Греції?
30. Яку політичну активність проявляє Ірландія щодо виконання Директив ЄС щодо перероблення пакувальних відходів та які наміри в цьому плані має держава?

РОЗДІЛ 3.

ЕКОДИЗАЙН В ПОЛІГРАФІЇ: ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО

Екодизайн у поліграфії стає важливим напрямком, спрямованим на створення екологічно чистого дизайну. Його мета полягає в мінімізації негативного впливу продуктів поліграфії на навколишнє середовище через увесь цикл їх життя. Основні завдання екодизайну включають вибір безпечних і біорозкладних матеріалів, ресурсозбереження, а також рецикляцію та утилізацію виробів після використання.

Основні принципи екодизайну у поліграфії орієнтовані на сталість, екологічну безпеку та соціальну відповідальність. Серед методів поліграфічного екодизайну виділяються використання біорозкладних матеріалів та стратегії ресурсозбереження, що сприяють збереженню природних ресурсів та зменшенню відходів.

Важливим етапом є вибір матеріалів та фарб, які відповідають критеріям екологічності, безпеки та якості. Це може включати в себе використання рослинних чорнил, рециклованого паперу та інших матеріалів, які менш шкідливі для навколишнього середовища.

Загалом, екодизайн у поліграфії вимагає активної взаємодії дизайнерів з ринковими учасниками, включаючи виробників, постачальників та споживачів, для реалізації ефективних та інноваційних екологічних проєктів, які відповідають сучасним потребам суспільства та ринку.

3.1. Екологічно чистий друк

Екологічно чистий друк орієнтується на зменшення негативного впливу друку на навколишнє середовище шляхом використання екологічних інновацій у трьох основних елементах процесу друку: технології друку, чорнилах та матеріалах для друку.

Технологія друку. Екологічно чистий друк передбачає використання більш ефективних технологій друку, які дозволяють зменшити споживання енергії та використання ресурсів. Наприклад, використання лазерних або струменевих принтерів з низьким споживанням енергії може знизити екологічний відбиток друку. Також важливо використовувати енергоефективні принтери, які автоматично переходять у режим очікування або вимкнення після закінчення роботи.

Чорнила. Використання екологічно чистих чорнил є ще одним важливим аспектом екологічного друку. Традиційні чорнила, зазвичай,

містять шкідливі речовини, такі як ртуть, свинець або розчинники, які можуть викидатися в навколишнє середовище під час процесу друку або при утилізації пустих картриджів. Однак, екологічно чисті чорнила виготовляються з більш безпечних компонентів, які не завдають шкоди здоров'ю людини і навколишньому середовищу. Такі чорнила можуть бути на основі рослинних компонентів або біологічно розкладатися, зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Матеріали для друку. Окрім використання екологічних технологій друку та чорнил, екологічно чистий друк також вимагає використання екологічних матеріалів для друку. Це означає, що вибір паперу та інших матеріалів повинен здійснюватися з урахуванням їх впливу на навколишнє середовище.

Для зменшення екологічного відбитка, можна використовувати перероблену паперову продукцію, виготовлену з вторинної сировини. Використання переробленого паперу допомагає зменшити рубку лісів, зберегти воду та енергію, які витрачаються на виробництво нового паперу.

Крім того, розглядати альтернативні матеріали для друку, такі як папір з використанням багаторазового використання, бамбуковий папір або папір з використанням водоростей. Ці матеріали є біорозкладними та мають менший вплив на довкілля порівняно з традиційним папером.

Крім основних елементів друку, екологічно чистий друк також передбачає використання енергоефективного обладнання та оптимізацію друкарських процесів для зниження відходів та мінімізації споживання ресурсів.

Ці зелені технології допомагають зменшити забруднення, відходи та споживання енергії під час виробництва. Це також допомагає зменшити витрати на друк, зберігаючи природне середовище.

Екоефективніші технології друку стають все більшими тенденціями у сучасній друкарській індустрії. Завдяки постійному розвитку технологій та наростаючій увазі до екологічних питань, на ринку з'являються нові екологічно чисті технології друку, які мають менший вплив на навколишнє середовище. Ось деякі з них:

Енергоефективні принтери. Сучасні принтери все більше оптимізовані для зниження споживання енергії. Вони використовують технології, які дозволяють зменшити енергетичні витрати, наприклад, швидке переходження в режим очікування, автоматичне вимкнення після періоду неактивності та енергоефективні компоненти.

Водорозчинні чорнила. Традиційні чорнила містять розчинники, які можуть бути шкідливими для здоров'я та навколишнього середовища. Водорозчинні чорнила виробляються на основі води та біо розкладаються безпечним чином, мінімізуючи викиди шкідливих речовин.

Використання вторинної сировини. Деякі принтери дозволяють використовувати перероблену паперову продукцію або матеріали, які мають високий вміст вторинної сировини. Це допомагає зменшити залежність від вирізання дерев та зберегти ліси.

Цифровий друк. Цифровий друк зазвичай використовується для невеликих обсягів або індивідуального друку, і він може бути екологічно ефективним в порівнянні з традиційним офсетним друком. Цифровий друк не вимагає виготовлення друкованих форм, що дозволяє зменшити відходи виробництва, які часто пов'язані з налаштуванням та виправленням друкованих форм у традиційному офсетному друці.

Мінімізація відходів. Екологічно чистий друк містить зусилля щодо мінімізації відходів в процесі друку. Це може включати використання двостороннього друку для зменшення кількості використаного паперу, використання розумних налаштувань для оптимізації розміщення друкованих матеріалів на аркуші паперу та управління розміром друкованих навантажень, щоб уникнути надмірного друку.

Використання екологічних матеріалів. Окрім матеріалів для друку, самі друкарські матеріали, такі як клеї, лаки та обробники поверхні, також можуть бути екологічно чистими. Використання екологічно безпечних матеріалів допомагає знизити викиди шкідливих речовин у процесі друку.

Утилізація та перероблення. Екологічно чистий друк також передбачає правильну утилізацію та перероблення відходів, що виникають в процесі друку. Це може включати повторне використання паперових відходів або відновлення та перероблення картриджив з чорнилами.

Екологічно чистий друк спрямований на зменшення впливу друку на довкілля шляхом застосування екологічних технологій друку, використання безпечних чорнил та екологічних матеріалів. Це сприяє збереженню ресурсів, зменшенню викидів шкідливих речовин та покращенню стану навколишнього середовища. Ці заходи допомагають знизити негативний вплив на довкілля та сприяють створенню більш екологічно відповідального друкарського процесу. Новатори намагаються вдосконалити або розробити швидкі та ефективні методи друку, які споживають менше енергії та ресурсів і утворюють менше відходів.

Безводний друк, наприклад, є вдосконаленням традиційного офсетного друку, який використовує воду для формування не зображень на відбитку. Він утворює ЛОС або леткі органічні сполуки та інші небезпечні речовини як відходи. Однак безводний друк усе це усуває.

Замість води безводний друк використовує шар кремнію для відштовхування чорнила. Ця техніка не виділяє летких органічних сполук, скорочує час роботи та відходи, а також пропонує більший діапазон кольорів і кращу чіткість зображення.



Зелені чорнила. Чорнила на нафтовій або пластиковій основі містять шкідливі сполуки та хімікати, які шкодять навколишньому середовищу. Екологічний друк знайшов екологічно чисту альтернативу в екочорнилах. Для виробництва цих чорнил використовуються такі органічні інгредієнти, як соя чи рослини. Чорнила на основі сої, зокрема, є альтернативою, яка повторює ефекти чорнил на основі нафти, але без токсичних побічних ефектів для навколишнього середовища. Дехто стверджує, що воно створює яскравіші та живіші кольори порівняно з іншими чорнилами. Ще одне відоме екологічне чорнило походить з овочів. Однак, на відміну від чорнила на основі сої, воно не дає таких же результатів, як його соєвий аналог, і коштує трохи дорожче.

Друк матеріалів. Є помітні інновації в екологічному друку в матеріалах для друку. Ці продукти виготовляються з перероблених або інших екологічно чистих матеріалів, які на 100% піддаються біологічному розкладанню або переробленню. Використовувані матеріали також надходять від екологічно чистих постачальників і майже не використовують хімічних речовин у своїй обробці.

Наприклад, папір [Recystar Nature Eco-Flyers](#) може виглядати як звичайний некрейдований папір для листівок, але для його виробництва використовуються волокна, які на 100% переробляються. З іншого боку, [папір Bio Top Paper](#), що підлягає вторинному переробленню,

використовує процес відбілювання без використання хлору без оптичних відбілювачів.

Окрім паперу, екологічно чистий друк також включає інші друковані продукти, такі, як Roller Banners Eco на 100% без ПВХ у своєму асортименті екологічно чистих продуктів. Банери виготовлені із такого матеріалу, що включає у свою структуру поліпропілен та термопластичний полімер, має високу термостійкість і після використання можна переробити.

Деякі екологічні компанії створюють абсолютно нові матеріали для використання в конкретних екологічних продуктах. Наприклад, компанія NatureWorks розробила PLA-пластик із рослинних волокон під назвою Ingeo для створення рослинних ручок. Такі ручки на 80% біологічно розкладаються та компостується. Для виготовлення PLA-пластика виробництво використовує лише третину енергії, необхідної для виготовлення пластика, що знижує споживання енергії та витрати на виробництво.

3.2. Екологічно чиста широкоформатна друкована графіка

Латексні фарби. Більшість сучасних широкоформатних друкарських машин використовує латексні чорнила, які на 70% складаються з води, що робить їх екологічнішими, ніж традиційні чорнила на основі розчинників. У той час як розчинник проникає в середовище, латекс знаходиться зверху, що краще для повторного перероблення. Латекс також повністю біологічно розкладається, що відбувається ще швидше під впливом сонячного світла. За відповідних умов латекс може біологічно розкладатися приблизно з тією ж швидкістю, що й лист дерева – близько шести місяців.

Еко розчинник має менш шкідливий хімічний склад, ніж багато інших розчинників, і містить до 50% мономерів і олігомерів природного походження з відновлюваних ресурсів, таких як рослини чи біомаса. Чорнило також практично не містить ЛОС, важких металів, SVHC або парникових газів.

3.3. Сертифікація екологічних чорнил.

Латексні чорнила сертифіковані UL Ecologo та UL Greenguard Gold. Сертифікація UL ECOLOGO® допомагає компаніям і виробникам вірогідно повідомляти про зменшений вплив їхніх продуктів і послуг на навколишнє середовище. Сертифікати вказують на те, що продукт пройшов суворі наукові випробування, вичерпний аудит або те й інше, щоб

підтвердити його відповідність суворим екологічним стандартам сторонніх виробників.

Усі продукти, сертифіковані за стандартом ECOLOGO®, повинні відповідати або перевищувати кожен із перерахованих критеріїв, перш ніж отримати знак. Таким чином, сертифікація ECOLOGO® класифікується як екомаркування Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) типу 1 і була успішно оцінена Глобальною мережею екологічного маркування, що ще більше демонструє її надійність.



Продукти, сертифіковані GREENGUARD щодо низьких хімічних викидів, можуть сприяти створенню більш здорового середовища в приміщенні та, як науково доведено, відповідають найсуворішим у світі стандартам хімічних викидів сторонніх виробників.

Сертифікація UL GREENGUARD надають виробникам конкурентну перевагу, оцінюючи вплив продукції на здоров'я. Доступні два рівні сертифікації: GREENGUARD Certification і GREENGUARD Gold Certification.

Критерії сертифікації GREENGUARD є основою для кредиту Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Стандарт сертифікації GREENGUARD Gold Certification Standard включає критерії здоров'я для додаткових хімічних речовин, а також вимагає меншого загального летких органічних сполук (рівні викидів VOC), щоб переконатися, що продукти прийнятні для використання в таких середовищах, як школи та медичні заклади. На додаток до обмеження викидів понад 360 ЛОС і загальних хімічних викидів.

Сертифікаційний знак GREENGUARD повідомляє, що репрезентативні зразки продукту пройшли ретельне наукове тестування на відповідність деяким із найсуворіших у світі вимог до хімічних викидів. Ця сертифікація дає виробникам явну конкурентну перевагу на ринку, де споживачі все більше стурбовані потенційним впливом продуктів на здоров'я.

Екологічні терміни. Термінологія завжди може викликати невизначеність, тому нижче наведено деталі кількох корисних екологічних термінів і організацій.

(FSC) Лісова опікунська рада – Сертифікація FSC вважається золотим стандартом для деревини, заготовленої з лісів, якими управляють відповідально, є соціально корисними, екологічно свідомими та економічно життєздатними.

(Greenguard) Інститут навколишнього середовища Greenguard – це незалежна галузева організація, яка прагне захистити здоров'я людей і покращити якість життя шляхом покращення якості повітря в приміщеннях і зменшення впливу на людей хімічних речовин та інших забруднювальних речовин. Лише продукти, які відповідають суворим стандартам викидів UL (Underwriters Laboratories) Environment, мають право на сертифікацію. Ці стандарти базуються на встановлених критеріях ключових установ охорони здоров'я.

(ПЕТ) Поліетилентерефталат є різновидом полієфіру, який використовується для виробництва пластикових пляшок і контейнерів для пакування харчових продуктів і напоїв, засобів особистої гігієни та багатьох інших споживчих товарів. ПЕТ добре переробляється.

(ПВХ) Полівінілхлорид — він виготовляється з викопного палива, включаючи природний газ. У процесі виробництва також використовується хлорид натрію. Перероблений ПВХ розбивається на дрібну крихту, видаляється домішка, а продукт очищається для отримання чистого ПВХ. Він може бути перероблений приблизно сім разів і має термін служби близько 140 років.

(ЛОС) Летючі органічні сполуки — це органічні хімічні речовини, які мають високий тиск пари при звичайній кімнатній температурі. ЛОС численні, різноманітні та всюдисущі. Вони містять як створені людиною, так і природні хімічні сполуки. Більшість ароматів або запахів є ЛОС.

3.4. Зниження вуглецю

Зменшення вуглецевого сліду поліграфічних процесів краще, ніж компенсувати його. Але справа не тільки в тому, щоб посадити більше дерев. Ecologi забезпечує компенсацію шляхом купівлі та вилучення вуглецевих кредитів, які представляють перевірені тонни скорочень вуглецю, які вже відбулися.

Проекти, у яких Ecologi купує ці кредити, проходять суворий процес акредитації через систему Золотий стандарт або Перевірений вуглецевий стандарт. Ecologi завжди прагне фінансувати компенсаційні проекти, які відповідають важливим стандартам сталого розвитку та екологічного розвитку, як-от CCBS і SDVista.

Після реєстрації проекту та отримання вуглецевих кредитів, кожен кредит означає зменшення або уникнення потрапляння 1 тонни еквівалента вуглекислого газу в атмосферу Землі. Ecologi купує ці кредити від імені своїх членів, а гроші йдуть розробникам проектів для фінансування більшої кількості проектів зі скорочення вуглецю.

Скасувавши вуглецевий кредит, Ecologi гарантує, що тонна викидів вуглецю, яку він представляє, вилучається з обігу та не може бути врахована знову. Це зменшує кількість викидів вуглецю в атмосферу на 1 тонну, тим самим компенсуючи 1 тонну вуглецевого сліду одного з його членів.



На прикладі провідної німецької поліграфічної компанії Rost Werbetchnik можливо простежити екологічне вдосконалення технологічних процесів друкування в яких використовувались пристрої великого формату. Друкування здійснювалось із застосуванням чорнил на основі розчинників, що мають кілька недоліків. Сольвентні чорнила, які містять високий рівень

летючих органічних сполук (ЛОС) і мають сильний запах, не є екологічно чистою технологією.

Друковані вироби вимагають фази висихання та виділення газу протягом одного-двох днів, перш ніж можна буде наносити фінішне покриття, наприклад ламінування, а виробничі приміщення покладаються на спеціальні системи вентиляції для підтримки якості повітря. Чорнила також створюють значне навантаження на технічне обслуговування, оскільки пристрої потребують щоденного чищення за допомогою дорогих спеціальних рідин, що призводить до вищих експлуатаційних витрат.

Компанія Rost Werbetchnik замінила сольвентний друк латексними чорнилами на водній основі (AR) з низьким хімічним викидом, що забезпечує широкоформатний принтер RICOH Pro™ L5160e з шести кольоровим гексахромним друком (СМΥК плюс помаранчевий і зелений), який нещодавно отримав нагороду EDP 2022, підкреслюючи інновації та досконалість у виробництві.

Завдяки широкоформатним пристроям Ricoh і латексним чорнилам AR компанія Rost Werbetchnik успішно створила бізнес-модель, засновану на екологічній стійкості. Латексні чорнила Ricoh мають мінімальний запах і мають сертифікацію Greenguard Gold, що означає, що вони науково перевірені на вміст летких органічних сполук. Цей екологічно чистий підхід підвищує привабливість компанії для клієнтів, які бажають працювати з партнером із перевіреними екологічними характеристиками.

Чорнила на латексній основі, що швидко висихають, усувають потребу у дводенних процесах сушіння та виділення газу, що дозволяє негайно завершувати роботу та доставляти клієнтам за короткий час. Оскільки не потрібно використовувати спеціальні вентиляційні системи для розсіювання газів-розчинників, Rost Werbetchnik також отримує додаткову економію коштів. Так само нічний друк без нагляду підвищує продуктивність і допомагає компанії з легкістю керувати наростаючими обсягами.

Перехід до Ricoh також відкрив цінну економію ефективності для Rost Werbettechnik. Нові латексні чорнила Ricoh великого формату AR вимагають набагато менше обслуговування та очищення, ніж старі сольвентні принтери, звільняючи кваліфікованих працівників витратити більше часу на виробничі завдання.

Якість друку на цифрових широкоформатних пристроях Ricoh також стабільно висока. Передова друкарська головка Gen5 і технології змінного розміру краплі дозволяють Rost Werbettechnik забезпечувати точний підбір

кольорів і винятково чіткі рівні деталізації в клієнтських завданнях. Крім того, білі латексні чорнила Ricoh набагато зручніші в управлінні та використанні, а також забезпечують чудову продуктивність і стабільність порівняно з еквівалентами на основі розчинників.



Латексні або розчинні чорнила: як технологія та навколишнє середовище впливають на вибір

Вибір екологічно чистішої технології друку не лише визначає позитивний вплив на навколишнє середовище, але й дозволяє компаніям заощаджувати кошти, щоб працювати ефективніше та стабільніше. На прикладі принтерів ТІД можливо відстежити вагомі причини забезпечення екологічного друку.

Чорнило не розливається, не витрачається. Друкувальний картридж ТІД містить друкувальну головку з автономним резервуаром для чорнила, яка виділяє краплі чорнила з друкувальні головки лише за потреби. Таким чином, немає ризику випадкового проливання та втрати чорнила.

Сутність використання екологічних чорнил ТІД. Чорнила на водній основі, біорозкладані чорнила, чорнила на основі розчинників із низьким вмістом летких органічних сполук, чорнила з УФ-світлодіодним підсвічуванням є екологічною альтернативою чорнилам на основі мінеральних олів. Наприклад, чорнила на водній основі виділяють значно менше ЛОС і запахів під час друку порівняно з сольвентними чорнилами. Додатково виробляються екологічно чисті високоякісні водні чорнила на основі розчинників і світлодіодні чорнила, що твердіють УФ, для друку ТІД. Інноваційні водні чорнила друкують на гнучкому пакуванні та тонкій плівці, є стійкими до вицвітання, водостійкими, забезпечують

покращену читабельність. УФ-світлодіодні фарби, що твердіють, також підходять для друкування на гнучких плівках, чутливої до нагрівання, у харчовій промисловості.

Чистіше виробниче середовище. Принтери ТІІ не схильні до розлиття чорнила, оскільки картриджі входять до комплекту, що забезпечує чистішу виробничу зону. Це означає, що немає потреби в додаткових очисних розчинниках, які можуть бути небезпечними для навколишнього середовища.

Зниження викидів ЛОС. Оскільки в системах ТІІ використовується мінімальна кількість розчинників і використовуються автономні чорнильні картриджі, кількість летких органічних сполук (ЛОС), що викидаються в атмосферу, зменшується майже на 90% порівняно з системами СІІ.

Знижена вартість витратних матеріалів для чорнила.

Розчинник є основним витратним матеріалом для принтерів попереднього покоління, легко випаровується в атмосферу протягом усього процесу друку. Таким чином, системи такі системи вимагають періодичного оновлення рідини для відновленого чорнила для підтримки в'язкості та забезпечення оптимальної якості друку. Це збільшує загальну вартість витратних матеріалів для чорнила. ТІІ використовує автономні картриджі, які запобігають випаровуванню, тому не потребують додаткових розчинників.

Замінює потребу у фізичних мітках. Завдяки безконтактним прямим системам маркування продуктів, таким як ТІІ, це повністю усуває потребу у фізичних наклейках. Ці етикетки прикріплюються до підкладок, які викидаються разом із чорнильними стрічками, які зазвичай використовуються для маркування таких етикеток. Вони експоненціально спричиняють екологічні відходи. Вибираючи системи безконтактного кодування та маркування, компанії можуть заощадити на додаткових витратах на придбання етикеток і додатково сприяти зменшенню загальних відходів пакування.

Менше енергоспоживання. Принтери ТІІ споживають на 80% менше енергії порівняно з принтерами СІІ і навіть набагато менше порівняно з лазерними принтерами. Системи ТІІ також потребують найменшого обслуговування, що підвищує ефективність виробництва.

Чіткіші відбитки, менше відходів. Системи ТІІ створюють зображення з роздільною здатністю 600 точок на дюйм, що забезпечує високу розбірливість. Завдяки чіткішим відбиткам ТІІ допомагає споживачам зчитувати дати закінчення терміну придатності та використовувати дати

більш точно; тим самим підвищуючи безпеку споживачів і забезпечуючи менші втрати продукту.

Запитання для перевірки

1. Які основні елементи процесу друку орієнтовані на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище у екологічно чистому друці?
2. Які переваги має використання енергоефективних технологій друку в контексті екологічно чистого друку?
3. Які можливості надає використання екологічно чистих чорнил та матеріалів для друку для зменшення негативного впливу на довкілля?
4. Які технології використовуються в сучасних принтерах для зниження споживання енергії та оптимізації процесу друку?
5. Які переваги має використання водорозчинних чорнил в контексті екологічного друку?
6. Які стратегії використовуються для мінімізації відходів під час процесу друку та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище?
7. Як екологічно чистий друк сприяє зменшенню впливу друку на навколишнє середовище з точки зору утилізації та перероблення відходів?
8. Як безводний друк впливає на негативний відбиток друку на довкілля? Які переваги цієї технології порівняно з традиційним офсетним друком?
9. Як екологічні чорнила, такі як чорнила на основі сої, впливають на навколишнє середовище та які переваги вони мають порівняно з традиційними чорнилами на нафтовій або пластиковій основі?
10. Які матеріали використовуються для екологічно чистого друку, які на 100% піддаються біологічному розкладанню або переробленню?
11. Як екологічні матеріали, такі як без ПВХ банери та PLA-пластик, впливають на навколишнє середовище та які переваги вони мають порівняно з традиційними матеріалами?
12. Як латексні чорнила використовуються в екологічно чистій широкоформатній друкованій графіці? Які переваги цих чорнил з точки зору екологічності та переробки?
13. Що означає сертифікація UL ECOLOGO® та UL Greenguard Gold для продуктів, зокрема латексних чорнил? Які критерії повинні бути виконані, щоб отримати ці сертифікати?
14. Яку перевагу надає сертифікація GREENGUARD виробникам у відношенні до здоров'я та хімічних викидів? Які рівні сертифікації доступні і що вони означають?

15. Як сертифікаційний знак GREENGUARD допомагає споживачам визначити продукти, які відповідають вимогам найсуворіших стандартів хімічних викидів? Які переваги це надає виробникам на ринку?
16. Якими стандартами сертифікації керує Ecologi при виборі проектів для компенсації вуглецевих кредитів? Які критерії проектів повинні відповідати?
17. Як Ecologi забезпечує, що куплені вуглецеві кредити фактично зменшують або уникають викидів вуглекислого газу? Як вони переконуються, що викиди не будуть враховуватись знову?
18. Які проблеми пов'язані з використанням сольвентних чорнил на основі розчинників в поліграфічному процесі? Які негативні екологічні наслідки та технічні проблеми вони можуть створювати?

РОЗДІЛ 4.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОМУ ДРУКУ: НОВІТНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СТАЛОГО ДРУКУ

Технологічні інновації в екологічно чистому друці відкривають нові горизонти для сталого друку, інтегруючи принципи сталого розвитку в поліграфічній індустрії. Новітні рішення зосереджені на використанні безводних друкових фарб та відновлюваних матеріалів, які мінімізують негативний вплив на довкілля та ресурси.

Стандарти екодруку формують критерії якості, безпеки та стійкості продукції, спонукаючи виробників до пошуку та впровадження нововведень, які забезпечують високий рівень екологічної відповідальності. Вони стають основою для оцінювання та вдосконалення технологічних процесів, продуктів та послуг в поліграфії.

В управлінні інноваціями в поліграфії важливу роль відіграє взаємодія між виробниками та споживачами. Активна кооперація, обмін досвідом та знаннями сприяють формуванню та впровадженню екологічних рішень, які відповідають актуальним потребам ринку та суспільства.

Завдяки технологічним інноваціям, екологічно чистий друк стає реальністю, наближаючи поліграфічну індустрію до сталого розвитку та гармонії з навколишнім природним середовищем, що робить його більш соціально відповідальним та конкурентоспроможним.

Офсетні фарби, зволожувальні розчини, вода, видруковувані матеріали й налаштування друкарської машини в сукупності впливають на якість одержуваного зображення. Тонка настройка балансу між цими елементами дозволяє друкареві створювати високоякісний продукт.

Спочатку офсетні фарби виготовлялися на основі нафтопродуктів, але виробники, постійно вдосконалюючи технологію, випускають все більше і більше фарб, в яких замість мінеральних олів використовуються рослинні, наприклад соєве або рапсові.

Масляна основа, також звана транспортною основою або сполучною речовиною, служить для перенесення і зв'язування пігментів фарб з запечатуваним матеріалом. До середини 1970-х років пігменти виготовлялися виключно на основі неорганічних речовин, як правило солей металів.

Ці метали найчастіше були представлені в кількостях, що перевищують всі допустимі рівні, роблячи відходи фарб, та й саму поліграфічну продукцію небезпечними. Це призвело до того, що влада деяких штатів США знизили

дозволену концентрацію солей металів в офсетних фарбах. Виробники відповіли розробкою органічних замінників, багато з яких допускалися до використання в значних обсягах, на відміну від металевих компонентів.

Однак деякі нові пігменти є похідними бензолу і іноді містять метали. Останні дослідження показали присутність в офсетних фарбах важких металів (кадмію, миш'яку, ртуті, сурми, свинцю і селену).

Залежно від металу і кількості відходів фарб часто відбувається перевищення обсягів гранично допустимих викидів, що переводить відпрацьовані фарби в категорію небезпечних відходів. Інші компоненти фарб включають розчинники, лаки й сикативи різних типів. Ці добавки використовуються для зміни в'язкості фарб, виключення флокуляції пігментів і швидкого закріплення.

Агентство з охорони навколишнього середовища відносить деякі компоненти фарб до небезпечних, інші вважаються небезпечними тільки в разі, якщо відбувається перевищення допустимих рівнів.

У США поправки до «Закону про чисте повітря» від 1990 року введено в дію нормативні документи з моніторингу та контролю за різноманітними речовинами, що забруднюють атмосферу й утворюються при специфічних промислових процесах, включаючи офсетний друк. Щорічно в Америці офсетні друкарні витрачають понад 110 млн дол., щоб відповідати цим вимогам. Ці поправки змусили виробників фарб для офсетного друку, зволожувальних розчинів і розчинників звернути увагу на вміст у їх продукції летючих органічних компонентів. Засновані на нафтопродуктах термостатичні друковані фарби містять набагато більше летючих органічних компонентів, ніж фарби на основі рослинних олій, в той час, як у фарбах, закріплюваних електронним променем або ультрафіолетовим випромінюванням, вони практично відсутні.

Предметом спору останніх кількох років було питання про те, наскільки небезпечні викиди від офсетних фарб з точки зору закону, але найближчі поправки до законів повинні усунути ці розбіжності. Проте для тих друкарень, які обов'язковий державний контроль вважав джерелами небезпечних відходів, перехід на інші фарби може стати рятівним, бо подальше зниження загальних викидів може виявитися достатнім для присвоєння їм нижчої категорії безпеки.

Зміна кольорів на друкованих секціях, змив друкарської машини й поводження з бракованими або втратили споживчі якості фарбами (наприклад, висохлими або утворилася на поверхні плівкою) - всі ці операції

призводять до утворення відходів офсетних фарб. В ході аналізу були виділені наступні технологічні прийоми, що дозволяють зменшити обсяг відходів, що утворюються друкарської фарби:

- герметизація контейнерів з фарбою, маркування залишкової кількості в частково використаних місткостях. На поверхні фарби поміщають лист пластику або воскованих паперів, обробляють спеціальними хімікатами для запобігання окислення верхнього шару й утворення плівки;

- видалення максимальної кількості фарби з місткості перед її утилізацією;

- якщо друкарня досить велика, є сенс визначити різні друкарські машини під використання конкретних квітів і типів фарб, знизивши таким чином необхідну кількість змивів секцій в ході експлуатації. Крім зниження утворення відходів, це забезпечить додаткові економічні вигоди, бо кожний змив супроводжується значними витратами робочого часу і дорогих хімікатів;

- використання стандартної послідовності фарб на друкованих секціях (СМУК) також дозволяє знизити кількість необхідних змивів;

- ще один спосіб уникнути зайвих змивів - планування змінного графіка від робіт зі світлими тонами до темних;

- можливе використання темних фарб на немитій секції зі світлими (як правило, жовтими);

- багато виробників приймають невикористані фарби на перероблення.

- підвищення точності в плануванні виробничих операцій дозволяє значно знизити утворення відходів;

- рекомендуємо сортувати відходи фарб за кольорами - в такому випадку підвищується ефективність повторної їх перероблення, оскільки зазвичай різні пігменти мають різну хімічну природу;

- правильне планування складського господарства щодо фарб включає першочергове використання контейнерів з найбільш ранньою датою виготовлення;

- важливо ретельне попереднє планування друкованих робіт, консультація клієнтів про вплив на навколишнє середовище при використанні того чи іншого колірного рішення, матеріалу або методу друку.

Необхідна грамотна калькуляція вартості замовлень, що включає не тільки витрати на технологічні операції, але і на утилізацію небезпечних відходів. Технологічні зміни можуть бути як елементарними, наприклад установка пристроями, на місткість з фарбою для запобігання утворення

плівки, так і досить складними, наприклад застосування всередині типографської системи перероблення фарб.

При зміні технологій зазвичай потрібне придбання відповідного обладнання і пристроїв, навчання персоналу. Можливі технологічні зміни для зменшення відходів друкарських фарб:

- установка мішалок і датчиків рівня на місткості з фарбою для запобігання її передчасного окислення,

- повторне перероблення відходів фарби на самому підприємстві або через спеціалізовані компанії,

- використання комп'ютеризованих станцій змішування, спектрофотометрів для змішування фарб за шкалою Pantone.

Станції змішування дозволяють отримати будь-який потрібний колір з наявних на складі базових фарб. Використання цієї технології зменшує необхідність придбання кожного конкретного кольору і дозволяє ефективно використовувати склад. Цифрові спектрофотометри роблять процес точним і допомагають уникнути утворення відходів, що виникли в результаті помилкової суб'єктивної оцінки пропорцій, також рекомендується придбання фарб і сикативів окремо і змішування їх безпосередньо перед використанням.

Використання спрею антиоксиданту для запобігання утворення плівки на поверхні фарби при зберіганні. Ці спреї поставляються більшістю виробників фарб і діють як фізичні бар'єри, що захищають поверхню від дії кисню повітря. В процесі друку антиоксидант змішується з фарбою на розтирочних валиках барвистого апарату і практично втрачає свій ефект, не перешкоджаючи хорошему закріпленню фарби на матеріалі, використання електронних ваг при вимірюванні кількості фарби дозволяє знизити відходи на 7%.

Фарби на основі рослинної олії, зазвичай льняної або соєвої, були досить широко поширені, але з винаходом високошвидкісних друкарських машин були витіснені більш швидко закріплюються фарбами на основі нафтопродуктів. Час закріплення соєвих фарб виявилось одним з основних перешкод в їх застосуванні.

Проте деякі друкарні пристосувалися до їх використання внаслідок застосування спеціальних сикативів і проти відмарювального порошку. Соєві фарби на 25% дорожче традиційних фарб на основі нафтопродуктів. Хоча соєві фарби й містять натуральні масла, в них все ж присутній певний відсоток мінеральних олив. В інформаційних матеріалах виробників фарб зазвичай представлено мінімальний вміст за масою соєвої олії в різних

категоріях фарб для отримання сертифіката «Американської соєвої асоціації» (American Soybean Association, ASA).

У цьому сегменті компанії розробники намагаються пропонувати нові розробки. Так, на дгуга була показана універсальна високопігментовані офсетні фарби Quickson Supreme (від голландської Van Son Holland Ink) на основі рослинних олій, яка практично не містить летючих органічних речовин і призначена для машин з переворотом.

Відносно низька липкість поєднується зі стабільністю балансу фарба / вода, в тому числі при без спиртовому зволоженні. Quickson Supreme можна залишати на ніч в барвистому ящику друкарської машини. ІК сушка прискорює закріплення фарби. Відбитки придатні для УФ і ВД лакування, ламінування, тиснення фольгою й інших після друкарських операцій. Відповідне стандарту ISO 12647 2.

У Sun Chemical поповнення: універсальні фарби SunLit Crystal, розраховані на максимальний візуальний ефект. Досягається подібне високою концентрацією відновлюваної сировини. Самі фарби створені на основі рослинних олій, мають прискореним висиханням і дуже хорошою стійкістю до механічних впливів. SunLit Crystal повністю відповідають нормативам друку (ISO 12647: 2), підходять для стандартних друкарських машин і перфекторів будь-яких форматів, подачі через централізовану систему.

У Huber Group впевнені, що майбутнє - за поновлюваною природною сировиною. Воно повинно замінити горючі мінеральні копалини. В асортименті компанії з'явилися нові офсетні фарби зі слабким запахом і без вмісту мінеральних олів.

Кількість їх рослинних аналогів в продукті досягає 80%. Заявлені характеристики ідентичні стандартним складам. Серії Reflecta, Resista і Qu! Skfast призначені для рулонного триадного друку; Corona MGA і Natura GA – для офсетного друку пакування.

Сфера застосування фарб Evolution - рулонний офсетний друк з сушінням; Eco News - рулонний друк без сушіння; Printlac - листова і рулонна, спеціальні фарби для офсетного виробництва. Серед останніх оновлень: Qu! Skfast N50QF (F версія), яка повільно сохне в кипсейки. Вона ще не є повноцінною фарбою, але дозволяє уникнути швидкого утворення плівки.

Згідно з дослідженнями, що проводяться за методиками «Американського агентства з охорони навколишнього середовища», соєві фарби дають значно менший обсяг викидів летючих органічних компонентів,

ніж традиційні фарби. Також варто відзначити, що рослинна олія є поновлюваним ресурсом. Деякі друкарні, особливо газетні, досягли позитивних результатів при використанні соєвих фарб майже всіх кольорів, за винятком чорного. Деякі джерела повідомляють, що соєві фарби краще знімаються при вторинному перероблюванні паперової макулатури, а відходи від її перероблення набагато менш токсичні, ніж від макулатури, запечатаній іншими типами фарб.

Електронно закріплювальні фарби складаються з полімерів з низькою молекулярною вагою, здатних реагувати в потоці електронів, вироблених вакуумним випромінювачем з лінійним катодом, який створює напругу в кілька сотень кіловольт. Під дією електронів відбувається реакція полімеризації, в результаті якої фарба застигає.

Подібний процес відбувається при закріпленні УФ закріплюваних фарб, які реагують під випромінюванням ультрафіолетового спектра. Обидва види кольорів не застигають до впливу опромінення відповідного спектру. Таким чином, ці фарби можуть залишатися в кипсейки між змінами без утворення плівки. Це зменшує витрати робочого часу на щоденне змивання машин та утворення відходів фарби. Також УФ і електронно закріплювані фарби не випаровують летючі органічні компоненти, бо не містять розчинників і усувають проблему відмарювання, дозволяючи друкувати на швидкості до 914 м / хв.

Ці фарби коштують приблизно у два рази дорожче традиційних. До інших недоліків відноситься висока вартість обладнання і схильність працівників рентгенівського випромінювання. Мінімальна вартість комплексу обладнання для друку електронно закріплювальними фарбами починається від 1 млн дол., А потужні опрацьовані системи коштують близько 5 млн дол. Бувши недоступними малому бізнесу, ці системи з успіхом використовуються на великих поліграфічних підприємствах (150 200 працівників), які можуть дозволити собі такі капіталовкладення. До того ж персонал повинен бути захищений від рентгенівського випромінювання, виробленого цим обладнанням.

Системи з використанням ультрафіолетового випромінювання більш доступні, їх вартість разом з інсталяцією становить приблизно 200 000 дол. Хоча ультрафіолетова технологія виключає викиди летючих органічних речовин, вона виробляє озон безпосередньо, а персонал повинен бути захищений від прямої УФ радіації. Проте друкарні, що використовують машини з УФ сушками, дуже задоволені їх продуктивністю.

Ще одним недоліком використання електронно й УФ закріплюваних фарб і лаків є те, що отримана з їх використанням продукція погано піддається вторинному переробленню. Високомолекулярні полімери погано піддаються розпуску на традиційному обладнанні, унеможливаючи повне відділення фарби від паперових волокон. У деяких джерелах зазначено, що пульпа, отримана з макулатури, запечатаній УФ фарбами, характеризується значно нижчою якістю, ніж запечатана традиційними або соєвими фарбами й внаслідок цього придатна лише для виготовлення низькоякісних матеріалів. Однак недавні спостереження показують, що на комбінатах зі складним і сучасним очищувальним обладнанням можливо отримання якісної вторинної целюлози навіть з такої макулатури.

Безводні фарби для друку без використання зволожувальних розчинів (сухий офсет) вже не перший рік перебувають в центрі уваги поліграфістів. Безводні фарби мають найбільшу концентрацію сухої речовини й розроблені спеціально для використання з силіконовими друкованими формами для сухого офсету. Вони не менш токсичні й небезпечні, ніж інші типи фарб, але сама технологія друку без зволоження в цілому генерує на порядок менше викидів летючих органічних речовин, ніж традиційна технологія.

Запитання для перевірки

1. Які матеріали й елементи впливають на якість одержуваного зображення в офсетному друці?
2. Які зміни в технології виготовлення офсетних фарб спричинили зниження вмісту металевих компонентів і поліпшення екологічних показників фарб?
3. Які компоненти офсетних фарб вважаються небезпечними агентством з охорони навколишнього середовища, і які з них вимагають перевищення допустимих рівнів для визнання небезпечними?
4. Які технологічні прийоми дозволяють зменшити обсяг відходів офсетних фарб під час друкарських операцій?
5. Як герметизація контейнерів з фарбою та маркування залишкової кількості використаних місткостей допомагають знизити утворення відходів?
6. Як правильне планування складського господарства щодо фарб та консультація клієнтів можуть вплинути на зменшення відходів офсетних фарб та їхній негативний вплив на навколишнє середовище?
7. Які технологічні зміни можуть бути використані для зменшення відходів друкарських фарб?

8. Як установка мішалок, датчиків рівня і спрею антиоксиданту можуть допомогти у запобіганні утворенню плівки на поверхні фарби й зниженні відходів?
9. Як перероблення фарб безпосередньо на підприємстві або за допомогою спеціалізованих компаній може сприяти зменшенню відходів, а також які вимоги стосуються сортування відходів фарб за кольорами для ефективного перероблення?
10. Як зміна типу використовуваних фарб може допомогти знизити утворення небезпечних відходів в друкарнях?
11. Які альтернативні типи фарб можуть бути використані замість фарб на основі нафтопродуктів і які переваги вони мають з точки зору зменшення відходів?
12. Які конкретні розробки компаній Van Son Holland Ink, Sun Chemical і Huber Group використовують рослинні олії для створення фарб і які переваги вони пропонують з точки зору зниження відходів та стандартів друку?
13. Як соєві фарби впливають на обсяг викидів летючих органічних компонентів порівняно з традиційними фарбами?
14. Які переваги й недоліки мають електронно закріплювальні фарби та фарби, які закріплюються за допомогою УФ-випромінювання?
15. Які особливості мають безводні фарби для друку без використання зволожувальних розчинів, і як вони сприяють зменшенню викидів летючих органічних речовин?

РОЗДІЛ 5.

ЦИФРОВА ПОЛІГРАФІЯ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ З ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ ДРУКУ

Цифрова поліграфія стає все більш актуальною у контексті екологічної відповідальності, представляючи ряд переваг у порівнянні з традиційними методами друку. Вона значно знижує обсяги відходів, споживання енергії та інших ресурсів, сприяючи сталому розвитку і зменшенню впливу на навколишнє середовище.

У традиційних методах друку спостерігається вищий рівень впливу на довкілля через використання більшої кількості матеріалів і хімікатів, які можуть бути шкідливими. Цифрова поліграфія, навпаки, пропонує рішення, які мінімізують цей вплив, прискорюючи процеси та зменшуючи відходи.

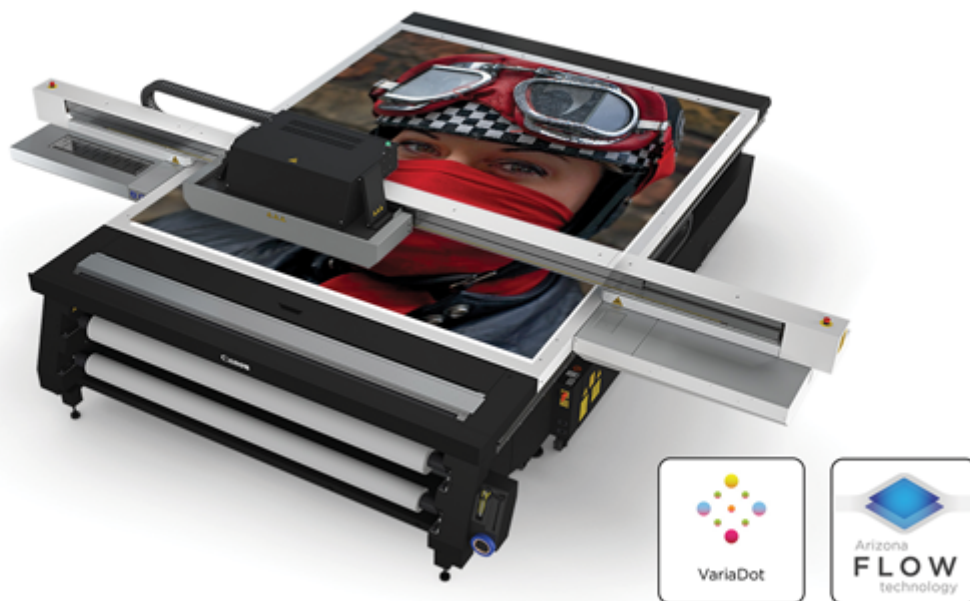
Стандарти та рекомендації для екологічної цифрової поліграфії спрямовані на встановлення критеріїв якості та безпеки, що підвищують екологічний стандарт виробництва. Впровадження цифрових технологій в поліграфії відбувається через активну взаємодію між учасниками ринку, що дозволяє реалізувати екологічні підходи в практиці, роблячи індустрію більш стійкою та адаптованою до сучасних викликів та потреб суспільства.

Ключові сфери, які сприяють зростанню видавничо-поліграфічної компанії пов'язані із загальним зростанням ринку, через зниження витрат, від збільшення потужності підприємства, від впровадження нових технологій.

Впровадження нових технологій є рушійною силою майбутнього зростання та відіграє сприятливу роль майже в усіх аспектах покращення бізнесу. В процесі інвестицій в новітню пресу необхідно враховувати витратні матеріали, які є дорогими, наприклад, спеціальні чорнила. Є технології, які можуть скоротити час висихання, і близько десятка інших речей, за які не потрібно платити чи витратити час.

Технологія Canon Arizona Flow від Canon

Arizona Flow – це новий підхід до утримування роботи на планшетних друкарських пристроях без необхідності використання вакууму та відповідного маскування. Досягнення достатнього вакууму означало, що користувачі повинні вимкнути або замаскувати вакуумні зони, які не використовуються, запобігаючи витоку повітря. Це робить роботу з носіями незвичайного розміру та форми або декількома платами складною, трудомісткою та схильною до помилок. Технологія Arizona Flow змінює парадигму, дозволяючи системі витікати без негативних наслідків.



Винахідницький підхід Canon використовує спосіб, у який повітряний потік і різниця тиску впливають на суміжні поверхні, за тим самим принципом, який використовується під час повітряних польотів. Замість того, щоб залежати від вакууму, це залежить від високошвидкісного потоку повітря.

Розумна технологія Canon економить час на підготовку та збільшує універсальність застосування.

Чорнила Canon UVgel 460 від Canon

Чорнила Canon UVgel 460 представляють значну нову технологію чорнил. УФ-гелеві чорнила миттєво «гелеутворюють» під час контакту з носіями, миттєво зупиняючи збільшення точки. Ця нова технологія забезпечує точність і точність кольору, частково тому, що UVgel не сприйнятливий до температури навколишнього середовища, вологості або чутливості носія до вологи/термічної чутливості. Оскільки ця технологія не залежить від тепла для випаровування або вмісту ЛОС для каталізації, вона може мати більший вміст пігменту.



Світлодіодне ультрафіолетове затвердіння може розпочатися одразу після нанесення чорнила для створення матового покриття або через кілька секунд для глянцевого відбитка. Чудова хімічна та механічна стійкість створює міцну поверхню, яка не потребує захисту для більшості застосувань, у тому числі на відкритому повітрі.

Нарешті, чорнила UVgel 460 мають підвищене подовження для гнучких застосувань, таких як обгортання транспортних засобів.

CWT 1737 Evolution Max від Cutworx USA

Пристрій для ламінування для професійних виробників вивісок і друкарів, CWT 1737 Evolution Max — це інноваційний пакет з електронним контролем тиску, горизонтальним переміщенням електричного ковзного променя та валиком для ламінування з нагріванням. Це означає більш точні налаштування та швидший монтаж і ламінування без сріблення.

Дошка, яку потрібно ламінувати, розміщується поверх світлодіодного скляного столу, і роликів портал рухається по ній, конструкція, яка економить близько шести футів простору порівняно зі звичайними рулонними ламінаторами.

Повна автоматизація скорочує потребу в робочій силі до одного оператора. Функція електричного підйому дозволяє регулювати висоту столу відповідно до росту оператора. Він має винятковий рівень автоматизації та пов'язане з ним підвищення продуктивності.



Durst P5 TEX iSUB від Durst

Durst P5 TEX iSUB називають «перевершувачем правил гри» та трансформує сублімаційний друк завдяки унікальній вбудованій системі сублімації.

Друк і фіксація тепер можна виконати за один крок, усуваючи потребу в традиційному тепловому календарі.



P5 TEX iSUB є таким же продуктивним і менш дорогим, ніж процес передачі, якщо врахувати час передачі та відповідні витратні матеріали. Користувачі можуть скористатися опціями з кількома рулонами, щоб можна було підготувати та поставити наступний рулон, поки друкується перший. Під час перемикання швейна станція дозволяє приєднати наступний рулон до завантаженого наразі.

Двосторонній друк дає користувачам можливість друкувати вузькі товари. Коротко кажучи, Durst перевернув традиційне уявлення про сублимаційний друк, запровадивши технологію, яка підвищує ефективність і знижує витрати.

Без процесні пластини Kodak Sonora Xtra від компанії Eastman Kodak

Пластини Kodak Sonora Xtra долають обмеження попереднього покоління без процесних пластин. Зокрема, вони забезпечують вищу швидкість зображення та втричі більший контраст зображення, а також здатні працювати з більшими тиражами — до 4 00 000 відбитків на рулонних друкарських машинах, 2 50 000 на листових офсетних друкарських машинах і 1 00 000 відбитків в УФ-версії. програми.



Крім того, Sonora Xtra є вдосконаленням у без процесної роботи з пластинами, стійкістю до подряпин і потертостей, подібною до оброблених пластин, що робить її ще більш придатною для швидкоплинних середовищ друку великих обсягів.

Незаперечні переваги без процесних пластин — відсутність технологічного обладнання, хімікатів чи утилізації — нарешті доступні звичайним друкарням без шкоди для якості чи тривалості.

«Це добре працює», — кажуть експерти. «Для друкарів немає жодних виправдань не розглядати без процесних пластин».

Direct від Global Graphics Software

Direct — це новий підхід до цифрового друку, який надсилає дані безпосередньо до електроніки друкувальної головки замість запису на диск. Це значно скорочує час обробки зображень, з легкістю обробляє великі обсяги даних і прискорює час друку. Він розроблений для виробників цифрової преси, гарантуючи, що можливості преси не будуть обмежені, оскільки швидкість передачі даних зростає, а повністю змінні робочі процеси стають звичайними.

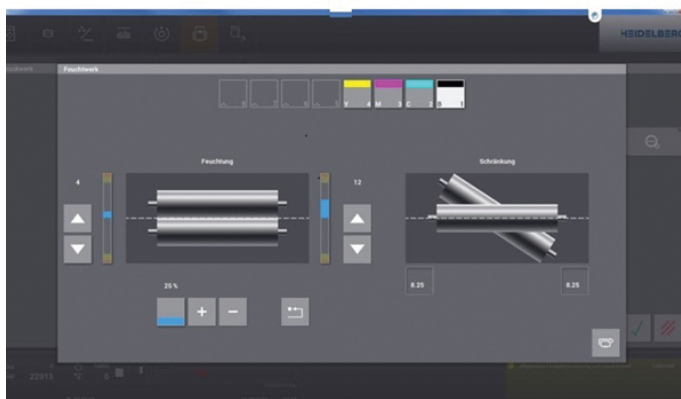


Підвищення роздільної здатності, швидкості та ширини друку є проблематичним для робочих процесів на диску. Натомість Direct RIP миттєво передає дані зображення з пам'яті безпосередньо на електроніку принтера. Судді очікують, що ця технологія буде широко впроваджена та прискорить використання струменевого друку для великого обсягу персоналізованих комунікацій та пакування.

Hycolor Pro від Heidelberg.

Інновації компанії Heidelberg дозволяють дистанційно керувати системою зволоження на Heidelberg Speedmaster XL 106. Два цифрові двигуни з обох боків преса дозволяють дистанційно дозувати

зволожувальний розчин, здійснювати швидкі корекції та точніше підходити до точки відкладення.



Здатність NUCOSOL Pro робити точні налаштування зволоження під час роботи преса. Наприклад, якщо чорнило утворюється піною, принтер тепер також може додати більше води ліворуч або праворуч від аркуша, усе з консолі преса.

Він заснований на зміщенні (так званому «перекосі») між лотком і дозувальними роликками, що контролює розподіл зволожувальної плівки. У системі зволоження встановлені датчики, які вимірюють точне положення вальців відносно один одного і показують це на консолі преса.

Технологія Performance Advisor Technology (PAT) від Heidelberg

Завдяки технології Performance Advisor або «PAT» компанія Heidelberg запровадила використання штучного інтелекту для аналізу даних про продуктивність друку, розпізнавання значних змін і надання пояснень і рекомендацій користувачам щодо покращення продуктивності.

PAT може визначити середню продуктивність преса на основі його виробничого профілю та надавати сповіщення, коли відбуваються значні зміни. Крім того, PAT може надати конкретні рекомендації операторам.

Рекомендації допомагають їм самостійно зрозуміти та розв'язувати майбутні проблеми. Після застосування рекомендованої дії PAT спостерігає за впливом, щоб побачити, чи покращиться продуктивність.

Зрештою, за допомогою машинного навчання він розуміє, які рекомендовані дії суттєво допомагають, і коригує пріоритет своїх рекомендацій. Нестача кваліфікованих операторів преси робить такі поради на основі ШІ дуже важливими.

Push to Stop у складанні від Heidelberg.

Push to Stop — це бачення компанії Heidelberg щодо повністю автономних процесів, у які оператор втручається лише тоді, коли необхідно зупинити виробництво.

Тепер ця концепція була застосована до обладнання для пакування Stahl завдяки плавній зміні секцій і роботизованому укладанню.

Фальцювальна машина розпізнає зміну секцій автономно за допомогою системи камер і надрукованого штрих-коду. Коли камера виявляє зміну секції, виробництво припиняється та поновлюється, як тільки буде гарантовано розділення різних секцій.

Stahl False P-Stacker — це роботизована система штабелювання, яка укладає стоси секцій на піддон відповідно до швидкості фальцювання. Шарнірна роботизована рука захоплює стоси з потрібним тиском і розміщує їх точно з мінімальними зазорами. Судді були вражені застосуванням автоматизації та роботизації у виробництві, яке часто відчуває брак ресурсів.



HP PageWide C500 Top Feeder від HP

Верхній пристрій HP PageWide C500 Feeder — це рішення для подачі, яке автоматично обробляє різницю в стосах гофрованих листів. Він забезпечує плавний процес подачі, короткий час заміни штабеля та мінімізоване налаштування між роботами, навіть якщо купи укладені погано та нерівномірно. Ці можливості підвищують продуктивність преса та дозволяють швидше вивести на ринок.



На додаток до діапазону аркушів, який має нижній пристрій подачі, верхній пристрій HP також обробляє мікроканавки. Найважливішими елементами цієї технології є повітряні подушки, розташовані на краях підйимального конвеєра для вирівнювання стосу, динамічне вирівнювання стосу, яке усуває перекошені або зигзагоподібні стоси, і автоматичний процес відновлення, якщо аркуш не завантажується належним чином.

Це технологія, яка може точно розміщувати гофровані листи в машині друку та підтримувати постійну швидкість 246 лінійних футів на хвилину.

TagBot від Livingston Systems.

TagBot — це запатентована система міток на шиї футболок для автоматичних трафаретних машин, яка дозволяє друкувати етикетку на внутрішній стороні шиї одночасно з основною передньою частиною. Потрібен лише один оберт каруселі принтера, щоб створити два зображення на двох чітко різних частинах футболки. За допомогою TagBot загальний час друку скорочується вдвічі завдяки виключенню вторинної операції друку.



Технологія складається з трьох частин; тег вздовж палети, адаптер друкувальної головки, який дозволяє друкувати повнорозмірну картинку на грудях і шию одночасно, а також унікальний механізм завантаження/вивантаження для підтримки швидкості друку.

Механічні пальці штовхають область горловини футболки на місце, щоб оператор налаштував остаточне положення та швидко розвантажив її. Як прокоментував один експерт: «Це просте інноваційне розв'язання реальної проблеми».

Aerocut X Pro від корпорації MBM

Aerocut X Pro — це все в одному, зручна машина для різання, згинання, різання та перфорації. Цей автоматизований пристрій для обробки цифрового друку має доступну ціну та відносно невелику площу. Інтерфейс користувача інтуїтивно зрозумілий і легко переглядається на 10-дюймовому кольоровому сенсорному екрані.

Штрих-коди можна зчитувати, щоб виявити невідповідність між параметрами друку та апарата. Функція зміни автоматично регулює параметри машини відповідно до сканованого штрих-коду та викликаного завдання.



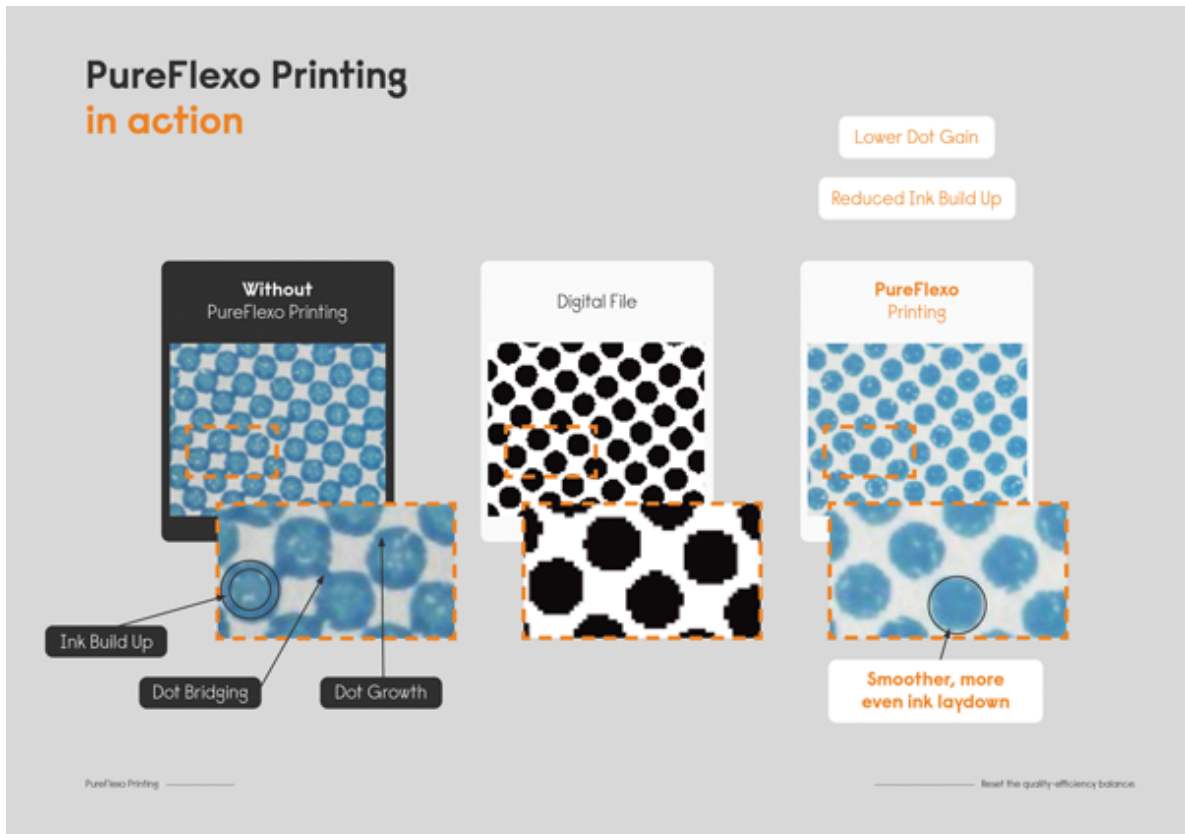
«Думаю, деякі компанії меншого розміру вважатимуть це одним зі своїх найкращих інвестицій у технології», — прогнозує експерт.

Включене програмне забезпечення для ПК дає операторам можливість накладати, формувати та додавати персоналізовану інформацію до документів для швидкої та ефективної обробки.

Технологія PureFlexo Printing від Miraclon

Ink, яка легко розтікається, є природною характеристикою друку розчинними флексографічними фарбами на плівці. Коли ця фарба тече в небажаних місцях, вона може заповнюватись, спричиняти перекриття та накопичення, створюючи «брудний друк» і надмірне збільшення точки. PureFlexo Printing обіцяє змінити це, використовуючи складну технологію нанесення малюнка на поверхню пластини, щоб протистояти тенденції розтікання фарби під час друку.

Цифрові дані зображені для створення точних мікроскопічних острівців і просторів на поверхні пластини.



Поєднання візерунків, які оптимізують розміщення чорнила, потік повітря та утримання чорнила в усіх областях друку – навіть на точках, менших за ширину людської волосини.

Унікальний для системи Kodak Flexcel NX, PureFlexo Printing надає ширше робоче вікно незалежно від рядка екрана, з комплексною економією завдяки меншій кількості незапланованих зупинок друку щодня, скороченню часу простою та затримок, а також швидшому налаштуванню кольору.

Запитання для перевірки

1. Які ключові сфери сприяють зростанню видавничо-поліграфічної компанії?
2. Які переваги впровадження нових технологій відіграють у покращенні бізнесу?
3. Які матеріали є дорогими при інвестуванні в новітню пресу?
4. Яким чином технологія Canon Arizona Flow змінює підхід до роботи на планшетних друкарських пристроях?
5. Які особливості чорнил Canon UVgel 460 сприяють покращенню якості друку?
6. Які переваги пристрою для ламінування CWT 1737 Evolution Max для професійних виробників вивісок і друкарів?

7. Як конструкція пристрою для ламінування CWT 1737 Evolution Max економить простір порівняно зі звичайними рулонними ламінаторами?
8. Як повна автоматизація пристрою для ламінування CWT 1737 Evolution Max сприяє зменшенню потреби в робочій силі?
9. Як технологія Durst P5 TEX iSUB перетворює сублімаційний друк?
10. Які переваги мають без процесні пластини Kodak Sonora Xtra в порівнянні з попереднім поколінням без процесних пластин Kodak?
11. Які переваги мають без процесні пластини Sonora Xtra в порівнянні з обробленими пластинами?
12. Як технологія Direct сприяє прискоренню часу друку і обробки зображень?
13. Як функція Nucolor Pro від Heidelberg дозволяє точно налаштувати зволоження під час друку?
14. Як технологія Performance Advisor Technology (PAT) від Heidelberg використовує штучний інтелект для аналізу продуктивності друку і надання рекомендацій?
15. Як концепція Push to Stop від Heidelberg застосовується до обладнання для пакування Stahl і як вона забезпечує автономні процеси з мінімальним втручанням оператора?
16. Які основні функції верхнього пристрою HP PageWide C500 Feeder?
17. Які переваги має верхній пристрій подачі HP PageWide C500 Feeder в порівнянні з іншими рішеннями для подачі?
18. Які можливості верхнього пристрою HP допомагають підвищити продуктивність преса?
19. Що таке TagBot від Livingston Systems і які переваги він надає для друку міток на футболках?
20. Які компоненти складають технологію TagBot і як вони працюють разом для досягнення швидкості друку?

РОЗДІЛ 6.

ЕКОЛОГІЯ І БЕЗПЕКА В ПОЛІГРАФІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ВПЛИВ ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЛЮДИНУ.

Екологія та безпека в поліграфічному виробництві займають центральне місце у сучасних дослідженнях і практиках, спрямованих на забезпечення сталого розвитку. Традиційне поліграфічне виробництво часто супроводжується негативним впливом на довкілля через викиди шкідливих речовин, великі обсяги відходів та забруднення навколишнього середовища.

Міжнародні та національні стандарти безпеки та екології в поліграфії сприяють регулюванню цього впливу, вводячи рекомендації та вимоги до екологічності процесів та матеріалів. Вони спрямовані на мінімізацію ризиків для довкілля та здоров'я людини, а також стимулювання впровадження більш чистих та ефективних технологій.

Інновації та технологічні рішення відіграють ключову роль у екологізації поліграфічного виробництва. Вони дозволяють знаходити альтернативи традиційним методам, що забруднюють довкілля, і розробляють нові підходи, які зменшують ризики для здоров'я працівників та кінцевих споживачів продукції.

Завдяки новим технологіям та інноваційним підходам поліграфічне виробництво може стати не тільки економічно вигідним, але і екологічно безпечним, що відповідає сучасним глобальним викликам та тенденціям розвитку промисловості та суспільства в цілому.

Стандартизація професійної безпеки та промислової гігієни. Стандартизація безпеки праці і захист від шумового та вібраційного забруднення. Безпека праці і захист від електромагнітного забруднення.

Система стандартів з безпеки довкілля, праці та життєдіяльності населення розглядають збереження екологічної рівноваги в регіональних системах розселення, шумове, вібраційне і електромагнітне забруднення міст і сіл; основні аспекти захисту від них довкілля: санітарно-гігієнічні, інженерно-технічні, архітектурно-планувальні, будівельно-акустичні та економічно-соціальні; безпеку праці і захист від електромагнітного забруднення, загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони, шкідливі речовини, їх класифікацію і загальні вимоги безпеки та ін.

3.1.1. Стандартизація професійної безпеки та промислової гігієни.

В умовах бурхливого розвитку науково-технічного прогресу всі промислові підприємства представляють потенційну небезпеку для персоналу, населення та навколишнього середовища.

Небезпека - сукупність факторів, пов'язана з експлуатацією промислового підприємства, що діє постійно або виникає внаслідок певної ініціюючої події чи певного збігу обставин, що чинять (здатні чинити) негативний вплив на реципієнтів.

Безпека - відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої шкоди.

Властивість підприємства за нормальної експлуатації та в разі аварії обмежувати вплив джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище встановленими межами називають безпечністю промислового підприємства.

Безпека і захист довкілля, праці та життєдіяльності населення регламентується санітарними правилами і нормативами - ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-99, СНІП № 2971-84, СанПін № 5804-91, НРБУ-97, ДР-97, а також стандартами, що приводяться нижче. Система стандартів розглядається згідно з УКНД і каталогами нормативних документів (табл.).

Витяг з державного класифікатора ДК 004

Код 1	Назва
13	Довкілля, захист довкілля та здоров'я людини. Безпека
13.020	Захист довкілля
13.030	Відходи
13.040	Якість повітря
13.060	Якість води
13.080	Якість ґрунту. Ґрунтознавство
13.100	Професійна безпека. Промислова гігієна
13.140	Шум та його вплив на людину
13.160	Вібрації та удар і їхній вплив на людину
13.200	Запобігання аваріям та катастрофам
13.300	Захист від небезпечних вантажів

Стандартизації підлягає не тільки безпека промислових підприємств, але і персонал, населення та навколишнє середовище, а також промислова гігієна, загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони, вимоги до допустимого вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони, загальні положення та вимоги безпеки праці; небезпечні й шкідливі виробничі фактори та їх класифікація, метрологічне забезпечення в області безпеки

праці, загальні правила, відбиття й оформлення вимог безпеки праці в технологічній документації, терміни й визначення тощо.

*Система стандартів з безпеки підприємств та безпеки праці
Державні і міжнародні*

ДСТУ 2156-93	Безпечність промислових підприємств. Терміни і визначення.
ДСТУ 2256-93	Система стандартів безпеки праці. Виробництво.
ДСТУ 2293-99	Охорона праці. Терміни та визначення основних понять
ДСТУ 3038-95	Гігієна. Терміни та визначення основних понять
ДСТУ 3273-95	Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги.
ДСТУ 3941-2000	Лазерна безпека. Терміни та визначення
Міждержавні	
ГОСТ 3.1120-83	Загальні правила відображення та оформлення вимог безпеки праці в технологічній документації.
ГОСТ 12.0.001-82	ССБТ. Основні положення.
ГОСТ 12.0.002-200	ССБТ. Терміни та визначення.
ГОСТ 12.0.003-74	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація.
ГОСТ 12.0.005-84	Метрологічне забезпечення у сфері безпеки праці. Основні положення.
ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук Загальні вимоги до безпеки.
ГОСТ 12.1.002-84	Електричні поля промислової частоти. Допустимі рівні напруженості та вимоги до проведення контролю на робочих місцях.

ГОСТ 12.1.005-84	Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітряних робочих зон.
ГОСТ 12.1.006-84	Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях та вимоги до проведення контролю.
ГОСТ 12.1.007-76	Шкідливі речовини Класифікація та загальні вимоги безпеки.
ГОСТ 12.1.008-76	Біологічна безпека. Загальні вимоги.
ГОСТ 12.1.010-76	Вибухобезпека. Загальні вимоги.
ГОСТ 12.1.045-84	Електростатичні поля. Допустимі рівні на робочих місцях та вимоги до проведення контролю.
ГОСТ 12.3.002-75	Процеси виробничі. Загальні вимоги до безпеки.
ГОСТ 12.4.077-79	Ультразвук. Метод виміру звукового тиску на робочих місцях.
ГОСТ 30333-95	Паспорт безпеки речовини (матеріалу). Основні положення. Інформація щодо забезпечення безпеки під час виробництва, застосування, зберігання, транспортування, утилізації.

Розгляд основних стандартів проводиться за змістом розкриття теми.

Система стандартів з безпеки праці, довкілля та життєдіяльності населення розглядає загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони, шкідливі речовини, їх класифікацію і загальні вимоги безпеки; суміші вибухонебезпечні, їх класифікацію і методи випробувань та ін.

Терміни та визначення основних понять безпеки підприємств та безпеки праці згідно із ДСТУ 2156-93, ДСТУ 2256-93, ДСТУ 2293-99, ДСТУ 3038-95, ДСТУ 3941-2000, ГОСТ 12.0.002-2003. Стандарти розглядають безпечність промислових підприємств, професійну безпеку та промислову гігієну, систему стандартів безпеки праці на різних стадіях виробництва, терміни та визначення основних понять з охорони праці.

Зміст стандартів: терміни і визначення - аварія на промисловому підприємстві, безпека (населення, матеріальних об'єктів, навколишнього середовища), безпечність промислового підприємства, ідентифікація небезпеки, критерій безпеки, культура безпеки, небезпека, показник безпеки

працівників (населення регіону) показник безпечності, показник безпечності (промислового підприємства) нормований, аналіз і контроль ризиків - ризик вимушений, ризик віддалених наслідків, ризик добровільний, ризик індивідуальний, ризик колективний, ризик промислового підприємства.

Джерела небезпеки та вимоги безпечності промислових підприємств згідно із ДСТУ 3273-95, ДСТУ 3941-2000, ГОСТ 12.1.001-89, ГОСТ 12.1.008-76, ГОСТ 12.1.010-76, ГОСТ 12.4.077-79. Стандарти розглядають джерела небезпеки — джерела біологічної (або хімічної) небезпеки, вибухонебезпечні, пожежної небезпеки, радіаційної небезпеки, шуму.

Небезпечні підприємства - підприємство потенційно небезпечне, вибухонебезпечне, пожежонебезпечне, біологічно небезпечне, радіаційне небезпечне, шумонебезпечне; загальні положення та вимоги безпечності промислових підприємств - лазерна і ультразвукова безпека, біологічна безпека, вибухобезпечність.

Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони згідно із ГОСТ 12.1.005-89. Стандарт розглядає загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. *Зміст стандартів:* загальні санітарно-гігієнічні вимоги до показників мікроклімату і припустимому вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони, загальні вимоги до методів вимірювання і контролю показників мікроклімату і концентрації шкідливих речовин.: оптимальні і допустимі величини показників мікроклімату у виробничих приміщеннях, вимоги до методів вимірювання і контролю показників мікроклімату, гранично допустимий вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, вимоги до методів і засобів вимірювання концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Шкідливі речовини, класифікація і загальні вимоги безпеки згідно із ГОСТ 12.0.003-74, ГОСТ 12.1.007-76, ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 30333-95. Стандарти розглядають загальні вимоги безпеки, які вміщуються в сировині, продуктах, напівфабрикатах і відходах виробництва при їх виробництві, використанні і зберіганні. *Зміст стандарту:* класифікація шкідливих речовин, вимоги безпеки, вимоги до санітарного обмеження вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони, основні вимоги до контролю за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Терміни і визначання.

Основні положення безпеки праці згідно із ГОСТ 12.0.002-2003, ГОСТ 12.0.001-82, ГОСТ 12.0.003-74, ГОСТ 3.1120-83. Стандарти розглядають основні положення, загальні правила, відбиття й оформлення вимог безпеки

праці в технологічній документації, небезпечні й шкідливі виробничі фактори та їх класифікацію, метрологічне забезпечення в області безпеки праці, терміни й визначення тощо.

Вимоги до захисту від електромагнітного забруднення згідно із ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.1.045-84. Стандарти розглядають припустимі рівні напруженості електричного поля промислової частоти та електромагнітного поля радіочастот на робочих місцях і проведення контролю; припустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю електростатичного поля.

Запитання для перевірки

1. Які основні екологічні проблеми пов'язані з поліграфічним виробництвом?
2. Які хімічні речовини використовуються в поліграфічному виробництві і який їх вплив на довкілля?
3. Як можна зменшити негативний вплив поліграфічного виробництва на довкілля?
4. Які заходи безпеки слід дотримуватися при роботі на поліграфічному виробництві?
5. Як поліграфічне виробництво впливає на здоров'я працівників?
6. Чому важливо реалізовувати принципи сталого розвитку в поліграфічному виробництві?
7. Які технології в поліграфії є найбільш екологічно чистими?
8. Які методи утилізації відходів існують в поліграфічному виробництві?
9. Які екологічні стандарти і нормативи існують в поліграфічній індустрії?
10. Як використання водорозчинних і біочорнил впливає на екологічну безпеку поліграфічного виробництва?
11. Які інноваційні рішення допомагають зменшити екологічний вплив поліграфічного виробництва?
12. Чому важлива соціальна відповідальність компаній у поліграфічній індустрії?
13. Які стратегії впровадження зелених технологій ви знаєте?
14. Які види екологічної сертифікації існують для поліграфічної продукції?
15. Як організація може покращити свої екологічні показники у поліграфічному виробництві?

РОЗДІЛ 7.

МЕНЕДЖМЕНТ І УПРАВЛІННЯ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ПОЛІГРАФІЇ: СТРАТЕГІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.

Менеджмент і управління в екологічній поліграфії вимагають специфічних навичок та підходів для ефективного впровадження зелених технологій у всіх аспектах виробничого процесу.

Стратегії управління базуються на глибокому аналізі та плануванні, яке сприяє розвитку інноваційних екологічних рішень та їхньому впровадженню у поліграфічних підприємствах.

Це передбачає вивчення та впровадження новітніх галузевих стандартів, методів оцінки ризиків та оптимізації ресурсів.

Ключові інструменти для управління включають системи моніторингу та аналізу впливу виробничих процесів на довкілля, а також розробку методів зменшення цього впливу.

Співпраця зі споживачами, партнерами та співробітниками вимагає розвитку ефективних комунікативних стратегій та підходів для обміну знаннями, досвідом та найкращими практиками у сфері зеленого друку.

Все це разом спрямоване на створення сильних, ефективних стратегій для впровадження екологічних інновацій в поліграфічній індустрії.

7.1. Підходи до забезпечення екологічної безпеки (на прикладі фірми Canon)

■ Canon – провідна у світі компанія з виробництва засобів для роботи із зображеннями;

■ Серед продуктів Canon – фото- та відеокамери професійного та аматорського рівня, принтери, сканери, МФУ, друкарське обладнання;

■ Наслідуючи філософію Kyosei, фірма усвідомлює відповідальність за вплив дій на довкілля та прагне мінімізувати можливий негативний ефект.

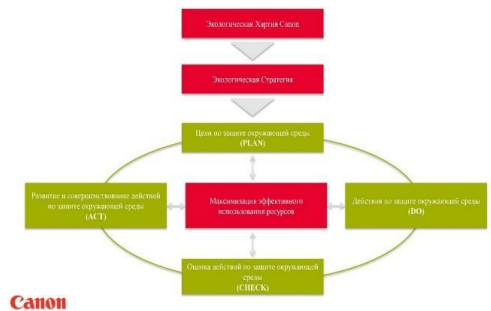


Рис. 7.1. Система екологічного управління: цикл PCDA

Action for Green: підхід Canon до екологічної безпеки

Мінімізація негативного впливу продуктів на навколишню середовище протягом усього життєвого циклу – від виробництва до перероблення

Виробництво

Червень 2011 р. – Добровільна угода щодо розвитку екологічних характеристик поліграфічного обладнання

Зниження частки небезпечних речовин (відповідність директиві ОСВВ,

регламенту REACH);

Збільшення частки поновлюваних матеріалів (скорочення на 20% обсягів викидів CO₂ внаслідок використання біорозкладного пластику);

Зменшення розміру пристроїв та пакування.



Рис. 7.2. Цикл виробництва біорозкладного пластику

Використання

Економія енергії:

- о Відповідність стандарту Energy Star за рівнем споживання енергії;
- о енергоощадні функції пристроїв (“on-demand”, автоматичне вимкнення).

Економія ресурсів:

- о Економія паперу (дуплексний друк, друк “N на 1”, безпечний друк, еконалаштування);
- о Економія чорнила та тонера (окремі картриджі для чорнила, чорнило на водній основі).

СПЕ image RUNNER ADVANCE C5051i -3,1 кВт·год. Це на 70% менше, ніж в інших наявних аналогів.

Служба керування друкуванням Canon допомогла аеропорту Франкфурта знизити витрати паперу під час друку на 1/3, що дозволило заощадити 1,2 млн євро.

Перероблення

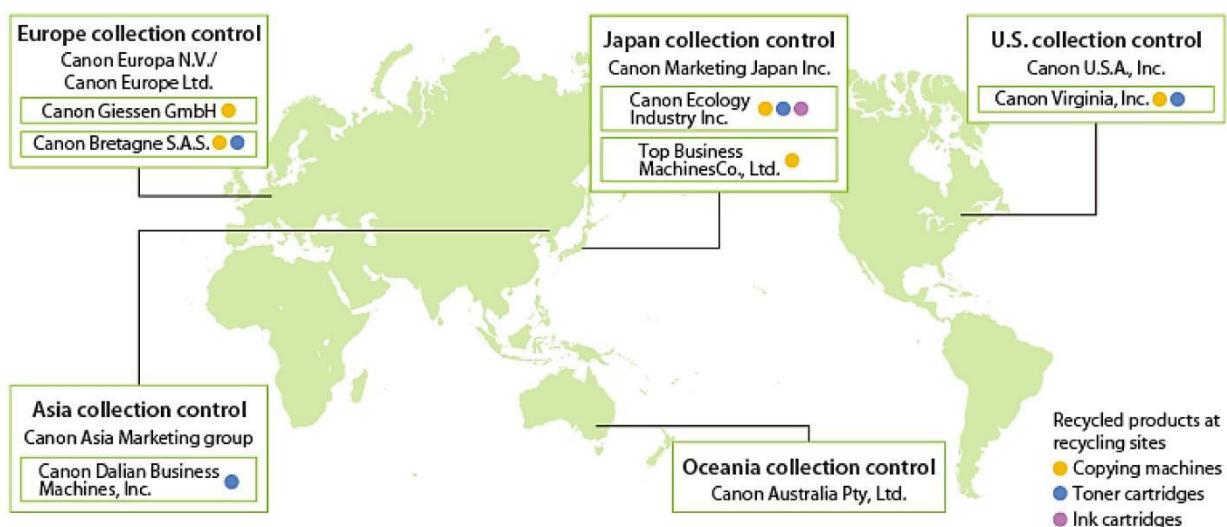


Рис. 7.3. Глобальна система Canon зі збору та переробки

7.2. Використання та утилізація струменевих та лазерних картриджів.

Перероблення

Утилізація пристроїв (використання відпрацьованих матеріалів для створення нових пристроїв);

Утилізація струминних картриджів (програма повернення струминних картриджів у 15 країнах Європи);

Утилізація лазерних картриджів (програма повернення лазерних картриджів у 19 країнах Європи);

Модернізація (відновлення застарілих БФП до стану) нових та продовження їх робочого циклу на 5 років).

До 2023 року обсяг перероблених Canon пристроїв та матеріалів становив 2 453 тони.

Понад 97% матеріалів кожного струменевого картриджа Canon використовується у нових продуктах.



Рис. 7.4. Процес утилізації струминних картриджів



Рис. 5. Замкнений цикл утилізації лазерних картриджів

Таблица 7.1. Екологічні цілі Canon у регіоні ЕМЕА

Сфера діяльності	Ціль	Ціль
Вуглецевий слід Canon у регіоні ЕМЕА	Щорічно знижувати на 1,5% від загального обсягу продажів	-15% до 2024 року
Ефективність використання ресурсів	Підвищити рівень переробки відходів у всіх офісах в регіоні ЕМЕА	52% до 2024 року
	Підвищити ступінь переробки відходів як на складах, що належать Canon, так і на складах, що орендуються у третіх осіб	85% до 2024 року
Продаж екологічної продукції	Збільшити продажі сертифікованого паперу та різних видів паперу з вдруге переробленої сировини	75% від загального обсягу продаж паперу до 2024 р.
Викиди вуглецю у сфері транспорту	Зменшити у відсотках від загального обсягу продажів	-2% до 2024 р.

Питання для перевірки

1. Якими заходами Canon забезпечує мінімізацію негативного впливу своїх продуктів на навколишню середу протягом усього життєвого циклу?
2. Які конкретні кроки були зроблені компанією щодо зниження частки небезпечних речовин та збільшення використання поновлюваних матеріалів у своєму поліграфічному обладнанні?
3. Якими способами Canon прагне зменшити розмір пристроїв та пакування для зменшення негативного впливу на довкілля?
4. Як Canon забезпечує економію енергії в своїх пристроях та друкованих рішеннях?
5. Як Canon сприяє економії ресурсів, зокрема паперу, чорнила та тонера, у своїх продуктах?
6. Як Canon здійснює перероблення своїх пристроїв та картриджів та які досягнення були отримані в цій сфері, зокрема щодо обсягу перероблених матеріалів?
7. Які цілі Canon ставить перед собою щодо зменшення вуглецевого сліду у регіоні ЕМЕА і які результати планується досягти до 2024 року?

8. Як Canon працює над підвищенням ефективності використання ресурсів у своїх офісах і складах, включаючи рівень переробки відходів, і які цілі в цій сфері плануються досягти до 2024 року?

РОЗДІЛ 8.

ОБОВ'ЯЗКИ ТА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ПОЛІГРАФІЇ: КОРПОРАТИВНІ СТРАТЕГІЇ ТА ПІДХОДИ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Обов'язки та соціальна відповідальність в екологічній поліграфії означають впровадження корпоративних стратегій, які сприяють сталому розвитку.

Підприємства, які прагнуть бути соціально відповідальними, визначають мету та ключові завдання, спрямовані на оптимізацію виробничих процесів з мінімізацією впливу на довкілля. Основні принципи включають прозорість, етичність, врахування інтересів стейкхолдерів та прагнення до постійного покращення.

Стратегії та методи впровадження стандартів соціальної відповідальності орієнтовані на ефективне управління ресурсами, забезпечення безпеки праці та здоров'я людей, а також на забезпечення високої якості продукції.

Для оцінки результативності корпоративних стратегій використовуються показники, які дозволяють виміряти і аналізувати досягнуті успіхи та виявляти області для подальших поліпшень у контексті зеленого друку.

Система стандартів встановлює правила визначання забруднюючих речовин, методи відбору проб, апаратуру і реактиви, прилади для вимірювання параметрів середовища, проведення аналізу, обробку результатів та документацію для реєстрації результатів; встановлює терміни, характеристики і настанови щодо вимірювання якості повітря, води, ґрунтів; розроблює правила і вимоги щодо якості, розглядає якість взагалі, атмосферу довкілля, повітря всередині приміщення, атмосферу робочої зони, викиди стаціонарних джерел і викиди двигунів транспортних засобів; досліджує фізичні і біологічні властивості води; хімічні характеристики ґрунтів, фізичні, біологічні і гідрологічні властивості ґрунтів.

8.1. Стандарти з якості атмосфери

Якість атмосфери — це сукупність властивостей атмосфери, по визначенню ступеню впливу фізичних, хімічних та біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і довкілля в цілому. Атмосферне повітря лише умовно можна вважати невичерпним природним ресурсом. Річ у тім, що повітря необхідне тільки

певної якості, а під впливом антропогенної діяльності хімічний склад та фізичні властивості повітря дедалі погіршуються. На Землі вже практично не залишилося місця, де б повітря зберегло свої початкові чистоту та якість, а в деяких промислових зонах стан атмосфери вже просто загрозливий для навколишнього середовища.

Забруднення атмосфери відбувається, як природним так й антропогенним шляхами. Природне забруднення атмосфери відбувається за рахунок надходження до неї вулканічного газу, природного пилу, спорів грибів, різних мікроорганізмів, пилок рослин тощо. Антропогенне забруднення атмосфери - це наслідок не продуманої виробничої діяльності людини. Взагалі, забрудненістю атмосфери називають несприятливі зміни стану атмосферного повітря, цілком або частково зумовлені діяльністю людини, ін. Шкідливі речовини, що потрапляють в атмосферу від промислових і сільськогосподарських підприємств, енергетичних установок, транспортних засобів, розчиняються у повітрі та переносяться рухомими потоками повітря на великі відстані. Розсіювання забруднень призводить до зниження концентрації шкідливих речовин у зонах їх викиду та до одночасного збільшення площ із забрудненим повітрям.

Найбільшими джерелами забруднення атмосферного повітря є крупні промислові підприємства, особливо металургійні, хімічні і нафтохімічні, будівельних матеріалів, електростанції, котельні, тобто ті галузі економіки, де використовується величезна кількість палива. Значні обсяги забруднюючих речовин надходять у атмосферне повітря і від діяльності транспортних засобів.

Якість атмосфери регламентується за стандартами в яких розглядаються показники якості атмосферного повітря за станом забруднення, правила контролю якості повітря населених пунктів, та ін.

Система стандартів з якості атмосферного повітря Державні і міжнародні

ДСТУ ISO 4226:2004	Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання.
ISO 4226:1993	

ДСТУ ISO 6879-2003	Якість повітря. Характеристики і настанови щодо
ISO 6879:1995	вимірювання якості повітря.
ДСТУ ISO 7168-1-2003	Якість повітря. Обмін даними. Частина 1.
ISO 7168-1:1999	Загальний формат даних
ДСТУ ISO 7168-2-2003	Якість повітря. Обмін даними. Частина 2.
ISO 7168-2:1999	Стислий формат даних.
ДСТУ ISO 7708-2003	Визначення розміру фракцій під час відбирання
ISO 7708:1995	проб частинок, які впливають на здоров'я людини.
ISO 1000:1992	Одиниці СІ, рекомендації по використанню.
ISO 3534-1:1993	Статистичні дані. Глосарій та символи. Ч. 1. Вірогідність та загальні статистичні терміни.

ГОСТ 17.2.1.01-76.	Атмосфера. Классификация выбросов по составу.
ГОСТ 17.2.1.03-84	Атмосфера. Термины и определения контроля Загрязнения.
ГОСТ 17.2.1.04-77	Источники и метеорологические факторы загрязнения. Термины и определения.
ГОСТ 17.2.3.01-86	Атмосфера. Правила контроля качества воздуха
СТСЗВ 1925-79	населенных пунктов.
ГОСТ 17.2.3.02-78	Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
ГОСТ 30494-96	Параметры микроклимата в помещениях.

Терміни й показники якості повітря згідно із ГОСТ 17.2.1.03. Стандарт розглядає терміни й визначення контролю забруднення, показники якості атмосферного повітря за станом забруднення: показник забруднення, єдиний показник, комплексний показник забруднення, середній рівень забруднення по містах, галузях промисловості, концентрація домішок

в атмосфері, приземна концентрація домішок, разова, максимальна, середньодобова концентрація домішок в атмосфері, середньомісячна, середньорічна, фонові концентрації домішок в атмосфері, орієнтовний безпечний рівень забруднюючої атмосфери речовини.

Характеристики і настанови щодо вимірювання якості повітря згідно із ДСТУ ISO 6879, ISO 6879 і ISO 3534-1. Стандарти визначають умови та використовувані характеристики, що стосуються методів визначення якості повітря. Величини робочих характеристик визначені згідно з пов'язаними серіями методів випробовування, призначених для того, щоб визначити, наскільки відповідний метод оцінювання якості повітря підходить у конкретному випадку. *Зміст стандартів:* Для визначення робочих характеристик використовують три терміни, що є базовими в процесі вимірювання, а саме: величина, що характеризує якість повітря, вихідний сигнал і вимірне значення. *Наставови:* показник якості повітря, проба повітря, нульовий показ, відмова, системи, вимірний складник, вимірне значення, вихідний сигнал, еталонний матеріал. *Робочі характеристики:* точність, відхилення, калібрувальна функція, межа вирішення, межа чутливості, стабільність, період роботи, строк роботи, точність, повторність тощо. *Ключові слова:* повітря, якість, вимірювання, характеристика, виконання, визначення, словник.

Одиниці вимірювання якості повітря згідно із ДСТУ ISO 4226, ISO 4226 і ISO 1000 визначають одиниці та символи, які застосовують під час підготовки результатів дослідження якості повітря з посиланням на Міжнародної системи одиниць - Одиниці СІ та рекомендації по використуванню десятинних кратних та дільних від них та деяких інших одиниць. *Зміст стандартів:* розглядаються основні одиниці вимірювання речовин: для газів та парів за показниками - об'ємної долі і масової концентрації основних компонентів, газоподібних забруднювальних речовин; для часток за показниками - масової концентрації завислих речовин, розміру часток, атмосферного пилу, біологічних, мікробіологічних та інших завислих речовин; для одиниць вимірювання стану газу за показниками - термодинамічної температури, тиску, відносної вологості; для метеорологічних показників - швидкості і напрямку вітру, інтенсивності опадів, освітлення, атмосферного тиску.

Правила контролю якості повітря населених пунктів згідно із ГОСТ 17.2.3.01 і СТ СЗВ 1925. Стандарти встановлюють правила контролю якості повітря населених пунктів - якості повітря селітебних територій існуючих населених пунктів і які тільки забудовуються. *Зміст стандарту*: організація контролю встановлення трьох категорій постів спостереження за забрудненням атмосфери: стаціонарний, маршрутний, пересувний (під факельний); розміщення і кількість постів спостереження, програма і терміни спостереження; відбір проб, характеристика забруднення атмосфери — концентрація домішок (разова, середньодобова, середньомісячна, середньорічна), правила їх розрахунку

8.2. Стандарти з якості водних об'єктів. *Якість води - це характеристика її складу і властивостей, яка визначає придатність для конкретних видів використання.* Згідно з водним кодексом України, оцінювання якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів водних об'єктів. Чинні нормативи дають змогу оцінювати якість води, яку використовують комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського використання. Забезпечення належної кількості та якості води є однією з найбільш важливих проблем і має глобальне значення.

Якість водних об'єктів - це сукупність властивостей води по визначенню ступеня впливу фізико-хімічних та біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ та довкілля в цілому.

Регламентується за стандартами в яких розглядаються основні терміни та визначання, правила контролю якості води водойм і водотоків, правила вибору, оцінка якості джерел центрального господарсько-питного водопостачання, гігієнічні вимоги і контроль за якістю питної води, правила контролю якості морських вод та ін.

Серед забруднень розрізняють фізичне, хімічне, біологічне й теплове:

Фізичне забруднення води відбувається внаслідок накопичення в ній нерозчинних домішок - піску, глини, мулу в результаті змивання дощовими водами з розорених ділянок (полів), надходження суспензій з підприємств гірничодобувної промисловості, потрапляння пилу, що переноситься вітром в суху погоду тощо.;

Хімічне забруднення води відбувається через надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі, мінеральні добрива) та органічного (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, органічні добрива тощо) складу. Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють у водойми, посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту (прогресуюче збільшення вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці трофічного ланцюга);

Біологічне забруднення водойм полягає у надходженні до них із стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибів, яєць гельмінтів і т.д., багато з яких є хвороботворними для людини, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, а також стоки м'ясокомбінатів, підприємств з обробки шкір, деревообробних комбінатів;

Теплове забруднення води відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічні та біологічні режими водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців.

Основні стандарти з якості водних об'єктів: Державні, міжнародні і європейські

ДСТУ ISO 5667-3-2001	Якість води. Відбір проб. Частина 3.
ISO 5667-3:1994	Настанови щодо зберігання та поводження з пробами.
ДСТУ ISO 6107-1:2004	Якість води. Словник термінів. Частина 1.
ISO 6107-1:1996	
ДСТУ 4107-2002,	Якість води. Відбір проб. Частина 16. Настанови з біотестування.
ISO 5667-16:1998	
ДСТУ EN 1420-1:2004	Визначення впливу органічних речовин на якість

EN 1420-1:1999	води, призначеної для споживання людиною. Оцінювання води в трубопровідних системах на запах. Частина 1. Метод випробування.
ДСТУ 3041-95,	Використання і охорона води. Терміни та визначення.
ДСТУ 3928-99	Токсикологія води. Терміни та визначення.

Міждержавні і європейські

ГОСТ 8.556-91 ГСИ	Методики определения состава и свойств проб вод. Общие требования к разработке.
ГОСТ 17.1.1.01-77	Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
ГОСТ 17.1.1.02-77	Классификация водных объектов.
ГОСТ 17.1.1.03-86	Классификация водопользований.
ГОСТ 17.1.1.04-80	Классификация подземных вод по целям водопользования.
ГОСТ 17.1.2.03-90	Критерии и показатели качества воды для орошения.
ГОСТ 17.1.3.04-82	Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами.
ГОСТ 17.1.3.06-82	Общие требования к охране подземных вод.
ГОСТ 17.1.3.07-82	Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
ГОСТ 17.1.3.08-82	Правила контроля качества морских вод.
ГОСТ 17.4.3.05-86	Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения.
ГОСТ 2761-84	Правила выбора и оценка качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

ГОСТ 24481-80	Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб
ГОСТ 27065-86	Качество вод. Термины и определения
ГОСТ 30813-2002	ИСО 6107-1-8-96 Вода и водоподготовка. Термины и определения.

Класифікація водних об'єктів та водокористувачів згідно із ГОСТ 17.1.1.02, ГОСТ 1.1.03, ГОСТ 17.1.1.04. Стандарти розглядають класифікацію водних об'єктів за ГОСТ 17.1.1.02, класифікацію водокористувачів за ГОСТ 17.1.1.03, класифікацію підземних вод за цілями водокористування за ГОСТ 17.1.1.04.

Правила охорони і загальні вимоги до охорони води природних джерел згідно із ГОСТ 17.1.3.04, ГОСТ 17.1.3.06, ГОСТ 17.1.3.07, ГОСТ 17.1.3.08. Стандарти розглядають загальні вимоги до охорони підземних вод, загальні вимоги до охорони поверхневих і підземних вод від забруднення пестицидами, правила контролю якості води водойм і водотоків, правила контролю якості морських вод. Стандарт ГОСТ 17.1.3.08 встановлює правила контролю якості морських вод, якості води морів і гирлового узмор'я річок включаючи їх замикаючі створі за фізичними, хімічними і гідробіологічними показниками, основні терміни. *Зміст стандарту:* призначення і розміщення пунктів контролю. Програма і періодичність проведення контролю.

Терміни та визначання якості води згідно із ДСТУ ISO 6107, ДСТУ 3041, ГОСТ 17.1.1.01, ГОСТ 27065, ГОСТ 30813 і ИСО 6107.. Стандарти розглядають терміни та визначання, основні показники якості, склад та властивості води, її токсикологію. *Зміст стандартів:* стан водного об'єкта, кадастр водяний, регулювання якості води, здатність води, цвітіння води, евтрофування води, пункт контролю якості води, автоматизована система контролю якості води, стан водного об'єкта, кількісні і якісні показники відповідності критеріям природного стану об'єкта.

Відбирання проб води і загальні технічні умови та методи випробувань згідно із ДСТУ ISO 5667-3, ДСТУ 3920, ДСТУ 3913, ГОСТ 24481. Стандарти встановлюють, правила контролю якості води водойм і водотоків, включаючи гирлові ділянки річок за фізичними, хімічними і

біологічними показниками, що здійснюється загальнодержавною службою спостереження і контролю за забрудненням об'єктів природного середовища.

Правила вибору джерел і оцінку якості питної води згідно із ДСТУ EN 1420-1, EN 1420-1, ГОСТ 2761, ГОСТ 24481. Стандарти встановлюють правила вибору джерел центрального господарсько-питного водопостачання в інтересах здоров'я населення, гігієнічні вимоги і контроль за якістю питної води, гігієнічні вимоги з якості на питну воду централізованої системи господарсько-питного водопостачання. *Зміст стандарту:* склад та властивість води поверхневих джерел господарсько-питного водопостачання; гігієнічні вимоги, органолептичні і мікробіологічні показники води; концентрація хімічних речовин, що впливають на органолептичні властивості води, нормативи органолептичних властивостей води - за запахом, забарвленням, смаком і присмаком, мутністю; контроль за якістю води; токсикологічні показники безпеки хімічного складу води; показники якості - плаваючі домішки (речовини), запахи, присмаки, забарвлення, реакція, мінеральний склад, біохімічна потреба в кисні, бактеріальний склад, токсичні хімічні речовини: вимоги і нормативи; концентрація хімічних речовин, що зустрічаються в природних водах або добавляються до води у процесі її обробки; санітарна характеристика стану водозабору; програма дослідження, протокол дослідження.

Критерії якості і технічні вимоги природної води для промислових потреб згідно із ДСТУ 4004 і ДСТУ 3940, ГОСТ 17.1.2.03-90. Стандарти розглядають автоматизовані системи контролю стічних вод, їх типи та основні вимоги; біологічні сигналізатори токсичності природних та стічних вод; аналізатори складу та властивостей води; критерії якості та загальні технічні вимоги і методи випробувань.

Запитання для перевірки

1. Що таке соціальна відповідальність у контексті екологічної поліграфії?
2. Які обов'язки перед суспільством мають організації, що спеціалізуються на екологічній поліграфії?
3. Як корпоративні стратегії впливають на сталий розвиток екологічної поліграфії?
4. Які підходи до сталого розвитку в екологічній поліграфії вам відомі?
5. Як впровадження соціальної відповідальності впливає на репутацію поліграфічних компаній?

6. Які переваги приносить соціальна відповідальність компаніям у сфері поліграфії?
7. Які головні принципи соціальної відповідальності слід враховувати в екологічній поліграфії?
8. Чому компаніям варто впроваджувати стратегії сталого розвитку у свою діяльність?
9. Як можна оцінити ефективність корпоративних стратегій з огляду на сталий розвиток?
10. Які методи впровадження соціальної відповідальності ви знаєте?
11. Які чинники сприяють розвитку соціальної відповідальності в екологічній поліграфії?
12. Чому соціальна відповідальність важлива для стейкхолдерів поліграфічних компаній?
13. Які виклики можуть виникнути при впровадженні соціальної відповідальності в екологічній поліграфії?
14. Як соціальна відповідальність впливає на конкурентоспроможність поліграфічних підприємств?
15. Які є найкращі практики впровадження соціальної відповідальності у сфері екологічної поліграфії?

РОЗДІЛ 9.

ЕКОЛОГІЧНІ МАТЕРІАЛИ В ДРУЦІ: АЛЬТЕРНАТИВИ ТРАДИЦІЙНИМ МАТЕРІАЛАМ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.

Екологічні матеріали в друці представляють собою новаторський підхід до поліграфії, який спрямований на мінімізацію негативного впливу на довкілля. Метою використання таких матеріалів є зменшення забруднення, економія ресурсів та сприяння сталому розвитку. Екологічні матеріали включають біорозкладавані чорнила, перероблені папери та інші матеріали, які вироблені з урахуванням стандартів екологічної безпеки.

Основними завданнями екологічних матеріалів у друці є зниження використання шкідливих хімічних речовин, зменшення викидів в атмосферу та зниження кількості відходів. Вони спрямовані на захист природних ресурсів та біорізноманіття, а також на збереження здоров'я людей.

Біорозкладавані чорнила є однією з ключових альтернатив традиційним матеріалам. Вони не містять токсичних речовин і здатні розкладатися природним чином, не завдаючи шкоди довкіллю. Перероблені папери зменшують обсяг використання деревини та інших природних ресурсів, сприяючи збереженню лісів та біорізноманіття.

Екологічні матеріали допомагають в сфері поліграфії реалізовувати принципи циркулярної економіки, де ресурси використовуються ефективно і знову вводяться в обіг. Аналіз показує, що екологічні матеріали значно зменшують екологічний вплив у порівнянні з традиційними матеріалами, зокрема, знижують викиди парникових газів, забруднення водних ресурсів та витрату енергії.

9.1. Екологічно чисті тканини та текстильні матеріали.

Текстильна промисловість вважається найбільш екологічно шкідливою галуззю у світі. Екопроблеми в текстильній промисловості виникають під час деяких виробничих процесів і переносяться прямо на готовий продукт. У процесі виробництва, як-от відбілювання та фарбування, подальша тканина виділяє токсин, який проникає в екосистему. Під час виробничого процесу контроль забруднення є таким же життєво важливим, як і створення продукту без токсичного впливу. Використання віскози для виготовлення одягу додало до швидкого виснаження лісів. Продукти на основі нафти шкідливі для навколишнього середовища. Щоб захистити довкілля від цих наслідків, потрібен комплексний підхід до контролю забруднення.

Екологічно чисті тканини

Коноплі, вовна, органічна бавовна, соевий шовк, бамбукові тканини, джут, кукурудзяне волокно тощо вважаються екологічно чистими тканинами через їх доступність із природи без будь-якого шкідливого впливу хімікатів чи токсичних речовин. Крім того, порівняно з іншими синтетичними волокнами вони доступні за нижчою ціною.

Хімічна обробка текстилю переміщується в нерозвинені країни через доступність дешевої робочої сили та мінімальні екологічні обмеження. Це також пов'язано з різними виробничими процесами, які застосовуються в розвинених країнах, і обізнаністю цих людей про пов'язану з цим небезпеку для здоров'я. Однак такі заходи хоч і можуть бути вигідними для роботодавця, але небезпечні для суспільства, тому їх контроль вкрай необхідний. Отже, нижче згадуються різні функції, пов'язані з текстильною промисловістю, які вважаються основними факторами екологічності:

Вирощування бавовнику

Для вирощування бавовнику потрібна велика кількість пестицидів, добрив і води. Зі збільшенням використання бавовни 22,5 відсотка інсектицидів у світі використовується для неї. Згодом це збільшення використання бавовни вимагає приблизно 257 галонів води для однієї футболки. Пестициди — це біологічно активні хімічні сполуки, які пригнічують ріст таких організмів, як бактерії, гриби, водорості, комахи тощо. Запобігання розмноженню цих небажаних організмів покращує врожайність, покращує якість волокна. Вода, якщо використовувати її у великих кількостях для зрошення бавовнику, може збільшити засолення землі і тим самим знизити її родючість.

Спінінг

У процесі прядіння окремі волокна витають у повітрі і таким чином забруднюють атмосферу в прядильному відділенні. Такі плавучі волокна небезпечні для людей, які їх вдихають. Щоб звести до мінімуму вплив цих плавучих волокон або домішок, зволене повітря, яке розсіюється в прядильному відділенні, фільтрується, щоб видалити ці плавучі домішки з повітря.

Розміри

У функції проклейки крохмаль використовується у формі клейкої пасти для пряжі, щоб підвищити її міцність і стійкість до стирання. Крохмальний клейстер складається з консервантів, щоб захистити його від нападу мікроорганізмів. Деякі консерванти, такі як пентахлорфенол, які отримують з фенольних та/або хлорованих сполук, мають токсичну дію на шкіру людини.

Тому таких консервацій слід уникати. Використання синтетичного крохмалю зменшує використання таких консервантів, тим самим зменшуючи небезпеку для здоров'я, яка може виникнути через фенольні та/або хлоровані консерванти.

Є два типи забруднювачів, які створюють проблеми для ткацького верстата, а саме плавучі частинки, такі як волокнисті речовини, і частинки розміру та шумове забруднення. Якщо під час плетіння не вжити належних заходів, утворюються масляні плями. Перед хімічною обробкою текстилю ці масляні плями видаляються в наступному сірому фальцювальному відділенні за допомогою засобу для виведення плям. Тому вжито заходів для зменшення масляних плям на тканині, і, ймовірно, слід уникати застосування продуктів на основі чотирихлористого вуглецю в засобах для виведення плям та інших текстильних виробках.

Process	Water Consumption of total (%)	BOD of Total	Pollution load of total (%)
Desizing	5	22	>50
Scouring	1	54	10-25
Bleaching	46	5	3
Mercerising	2	2	<4
Dyeing	8	5	10-20
Printing	7	6	10-20
Finishing	1	7	15

Текстильна обробка вважається неекологічною

Використання хімічних речовин, таких як біхромат калію, гіпохлорит натрію або перекис і гіпохлорит натрію, у процесі підготовки до розшліфовування, очищення та відбілювання з відповідними стадіями змивання створює високу біологічну потребу в кисні (БПК) у стічних водах. Хлор не використовується для відбілювання, оскільки він створює галогеновані органічні речовини, деякі з яких, як підозрюється, є канцерогенними, наприклад, хлороформ.

Таблиця 1 вказує на те, що максимальне використання води та виробництво біологічного споживання кисню (БПК) у стічних водах технологічних цехів композиційних комбінатів походить від процедур очищення від калію, миття та відбілювання.

Для зниження БПК рекомендується вибирати рецепти розміру, які пропонують низькі значення ХПК (хімічної потреби в кисні) і БПК. Перехід

від чистого крохмалю до синтетичного зменшує БПК через крохмалі приблизно на 90 відсотків.

Вовняна промисловість використовує сполуки на основі хлору для запобігання усадці, і така практика також створює токсичні стоки. Для видалення плям іржі при відбілюванні тканину перед відбілюванням обробляють щавлевою кислотою. Щавлева кислота є смертельною для водних організмів і підвищує ХПК і БПК до значного рівня.

Для відбілювання пероксидом потрібен стабілізатор, щоб забезпечити ідентичне та контрольоване відбілювання під час операції відбілювання. Додаткові стабілізатори, такі як амінію три метиленфосфорна кислота (ATMP), гідроксиетидиндифосфонова кислота (HEDA), діетилентріамінпентаметиленфосфорна кислота (DTPMP) і етилендіамінтетраметиленфосфорна кислота (EDTMP) також пропонуються як стабілізатори перекису.

Фарбування

Постанова про споживчі товари Німеччини стверджує, що «жодні вироби з одягу (текстиль, взуття, шкіра) і постільна білизна не можуть продаватися, якщо вони пофарбовані азобарвниками, які можуть вивільняти один із двадцяти названих амінів». Наразі список розширено до 24 амінів. Заборона охоплює низку інших товарних товарів, таких як шкіряні компоненти для меблів, чохли для сидінь тощо. Заборонені аміни були класифіковані як аміни групи **МАК III A 1 та III A 2**.

МАК Група III A1: (опромінення на робочому місці):

Канцерогенні аміни: бензидин, 4-хлор-о-толуїдин, 2-нафтіламін і 4-амінодифеніл.

МАК Група III A 2:

Ці матеріали тестуються лише на тваринах, і доведено, що вони канцерогенні. Різновидами амінів у цих типах є: а-толуїдин, о-діанізидин, о-толідин, о-аміноазотолуол, п-хроманелін, 3,3'-дихлорбензидин, 2-аміно-4-нітротолуол і 2,4-толуїлендіамін. До цієї групи також входять матеріали, які можуть бути небезпечними для здоров'я.

Деякі барвники утворюють канцерогенні аміни під час фарбування, тому їх слід суворо уникати відповідно до умов у ряді країн, що значно підвищує БПК/ХПК, а отже, цих барвників також слід уникати для фарбування. Більшість відомих виробників припинили виробництво та маркетинг барвників, що створюють канцерогенні аміни.

Високостійкі прямі барвники слід вибирати таким чином, щоб уникнути застосування солей міді або хрому при їх фарбуванні. Катіонні фіксатори барвників, які використовуються для прямих барвників і реактивних барвників, повинні мати низький вміст формальдегіду та низьку БПК. Під час реактивних барвників використання сечовини необхідно зменшити. Замість сильно забрудненого сульфіді натрію під час фарбування сірчаними барвниками слід використовувати інші засоби, такі як гідрол або гідроксилацетон.



Під час фарбування полієфіру використовувані носії та вирівнювачі не слід наносити на хлоровані або фенольні композити. Носії, підкріплені хлорбензолом, є високотоксичними та більш-менш канцерогенними. Вирівнювачі, що містять хлорбензол, а також перхлоретилен або трихлоретилен є канцерогенними сполуками, тому їх слід уникати.

Що стосується прямих, кубових, сірчаних і реактивних барвників, процеси фарбування потребують величезної кількості солі для досягнення хорошого виснаження барвної ванни. Це призводить до збільшення вмісту розчинених солей у стічних водах. Тому виготовляються нові барвники, які потребують меншого розчинення солі для досягнення фіксації барвника.

9.2. Зменшення відходів при друку текстилю.

Друк. Як і у випадку фарбування, під час друку вибрані кольори мають бути нетоксичними та не містити заборонених амінів. Для друку рекомендується використовувати барвники з високими властивостями фіксації та модифікованим процесом друку, що вимагає меншої кількості вимивань. Використання гасу для пігментного друку значно зменшено, але його слід повністю вилучити.

Використання сечовини також було зменшено шляхом заміни її іншими інгредієнтами та модифікації методів друку. Лимонну кислоту в дисперсних відбитках слід замінити необов'язковими хімікатами. Для друку на

нейлонових тканинах значною мірою використовується фенол, тому його доцільно замінити діетиленгліколем. Застосування формальдегіду на основі закріплювачів для підвищення стійкості пігментних відбитків слід обмежити, щоб зменшити вільний формальдегід у кінцевій тканині.

Оздоблення. *Хімічні зшивальні* агенти на основі формальдегіду, що наносяться на целюлозний текстиль для захисту від зминання та стабільності розмірів, є найбільш токсичними хімікатами. Вільний формальдегід може виділятися з тканин, оброблених смолою, через формальдегід, який не реагував у продукті під час зшивання, або під час зберігання готових тканин. Багато країн встановлюють різні межі допустимого вмісту вільного формальдегіду відповідно до кінцевого використання оброблених тканин або одягу. Наявність формальдегіду в атмосфері та стічних водах вважається дуже токсичним, і щоб подолати цю проблему, слід використовувати поглиначі формальдегіду (хімічні речовини, які нейтралізують токсичну дію формальдегіду).

Серед різноманітних процедур обробка має велике значення, оскільки додаткова вартість розуміється під функціональною обробкою бавовни у формі тканини чи одягу для виявлення переваг. Одними з найважливіших фінішних покриттів є легкий догляд, міцне пресування, фінішне покриття без зморшок, пом'якшення та ензимне/біофінішне покриття.

Підходи до екологічно чистих практик

Будь-який організований підхід до переходу виробництва до чистого виробництва повинен мати такі кроки:

- Запобігти: «запобігти» означає відмовитися від процесу чи продукту на користь помітного покращення екологічної ситуації.
- Зменшення: цього можна досягти шляхом зменшення навантаження забруднювальних речовин, виснаження та фіксації барвників близько до 100 відсотків і реагування на потребу води та енергії.
- Повторне використання ванни з барвником є життєво важливим питанням під тиском скорочення ресурсів. Зараз це перетворилося на прагматизм через додавання нових допоміжних засобів, сучасної технології фільтрів і спектрофотометрів, які точно розраховують речовину барвника в барвнику.
- Перероблення натуральних волокон можлива, але вона має обмеження щодо застосування через природне розкладання. Синтетичні волокна можна переробити шляхом розплавлення та повторного гранулювання із застосуванням свіжих гранул або без них. Можливо, це найбільш прийнятно для «зелених» організацій,

але обмежено через відсутність використання переробленого матеріалу.

Екофактори

Стосовно текстилю для одягу словосполучення «екологія» можна розділити на три групи:

1) Екологія виробництва, що включає:

- . Вирощування та заготівля натуральних синтетичних волокон.
- . Виробництво регенованих і синтетичних волокон.
- . Виробництво пряжі, кручених ниток і тканин.
- . Оздоблення.

Виробництво одягу з використанням добрив, регуляторів росту, засобів захисту рослин, таких як пестициди, а також ряду текстильних хімікатів, допоміжних та оздоблювальних засобів.

2) Екологія користувача, яка пов'язана з текстилем одягу та речовинами, які надають йому краси та експлуатаційних характеристик під час застосування.

3) Екологія утилізації, яка стосується утилізації текстильних виробів після застосування, тобто компостування, перероблення, викидання або спалювання у спосіб, який забезпечує найменший вплив на навколишнє середовище.

Супутні фактори для екостандартів:

Формальдегід, пестицид, канцерогенний барвник, нейтральність до шкіри, вміст важких металів, -рН, стійкість до поту.

Екомаркування

Екостандарти та екомаркування швидко почали мати значення для організації успішного експертного просування на ринку у швейній та текстильній промисловості. Для надання екомаркувань повинні бути встановлені спеціальні стандарти, тобто ці заходи розроблені на основі аналізу всього життєвого циклу продукту, починаючи з відбору сировини, просуваючись через етапи виробництва, пакування, розповсюдження, використання та утилізації після використання.

Деякі з них описані нижче:

– ***ОЕКО-ТЕХ Standard 100:***

Для досліджень і випробувань у галузі текстильної екології стандарти ОЕКО-ТЕХ були надані Австрійським науково-дослідним інститутом текстилю та німецьким «Дослідницьким інститутом Гогенштайна».

Стандарти OEKO-TEX описують різноманітні норми та граничні значення для різних класів. Їх можна описати так:

. Клас продукту I: призначений для немовлят і немовлят віком до двох років.

. Клас продукту II: Цей клас визначається для текстильних виробів, які під час використання безпосередньо контактують зі шкірою та покривають значну частину її поверхні.

. Клас продукту III: Клас включає текстиль, який не контактує безпосередньо зі шкірою або покриває лише невелику частину її поверхні під час нанесення.

. Клас продукції IV: Цей клас охоплює меблеві матеріали, які використовуються в декоративних цілях.

– **MST (Markenzeichen Schadstoffgeprüfter Textile):**

Це етикетка продукту, яка використовується для продуктів, виготовлених у Німеччині та вказуючи лише на властивості текстилю.

Товарні знаки для текстилю, перевірені на шкідливі речовини:

– **MUT:** це торгова марка для текстилю, виготовленого екологічно безпечними методами захисту (VVUT). Необхідно мовчазне дотримання певних правил при їх виготовленні.

– **GUT:** Цей екологічний знак був створений відомими компаніями європейської килимової промисловості. GUT існує для "Gemeinschaft Umweltfreundlicher Teppichboden". Це асоціація екологічно чистих килимів з метою максимізації текстильних покриттів для підлоги та циклу їх захисту.



GuW: це печатка Асоціації екологічно чистих меблевих тканин.

CLEAN FASHION: Екомаркування, запроваджене приватними компаніями, пов'язаними з текстилем.

STEILMANN: Це екологічний знак найвідомішої німецької текстильної компанії.

GREEN COTTON: Етикетка, заснована на системі внутрішньої оцінки, яка враховує соціальні, екологічні та токсикологічні цінності.

ECO MARK: це індійський екологічний знак.

Функція ISO 14000

Серія міжнародних стандартів ISO 14000 була створена для розв'язання проблем, пов'язаних із навколишнім середовищем сьогодні. Основними цілями ISO 14000 є:

- . Охорона природних ресурсів.
- . Скорочення та скорочення відходів і викидів.
- . Постійне покращення екологічних показників.
- . Ефективність процесу завдяки застосуванню найкращої доступної технології.
- . Дотримання національних і міжнародних екологічних законів і конвенцій.

Забруднення води. У системах екологічного менеджменту, які застосовуються в текстильній промисловості, вода, яка використовується для прання, використовується повторно. Також каустична сода, яка використовується під час мерсеризації, відновлюється та використовується повторно.

Текстильна промисловість використовує максимальну кількість води. У промисловості вода забруднюється різними хімікатами та допоміжними речовинами, які використовуються для виробництва текстильних виробів. Ці хімічні речовини не піддаються біологічному розкладанню, і їх усунення перед викидом води є важливим. Забруднена вода небезпечна для фауни й флори через високу температуру, запахи, каламутність, забарвлення та токсичні хімічні речовини.

Контроль забруднення води:

Забруднення води контролюється шляхом очищення стічних вод трьома способами:

а. Первинна обробка включає нейтралізацію та видалення зважених твердих речовин за допомогою седиментації, флотації, флокуляції та коагуляції.

б. Процес вторинного очищення здійснюється за наявності мікроорганізмів, що розвиваються на поверхні стічних вод, мулу в присутності хімічних поживних речовин, таких як сечовина та суперфосфати.

в. Третинне лікування включає:

Хімічне окислення: деякі неорганічні з нерозчинних речовин випадають в осад в обмеженому діапазоні рН.

Окислення вуглецю: активоване вугілля має площу поверхні, яка може поглинати величезну кількість органічних матеріалів. Використання вуглецю можна реактивувати; це надзвичайно корисно для усунення пігментів і барвників, які неможливо усунути шляхом коагуляції. Кілька лімітів різноманітних відходів у воді наведено в таблиці 2.

У різних процесах виробництва текстилю слід вживати заходів, щоб гарантувати, що ці процеси виконуються хімічно, але не створюють жодних токсичних ефектів. Щоб забезпечити відповідність створюваних стічних вод стандартам, встановленим органами контролю за стічними водами, слід внести відповідні зміни в рецепти, установити очисні споруди та повторно використовувати стічні води, де це можливо. Процес управління повинен бути розроблений таким чином, щоб належний контроль вибору та закупівлі вхідних матеріалів був вбудований у саму систему. Витрати на очищення стоків оцінюються як неминучі. Будь-яка спроба зменшити ці витрати не повинна здійснюватися шляхом розведення екостандартів. Відповідна система аудиту також повинна бути запроваджена текстильними підрозділами, які забезпечують дотримання екологічних стандартів.

9.3. Енергоефективність та скорочення витрат води.

Екологічно сталий друк на тканинах та текстилі стає все більш популярним серед клієнтів. Широкоформатний цифровий друк використовується для різних цілей, включаючи демонстраційні вітрини, виставкову графіку, прапори, банери й проекти підлогового покриття. Він забезпечує високу якість друку з чіткими лініями, високою роздільною здатністю та яскравими кольорами.

Однак, для досягнення екологічного текстильного друку необхідна прозорість ланцюжка постачання і ефективна співпраця сектору широкоформатних тканин. Галузь реагує на зростаючий попит на екологічно сталі матеріали шляхом розробки машин, що споживають менше електроенергії, процесів, які вимагають менше води, і зосередження на створенні нових екологічних субстратів і матеріалів.

Вимоги до екологічно сталих матеріалів також зростають у клієнтів друкованих видань. Вони вказують на необхідність сталого ланцюжка постачання, що допоможе зробити їхні продукти більш екологічно чистими.

Споживачі в роздрібній торгівлі особливо вимагають демонстрації екологічних сертифікатів.

Також громадські приміщення, такі як заклади освіти та охорони здоров'я, відчувають зростаючий тиск щодо створення сталого середовища з екологічно чистими продуктами.

Отже, зростаючий попит на екологічно сталий друк на тканинах та текстилі вимагає співпраці між різними галузями та прозорості в ланцюжку постачання, щоб задовольнити потреби клієнтів у екологічно чистих матеріалах.

Для досягнення екологічного друкування на текстилі й тканинах мають бути використані такі заходи:

Залучення екологічно чистих матеріалів, які виробляються і використовуються з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище та здоров'я людей. Вони відрізняються від традиційних матеріалів, які можуть містити шкідливі речовини, бути важкими для перероблення або вимагати великої кількості енергії для виробництва.

Основні характеристики екологічно чистих матеріалів:

Вироблення зі сталого джерела, такого як органічна бавовна, бамбук, коноплі або перероблені волокна інших натуральних компонентів. Вони можуть бути вирощені без використання шкідливих пестицидів або хімічних добрив.

Обмежена або відсутня будь-яка кількість шкідливих речовин, таких як токсичні барвники, формальдегід, важкі метали тощо. Вони не мають негативного впливу на здоров'я людей або навколишнє середовище. Використовувані барвники та фарби повинні мати екологічні сертифікати і відповідати стандартам безпеки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Важливо враховувати сертифікати органічного виробництва, сертифікати безпечності та стандарти сталості. Такі матеріали сприяють збереженню навколишнього середовища та забезпечують стале та екологічно відповідальне використання ресурсів.

Виготовлення з використанням енергоефективних процесів. Вони можуть використовувати менше енергії для виробництва або використовувати відновлювальні джерела енергії.

Переробка після використання або використання вторинних джерел. Це дозволяє зменшити кількість відходів та сприяє створенню замкнутого циклу матеріального використання. По можливості, необхідно використовувати

перероблені матеріали або здійснювати переробку власних відходів для зменшення впливу на навколишнє середовище.

При виборі екологічно чистих матеріалів важливо враховувати їх сертифікацію, таку як сертифікати органічного виробництва, сертифікати безпечності та стандарти сталості. Такі матеріали сприяють збереженню навколишнього середовища та забезпечують стале та екологічно відповідальне використання ресурсів.

Використання методів друку, які потребують менше води, або впровадження систем рециркуляції води може допомогти зменшити споживання води під час процесу друкування.

Використання широкоформатних принтерів та енергоефективного обладнання, що здійснює енергозберігаючі заходи, наприклад, вимкнення обладнання в періоди неактивного використання.

Екосольвентний друк: Цей метод друку використовує екосольвентні чорнила, які містять меншу кількість шкідливих речовин, ніж традиційні сольвентні чорнила. Вони швидко висихають, що дозволяє зменшити використання енергії та покращити продуктивність процесу. Екосольвентний друк може бути використаний на різних типах тканин, і його вплив на навколишнє середовище є менш значним порівняно з іншими методами друку.

Дигітальний термосублімаційний друк: Цей метод використовує спеціальні чорнила, які в процесі нагрівання переходять з твердого стану в газоподібний і потім повертаються до твердого стану на поверхні тканини. Це дозволяє забезпечити високу стійкість та глибокий проникнення кольору в тканину. Цей метод екологічніший, оскільки не вимагає використання води та хімічних розчинників, а також залишає менше відходів.

Друк з використанням водних фарб: Цей метод використовує водні фарби, які є екологічно безпечними. Вони не містять шкідливих речовин і не випускають шкідливих викидів у повітря. Цей тип друку часто використовується для натуральних тканин, таких як бавовна, льон, шовк тощо. Водний друк також може бути поєднаний з іншими методами, наприклад, сублімацією барвників, для створення більш складних і високоякісних зображень.

Підвищення свідомості співробітників та клієнтів про значення екологічного друкування через навчання та інформаційні кампанії щодо екологічних практик і можливостей зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

При виборі методу текстильного друку варто враховувати якість, ефективність, екологічність та придатність для конкретних типів тканин. Оптимальний вибір залежатиме від потреб і пріоритетів вашої організації з екологічного друкування. Ці заходи можуть допомогти зменшити екологічний вплив друкування на текстилі та тканинах, забезпечуючи стале та екологічно чисте середовище.

Запитання для перевірки

1. Які матеріали вважаються екологічно чистими тканинами і чому?
2. Які екологічні проблеми пов'язані з вирощуванням бавовнику і які наслідки вони можуть мати для навколишнього середовища?
3. Які фактори впливають на перенесення хімічної обробки текстилю в нерозвинені країни і як це може впливати на екологічні стандарти виробництва?
4. Які проблеми пов'язані з плавучими волокнами в прядильному відділенні та як вони впливають на екологію?
5. Які токсичні речовини можуть містити клейкий пасти для пряжі і як використання синтетичного крохмалю може зменшити їх використання?
6. Які хімічні речовини використовуються в текстильній обробці і як вони можуть впливати на водні джерела та середовище?
7. Які аміни були заборонені у фарбувальних продуктах, згідно з постановою Німеччини, і які проблеми вони можуть створювати для здоров'я?
8. Які альтернативні барвники рекомендується використовувати для уникнення утворення канцерогенних амінів, і які хімічні сполуки слід уникати при фарбуванні?
9. Які заходи можна вжити для зменшення використання солей міді, хрому, формальдегіду та сечовини під час фарбування та які альтернативні засоби можуть бути використані?
10. Які вимоги щодо використання кольорів у процесі друку текстилю і чому важливо уникати токсичних амінів?
11. Які альтернативні інгредієнти та методи друку можуть бути використані для зменшення використання сечовини та інших токсичних речовин?
12. Які проблеми пов'язані з хімічними зшивальними агентами на основі формальдегіду і як їх можна замінити для забезпечення безпеки і стійкості текстильних виробів?

13. Які кроки передбачає організований підхід до переходу виробництва до чистого виробництва?
14. Які аспекти екології виробництва враховуються при виготовленні текстилю для одягу?
15. Які фактори екології утилізації враховуються при розгляді екостандартів для текстильних виробів?
16. Які вимоги клієнтів щодо екологічно сталих матеріалів у сфері широкоформатного друку на текстильних матеріалах?
17. Які основні характеристики екологічно чистих матеріалів використовуються в екологічному текстильному друці?
18. Які заходи можуть бути прийняті для досягнення енергоефективності у процесах виробництва текстильних матеріалів?
19. Які методи друку на текстильних матеріалах дозволяють зменшити споживання води і енергії?
20. Які переваги мають екосольвентний друк, дигітальний термосублімаційний друк та друк з використанням водних фарб з екологічної точки зору?
21. Які заходи можна прийняти для підвищення свідомості співробітників та клієнтів про екологічні практики в друку на текстильних матеріалах?

РОЗДІЛ 10.

БІОРОЗКЛАДАНІ ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ: ТИПИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ В ПОЛІГРАФІЇ.

Біорозкладані поліграфічні матеріали відіграють ключову роль у формуванні сталого розвитку поліграфічної індустрії, маючи за мету мінімізацію екологічного впливу виробництва. Ці матеріали розроблені таким чином, щоб після використання природно розкладатися, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Основні типи біорозкладаних поліграфічних матеріалів включають біопластики, екологічні чорнила, та паперові вироби з рециклованих матеріалів. Біопластики зазвичай виготовляються з природних ресурсів, таких як кукурудза або тростина, і можуть бути використані для виготовлення упаковки або інших компонентів друку.

Екологічні чорнила, як правило, виготовляються на водній основі або з використанням рослинних олій, забезпечуючи безпечніше та менш токсичне альтернативне рішення традиційним петролеумовим чорнилам. Паперові вироби з рециклованих матеріалів сприяють зменшенню використання природних ресурсів, пропонуючи друкарням використовувати вже використаний папір для нової продукції.

Ці матеріали не лише сприяють захисту довкілля, але й відкривають нові можливості для інновацій та розвитку поліграфії, привертаючи увагу екологічно свідомих споживачів. Використання біорозкладаних матеріалів у поліграфічній індустрії символізує відповідальний підхід до природних ресурсів та відзначає важливий крок на шляху до сталого розвитку.

Термін «біорозкладний» (анг. biodegradable) щодо пластику означає матеріал, який з часом розкладається на неорганічні та органічні сполуки, що здатні включатись у харчовий ланцюг. Ідея створення біорозкладних пакетів вперше була озвучена у 2000х роках, і вже у 2004 вона була вперше реалізована у Великобританії.

Поширення екологічного мислення серед споживачів змусило частину компаній перейти на біорозкладні пакети, що викликало хвилю маркетингових спекуляцій, підміни понять та спотворення інформації. Якщо початкова ідея ґрунтувалась на 100% екологічності нового виду упаковки, то її втілення подекуди мало не менш шкідливі наслідки, ніж використання звичайних пластикових пакетів. Тож які пакети з тих, що називають біорозкладними, насправді безпечні для довкілля, а які – ні, і як правильно їх використовувати? Давайте з'ясуємо!

З чого виготовляють біорозкладні пакети?

Склад біорозкладних пакетів буває різноманітним. Вони можуть вироблятися як із викопних решток (нафти), так і з відновлюваної сировини – рослинних волокон, крохмалю та ін. (так званий **біопластик**). Проте, як видно зі схеми, наведеної нижче, походження матеріалу (чи це продукти нафтопереробки, чи органічні матеріали) не впливає на його здатність розкладатись.

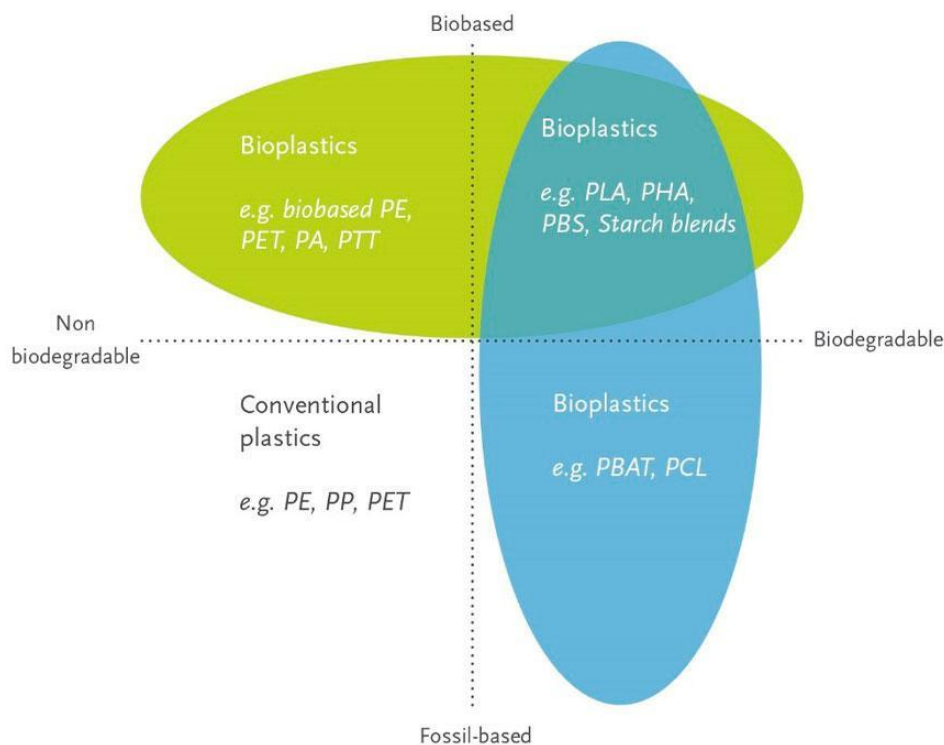


Схема залежності біодеградації від складу пакета
(джерело european-bioplastics.org)

Існують і види пластику, виготовлені з органічної речовини, які не розкладаються, і види пластику з корисних копалин, які прекрасно розкладаються в природі (див. схему вище). Саме в цьому і полягає небезпека понять «біопластик» і «біопакети»: вони можуть вводити споживачів в оману, оскільки префікс «біо» тут означає лише походження сировини, а не її екологічність та здатність розкладатися.

Класифікація пакетів, що розкладаються

Проблема розкладання будь-якого пластику є предметом активних досліджень. Вперше біорозкладний пластик почали масово виробляти у 2006 році; проте, як виявилось, він не був на 100% безпечним для навколишнього середовища. Кілька років потому з'явився термін «оксорозкладний пластик»: так стали називати матеріали, які під дією ультрафіолету чи води просто

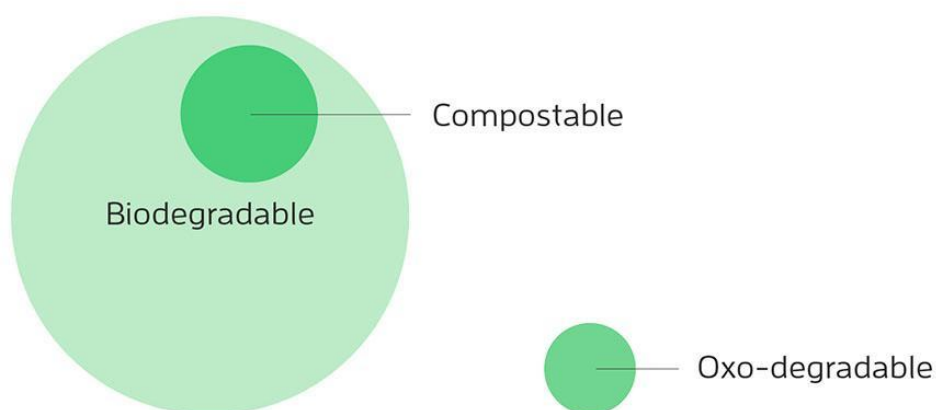
розпадаються на дрібні рештки мікропластику і так само забруднюють довкілля, як і звичайний пластик. Офіційна заборона маркувати оксорозкладні пакети як біорозкладні вийшла лише у 2016 році.

Таким чином, сучасна класифікація виділяє:

біорозкладні пакети – ті, які повністю розкладаються у природі за певних умов. Сюди ж належать і ті, які розкладаються в процесі компостування і потребують додаткової обробки, проте не забруднюють природу, і ті, які можуть розкладатись із утворенням токсичних речовин;

оксорозкладні пакети, які є джерелом мікропластику і не належать до біорозкладної продукції.

Наочно цю класифікацію можна побачити на схемі нижче.



Класифікація видів біорозкладних пакетів (джерело greendotbioplastics.com)

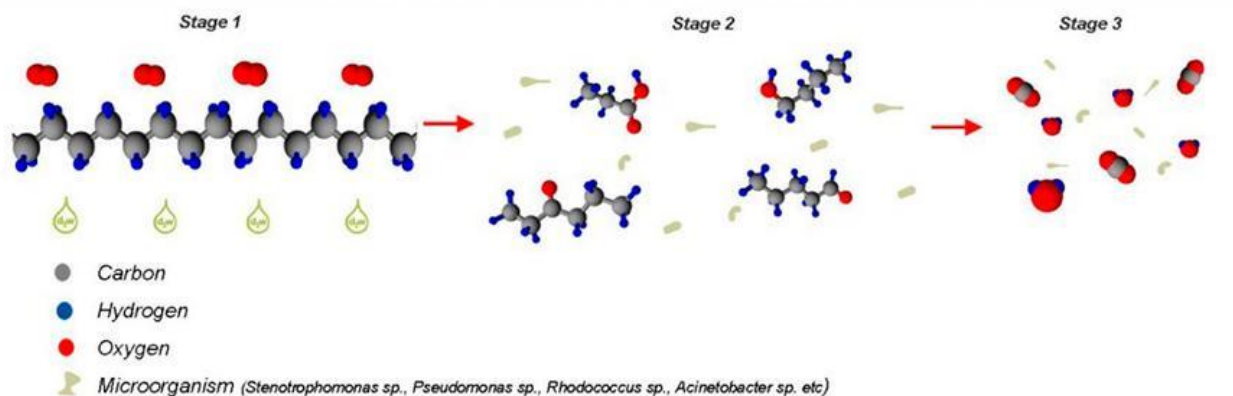
За сучасними стандартами, екологічно безпечними біорозкладними матеріалами можуть називатись ті, які деградують не менш ніж на 90% протягом 12 тижнів при промисловому компостуванні, а 10% маси, яка залишається, не містить токсичних сполук і не вплине на подальше використання компосту для потреб садівництва та сільського господарства.

Оксорозкладні та оксобіорозкладні пакети

Як зазначалось вище, пакети з оксорозкладного пластику вже не маркуються як біорозкладні. Проте їх продовжують виробляти, а в назві часто вказують «еко», дезінформуючи споживачів. Коли цей матеріал лише з'явився, його активно почали використовувати в агропромисловості, оскільки виробники заявляли, що після окиснення утворюються органічні сполуки, які можуть стати джерелом живлення ґрунтових бактерій та грибів. Це спричинило значну шкоду для довкілля.

Для надання оксорозкладних властивостей такі вироби містять різноманітні добавки (зокрема, пластик із маркуванням d2w – солі перехідних металів, які викликають окиснення). Через це їх не можна здавати на вторпереробку: вони можуть знизити якість сировини та призвести до того, що ціла партія пакетів не зможе бути перероблена. Вони також характеризуються низькою міцністю – рвуться швидше, ніж звичайні пластикові пакети.

Суть процесу деградації оксорозкладного пластику гарно проілюстрована наступним малюнком.



Процес деградації оксорозкладного пластику (джерело gojakagenzia.com)

Проте, переробка фрагментів пластику мікроорганізмами на другій стадії не завжди можлива – все залежить від хімічної будови сполук, які утворилися. У англійській термінології даний ефект чітко розділений – виділяють *oxodegradable plastic* та *oxobiodegradable plastic*. Перше поняття – це якраз і є оксорозкладний пластик, що виступає джерелом мікропластику.

Водночас, оксобіорозкладний пластик під дією добавок перетворюється на органічні сполуки, придатні для включення у біологічні процеси. Саме цей вид пластику є безпечним та не завдає шкоди природі, а пакети з нього повністю екологічні.

Паперові пакети

Окремо варто поговорити про пакети з паперу: багато людей вважають їх хорошою альтернативою поліетиленовим. Проте мало хто знає, що за умов сміттєзвалища папір (він же целюлоза) може розкладатися десятиліттями, а за відсутності доступу кисню – кількасот років. Тому одноразові паперові пакети з дуже великою натяжкою можна віднести до біорозкладних. У цьому і полягає основна шкода таких «екопакетів». Для розкладання їх необхідно компостувати, а не викидати на звалища.

Крім того, виробництво паперу є більш екологічно шкідливим, ніж виробництво того самого пластику, адже для отримання сировини

використовуються рослини: вирубуються ліси, виснажуються ґрунти, використовуються великі об'єми води. Водночас, повторна переробка одноразових паперових пакетів не є рентабельною.

Трапляється і таке, що пакети з паперу роблять із поліетиленовими вставками, при цьому маркуючи їх як «eco friendly», що вже ніяк не можна назвати правдою.

Як визначити біорозкладний пакет?

На жаль, єдиної міжнародної системи маркування, яка б чітко вказувала, чи є пакет оксорозкладним або біорозкладним, не існує. Часто буває, що виробники не вказують, до якого виду сміття слід відсортовувати той чи інший виріб.

Існує класифікація біорозкладних пакетів за матеріалом, із якого вони виготовлені:

на основі полігидроксиалканоатів (PHA) – сюди входять полі-3-гідроксибутират (PHB), полігидроксивалерат (PHV) та полігидроксигексаноат (PHH);

на основі полімолочної кислоти (PLA) – виробляється з ферментованого крохмалю рослини, наприклад з кукурудзяної, маніюки, цукрової тростини або цукрової бурякової маси;

крохмальні суміші – це термопластичні полімери, що утворюються шляхом змішування крохмалю з пластифікаторами;

пластики на основі целюлози та лігніну (основним джерелом є деревина);

пластмаси на основі нафти, такі як полігліколева кислота (PGA), полібутилен сукцинат (PBS), полікапролактон (PCL), полівініловий спирт (PVA, PVOH), терефталат полібутиленовий адипат (PBAT).

Якщо в маркуванні пакета присутні лише ці речовини, значить, його можна віднести до біорозкладних.

Відповідальні виробники біорозкладної продукції на своїх офіційних сайтах вказують відповідність європейським (European Standard EN 13432) та американським (US Standard ASTM D6400) стандартам, і цю інформацію легко перевірити у відповідних реєстрах. Зазвичай, якісні біорозкладні пакети також маркуються як *compostable*, а виробник надає у відкритому доступі інформацію щодо їх правильної утилізації та строків розкладання за різних умов. Саме таким стандартам відповідають усі біорозкладні пакети в асортименті **Ecogrizzly**.



Еко-пакети для сміття BioBag

Екологічні біорозкладні пакети для домашнього використання від норвезького бренду BioBag – це вибір людей, які піклуються про стан навколишнього середовища. Об'єм – 30 літрів. Період біологічного розкладання використаного пакета варіюється від 10 до 45 діб (залежно від умов компостування).

Як правильно використовувати біорозкладні пакети?

Багато хто помилково вважає, що, купивши біорозкладний пакет для сміття або для покупок, він уже автоматично зменшує шкоду довкіллю. Проте, це не зовсім так. Відповідність матеріалу всім вимогам ще не є запорукою його успішного екологічного розкладання. Практично всі такі пакети для цього потребують також правильних умов:

доступу кисню;

вологого середовища;

наявності поруч іншої органіки та мікроорганізмів, які запуснуть процес біорозкладання.

За відсутності правильної утилізації (наприклад, на звалищі – завалені неорганічним сміттям, без доступу повітря) такі пакети можуть досить довго зберігатися – не набагато менше, ніж звичайний пластик.

Що можливо порадити для екологічного використання цих виробів?

Найкращий варіант – це відправляти їх на компостування разом з органічними відходами (залишки їжі, зіпсовані продукти тощо). Адже навіть біопластик на основі кукурудзи, що складається переважно з органіки, може найшвидше розкладатися лише за таких умов. Оскільки в Україні промислове компостування поки не впроваджене, то тут є два варіанти:

встановити компостер удома (для піддобрювання домашніх рослин та клумб) або облаштувати компостну яму на дачі для удобрення грядок.

Вкрай не рекомендовано використовувати біорозкладні пакети для **неорганічного сміття**. Якщо вже викидаєте їх у звичайний сміттевий бак, то наповнюйте пакет **органікою** – таким чином збільшується шанс, що він розкладеться.

Ще один непоганий спосіб – використовувати біорозкладні пакети для збору сміття **під час виїзду на природу** (знову ж таки, лише органічного). Їх разом із рештками їжі можна неглибоко закопати на місці кострища, де ґрунтові бактерії перероблять пакет разом з органічними відходами, тим самим удобривши землю.

Однозначної відповіді на запитання, скільки часу розкладається біорозкладний пакет, не існує – все залежить від умов. Наприклад, виробник пакетів з крохмалю BioBag заявляє, що час розкладу його пакетів за умов компостування становить від 10 до 45 діб.



Біорозкладні еко пакети для сміття Ecomaizing

Сміттєві біорозкладні пакети від Ecomaizing з кукурудзяного крохмалю відрізняються не лише своїм екологічним складом, але й чудовою міцністю. Підходять для використання в побуті та компостування. Уникати заповнення гарячими відходами.

Чи може біорозкладний пакет замінити пластиковий або паперовий?

Біорозкладні пакети є дорожчими, ніж звичайні пластикові. Часто вони менш міцні, ніж їхні аналоги, тому строк їх використання обмежений – не вийде з одним таким пакетом ходити за покупками багато разів. Ідеальна

альтернатива – екосумки та авоськи багаторазового використання. А для фасування фруктів, овочів чи навіть круп, які ви купуєте у супермаркеті, можна використовувати екомішечки. Біорозкладні ж пакети найкраще застосовувати для сортування сміття, оскільки вони розкладаються разом з органічними відходами.

Запитання для перевірки

1. Що таке біорозкладані поліграфічні матеріали, і яка їх особливість?
2. Які типи біорозкладаних поліграфічних матеріалів ви знаєте?
3. Які основні характеристики біорозкладаних поліграфічних матеріалів?
4. У чому переваги використання біорозкладаних матеріалів у поліграфії?
5. Які можливі області застосування біорозкладаних поліграфічних матеріалів?
6. Як впливає використання біорозкладаних матеріалів на довкілля?
7. Чим біорозкладані поліграфічні матеріали відрізняються від традиційних?
8. Які технологічні особливості виробництва продукції з біорозкладаних матеріалів?
9. Як оцінюється якість біорозкладаних поліграфічних матеріалів?
10. Чи впливає використання біорозкладаних матеріалів на вартість поліграфічної продукції?
11. Які є недоліки або обмеження у використанні біорозкладаних матеріалів у поліграфії?
12. Який вплив має використання біорозкладаних матеріалів на поліграфічний процес?
13. Чи використовуються біорозкладані матеріали у комбінації з іншими типами матеріалів?
14. Як здійснюється утилізація біорозкладаних поліграфічних матеріалів?
15. Чи є стандарти або сертифікація, які регулюють використання біорозкладаних матеріалів у поліграфії?

РОЗДІЛ 11.

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА З ЕКОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ ЗІ СТАЛОГО ДРУКУ.

Технології виробництва з екологічних матеріалів у поліграфії фокусуються на використанні інноваційних методів і матеріалів, таких як водні чорнила, рециклований папір та біопластик, для створення продукції з мінімальним впливом на довкілля. Метою таких технологій є підтримка сталого розвитку поліграфічної індустрії через зменшення відходів, забруднення та використання невідновлюваних ресурсів.

Основні задачі цих технологій полягають у максимальному використанні рециклованих та біорозкладуваних матеріалів, а також у використанні технік, які зменшують кількість відходів під час виробництва. Водні чорнила є альтернативою традиційним чорнилам на основі розчинників, що забезпечує менший вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини.

Рециклований папір дозволяє зменшити використання деревини та інших первинних ресурсів, тим самим забезпечуючи збереження природних ресурсів і біорізноманіття. Біопластик, як матеріал, є альтернативою традиційному пластику, виготовленому з нафти, і відзначається меншим впливом на довкілля завдяки своїй біорозкладуваності та використанню рослинних ресурсів у виробництві.

Сучасні методи та техніки виготовлення продукції зі сталого друку також направлені на оптимізацію виробничих процесів, зменшення енергоспоживання та мінімізацію відходів. Все це сприяє створенню ефективних, економічно вигідних та екологічно безпечних рішень у сфері поліграфії, що відповідає принципам сталого розвитку.

Технологія перероблення тари й пакувальних матеріалів є одним із пріоритетних напрямів розвитку науки й техніки на найближче десятиліття. Сьогодні пакування - не тільки найважливіша складова виробництва і реалізації товарів, але й показник розвитку суспільства. Адже гарне пакування не тільки захищає товар при транспортуванні й зберіганні, але й відіграє важливу роль в просуванні продукції на ринку.

Інвестиції у виробництво тари та пакування стрімко ростуть, але високі темпи зростання споживання пакувальних матеріалів обумовлюють

виникнення такої проблеми, як знищення та утилізація пакувальних відходів. Розв'язання цієї проблеми тісно переплітається з такими аспектами життєдіяльності людини, як збереження навколишнього середовища, економія природних ресурсів, раціональне використання земельних угідь.

Особливо небезпечні поліграфічні матеріали

Найбільш екологічно небезпечними вважаються полімерні відходи, основним недоліком яких є стійкість до впливу природних умов, тому що в більшості свої полімери не схильні до розпаду.

Разом з тим спалювання таких відходів викликає виділення вкрай отруйних газів, у тому числі діоксину. За наявними даними, вартість обробки та знищення відходів пластмас у цілому приблизно в 8 разів перевищує витрати на обробку більшості промислових відходів і майже в 3 рази - на знищення побутових.

Стосовно до полімерних відходів розрізняють п'ять основних шляхів знищення та утилізації:

- Поховання і звалище (сюди ж можна віднести і компостування, тобто створення біомаси);
- Спалювання;
- Крекінг і піроліз;
- Використання у виробництві будівельних матеріалів.

Для кожного конкретного пакувального матеріалу в залежності від особливостей його складу, хімічної будови полімеру і властивостей вибирається той чи інший шлях знищення відходів.

Слід врахувати, що значна кількість пластикових пакувань, які використовуються сьогодні, є неекологічним, тобто містять у собі відразу кілька матеріалів.

Наприклад, літрові пакети, в яких продається сік (так звані «асептичні»), складаються з фольги, пластику, картону; еластичні пляшки для кетчупу часто проводяться з декількох типів пластику. таке пакування практично не піддається вторинному переробленню і часто не згорає в сміттєспалювальних печах.

Сьогодні одними з найбільш уживаних для пакувальних цілей є матеріали на основі поліетилентерефталату (ПЕТФ, PET).

Цей полімер використовують, зокрема, для виробництва пляшок і бутлів для води, прохолодних напоїв, технічних рідин і т.д.

При розгляді питання поводження з відходами пакування і тари з

поліетилентерефталату приділяти увагу їх спалення, звалищі або поховання не доцільно - зазвичай дані варіанти знищення застосовні для загальної маси побутових або промислових відходів.

Сортування

Основною проблемою у поводженні з полімерними відходами є не відсутність технологій утилізації (наприклад, сучасні технології дозволяють переробити до 90% від загальної кількості відходів), а відділення полімерних відходів від решти сміття і розділення різних полімерних компонентів.

Звичайно, існує безліч технологій, що дозволяють розділяти відходи на компоненти, але практично всі вони дорогі й складні. Більш прогресивні технології вилучення полімерів із загальної маси відходів на увазі ту чи іншу форму участі громадськості - організацію центрів по збору вторинної сировини або його купівлі у населення, заходи з роздільного збору відходів на вулицях за допомогою спеціальних контейнерів або організацію системи роздільного збору відходів на побутовому рівні.

Перша стадія технології утилізації ПЕТФ-відходів зазвичай містить у собі ручне сортування відходів за зовнішнім виглядом, відділення полімерних компонентів із загальної маси відходів і поділ пластмас один від одного за хімічним типом і кольором.

Проведення сортування вимагає деякі навички в умінні візуально розрізняти типи пластмас. Сортування полегшує наявність на більшості пакування шифрів з найменуванням матеріалу, з якого вони отримані.

Тара з поліетилентерефталату має маркування з кодом SPI № 1 (коди, певні «Товариством пластикової промисловості»).

Після попереднього сортування й очищення полімерних відходів здійснюється подрібнення, що проходить в одну або дві стадії, після чого подрібнені відходи піддають відмивання від забруднень органічного та неорганічного характеру водою, мийними засобами або різними розчинниками.

Сортування пластмас за видами відіграє важливу роль для повторного використання відходів.

Розрізняють такі основні методи сортування:

- флотаційне,
- повітряне,
- рідинно-циклонне або електростатичний поділ,
- розділення методом розчинення,

- сканування ІЧ-променями.

Далі ПЕТФ-відходи можуть бути утилізовані засобами піролізу, крекінгу або гідрокрекінгу, що є досить перспективним способом утилізації полімерних відходів. Термічні методи особливо поширені в тих випадках, коли відходи не знаходять практичного використання і не можуть бути утилізовані шляхом перероблення у виробі або застосовані в різних композиціях.

Теоретично технологія проста: потрібно підібрати необхідну температуру нагрівання, і ланцюгові молекули полімеру розпадуться на окремі ланки (мономери), які, попередньо очистивши, можна знову піддати полімеризації або поліконденсації для отримання чистих полімерних матеріалів.

Важливе місце серед методів термічного розкладання полімерів належить піролізу - термічного розкладання органічних речовин з метою отримання корисних продуктів. При нижчих температурах (до 600 ° С) утворюються в основному рідкі продукти, вище 600 ° С - газоподібні й навіть технічний вуглець.

На практиці піроліз ПЕТФ при 550 ° С призводить до утворення складної суміші рідких і газоподібних речовин, що становлять собою поєднання мономерів, тримерів, олігомерів. Зазвичай така суміш використовується у вигляді високоякісного пального або як сировина для нафтохімічної промисловості.

Ще одним поширеним, економічним, безперервним і безпечним для навколишнього середовища способом трансформації вторинної полімерної сировини є каталітичний термоліз, який передбачає застосування нижчих температур.

У деяких випадках щадні режими дозволяють отримувати мономери, які можуть бути використані як сировина при проведенні процесів полімеризації і поліконденсації.

З використаних ПЕТФ-пляшок отримують дефіцитні мономери – діметилтерефталат і етиленгліколь, які знову використовуються для синтезу ПЕТФ заданої молекулярної маси й структури, необхідної для виробництва пляшок.

Крім того, розповсюджений такий спосіб перероблення відходів ПЕТФ, як отримання порівняно недорогої ненасиченої полієфірної смоли. Для цього відходи ПЕТФ піддаються гліколізу і поліконденсації з додаванням ненасичених кислот або їх ангідридів.

На жаль, досі деполімеризація залишається досить дорогим способом перероблення вторинних пластмас, в основному з-за значних енергетичних витрат або використання дорогих хімічних продуктів.

Друге життя

ПЕТФ-відходи можуть бути утилізовані й за допомогою методів вторинного перероблення. Для цього подрібнені й очищені відходи піддають агломерації чи грануляції й повертають у виробничий цикл виготовлення товарів з поліетилентерефталату (нехарчового призначення).

Отримане вторинна сировина може перероблятися самостійно або як добавку до свіжої сировини. Варіант перероблення (окремо або як добавку) визначається найчастіше видом формування виробів.

Якщо виріб призначений для відповідальних цілей, скажімо, для виробів, де не повинно бути істотного зниження фізико-механічних показників, то такі термопластичні відходи слід переробляти тільки як невеликі добавки до первинної сировини.

Якщо виріб менш відповідальний, то його можна формувати тільки з відходів.

Асортимент обладнання для змішування свіжої сировини із вторинним представлений барабаними й відцентровими змішувачами, пневматичними змішувачами з механічними змішувачами з мішалками й т. д.

Переважно вторинний поліетилентерефталат використовується для виробництва волокон, що використовуються як утеплювач спортивного одягу, спальних мішків і як наповнювач для меблів та м'яких іграшок.

Відомий спосіб вторинної переробки ПЕТФ «пляшка в пляшку» - технологія, коли вторинний ПЕТФ затиснутий між двома шарами первинного полімеру.

Багатошарові пляшки можуть містити до 50% вторинного ПЕТФ, а окремі місткості - і вищу кількість вторинного матеріалу.

Відходи ПЕТФ можуть використовуватися як добавки для поліпшення тих або інших механічних або електромеханічних властивостей іншого полімеру. З суміші 40% подрібнених відходів ПЕТФ і 60% подрібнених відходів ПЕНД можна відливати декоративні вироби.

Інші напрямки застосування вторинних полімерів включають виробництво листа, стрічки та плівки. Так, лист і стрічка - «класичні» продукти з вторинного ПЕТФ. Лист, приміром, проводиться для виготовлення пластмасових коробок для фруктів і яєць.

Нарешті, на практиці перероблені відходи полімерів широко використовуються у виробництві будівельних матеріалів. Основні напрямки цього шляху утилізації наступні:

- Як структурують або наповнюють матеріали (наприклад, для дренажу кислотних стоків, підземних склепінь, сполучних боксів каналізаційних труб застосовується полімербетон - матеріал з відходів ПЕТФ і мінеральних наповнювачів);

- В дорожньому будівництві як добавки до бетону, асфальту (в такому випадку матеріали являють собою бітумно-полімерні композиції, що володіють підвищеними значеннями міцних показників і водостійкості);

- При виробництві покрівельних матеріалів (черепиці в сумішах полімерних відходів з неорганічними наповнювачами);

- Як компонент водостійких матеріалів для герметизації швів між панелями будівель, а також для покриття частин споруд, що працюють під водою або в умовах підвищеної вологості (так, волокнистий матеріал, отриманий з вторинного ПЕТФ, можна використовувати як сорбент на очисних спорудах, як утеплювач або наповнювача).

Таким чином, при раціональному використанні відходи поліетилентерефталатні тари здатні бути цінним хімічною сировиною. Впровадження технологій одержання і перероблення вторинної ПЕТФ-сировини може дозволити істотно знизити її екологічну шкоду навколишньому середовищу.

Конструкції обладнання для подрібнення наковань і тари

Устаткування для подрібнення використовується в переробній промисловості для проведення технологічних операцій: дроблення, роздавлювання, стирання, розщеплення волокнистих інгредієнтів і відходів полімерних матеріалів при їх вторинному переробленні, а також інших операцій.

Застосовуване обладнання: дробарки, млини, дезінтегратори, гранулятори, різальні верстати, дистилятори та ін. Як робочі органи дробарок використовують ротори з жорсткими поздовжніми білами, молотковими, хрестовими, консольно-стрижневими, ножовими пристроями.

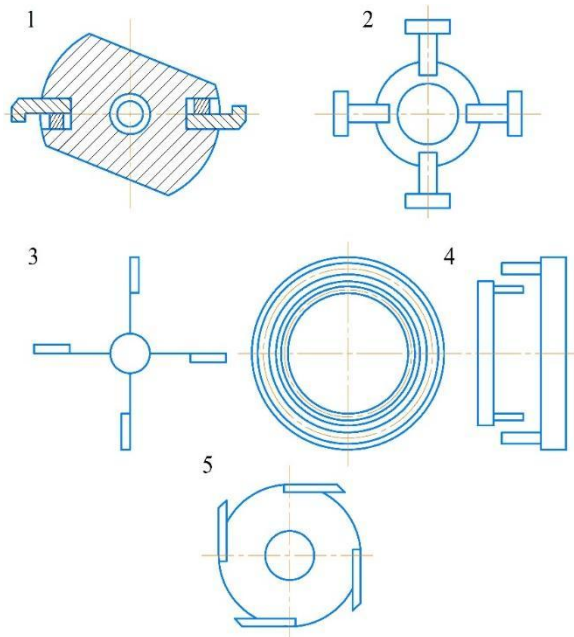


Рис. 15.1. Типові конструкції бильних валів:

1 - з поздовжніми білами; 2 - молоткові пристрої; 3 – хрестоподібні пристрої; 4 - консольно-стрижневі насадки; 5 - ножові ротори

Типові бильні вали показані на рис. 15.1. Перший тип роторів (1) характеризується масивністю і жорстко закріпленими на них білами різної конфігурації.

Служать для грубого дроблення твердих тіл (різних смол, твердих компонентів та ін).

Молоткові пристрої 2 характеризуються наявністю шарнірно закріплених насадок-молотків і служать для дроблення твердих тіл, в тому числі й відходів пластмас.

Третій тип насадок (3) придатний для вторинного дроблення, розпушення продуктів хімічних виробництв.

Консольно-стрижневі насадки 4 характеризуються наявністю стрижнів, жорстко закріплених в дисках, розташованих в концентричних колах, що обертаються назустріч один одному, застосовуються в дезінтеграторах для дроблення сірки, графіту, азбесту, відходів ГТВ і інших матеріалів.

Ножові ротори 5 характеризуються наявністю декількох жорстко закріплених ножів і використовуються в дезінтеграторах з перероблення полімерних матеріалів і відходів пластмас, шин і ГТВ.

На рис. 15.2. показана типова конструкція ножового подрібнювача. Полімерні матеріали, що підлягають дробленню, з завантажувального

бункера 8 надходять в подрібнювальну камеру і захоплюються обертовим ротором 5.

Подрібнення відбувається між двома ножами 7, встановленими на обертовому роторі 5 і нерухомому корпусі 3. Якість подрібнення матеріалів визначається величиною зазору між ножами.

Регулювання зазору проводиться шляхом радіального переміщення ножів на роторі. Ступінь подрібнення характеризується величиною отворів калібрувальної решітки 9.

При перевантаженнях (наприклад, заклинюванні ножів при попаданні металевих предметів) шпильки 6 зрізаються і диск вільно буде обертатися щодо ротора | тим самим запобігаючи перевантаження електродвигуна.

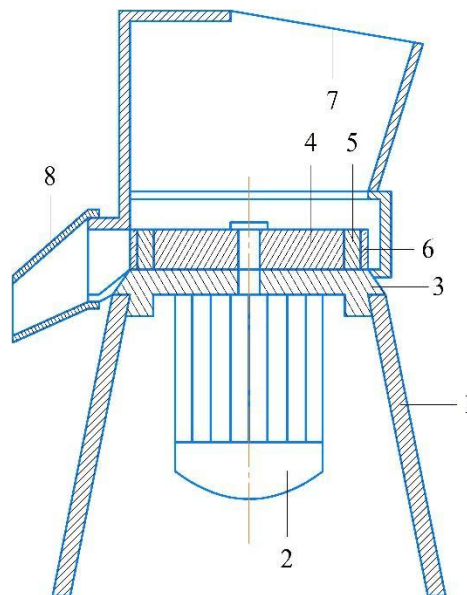


Рис. 15.2. Ножовий подрібнювач: 1 – станина; 2 – фланцевий електродвигун; 3 – корпус; 4 – диск; 5 – ножі; 6 – змінна калібрувальна решітка; 7 – завантажувальна воронка; 8 – лоток.

Перспективний напрямок у конструюванні подрібнювачів барабанного типу є розробка віброобертюваних млинів. Таке обладнання виключає недоліки, властиві барабанним, кульовим і вібраційним млинам: низька ефективність процесу подрібнення, наявність застійних зон, значна металоємність і обмеження по швидкості обертання барабана.

Конструктивна схема віброобертюваного млина показана на рис. 15.3. Вона складається з барабана 1, його підшипникових опор 2, жорстко встановлених на стійках 3, що спираються на віброплиту 4, яка монтується на чотирьох

циліндричних пружинах 6. Вібратор 5 кріпиться до нижньої поверхні плити 4. Обертання барабана здійснюється від електродвигуна, через редуктор (варіатор) (на рис. 3 - умовно не показано) і клинопасову передачу 8.

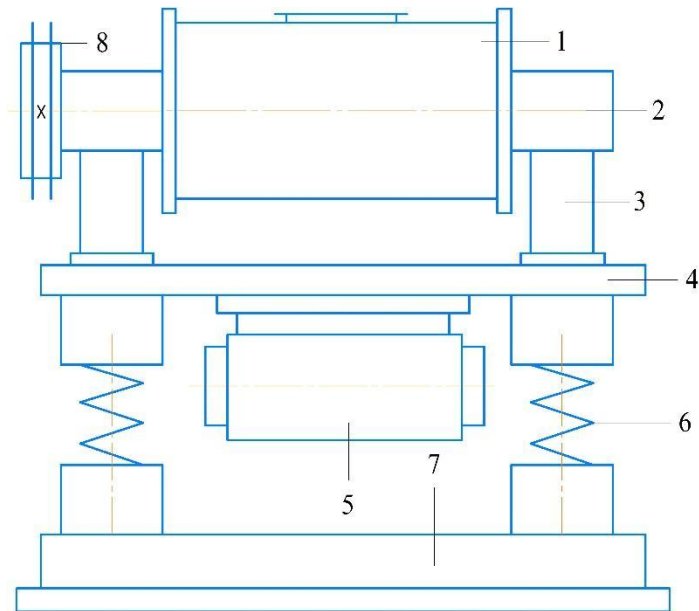


Рис. 15.3. Конструктивна схема віброобертового млина:

1 – барабан; 2 – вузол підшипника; 3 – стійка; 4 – віброплита; 5 – вібратор;
6 – пружина; 7 – плита; 8 – клинопасова передача.

Запитання для перевірки

1. Чому технологія перероблення тари й пакувальних матеріалів є одним із пріоритетних напрямів розвитку науки й техніки?
2. Яка роль гарного пакування у виробництві і реалізації товарів?
3. Яка проблема виникає внаслідок високих темпів зростання споживання пакувальних матеріалів?
4. Які шляхи знищення та утилізації полімерних відходів існують?
5. Які особливості знищення відходів пакувальних матеріалів на основі поліетилентерефталату (ПЕТФ, PET)?
6. Яка основна проблема у поводженні з полімерними відходами?
7. Які технології дозволяють розділити полімерні відходи на компоненти?
8. Якими способами здійснюється сортування полімерних відходів?
9. Які основні методи утилізації полімерних відходів?
10. Які переваги мають термічні методи утилізації полімерів, зокрема піроліз?

11. Які методи вторинного перероблення використовуються для утилізації ПЕТФ-відходів?
12. Якими способами можна використовувати вторинну сировину з ПЕТФ-відходів?
13. Які види виробів можуть бути виготовлені з вторинного поліетилентерефталату?
14. Як працює технологія "пляшка в пляшку" при вторинній переробці ПЕТФ?
15. Які основні напрямки використання вторинних полімерів, зокрема ПЕТФ, у виробництві будівельних матеріалів?
16. Які операції можуть бути виконані за допомогою устаткування для подрібнення в переробній промисловості?
17. Які типи робочих органів використовуються в дробарках?
18. Для яких цілей використовуються молоткові пристрої у дробарках?
19. Які особливості мають консольно-стрижневі насадки і як вони застосовуються?
20. Як працює ножовий подрібнювач і які фактори впливають на якість подрібнення матеріалів?

РОЗДІЛ 12.

ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ПОЛІГРАФІЇ: МЕТОДИ ТА ПРИНЦИПИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ.

Управління відходами у поліграфії є важливим аспектом екологічної відповідальності та сталого розвитку цієї індустрії. Мета перероблення та утилізації відходів полягає у зменшенні екологічного впливу, оптимізації використання ресурсів та підтримці біорізноманіття.

Основні методи перероблення відходів включають рециклінг паперу та пластику. Папір піддається переробці, що дозволяє зменшити споживання нової деревини, води та енергії. Пластик також можна переробляти, щоб зменшити обсяг пластикових відходів, які потрапляють на звалища чи у моря та океани.

Техніки управління відходами зосереджені на стратегіях мінімізації відходів, таких як зменшення, повторне використання та рециклінг. Оптимізація процесів, таких як друк на обох сторонах паперу, використання екологічних матеріалів та зменшення відходів в процесі виробництва, може сприяти ефективному управлінню відходами.

Рекомендації для утилізації відходів у поліграфії включають регулярний моніторинг, оцінку та вдосконалення практик управління відходами, а також впровадження найкращих доступних технологій та практик. Це також включає сприяння культурі рециклінгу та екологічної освіти серед працівників та споживачів, щоб забезпечити широке розуміння та участь у сталих практиках управління відходами.

Кількість макулатури в будь-якій країні прямо залежить від рівня споживання паперу на душу населення. В Україні цей показник зараз складає близько 35 кг, що в 8-10 разів нижче в порівнянні з Німеччиною і США.

Вже зараз за оцінками фахівців в міських відходах, що вивозяться на сміттєві полігони, близько 40% припадає на макулатуру. З макулатури можливо виготовити:

- Випуклі прокладки для перевезення яєць;
- Коробки, що закриваються для яєць;
- Пакування для скляних і ПЕТ-пляшок, консервів, оргтехніки, електроприладів, сантехніки, піддони для овочів, фруктів, медичних

інструментів, горщики для розсади, декоративні панелі для стін і стель та ін.

Товаровиробники все більше використовують тару з макулатури. Одним з головних факторів переваги пакування з макулатурної маси є те, що вона жорстка, а не м'яка. Річ у тому, що при пакуванні виробів складної конфігурації виробники стикаються з проблемою: для захисту товару при транспортуванні потрібно, щоб він був надійно закріплений всередині пакування, а сама вона була досить твердою, щоб гасити удари й вібрацію.

Деталі

Перша установка була зроблена в 1996 р. і мала продуктивність 360 виробів за годину. Були розроблені та впроваджені у виробництво сушарки контейнерного типу, що працюють на електроенергії, газі, дизельному пальному.

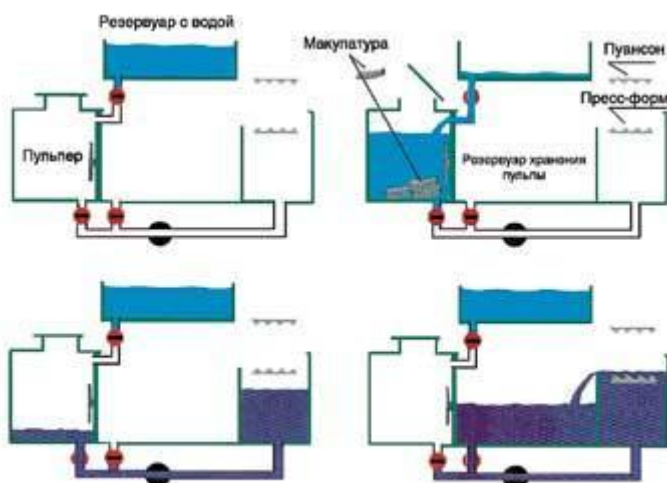
Контейнерна сушарка становить собою камеру з регульованою температурою нагріву, куди на спеціальних візках завозяться вологі вироби.

Цим видом сушарок комплектуються верстати з ручним вивантаженням вологих виробів. Час сушіння «прив'язано» до продуктивності обладнання. Так, сушарки різних типів за годину висушують від 360 до 720 виробів,

Більшій продуктивності відрізняються верстати з автоматичним вивантаженням вологих виробів, які комплектуються конвеєрною сушаркою. У цьому разі вироби автоматично вивантажуються на стрічку транспортера, який проходить всередині сушильної камери. На виході з неї - вироби абсолютно сухі. Продуктивність таких сушарок також «прив'язана» до продуктивності верстата. Види палива - ті ж.

Для закріплення при перевезеннях вироби складної форми в картонній коробці використовують складні вкладки, які здорожують тару.

Варіантом міг би стати пластик, з якого можна виготовити пакування



будь-якої форми, але це занадто дорого. Крім того, внутрішня поверхня повинна бути по можливості м'якою, щоб виріб не подряпати, отже, дорогим і складним вантажам потрібно додатковий захист на зразок бульбочкової плівки.

Таким чином, пакування з

макулатури може бути оптимальним варіантом для пакування продукції різної конфігурації такої, як вироби електронної промисловості починаючи з мобільних телефонів, фенів для волосся і закінчуючи СВЧ-пічками й системними блоками для комп'ютерів (розкид за габаритами досить широкий), картриджі для оргтехніки, пакування для електричних ламп та інструментів (викруток, паяльників і т. д.)

Як вони транспортуються зараз? Ті вироби, які виробляються в Україні (а оргтехніка та електроніка у нас практично не виробляються), упаковуються переважно в гофрокартон, пінопласт або пластик. Більшість же перерахованих вище імпортованих виробів упаковуються в тару з переробленої макулатури. Пінопласт практично не переробляється, в природному середовищі не розкладається, горючий, а при горінні виділяє речовини, які приводять до задухи.

Про пакування з різних пластиків можна сказати те ж саме (за винятком виділення шкідливих продуктів горіння), плюс її відносна дорожнеча (сировина).

Папір і картон не забезпечують зберігання виробів у неушкодженому стані під час транспортування і складування.

Ще однією перевагою пакування з макулатури є її «екологічність» - вона не містить шкідливих домішок, виробляється з вторинної сировини й легко переробляється. Нарешті, однією з головних переваг пакування з макулатури є низька собівартість, завдяки якій такі вироби можуть замінити навіть гофрокартон, що використовується як прокладки на євро піддони при перевезенні акумуляторів, листового скла, меблів і т. п.

Якщо 1 м² гофрокартону, який використовується для даних цілей, коштує 7-8 грн, то прокладка з макулатури - близько 1,5 грн за м².

1. Процес починається в гідророзбивачі (пульпері). Макулатура завантажується в нього, після чого додається вода. Приблизно через 10-15 хвилин пульпа готова.

2. З гідророзбивача пульпа надходить у формувальну секцію, звідки її надлишок видаляється в резервуар для зберігання, забезпечений мішалкою. З даного резервуара пульпа, за потреби, знову надходить у формувальну секцію.

3. Процес формування відбувається таким чином: пресформа рухається вниз і занурюється в пульпу. Під дією вакууму частки целюлози осідають на сітці пресформи, формуючи, таким чином, вологий виріб.

Звільнена вода надходить в резервуар для її зберігання, звідки за потреби подається в пульпер. Далі пресформа зі сформованим виробом рухається вгору, і в точці зустрічі пресформа й пуансона вологий виріб за допомогою стисненого повітря переноситься на нього.

Далі пуансон за допомогою стисненого повітря скидає вологий виріб на конвеєр сушарки (у моделях з автоматичним вивантаженням вологих виробів), або на приймальний лоток (моделі без автоматичного завантаження), який потім поміщається в контейнер сушильної камери (у моделях з ручним вивантаженням вологих виробів). Потім пуансон повертається у вихідне положення, і процес починається заново.

4. Вологі вироби далі надходять в сушильну установку, потім в зону складування. Складування виробів у штабелі здійснюється вручну. Можливе використання автоматичного укладальника. Сформовані світові ціни на дане устаткування дуже високі. Наприклад, лінія потужністю у 2 тис. виробів на годину коштує близько 1 млн дол. США.

«Пакувальні новації», в першу чергу з'являються в харчовій промисловості, якщо говорити про ті ж коробочки для яєць (особливо що закриваються, розрахованих на 10 шт.). Крім товарного зовнішнього вигляду (гладка поверхня, барвисті наклейки або написи, отвори для огляду вмісту), дана пакування приваблює тим, що не містить ніякої «хімії», яка може потрапити в яйце через пористу шкаралупу. У цьому головна перевага цього пакування перед пропонованою, зараз на ринку, пластикової коробки для яєць.

Принцип роботи

У процесі виробництва тари та пакування використовується макулатура і вода. Вид пакувальних виробів може бути практично будь-яким. Все залежить від того, яка застосовується матриця. Відповідно, чим більше матриць є у виробника, тим різноманітнішим асортиментом продукції. Час заміни однієї матриці на іншу складає близько 30 хвилин. На першій стадії макулатура, що становити собою старі газети й журнали, картонні коробки, старі яєчні прокладки, гофроящики, обрізки друкарського і сигаретного паперу і т. ін., завантажується в місткість (пульпер) і заливається водою до певної позначки.

Головна вимога до макулатури - це відсутність сторонніх предметів (скріпок, каміння, склеювальної стрічки, яєчної шкаралупи й т. ін.), які можуть пошкодити робочу поверхню матриці.

Далі включається двигун, який приводить в рух рубаче колесо пульпера, і через 10 хвилин перша порція отриманої маси (пульпи) готова до формування. Пульпа помпою подається в формувальну секцію, а в пульпер, що звільнився завантажується чергова порція макулатури й води.

У формувальній секції в автоматично заданому режимі переміщується вгору-вниз матриця. У нижньому положенні вона заповнюється пульпою, в середньому відбувається формування виробу за допомогою вакууму, у верхньому положенні виріб переноситься з матриці на пуансон, після чого матриця знову переміщується в нижнє положення.

Завдання оператора - підставити приймальний лоток, на який з пуансона здується повітрям вологий виріб, і помістити лоток на візок, що після заповнення відвозить лотки у сушильну камеру. Час одного циклу - 7-12 с. Процес виробництва - замкнутий, ніщо не викидається і не виливається. Вода після віджимання виробу при формуванні вакуумом надходить в бак, звідки за потреби заливається в пульпер. Спеціальних очисних споруд не потрібно.

Таблиця 16.1. Основні технічні характеристики установок «Воймега», призначених для перероблення макулатури в різні види тари та пакування.

Назва	Продуктивність	Кількість робітників	Витрати макулатури	Витрати води	Електроенергія	Матриця	Вивантаження
Воймега-360	360	2	25	70	25	1	Ручне
Воймега-720	720	2	50	140	45	2	Ручне
Воймега-1080	1080	2	65	210	50	3	Автомат
Воймега-1440	1440	2	105	300	100	4	Автомат
Воймега-1800	1800	3	130	370	100	4	Автомат (ротор)
Воймега-3600	3600	3	260	740	125	8	Автомат (ротор)

При виробництві паперу і картону на фільтрах водоочисних споруд целюлозно-паперових комбінатів (ЦПК) осідає і накопичується так званий «скоп» - маса, що складається з целюлозних волокон, глини, різних органічних і неорганічних домішок.

На утилізацію скопа ЦПК змушені витратити досить значні суми. Представлена технологія дозволяє використовувати скоп як сировину для виробництва пакувальних виробів на установках «Воймега». Дана технологія представляє інтерес як в екологічному, так і в економічному аспекті, оскільки дозволяє значно знизити собівартість виробів, що випускаються.

Ця технологія дозволяє ЦПК отримувати прибуток із сировини, яка раніше вивозилося на звалище.

- **Фарбування в масі;**
- **Тиснення по поверхні;**
- **Друк**
- **Наклейка етикеток.**

Найдешевший спосіб декорування - фарбування в масі (необхідно тільки придбати барвник). Приклад подібного роду декорування - широко розповсюджені піддони фіолетового кольору для фруктів.

Для нанесення друку використовується стандартне обладнання. Враховуючи те, що в багатьох країнах світу в останні роки обмежений продаж товарів в пластиковому пакуванні, або підвищені тарифи на неї обладнання по переробленні екологічно чистої макулатури набуває ширшого застосування.

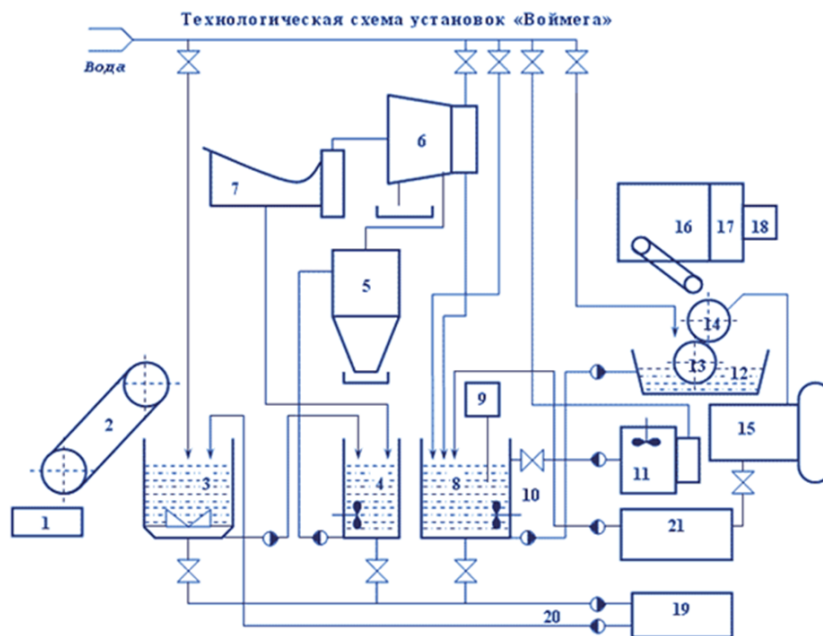


Рис. 16.1. Структурна схема обладнання для виготовлення виробів з макулатури

Технологічна частина

Макулатура, яка використовується для виготовлення горбкуватою прокладки (вироби) макулатура зважується на вагах 1 і по стрічковому транспортеру 2 подається в пульпер 3 (підготовлювач паперової маси), в якому папір змішується з водою за допомогою активатора. На цій першому ступені паперова маса має дуже високу концентрацію.

Потім високо концентрована паперова маса з пульпера 3 за допомогою помпи подається в бак 4, де змішується із заздалегідь поданою водою, і консистенція паперової маси доводиться до 4%, ретельно перемішується і далі помпою транспортується в очищувач маси 5 (циклон), де паперова маса очищується від важких включень (скло, камінці тощо), помпою маса транспортується до універсального сортувача 6.

Універсальний сортувач являє собою пристрій, де брудна паперова маса (макулатура) розділяється на 3 частини - паперову масу (розділену на волокна), що йде в формувальну секцію 12; паперову масу, що йде на вібросито 7; масу, яка містить великі частки (скотч, камені, скріпки тощо), що скидаються в тару для відходів.

Отже, частина паперової маси з водою через вібросито 7 надходить назад у бак 4, а відсортоване волокно паперової маси надходить під тиском у бак 8. Також відбувається відсів сторонніх предметів з паперової маси (скло, скотч, скріпки, поліетилен тощо), які збираються в контейнер і далі утилізуються на звалище.

Очищена паперова маса подається в бак 8, де її консистенція за допомогою універсального пристрою автоматичного регулювання - концентратоміра 9 з пневмоклапаном 10 доводиться до 1%.

За допомогою додаткового пульпера-місткості 11 готується суміш хімікатів для додання виробу міцності й водостійкості й подається в місткість 8. Далі підготовлена 1% паперова маса подається в місткість формувальної секції 12. Формувальна машина має два ротори.

Ротор 13 - формувальний, ротор 14 - передавальний. Обидва ротори виготовлені з сталевого корозійностійкого лиття. На роторах 13 і 14 кріплять відповідно форму і матриці.

Машини приєднані до вакуумної системи 15. Формні матриці, закріплені на роторі, проходячи через наповнену 1% паперовою масою місткість 12 допомогою вакуумної системи формують виріб, який ротором 14 знімається і вкладається на транспортер.

Далі виріб подається в сушильну піч 16. Сформовані вироби проходять сушильну піч у шість шарів: мокрі вироби надходять у піч зверху, а висушені вироби виходять з печі знизу.

Гаряче повітря протікає через піч зверху вниз і рухається за допомогою напрямних пластин уздовж, між шарів продукту. Транспортувальні ланцюги в печі приводяться від двигуна формувальної машини. Гаряче повітря підводиться від повітронагрівника.

Стінки сушарки складаються з двох пластин, простір між якими заповнено жаростійким ізоляційним матеріалом. Подача теплової енергії забезпечується внаслідок спалювання природного газу в пальнику 18 і віддачі тепла в повітронагрівачі 17.

Продуктивність повітронагрівача відповідає потребам сушильної печі щодо випаровування. Кількість повітря, що віддається відповідає кількості повітря для пальника і подачі свіжого повітря.

Подача свіжого повітря здійснюється за допомогою двох клапанів з ручним керуванням на вхідній стороні ре циркулярної повітродувки. Повітря, що циркулює безпосередньо нагрівається; пальник вбудовано у верхній повітряний канал.

Для оборотного водопостачання вакуумної системи призначена місткість 21. На час виконання ремонтно-профілактичних робіт паперова маса з резервуара підготовки (поз. 3, 4, 8) подається помпами в місткість 19. У цю місткість також стікає надмірна вода і вода від миття технологічного обладнання по трапах, змонтованих в підлозі приміщення за бажанням замовника.

У разі поновлення роботи лінії паперова маса і вода з місткості 19 помпою 20 подається знову в пульпер 3 для початку технологічного процесу. Скидання води в каналізацію немає.

Макулатура

Суміш з газет, ілюстрованих видань (максимум 30%) МС-10, МС-11 і картону (максимум 70%) МС-6.

Спеціальні добавки й хімікати в технологічному процесі не потрібні. Вони служать виключно для зміни властивостей кінцевого продукту відповідно до побажань Замовника.

Виробнича потужність.

Продуктивність роторного вузла становить приблизно 30 тактів на хвилину і кількість виробів, що випускаються залежить від числа матриць, розташованих на гранях ротора. Щоб реально визначити вихід продукції, треба виходити з 23 робочих годин на добу і 340 робочих днів у році.

При меншій кількості робочих днів або більше короткому добовому робочому часі дані значення треба, відповідно, зменшити. Обладнання

сплановано і сконструйована таким чином, щоб працювати 7 днів на тиждень по 24 робочих годин на добу.

Для досягнення максимальної ефективності машина повинна експлуатуватися в безперервному режимі роботи. При визначенні загальної кількості робочих днів треба враховувати відпускні дні й час простою внаслідок проведення робіт з технічного обслуговування.

Також для реальної оцінки кількості робочих днів необхідно брати до уваги можливі втрати робочого часу через, наприклад, брак замовлень або аварій. Продуктивність 30 тактів на хвилину дійсна для нормальної якості виробів, виготовлених з нормальної паперової маси.

При виготовленні товстіших виробів потрібно більше часу для формування та сушіння, що призведе до зниження продуктивності.

Для виробництва закритих контейнерів для яєць потребує додаткового обладнання, так званий «гарячий пресувальник».



Рис. 16.2. Опис принципу роботи обладнання для гарячого підпресування виробів: стрілкою позначено напрямок руху транспортера з виробами

Сформовані й висушені в сушильній камері вироби по транспортеру спочатку надходять в зону змочування, де вони сприскуються водою. Сприскування необхідно для додання виробам більшої пластичності при пресуванні, і здійснюється шляхом розпилення рідини з кількох форсунок.

Далі зволожені вироби надходять власне в машину гарячого підпресування. Підпресування проводиться двома матрицями (верхній і нижній), що нагрівається до температури 140° С.

В результаті даного підпресування вироби набувають рівну гладку поверхню, придатну для нанесення друку або наклеювання етикеток, а також

точні контури й розміри, необхідні для укладання виробів в стоси, і додають виробам «товарний вигляд».

У зоні вивантаження вироби укладаються в стоси. Всі перераховані вище операції здійснюються в автоматичному режимі.

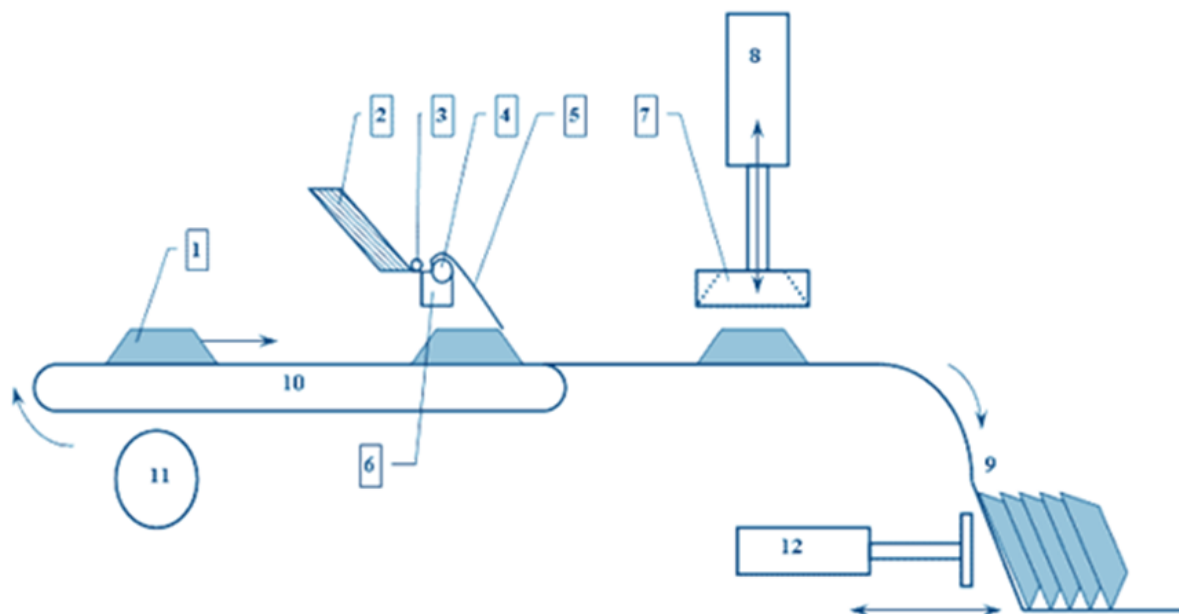


Рис. 16.3. Принцип роботи пристрою для наклеювання етикеток і укладальника готових виробів: 1 – Виріб; 2 – Стопка етикеток; 3 – Ролик подачі; 4 – Клейовий валик; 5 – Етикетка з клеєм; 6 – Ванна з клеєм; 7 – Форма обтиску; 8 – Пневмоциліндри; 9 – Склиз; 10 – Транспортер; 11 – Привід транспортера; 12 – Пневмоциліндри; Стрілками показаний напрямок руху виробів на транспортері.

Запитання для перевірки

1. Як залежить кількість макулатури в країні від рівня споживання паперу на душу населення?
2. Яка частка макулатури міститься у міських відходах, які вивозяться на сміттєві полігони?
3. Які вироби можуть бути виготовлені з макулатури?
4. Які переваги має пакування з макулатури порівняно з іншими матеріалами?
5. Яке устаткування використовується для сушіння вологих виробів з макулатури?
6. Які етапи включає процес формування виробів з макулатури?
7. Яким чином здійснюється видалення надлишку пульпи в формувальній секції?

8. Як відбувається формування вологих виробів з пульпи?
9. Яким чином вологі вироби переносяться з пресформи на пуансон?
10. Як проходить подальша обробка вологих виробів після формування?
11. Які матеріали використовуються для виробництва тари та пакування?
12. Яка вимога до макулатури, що використовується для виробництва?
13. Які етапи включає процес формування виробів з макулатури?
14. Як здійснюється переміщення виробів з матриці на пуансон?
15. Які основні технічні характеристики установок "Воймега" для перероблення макулатури?
16. Які етапи включає процес виготовлення горбкуватих прокладок з макулатури?
17. Яким чином змішується макулатура з водою для створення паперової маси?
18. Як проводиться очищення паперової маси від важких включень?
19. Які функції виконує універсальний сортувач у процесі виробництва?
20. Які етапи включає процес сушіння виробів після формування?
21. Як залежить вихід продукції від числа матриць у роторному вузлі?
22. Які фактори можуть вплинути на продуктивність обладнання для виготовлення виробів з макулатури?
23. Як виготовлені вироби піддаються гарячому підпресуванню? Як цей процес відбувається?
24. Які переваги мають вироби після гарячого підпресування?
25. Яким чином здійснюється наклеювання етикеток та укладання готових виробів в стоси?

РОЗДІЛ 13.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ПОЛІГРАФІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА.

Енергоефективність у поліграфічному виробництві стає ключовим пріоритетом у сучасних умовах, спрямованих на оптимізацію ресурсів і зменшення впливу на довкілля. Метою є мінімізація споживання енергії через використання новітніх технологій та методів, що допомагають знизити витрати та забезпечити більш сталий виробничий процес.

Ключові методи зниження енергоспоживання у поліграфічному процесі включають удосконалення обладнання, автоматизацію виробничих процесів і використання енергоефективних матеріалів та технологій. Важливо також регулярно проводити ревізію та оновлення виробничих процесів з метою ідентифікації можливостей для зниження енергоспоживання.

Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, можуть бути інтегровані у поліграфічне виробництво як частина стратегії енергоефективності. Це не тільки допомагає знизити вуглецевий слід, але й сприяє незалежності від нестабільних ринків фосильних палив.

Практичні рекомендації щодо впровадження енергоефективних рішень на поліграфічних підприємствах включають розробку та реалізацію комплексних планів енергозбереження, навчання персоналу принципам енергоефективності, та впровадження систем моніторингу та контролю за споживанням енергії для неперервного вдосконалення.

Екологічна безпека сучасного підприємства – один із ключових моментів, що дозволяють судити про відповідальність компанії перед суспільством. Не секрет, що поліграфія здавна асоціювалася у людей із забрудненням природи, негативним впливом на здоров'я людини та повним переліком таблиці Менделєєва.

Останні роки у цій галузі дуже багато змінилося. Відповідь на питання, якою мірою ці зміни скоротили вплив на екологію та людину, як і раніше, має вкрай туманний зміст. Сьогодні все частіше у міжнародній пресі можна чути дискусії щодо ролі сучасних друкарень у покращенні екології видавничого бізнесу.

Розглянуто практичний досвід поліграфічних комбінатів впровадження у виробництві деяких очисних та енергоощадних технологій, застосування

яких вивело підприємства на чільне місце екологічної безпеки серед українських друкарень.

Екологічна безпека в друкарнях багато в чому досягається внаслідок декількох основних процесів – енергоощадження, очищення повітря від паперового пилу з його подальшою утилізацією, а також регенерації та утилізації робочих розчинів, які застосовуються при виготовленні друкованих форм та друкованих процесів. Рішення щодо екології були прийняті ще на етапі проектування друкарень, це було однією з вимог власників компанії.

1. Енергоощадження на поліграфічному підприємстві досягається внаслідок постачання газових сушильних пристроїв Dual Dry фірми MEGTEC Systems S.A.S., якими обладнано рольові друкарські машини, системами рекуперації тепла.

2. Суть цього рішення полягає в наступному: гранично очищене від сольвентів (шкідливих хімічних елементів) гаряче повітря після пристрою допалювання сушильного пристрою не викидається в атмосферу, як це зазвичай практикується, а потрапляє в спеціальний теплообмінник. У теплообміннику гарячі гази нагрівають воду, яка надходить у первинний контур опалювальної системи підприємства.

Таким чином знімається частина навантаження на котли опалювальної системи. Скорочується витрата природного газу, а разом із цим і викидів в атмосферу продуктів горіння газу. Пристрої термopовітряного сушіння оснащені системою контролю за охороною навколишнього середовища за нормативами Всесвітньої організації охорони здоров'я (VOC). Теплообмінником сушильній пристрій обладнується опційно. Якщо говорити про витрати, то вартість друкарських машин збільшується на частку % від первісної ціни, а економія витратах окупається максимально за 2 роки. З огляду на динаміку подорожчання енергії ймовірність меншого терміну окупності підвищується в рази.

3. Очищення повітря від паперового пилу з подальшою утилізацією. Брошурувальні цехи підприємств оснащені системою пневмотранспортування обрізків паперу та пилу від технологічного обладнання. Далі, відходи спеціальними трубопроводами, за допомогою вентиляторів, віддаляються від обладнання і надходять на ділянку пресування.

Вона оснащена обладнанням німецьких фірм Kramer та HSM. Перед надходженням у прес, паперові обрізки відокремлюються від повітря та надходять у пакувальні преси фірми HSM. Повітря, що містить паперовий

пил, подається до системи аспіраційного очищення фірми Kramer. За допомогою спеціальних рукавних фільтрів тонкого очищення повітря очищається від пилу. За даними фірми Kramer, ступінь очищення досягає 99,9%.

Тобто повітря, що пройшло очищення, може знову подаватися у виробничі цехи. Це дуже важливо, особливо в зимовий час, коли на обігрів повітря, що подається в цехи, витрачається величезна кількість енергії, а отже, і засобів. При цьому знову ж таки значно скорочується витрата природного газу в опалювальних котлах і, відповідно, викидів в атмосферу продуктів горіння газу.

Рукавні фільтри в міру їх заповнення паперовим пилом періодично автоматично очищаються. Пил надходить у спеціальний пристрій, де за допомогою води спресовується у брикети. Зараз, у багатьох західних країнах, подібні брикети використовуються на самих підприємствах як тверде паливо. Як продукт безвідходного виробництва, брикети використовують у котлах, щоб одержати тепло. В умовах Першого поліграфічного комбінату, пилові паперові брикети, як наповнювач, реалізуються компаніям, що виробляють будівельні шпаклівки.

4. Регенерація та утилізація робочих розчинів, що застосовуються при виготовленні друкованих форм та у друкованих процесах. У частині технологічних процесів використовуються хімічні розчини, що поставляються на підприємства у спеціальних місткостях. Розчини, які використовуються під час виготовлення друкованих форм, поставляються в каністрах. У процесі роботи свіжий розчин, у вигляді порційної добавки, подається в технологічне обладнання, а така кількість відпрацьованого розчину видаляється в приймальну каністру з відпрацьованою речовиною

Відпрацьовані розчини вивозяться з підприємств на утилізацію. Розчини, що застосовуються в друкованих процесах, для змивки валиків та форм, регенеруються та знову використовуються за прямим призначенням. При досягненні певної забрудненості розчини також збираються в місткості й утилізуються. Таким чином, у навколишнє середовище, зокрема, у побутову каналізацію, технологічні та виробничі рідкі відходи взагалі не надходять».

Тут обмежили викиди руйнівних для озону летких органічних сполук, переробляючи побічні продукти рулонного друку із сушінням за допомогою сучасних регенеративних установок допалювання (технологія RTO, regenerative thermal oxidizer).

Компанії, в т. ч. поліграфічні, давно дотримуються вимог до охорони навколишнього середовища, підкоряючись вимогам до утилізації хімічних

відходів і викидів в атмосферу летких органічних сполук. Великою підмогою в цьому є спеціалізовані пристрої контролю та системи відновлення хімікатів.

Під біо розкладанням розуміється здатність матеріалу руйнуватися на складові в природних умовах під дією мікроорганізмів, ультрафіолету, радіації, що призводить до мікробіального засвоєння цього матеріалу. Очікується, що продукти біорозкладання, як правило, є різними сполуками вуглецю, азоту, сірки, повинні бути нетоксичними для навколишнього середовища.

Запитання для перевірки

1. Які технології використовуються для досягнення енергоощадження на поліграфічному підприємстві?
2. Яким чином гаряче повітря після сушильного пристрою утилізується на підприємстві?
3. Які процеси використовуються для очищення повітря від паперового пилу та його подальшої утилізації?
4. Якими системами обладнані брошурувальні цехи підприємства?
5. Як використовуються паперові пилові брикети, отримані з очищення повітря, на підприємстві?
6. Як відбувається утилізація робочих розчинів, що застосовуються при виготовленні друкованих форм та у друкованих процесах?
7. Які процеси регенерації використовуються для розчинів, що застосовуються в друкованих процесах?
8. Які технології застосовуються для зниження викидів руйнівних для озону летких органічних сполук у поліграфічних підприємствах?
9. Як компанії, зокрема поліграфічні, дотримуються вимог до утилізації хімічних відходів і викидів в атмосферу?
10. Що означає під біорозкладанням матеріалу і які очікувані результати біорозкладання для навколишнього середовища?

РОЗДІЛ 14.

ЕКОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ В ПОЛІГРАФІЇ: ПРОЦЕСИ, КРИТЕРІЇ ТА ВПЛИВ НА РИНОК ПОЛІГРАФІЧНИХ ПОСЛУГ.

Екологічні стандарти та сертифікація в поліграфії відіграють ключову роль у формуванні сучасного ринку поліграфічних послуг. Вони служать засобом об'єктивної оцінки практик підприємств, що базується на визначених критеріях та процесах, спрямованих на забезпечення сталого виробництва та мінімізацію впливу на довкілля.

Ключові критерії сертифікації охоплюють екологічну безпеку матеріалів, енергоефективність, управління відходами, якість продукції та соціальну відповідальність. Акцентується увага на повному життєвому циклі продукції, від вибору сировини до утилізації.

Аналіз впливу екологічних сертифікацій показує, що вони сприяють збільшенню конкурентоспроможності підприємств, надаючи їм ринкові переваги через покращення репутації та довіри споживачів. Це також стимулює інноваційність та ефективність бізнес-процесів.

Практичні аспекти впровадження стандартів обумовлені необхідністю адаптації внутрішніх процесів підприємств, розвитку корпоративної культури та підвищення обізнаності та компетентності персоналу у сфері екології.

14.1. Сутність, мета і об'єкти екологічної сертифікації. Екологічна сертифікація в західноєвропейських країнах. Екологічне маркування.

У всьому світі зростає усвідомлення того, що життя і діяльність людини на Землі можливі в гармонії з природою. Несприятливе екологічне становище в багатьох регіонах планети примушує людей займатися проблемами збереження навколишнього середовища.

Існуюча екологічна ситуація і тенденції її зміни, в більшості випадків, визначаються існуючою державною політикою в галузі охорони навколишнього природного середовища, промисловим виробництвом та господарською діяльністю взагалі.

Основна причина незадовільного стану полягає в низькій ефективності механізмів екологічного контролю та управління на промисловому виробництві, які переважно засновані на адміністративних методах.

Перспектива розвитку особливо великих підприємств, транснаціональних компаній - є сертифікація у відповідності з *ISO 9000* та *ISO 14000*, тобто отримання свідоцтва "третьої сторони" про те, що їх діяльність відповідає стандартам.

Підприємства захочуть отримати таку сертифікацію в першу чергу тому, що така сертифікація є однією з умов маркетингу продукції на міжнародних ринках (наприклад, згідно вимог *ЄЕС* на свій ринок допускати тільки *ISO* сертифіковані фірми).

Серед інших причин, за якими підприємству потрібна буде сертифікація та система екологічного менеджменту є покращення іміджу підприємства в галузі виконання природоохоронних вимог; економія енергії, ресурсів, в тому числі направлених на природоохоронні заходи, за рахунок більш ефективного управління ними; збільшення вартості основних фондів підприємства; бажання завоювати "зелені" ринки продукції; покращення системи управління якістю; залучення висококваліфікованих працівників.

Екологічна сертифікація підприємства це - діяльність з підтвердження відповідності об'єкта сертифікації природоохоронним вимогам, встановленим діючим законодавством, державним стандартам та іншим нормативним документам, в тому числі міжнародним та національним інших країн, введеним згідно законодавства.

Мета екологічної сертифікації - стимулювання виробників до впровадження таких технологічних процесів і розробки таких товарів, які в найменшій мірі забруднюють природне середовище і дають споживачеві гарантію безпеки продукції для його життя, здоров'я, майна та середовища проживання.

Для багатьох видів продукції екологічний сертифікат або знак є зумовлюючим фактором їх конкурентноздатності.

Об'єкти системи екологічної сертифікації. В Україні на сьогоднішній день екологічна сертифікація перебуває на початку свого розвитку. Але вже чимало зроблено в цьому напрямку. Так, встановлені об'єкти, що належать цій галузі. Вони поділяються на три групи:

- *продукція, процеси, роботи, послуги*, екологічні вимоги до яких містяться в державних стандартах, тобто вони підлягають обов'язковій сертифікації у відповідності з українськими законами;
- *об'єкти, які не можуть підлягати сертифікації* згідно правил системи УкрСЕПРО через екологічну специфіку;
- *навколишнє середовище* зі всіма його складовими, для яких не розроблені нормативні вимоги і сертифікаційні процедури.

Відсутність ясності в оцінці стану третьої групи стримує розвиток сертифікації об'єктів перших двох. Тут є певні проблеми.

Оцінку якості навколишнього середовища проводять різні відомчі організації, які представлені безпосередньо спеціалізованими природоохоронними органами, контролюючими органами, органами місцевого самоврядування, природо користувачами і деякими підрозділами Академії Наук.

Дані результати, подані різними сторонами, як правило, практично неможливо зіставити. Ціна помилок може бути надто високою, що вказує на користь сертифікації як об'єктивного та незалежного засобу оцінки відповідності. Для цього необхідна більш чітка класифікація об'єктів екологічної сертифікації.

Як видно з приведеної схеми, виділяються чотири види об'єктів: об'єкти навколишнього природного середовища; джерела забруднення навколишнього середовища; продукція природоохоронного призначення; екологічні інформаційні ресурси, продукти та технології.

Важливим питанням екологічної сертифікації є склад учасників, особливо якщо їх роль визначати в плані першої, другої і третьої сторін. Декрет «Про сертифікацію продукції та послуг» в даному випадку може бути застосований до тих об'єктів, які належать до продукції.

Об'єктами обов'язкової сертифікації виступають:

- системи управління оточуючим середовищем;
 - виробничі, дослідно-виробничі об'єкти, підприємства, що використовують екологічно небезпечні технології;
 - продукція, що може шкідливо впливати на довкілля на протязі всього життєвого циклу;
 - відходи виробництв та діяльність, що пов'язана з відходами.
- Актуальна сфера екологічної сертифікації - відходи.

Сертифікація в цій галузі направлена на усунення небезпечного впливу відходів на середовище проживання і максимальне їх використання в якості вторинної сировини. Важливо розвивати стандартизацію відходів, що безпосередньо пов'язано з сертифікацією.

Основні компоненти системи екологічної сертифікації:

- розробка екологічної політики і заяви щодо бажання досягти підприємством конкретної екологічної мети;
- оцінка існуючої ситуації, тобто вивчення характеристик діяльності, по відношенню до яких буде оцінюватись ефективність функціонування системи екологічного менеджменту;

- формування конкретних задач, що відповідають цілям екологічної політики;
- розробка екологічної програми, яка деталізує шляхи і стадії вирішення поставлених задач;
- проведення екологічного аудиту з метою періодичної перевірки вирішення поставлених задач та функціонування системи екологічного менеджменту.

Система екологічної сертифікації відіграє роль завершальної ланки в системі державного екологічного контролю, що включає попереджувальний блок (екологічна експертиза), що має на меті не допустити реалізацію проектів і програм, які можуть призвести до негативного впливу на НПС; блок ліцензування (видача дозволів на виконання робіт з обов'язковим дотриманням вимог при його реалізації); блок обов'язкової та добровільної сертифікації, що визначає ступінь відповідності реалізованих видів діяльності, продукції, і послуг вимогам природоохоронного законодавства.

Основними міжнародними законодавчими документами в галузі екологічної сертифікації є система стандартів *ISO 14000* та *ISO 9000*, що забезпечують зниження негативного впливу на оточуюче середовище на трьох рівнях: на рівні організації через покращення екологічної "поведінки" підприємств; на рівні країни через створення додаткових нормативних документів та нової екологічної політики; на міжнародному рівні через діяльність фірм, що мінімально впливають на НПС.

Законодавчими документами для створення ISO 14000 були:

- ◆ екологічний Акт та стандарт *BS 7750 (Specification for Environmental Management Systems)* - Англія;
- ◆ схема екологічного менеджменту і аудиту (*EMAS*) - Європейське Співтовариство.

Сертифікація підприємства є добровільною, а вигодою від впровадження системи екологічної сертифікації є раціоналізація споживання води, енергії, сировини, зменшення кількості відходів; досягнення відповідності вимогам природоохоронного законодавства; зменшення (відсутність) позовів, приписів, штрафів; становлення позитивного іміджу організації; реальне покращення екологічних характеристик діяльності.

Значні позитивні зміни сталися у рішенні проблеми сертифікації питної води, що також пов'язано з нормуванням вимог до цього об'єкта сертифікації. В 1995 р. прийнято державний стандарт «Якість води. Вода питна.

Контроль якості», розроблюється система сертифікації питної води, матеріалів, технологічних процесів та устаткування, яке застосовується в

господарсько-питному водопостачанні. Здійснюється сертифікація питної води, розфасованої в різні ємності.

14.2. Екологічна сертифікація в західноєвропейських країнах

В західноєвропейських країнах екосертифікація достатньо широко розвинена. Вона доповнює звичайну сертифікацію і майже завжди носить обов'язковий характер.

Франція. У Франції екосертифікація сільськогосподарської продукції заснована в законодавчому порядку в 1960 р., на її основі введені екознаки як за видами продукції, так і в окремих виробників або спілки виробників. Ці знаки отримали назву «червоні мітки» і були опубліковані для інформування споживачів.

Всі екознаки доповнюють національний знак відповідності NF. Принципи екосертифікації полягають в забезпеченні безпеки продукції для споживача та навколишнього середовища, відповідності європейській екосертифікації та обліку екологічної ситуації на ринках.

Основні правила екосертифікації Франції включають положення для споживачів проводити (по можливості) контроль на екологічність продуктів; до складу органу, який видає екосертифікати, обов'язково повинні входити споживачі і представники суспільних організацій з захисту навколишнього середовища; екосертифікація повинна охоплювати весь життєвий цикл продукції, яка сертифікується, та створювати економічну зацікавленість виробника в отриманні екосертифіката та ін.

Накопичений досвід дозволив ввести єдину національну систему екосертифікації, девіз якої - споживачі не повинні знати все про шкідливість продукції, але вони мають право на абсолютну впевненість, що продукція зі знаком NF найбільш безпечна у всіх відношеннях.

Німеччина. В Німеччині роботи з екосертифікацій почалися в 1974 р. Через декілька років був заснований екознак - прообраз теперішнього, відомого не менше в країні, «Блакитного янгола» (рис. 1.2.1).



Рис. 14.1. Екознаки:

а) екознак "Блакитний янгол"; б) модифікований екознак "Блакитний янгол"; в) Екознак "Зелена крапка"

Розвиток екосертифікації з присвоєнням знака «Блакитний янгол» багато в чому пов'язаний з програмою *ООН* по захисту навколишнього середовища. Продукція, маркована цим знаком, відповідає встановленій групі критеріїв, які гарантують її екологічну безпеку. Наприклад, автомобіль, який має екознак, обладнаний надійною системою очищення вихлопних газів.

Заслуговує на увагу процедура німецької екосертифікації. На початковому етапі публічно представляється продукція, яка претендує на екознак. Федеральне бюро з навколишнього середовища створює компетентну комісію, яка аналізує відгуки, дає замовлення Німецькому інституту гарантування якості і сертифікацій на розгляд заявки про екосертифікацію.

Технічні умови сертифікації розроблює Федеральне бюро з навколишнього середовища як центральний орган Системи. В розгляді заявки беруть участь Німецький інститут гарантії якості і сертифікації, Федеральне бюро з охорони навколишнього середовища,

Конференція німецької промисловості, асоціація торгівлі, експерти. За результатами розгляду заяви відпрацьовуються рекомендації для журі. Журі враховує результати всіх етапів, докази відповідності товарів виробника, відгуки організацій, призначених для участі в процедурі.

Екознаки, що раніше використовувалися лише в Німеччині, «Блакитний янгол» та «Зелена крапка» (рис. 1.2.1), стали загальноєвропейськими. Досить розповсюджений екознак «Зелена крапка» застосовуваний в системі заходів з попередження забруднення навколишнього середовища відходами.

Такий знак на упаковці вказує на можливість її переробки, тому цивілізовані споживачі викидають упаковку, марковану «Зеленою крапкою», в спеціальні контейнери.

Інші екознаки інформують споживача про різноманітні екологічні характеристики товарів, що продаються, що нерідко слугує основним критерієм їх вибору серед багато чисельних аналогів (рис.1.2.2)



Рис. 14.2.. Інформаційні екознаки

Під номерами рис. 14.2 стоять:

1. Екознак "Дослідження на придатність товару для харчових продуктів".
2. Знак, що означає виконання виробником вимог із збереження.
3. Екознак Японської асоціації збереження навколишнього середовища.
- 4-5. Знак "Ресайклінг", що закликає здавати упаковку для вторинної переробки.
6. Екознак, який проставляється на папері, отриманому з вторинної сировини (США).
7. Знак небезпеки товару для навколишнього середовища.

Отримавши сертифікат і право на використання екознака, підприємство-виробник може укласти контракт з Німецьким інститутом гарантування якості на рекламування свого підприємства. Сертифікація на знак «Блакитний янгол» не охоплює продукцію сільського господарства, фармацевтичну промисловість, побутового призначення, тому не виключений подальший розвиток та удосконалення екосертифікації.

Данія займає особливу позицію в Європі з питань захисту навколишнього середовища. Один із факторів, що пояснює це, полягає в тому, що її кордони безпосередньо прилягають до «основних забруднювачів» природи - країнам Східної Європи, Великобританії, Швейцарії. В країні діє закон, що регулює використання та виробництво хімічних продуктів і їх компонентів. В ньому містяться також й принципи екосертифікації.

Парламент Данії враховує всі дії ЄС в сфері екології на відміну від інших країн, наприклад Німеччини, де суспільство вважає екосертифікацію виключно національною справою кожної країни. Уряд Данії сприяє

застосуванню екознаків, але вважає, що це повинно мати добровільний характер, хоча самі знаки охороняються законом.

Датські споживачі вважають наявність екознака важливим аргументом при купівлі товару. Але оскільки застосування знаків не має обов'язкового характеру, є немало випадків введення його виробниками-спілками торговельників й окремими супермаркетами, що призводить до конкуренції екознаків на ринку Данії. І це також стимулює підтримку Данією екосертифікації в рамках ЄС та введення єдиного екознака.

В той же час Данія бере участь і в роботі регіональних організацій з стандартизації, сертифікації та акредитації - *ИНСТА*, *НОРДЕСТ* і *НОРДА*, які розробили регіональну систему екосертифікації, що будується на екологічних критеріях найбільш розвинутих країн, які розповсюджуються на всі стадії життєвого циклу продукції.

Принципи екосертифікації ЄС базуються на попереджувальних заходах:

- шкоду для навколишнього середовища потрібно відвертати в першу чергу шляхом знешкодження джерел забруднення;
- фінансова відповідальність осіб, через вину яких порушується екологічна рівновага;
- ефективність сертифікації має пряму залежність від критеріїв нешкідливості продукції, послуги, процесу або іншого об'єкта екосертифікації для навколишнього середовища;
- критерії екосертифікації повинні перевершувати за своєю суттю (всебічності, охоплення) параметри екологічності, які містяться в стандартах;
- визначити критерії екосертифікації можливо на основі широких маркетингових досліджень, які дозволяють встановити критерій для кожної конкретної групи товарів залежно від міри їх впливу на навколишнє середовище;
- на кожному етапі життєвого циклу продукції для визначення критеріїв екосертифікації необхідні вивчення рівня використання природних ресурсів, забруднення атмосфери, гідросфери та ґрунту, шкоди для лісів, полів, води, а також дослідження естетичних, чуттєвих (на дотик, на нюх) параметрів.

ЄС підкреслює добровільність європейської екосертифікації і її відкритий характер для всіх країн, що також не виключає й розвиток національної екосертифікації. Але в той же час в 1993 р. була прийнята *Директива ЄС*, що визнала переваги екосертифікованої продукції, що постачається на ринок - ціна її зростає в 2 рази.

Офіційний бюлетень Комісії ЄС періодично публікує екологічні критерії, які співвідносяться з кожною фазою життєвого циклу об'єкта сертифікації- від проектування до утилізації відходів. Інформація про критерії супроводжується даними про терміни придатності продукту та тривалості періоду застосування критерію.

Розробка системи екосертифікації в ЄС базується на німецькій системі екосертифікації на знак «Блакитний янгол». Таким чином, як вже вище зазначалось, не на всі види товарів розповсюджуються правила екосертифікації.

Встановлення видів товарів, які підлягають екосертифікації та маркуванню *екознаком ЄС*, критеріїв їх оцінки покладено на уповноважені державні органи країн-членів ЄС за участю представників промисловості, споживчих товариств, незалежних вчених, екологічних організацій, які об'єднуються на регіональному рівні в спеціальний консультативний форум.

Практична робота з присвоєння європейського екологічного знака проводиться на національному рівні, на якому здійснюються екологічні випробування на відповідність затвердженим критеріям та робиться висновок про присвоєння екознака. В ЄС прийнято екомаркування спеціальним знаком (рис. 6.1.3).

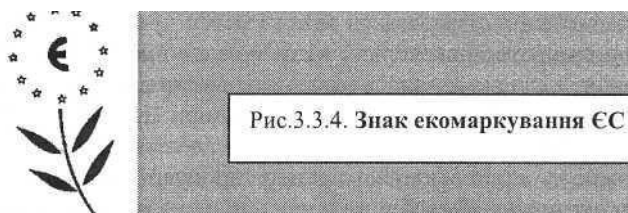


Рис. 14.3. Спеціальний знак екомаркування

Мета введення знака - достовірне інформування споживачів про екологічність продукту, що купується, та стимулювання виробників до дотримання норм та вимог по охороні навколишнього середовища. Екознак не розповсюджується на харчові продукти, напої та лікарські препарати. Ними маркують товари, що вміщують речовини та препарати, які за директивами належать до небезпечних, але в допустимих межах.

Колір знака може бути зеленим, блакитним, чорним на білому фоні (і навпаки). Для отримання права використовувати екознак виробник повинен надати продукт для оцінки його екологічності, чим зазвичай займаються органи з сертифікації, з якими необхідно укласти контракт по кожному виду продукції окремо.

Екознак активно використовується в рекламі і сприяє просуванню товару на ринок, позитивно впливаючи на конкурентні позиції продавця (виробника). Оскільки екологічні вимоги до товарів вельми актуальні, а знак безпосередньо впливає на рівень продажу, на сучасних ринках з'явилась недобросовісна конкуренція екознаків, зумовлена незаконним застосуванням екомаркування виробником, або винахідництвом нових та не відомих покупцям знаків. Це зашкоджує як споживачам, так власне і ідеї екосертифікації.

Таким чином, екознаки умовно можливо розділити на дві групи:

- екознаки, що інформують про безпеку продукції для здоров'я людини та навколишнього середовища. Сюди можна віднести знак «Блакитний янгол» та інші;
- знаки та надписи, що інформують про можливість переробки відходів (частіше це стосується упакування). Таким чином утилізуються відходи як вторинна сировина і охороняється природа. Іноді знаки цієї групи повідомляють про те, що виріб отримано з вторинної сировини (наприклад, пластмасові предмети).

До такого роду екознаків належить «Зелена крапка» (Німеччина); знак «Ресайклінг» (використовується в США, Великобританії, країнах північної Європи), що закликає здавати упаковку в приймальні пункти для наступної переробки.

Екосертифікація привертає увагу міжнародних організацій. Питаннями екологічного маркування та етикетування займається Міжнародна організація з стандартизації (підкомітет *ПК 3 ISO/TK 207* «Етикетування (маркування) в сфері навколишнього середовища»).

14.3. Екологічне маркування

В багатьох країнах все більше людей, які турбуються про своє здоров'я, бажають харчуватися продуктами, виробленими без застосування хімікатів, а також, почувавши свою відповідальність за стан навколишнього середовища і прагнучи сприяти його збереженню, намагаються використовувати машини, пристосування та матеріали, впродовж всього життєвого циклу (виробництво, застосування, утилізація) яких не завдала б шкоди природі або ж ця шкода була мінімальною. При цьому виникає проблема виділення екологічних предметів на фоні загальної кількості об'єктів, які використовуються.

Етикетка виробу може бути визначена як символи або текст чи їх комбінація, яка містить один або більше видів інформації про одну або

більше властивостей виробу. Типи інформації, які можуть бути наведені в етикетці (таблиця 14.1).

Таблиця 14.1. Типи інформації

<i>Повідомлення</i>	<i>Зміст етикетки</i>
Декларація про вміст	Харчові інгредієнти
Характеристика	Згідно з Європейською декларацією з електричної енергії
Експлуатація	Наприклад: "Заповнюйте тільки дистильованою водою"
Якість	Перший (другий) сорт
Безпека	Знак - <i>CE</i>
Застереження	Безпечно для дітей
Здоров'я	Алергія
Навколишнє середовище	Екоетикетка
Гарантія	Не іржавіє

Слід зауважити, що під час пропаганди законів про охорону *НПС* корисна наявність зображень-символів, здатних нагадувати про важливість природоохоронної діяльності, а також розпізнаватись та запам'ятовуватись. Тому існує необхідність екологічного маркування - наявності відповідних знаків і позначень. Зважаючи на те, що упаковка є невід'ємною частиною більшості сучасних товарів та носієм різноманітної інформації про них, більша частина екомаркування розміщується саме на упаковці. Наявне екомаркування упаковки розділяють на такі групи:

- знаки, що закликають до збереження природного середовища,
- знаки, які використовуються для позначення екологічності предметів,
- знаки, що відображають небезпечність предмета для довкілля.

Знаки, що закликають до збереження природного середовища трапляються на упаковці споживчих товарів і їх зміст зводиться до закликів не смітити, підтримувати чистоту та здавати відповідні предмети для вторинної переробки (рис. 3.3.5)



Рис. 14.4. Знаки, які закликають до збереження навколишнього природного середовища

Такі знаки можуть використовувати за основу зображення, які застосовуються для позначення екологічності предметів. Знаки "Ресайклінгу" (рис. 1.3.1,*a*) ставлять на виробках США, зокрема на предметах, які піддаються переробці та на предметах, виготовлених з вторинної сировини. Знак, зображений на рисунку 1.3.1,*б*, закликає не смітити (збирати та здавати використану тару у пункти переробки).

Знаки, які використовуються для позначення екологічності предметів в цілому або окремих властивостей. Наприклад, знак "Блакитний янгол", який вперше з'явився в Німеччині близько 20 років тому означає, що продукт є екологічно чистий. Центральна його фігура запозичена з емблеми Програми ООН з охорони довкілля (рис. 1.3.2,*a*).

Екологічно чисті прилади маркуються із знаком, показаним на рисунку 6.1.4,*в*, або близьким до нього. Поряд з екознаками, які використовуються в міжнародній або національній практиці, власні знаки екологічної чистоти створюють окремі фірми. Наприклад, виробник канцелярських товарів (маркерів, штампелів) компанія

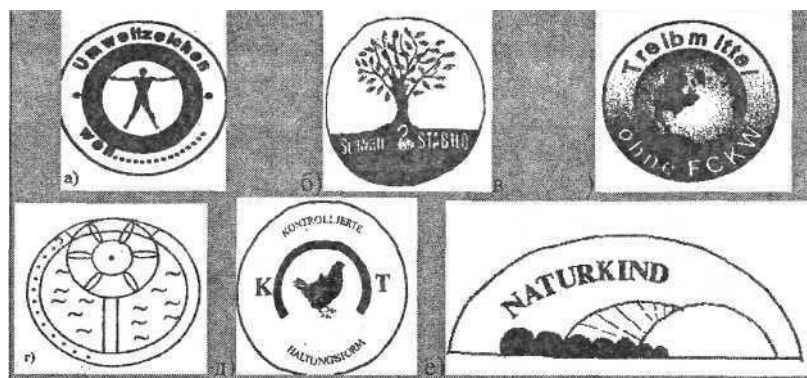


Рис. 14.5. Знаки для позначення екологічності предметів

"Schwam Stabilo" ставить на виробу знак, зображений на рисунку 14.5,*б*. Екологічно чисті пральні машини та машини для миття посуду фірми "Foron" відмічають знаком, зображеним на рисунку 14.5,*г*. Європейський ринок потребує продуктів, одержаних у результаті біологічних технологій вирощування.

Приблизно 10% австрійських та 2% німецьких господарів дотримуються принципів екологічного господарювання, яке є перспективною формою сільськогосподарського виробництва. В Німеччині реалізується більше 90 видів продуктів харчування, вирощених або виготовлених відповідно до екологічно контрольованих технологій. Така продукція позначається спеціальним знаком (рис. 14.5,б,д).

В Німеччині великі супермаркети мають власну систему біологічного етикетування продуктів харчування. Так, магазини Metro продають біологічні продукти під етикеткою "Nararkost; Cranes Land" ("Природна їжа зелених полів"), "Око-Garten" (на фрукти та овочі), "Bioland", "Naturland", "Eco-Vin" "Biopark". Ще один знак, який гарантує походження яєць від вільно утримуваних курей, - невелика кругла печатка з зображенням курки і літерами KAT, що означає "Спілка контрольованих альтернативних форм утримання тварин". Організація гарантує споживачам більшу впевненість стосовно якості тваринницької продукції (рис. 14.5,е).

Враховуючи тенденції розвитку країн, настрої громадськості, міжнародні відносини в даний час існує декілька уніфікованих підходів до екомаркування. В результаті такі дії повинні сприяти розробленню, виробництву та використанню виробів, які меншою мірою забруднюють довкілля впродовж усього життєвого циклу, та забезпеченню споживачів достовірною інформацією про екологічність продукту, що купується (рис. 14.5).



Рис. 14.6. Екомаркування:

- а) "Білий лебідь" - скандинавських країн)
- б) "Екознак" - Японії;
- в) приклад екознака фірми;

г) і д) знаки, які позначають предмети, що піддаються вторинному використанню.

Наприклад різноманітні знаки на предметах з пластиків (в основному з поліетилену), які відображають можливість їх утилізації з найменшою шкодою для навколишнього середовища; знаки на аерозолях, які показують відсутність речовин, що призводять до зменшення озонового шару навколо Землі (рис. 14.6,е,є,ж); екознаки різних фірм-виробників, які прагнуть зробити свій внесок в справу збереження довкілля і в той же час зробити за рахунок цього продукцію більш привабливою в очах споживачів; екознаки Японії, ФРН та Скандинавських країн; знаки, які позначають предмети, що підлягають вторинному використанню (ресайклінгу) та (або) одержані внаслідок вторинної переробки за циклом "створення-застосування - угалізація-відтворення" і т.д., ("Der Grune Punkt" - "Зелена Крапка") (рис. 14.6,з,д).

Прикладом створення об'єднань у галузі повторного використання є створення у ФРН з ініціативи Міністерства навколишнього середовища компанії "Der Grune Punkt Duales System Deutschland-Gesellschaft für Vermeidung und Sekundärstoffgewinnung (DSD).

В основі діяльності компанії є збір різноманітних використаних пакувальних матеріалів (скло, пластмаси, металів, паперу, картону) та відправка їх організаціям, які переробляють вторинні ресурси. Фінансову сторону такого об'єднання становить продаж права маркування упаковки товарів знаком "Зелена Крапка".

Цей знак означає, що: відповідна промисловість або компанія дає гарантію щодо приймання та вторинної переробки маркованого пакувального матеріалу; виробник або продавець маркованого товару підписали з фірмою DSD контракт на використання знака "Зелена Крапка" і вносять відповідну ліцензійну плату; після використання маркована знаком упаковка є власністю однієї з організацій, які діють в межах DSD.

Відомо, що основним джерелом побутових відходів є використані пакувальні матеріали. Проблема їх переробки реалізується за двома напрямками: забезпечення можливості повторного (багаторазового) використання засобів упаковки; вторинна переробка використаних пакувальних матеріалів з метою виробництва нової упаковки.

В рамках "Директиви Ради ЄС про упаковку та відходи від неї" серед багатьох питань викладені вимоги до маркування пакувальних засобів з

метою вирішення проблеми ідентифікації. Відповідно до цих вимог упаковка повинна бути маркована такими знаками (рис. 14.7).

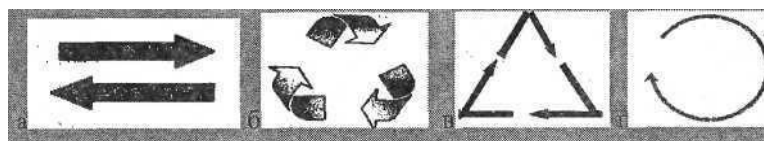


Рис. 14.7. Маркування упаковки:

- а, б) упаковка повторного або багаторазового використання;
- в) упаковка, що піддається вторинній переробці;
- г) упаковка, що частково або повністю виготовлена із вторинних ресурсів

При необхідності ідентифікації матеріалів, з яких виготовлена упаковка на неї наносяться цифрові або буквені позначення, які розміщуються в центрі або нижче двох знаків і характеризують вид матеріалу.

Петля М'юбіуса використовується різними способами і означає, що "продукція вироблена з вторинної сировини" або що "продукція може бути використана вдруге". Якщо поруч з цим символом стоїть цифра, це означає, що продукція вироблена з вторинної сировини і цифра означає відсоткову частку вторинної сировини у складі продукції.

Так, пластики позначають цифрами від 1 до 19, папір та картон – від 20 до 39, метали – від 40 до 49, дерево – від 50 до 59, текстиль – від 60 до 69, скло – від 70 до 79.

На думку екологів протягом найближчих років, застаріле комп'ютерне обладнання стане основним твердим сміттям, забруднюючим планету. Новий центр ШМ з переробки комп'ютерних відходів – ЮМ PC Recycling Service приймає будь-які деталі комп'ютерів.

Так, наприклад, за даними американського Центру захисту навколишнього середовища, в 1998 році з різних причин вийшли з використання 20,6 мільйонів персональних комп'ютерів, однак тільки 11% з них були пущені на повторне перероблення. Експерти центру передбачають, що до 2004 року кількість не використовуваних комп'ютерів може вирости до 315 мільйонів.

Згідно з дослідженнями екологів, зовнішня оболонка деяких деталей вінчестерів та моніторів може бути використана повторно, тоді як внутрішні деталі вимагають заміни та переробки, а саме вони і містять найбільш шкідливі для довкілля елементи: свинець, ртуть і кадмій.

Знаки, що відображають небезпечність предмета для довкілля і знаходяться на перехрещенні запобіжного та екомаркування (рис.1.3.5):

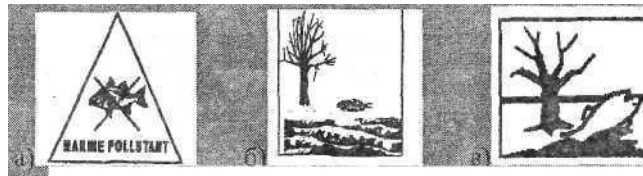


Рис. 14.8.. Знаки небезпечності предмета для довкілля:

На рис. 6.1.8. а) відображений спеціальний знак для позначення речовин, що небезпечні для морської флори і фауни під час їх перевезення водними шляхами; б) і в) відображений знак "Небезпечно для навколишнього середовища", який використовується в межах законодавства ЄС про класифікацію упаковки і маркування небезпечних речовин та препаратів.

Поряд із знаками екологічного маркування на ряді товарів можливо побачити знаки, що підтверджують їх якість. Наприклад, напій відповідає міжнародному стандарту якості *ISO 9000* (рис.1.3.6).

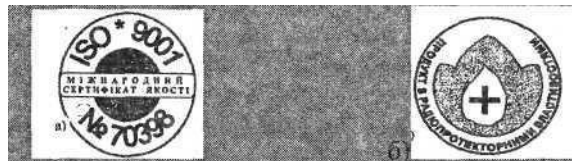


Рис. 14.9. Знаки, що підтверджують відповідність продукції:

а) міжнародному стандарту якості; б) інформаційний знак щодо якості продукції

ISO розпочала свою роботу з екологічного маркування в 1991 році через Стратегічну консультативну групу *ISO/IEC* з навколишнього середовища (*SAGE*), попередницю *ISO/TK 207*. Її дослідження визначили кілька програм і методів, які співіснують і часом конкурують на міжнародному ринку.

Щоб упорядкувати свою роботу в цій галузі, *SAGE* визначила кілька "типів" екологічного маркування. Коли в 1993 році *SAGE* поступилась місцем *ISO/TK 207*, ці визначення були прийняті підкомітетом *TK 207, ПК 3* з екологічного маркування. Класифікація екологічного маркування така: Тип 1, Тип 2 і Тип 3.

Екологічне маркування Типу 1 належить до програм "екомаркування", згідно з якими третя сторона – державний орган, недержавна організація чи

приватна компанія - встановлює вимоги до категорії продуктів або послуг і дозволяє придатним продуктам або послугам мати свій знак чи символ.

Програми Типу 1 запроваджені у ряді країн, регіонів і промислових груп. Національні програми, серед інших мають Німеччина, Канада та Японія, а Скандинавські країни – спільну узгоджену програму. Перелік завершують приватні програми, такі як "Сгееп Seal ("Зелене тавро") у Сполучених Штатах знаходяться на перехрещенні запобіжного та екомаркування. Приклади таких знаків зображені на (рис. 14.5).

ISO розробляє стандарт, який полегшить обмін інформацією та взаємне визнання таких програм. Робочий проект майбутнього стандарту *ISO 14024* "Керівні принципи, практика і критерії програм сертифікації" також буде корисним джерелом для організацій чи урядових установ, які розробляють нові програми.

Як усі стандарти, опрацьовані *ПК 3*, цей документ призначений для керівництва і координації програм, а не для створення конкуруючих систем. Спільний, гармонізований підхід до екологічного маркування полегшить міжнародну торгівлю і буде сприяти довірі споживачів.

Екологічне маркування Типу 2 охоплює ситуації", коли виробники бажають наголосити на особливих характеристиках своїх продуктів, таких як - "може бути повторно використаний" або "розкладається мікроорганізмами". Щоб споживачі мали довіру до цих термінів, вони повинні використовуватись чесно і узгоджено. Настанови щодо чесного використання екологічних знаків прийняті у більшості розвинутих країн і в деяких країнах, що розвиваються.

Етикетка Типу III створена для того, щоб надати максимально повну інформацію. Вона включає дані, які характеризують вплив продукції на навколишнє середовище протягом її повного життєвого циклу.

Такі дані збираються незалежним органом та подаються у простій формі на етикетці продукції. Інформація містить рейтинг продукції відносно таких показників як використання природних ресурсів, забруднення води та ґрунту відходами. Європейський Союз розробляє європейську екоетикетку, до якої будуть включені деякі характеристики етикетки Типу III.

Хоча керівні вказівки мають забезпечити узгодженість в межах країни, розповсюдження несумісних систем маркування в світі може ненавмисне перешкодити торгівлі між країнами. *ПК 3* розробляє нині стандарти, які допоможуть гармонізувати програми Типу 2 і таким чином запобігти подібним ситуаціям.

Один з проектів комітету є *ISO 14021* "Самопроголошення екологічних тверджень - терміни і визначення". Робота над іншим проектом, пов'язаним з символами екологічного маркування, розпочата в січні 1995 року.

Третій проект намітить методології випробувань і перевірку для застосування в маркуванні Типу 2. Крім документів, зазначених вище, *ПК 3* розпочав роботу над стандартом, у якому викладені головні принципи, придатні для всіх типів екологічного маркування.

Додаток 1

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БСК - біологічне споживання кисню.

ВООЗ - Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO).

ГДВ - гранично допустимі викиди.

ГДК - гранично допустимі концентрації.

ГДС - гранично допустимі скиди.

ГДН - гранично допустимі навантаження.

ГДР - гранично допустимі рівні.

ГДШВ - гранично допустимі шкідливі впливи.

ГДД - гранично допустима доза.

ГСТУ - галузеві стандарти.

ДДД - добова допустима доза.

ДСКН - державна служба контролю і нагляду.

ДСТУ - державні стандарти України.

ЕДК - еколого-допустимі концентрації.

ЕДН - еколого-допустимі навантаження.

БД - ефективна доза.

ЕЕД - ефективна еквівалентна доза.

ЄС - Європейський Союз (EU).

ЄАОД - Європейське агентство охорони довкілля (EEA).

ІЗА - індекс забруднення атмосфери.

ІЗВ - індекс забруднення води.

ЛОШ - лімітуюча ознака шкідливості.

НД - нормативні документи.

МДР - максимально допустимі рівні.

МОЗ - міністерство охорони здоров'я.

МТН - модуль техногенного навантаження.

ОРБВ - орієнтовно безпечні рівні впливу.

ПАВ - полі циклічні ароматичні вуглеводні.
СПАР - синтетична поверхнево активна речовина.
СТП - стандарти підприємства.
ССОП - система стандартів в галузі охорони природи.
ТК - технічні комітети зі стандартизації.
ТПВ - тимчасово погоджені величини.
ТУ - технічні умови.

Запитання для перевірки

1. Що означає екологічна сертифікація в поліграфії?
2. Які основні екологічні стандарти застосовуються в поліграфічній індустрії?
3. Які процеси в поліграфії підлягають сертифікації?
4. За якими критеріями оцінюється екологічна безпека поліграфічної продукції?
5. Як впливає екологічна сертифікація на ринкову конкурентоспроможність поліграфічних підприємств?
6. Як організовується процес сертифікації в поліграфії?
7. Чому важливо, щоб поліграфічна продукція відповідала екологічним стандартам?
8. Чи впливає екологічна сертифікація на вартість поліграфічної продукції?
9. Як екологічні стандарти та сертифікація впливають на вибір матеріалів для друку?
10. Які є міжнародні стандарти екологічної сертифікації в поліграфії?
11. Як впливає відповідність екологічним стандартам на репутацію підприємства?
12. Чи є обов'язковою екологічна сертифікація в поліграфічній індустрії?
13. Які переваги додає поліграфічному підприємству відповідність екологічним стандартам?
14. Як здійснюється контроль за дотриманням екологічних стандартів у поліграфічному виробництві?
15. Яке значення мають екологічні стандарти для захисту довкілля та споживачів?

РОЗДІЛ 15.

ВИКОРИСТАННЯ ВОДОРОЗЧИННИХ ТА БІОЧОРНИЛ В ДРУЦІ: АЛЬТЕРНАТИВИ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.

Водорозчинні та біочорнила в друкарській індустрії представляють собою інноваційні екологічні альтернативи традиційним чорнилам, які часто містять шкідливі речовини. Вони розроблені з метою мінімізації впливу друкарської діяльності на навколишнє середовище, зокрема, забруднення води та ґрунту.

Сучасні технології друку, які використовують ці чорнила, фокусуються на використанні безпечних, натуральних та біорозчинних матеріалів. Вони дозволяють отримувати якісну продукцію, зменшуючи при цьому екологічний слід від виробництва.

Аналіз екологічного впливу водорозчинних та біочорнил вказує на їх значно менший вплив на довкілля у порівнянні з традиційними чорнилами. Вони сприяють зниженню викидів шкідливих речовин, а також забруднення водних та ґрунтових ресурсів.

Водорозчинні та біочорнила мають ряд переваг, зокрема, вони безпечніші для працівників, зменшують ризик для здоров'я та сприяють збереженню біорізноманіття. Однак, їх впровадження також вимагає адаптації технологій, обладнання та підвищення кваліфікації працівників у сфері екологічних практик та стандартів.

Поліграфія заслужила репутацію виключно шкідливої галузі через використання у минулому шкідливих металів та розчинників. Свинець, олово та сурма застосовувалися для виготовлення друкованих форм, а бензол і толуол - як розчинники друкованих фарб. Раніше вважалося, що через це поліграфісти не доживають до пенсії. До щастя, час застосування цих речовин вже давно минув, і поліграфічне виробництво стало набагато безпечнішим, чим раніше.

Сучасні друкарні виробляють багато різної продукції: пакування, етикетки, книги, журнали та рекламна продукція. На жаль, у всього цього дуже обмежений термін придатності, і незабаром ця продукція виявляється в сміттєвому кошику.

Видрукований матеріал

Звичайно ж, основна екологічна загроза від поліграфічної продукції пов'язана із запечатуваним матеріалом, оскільки він становить понад 90%

маси всього виробу. Згідно зі статистикою, майже половина всього пакування - гнучке пакування з поліетилену та поліпропілену, що розкладаються у природі понад 100 років. При попаданні в навколишнє середовище вона погіршує екологічні обставини на багато десятиліть.

Як альтернатива пластикам пропонується використовувати екологічно безпечні матеріали, що запечатуються. У насамперед, це папір і картон, оскільки вони складаються з природної целюлози та піддаються природному розкладу.

Інша альтернатива – це біорозкладні пластики. Водночас, якщо організовано збирання та сортування сміття, можливо вторинне використання паперу, картону, пластику та металу після процесу перероблення.

Що стосується біорозкладних пластиків, то основною метою їх розробки було отримання пакування, яка розкладається в компост більш ніж на 90% за 6 місяців. При дотриманні цієї умови пакування в протягом року гарантовано піддається розкладанню, навіть якщо хтось залишив сміття у лісі. Цим вимогам задовольняють ряд сучасних промислових полімерів, отриманих з поновлюваних джерел сировини: полілактиди або полі молочна кислота, полігідроксикарбонати, похідні крохмалю або целюлози.

Деякі поліефіри та полівініловий спирт також можуть бути схильні до швидкого розкладання. Частка біорозкладних полімерів на ринку західних країн приблизно 10%, і вона неухильно росте щороку приблизно на 20% попри те, що ці полімери в рази дорожчі за синтетичні. Також збільшується частка запечатуваних матеріалів, отриманих з вторинної сировини або стандартних полімерів, виготовлених з поновлюваних джерел сировини, наприклад, поліетилен із біоетанолу. Таким чином, помітна позитивна тенденція, але вплив друкарень на цей процес незначний, оскільки вибір запечатуваних матеріалів зазвичай залишається за замовниками друкованої продукції.

Внесок поліграфічного виробництва

Процес поліграфічного виробництва складається з трьох основних стадій: додрукарська підготовка, друк та після друкарська обробка. Додрукарські процеси пов'язані із виготовленням друкованих форм. Використання полімерних і алюмінієвих форм дозволило відмовитися від свинцю та інших важких металів. Завдяки до вимивним та цифровим СТР-технологіям можна повністю відмовитися від розчинників у процесі

виготовлення друкованих матеріалів форм та трафаретних сіток. Сучасний додрукарський процес у більшості випадків можна назвати екологічно чистим.

При після друкарській обробці використовуються клеї, але їх витрата невелика й сучасні клеї, в основному, виготовлені з відносно безпечного полівінілацетату. Найголовніша проблема у після друкарській обробці - відходи різання та вирубки, але у більшості друкарень вже налагоджено контакт із партнерами, які займаються переробленням макулатури. Таким чином, додрукарські процеси та після друкарська обробка вже зробили значний внесок у підвищення екологічної безпеки поліграфічного виробництва, тому далі ми розглядатимемо лише процеси друку та лакування.

Оскільки у сучасній поліграфії лаки зазвичай використовуються безпосередньо після процесу друку і подібні з фарбами по своєму складу, то ми надалі будемо розглядати спільно лаки та фарби як єдину складову друкованого процесу.

Людство використовує велику кількість лакофарбових матеріалів. Найкращі поширені з них – будівельні та побутові, що займають більш ніж половину всього ринку. Також значний сегмент промислових покриттів для металу та дерева.

Споживання поліграфічних лаків та фарб набагато менше, тому основне екологічне навантаження лягає на будівельні та промислові покриття. Однак, необхідно враховувати вплив поліграфічних лаків та фарб на екологію. У поліграфії ми зазвичай говоримо про шари 1-5 грам на квадратний метр, а в інших галузях шар нанесення у десятки разів більше.

Це означає, що один кілограм поліграфічної фарби контактує з навколишнім середовищем також як кілька десятків кілограмів звичайної фарби. Також існує велика кількість різних поліграфічних фарб через різноманітність способів нанесення, методів сушіння та квітів. На жаль, усі це служить для виробництва продукції, термін життя якого дуже обмежений, і незабаром вона опиняється в сміттєвому кошику, і, далі, на звалищі.

Для оцінки екологічних ризиків слід розглянути лакофарбові матеріали на всіх етапах їх застосування. Насамперед всього, вони можуть бути небезпечними внаслідок своїх компонентів. Важливі складові: вода, масло, розчинники без розріджувача, сушіння та очищення обладнання, коли велика ймовірність забруднення атмосфери.

Фарба або лак також можуть представляти небезпеку вже під час використання готового виробу або в процесі утилізації друкованої продукції та тари з під лакофарбових матеріалів.

Із забрудненням атмосфери стикаються практично всі друкарні. В першу чергу це пов'язано з використанням органічних розчинників. Однак це далеко не єдиний можливий забруднювач атмосфери. Зокрема, через високої швидкості друку виникає пиляння, що призводить до додаткового забруднення повітря частинками фарби та паперу. Якщо використовуються джерела ультрафіолетового світла, то як побічний продукт виділяється озон, концентрація якого в повітрі регламентована нормами промислової безпеки.

Офсетні друкарські машини оснащуються камерами для охолодження зволожувального розчину, через що з'являється додатковий потенційний забруднювач фреон. Навіть якщо спалюються відпрацьовані розчинники в повітрі витяжної вентиляції, це не гарантує екологічну безпеку, оскільки можливе утворення токсичних продуктів згоряння. Таким чином, друкарня може стати причиною значного забруднення атмосфери, та необхідно провести комплекс заходів щодо зниження ризиків.

Компоненти лаків та фарб

В першу чергу слід знизити викиди так званих ЛОР — Летучих органічних речовин (відоміша абревіатура VOC, похідна від англійської Volatile Organic Compounds). Відповідно до норм ЄС — органічні речовини з температурою кипіння менш як 2500 С. Розчинники та фреони — основні ЛОР у поліграфії.

Розчинники зустрічаються практично в будь-якій друкарні, вони входять до складу змивок, розріджувачів та фарб на основі розчинників для флексографії або глибокого друку. Також розчинники містяться в офсетних фарбах гарячого сушіння. Більшість листових офсетних друкарень використовує спиртове зволоження і стикається з проблемою забруднення повітря робочої зони парами ізопропілового спирту.

Частка використання розчинників у лакофарбовій промисловості вельми значна, загальна частка матеріалів на їх основі складає близько 40%. Проте, обсяг споживання цих лаків та фарб зменшується з кожним роком. Далі за обсягом споживання слідує матеріали на водній основі й без розріджувачів. Найменш потрібні у лакофарбовій промисловості на олійній основі.

Зниження викидів ЛОВ – глобальна тенденція для всієї лакофарбової промисловості. Якщо не можна відмовитися від розчинників, підприємство обов'язково оснащується спеціальною системою вловлювання, тобто рекуперації розчинників, з метою запобігання їх попаданню в атмосферу. Якщо це неможливо, встановлюється система каталітичного окиснення, що дозволяє спалювати розчинники до стану води та вуглекислого газу. Таким чином, уникнути шкідливих продуктів згоряння. Змивки та інші розчинники можуть бути використані повторно після фільтрації або регенерації. Це можливо за допомогою спеціальної автоматичної установки для регенерації змивки шляхом перегонки, що дозволяє вторинно використовувати близько 80% змивки. Щоб повністю виключити використання розчинників рекомендуються альтернативні лакофарбові системи на водній основі або з високим сухим залишком.

Хоча вода - абсолютно безпечна для екології речовина, водні матеріали не такі невинні, як може здатися, на перший погляд.

По-перше, ці матеріали однаково містять до 5% розчинників коалесцентів. Зазвичай ці розчинники ставляться до біорозкладних, але не варто нехтувати їх наявністю у водних матеріалах. Можливе виготовлення водного матеріалу без коалесцентів, але він буде дорожче стандартного.

По-друге, частки фарб і лаків з різною природою розріджувачів водорозбавлюваними, ці матеріали край не небезпечні для водного середовища, оскільки легко поширюються по водних шляхах великі відстані. Наслідком цього стає проблема утилізації промивних вод, з яких необхідно видалити сполучні коалесценти та інші компоненти шляхом коагуляції та фільтрування.

По-третє, за своїми технічними характеристиками водні матеріали поступаються класичним, тому в таких сегментах ринку, як флексографія та глибокий друк, вони досі не можуть витіснити лаки та фарби на основі розчинників.

Іншою альтернативою зниження викидів летких органічних речовин вважаються матеріали з високим або 100% сухим залишком. У лакофарбовій промисловості це можуть бути як двокомпонентні поліуретанові, так і порошкові або алкідні матеріали, але в поліграфії найбільш широко застосовуються системи УФ-затвердіння. З цими матеріалами виникають складнощі.

Зокрема, для очищення обладнання все одно використовуються розчинники, а самі матеріали висихають тільки під дією світла, тому вони

можуть залишатися в рідкому вигляді на стінках тари. Через це виникає проблема утилізації тари і розчинників. Сам процес затвердіння ультра фіолетових лаків і фарб пов'язаний з виділенням озону та випаровуванням продуктів розкладання фотоініціаторів.

Також не можна бути впевнені в тому, що полімеризація пройшла на 100%. УФ матеріали схильні до міграції компонентів, і це треба враховувати при застосуванні друкованої продукції. Ця група матеріалів характеризується високою вартістю, що компенсується чудовою якістю друку, низькою витратою та зручністю у використанні.

Навіть якщо сама сировина для фарби не представляє небезпеки, в ньому можуть утримуватися домішки, пов'язані з синтезом чи технологією виробництва. Звичайне синтетичне сполучне виробляється з мономерів, які, своєю чергою, виробляються з нафти чи газу. Таким чином, в смолі можуть утримуватися як домішки з нафти, так і залишки мономерів.

Наприклад, у смолах і дисперсіях, що використовуються в поліграфії, можна виявити сліди моноакрилатів, стиролу, фенолу, акрилової кислоти та інших речовин. Водночас деякі процеси синтезу проводяться в таких розчинниках, як толуол, і за допомогою каталізаторів на основі важких металів.

Наприклад, у багатьох УФ-матеріалах міститься невелика кількість розчинника, і тільки спеціальна сировина для харчового застосування піддається повному очищенню. Водні матеріали містять аміак, який випаровується під час сушіння, але його присутність слід враховувати при організації витяжної вентиляції на виробництві.

Багато речовини викликають алергічні реакції та подразнення шкіри, тому слід дотримуватися запобіжних заходів при роботі з такими матеріалами, як зазначено у аркушах безпеки. Також у друкарні під час використання, транспортування або зберігання, можливі джерела та викиди - І, звичайно, персонал повинен знати, як діяти в таких обставинах, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища та загрози життю та здоров'ю.

Яким же має бути безпечне фарбування? Вона повинна складатися з біорозкладних речовин і не містити небезпечних компонентів. Якщо неможливо обмежитися водою, то можна скористатися таким природним розчинником, як етанол. У якості біорозкладних розчинників також рекомендуються ефіри пропілену гліколю.

В офсетному друці широко застосовуються рослинні олії замість мінеральних, наприклад лляна, рапсова або соєва. У Німеччині збираються повністю заборонити мінеральні оливи, щоб виключити всі потенційні негативні фактори.

Як сполучні можуть використовуватися біо розкладальні синтетичні полімери, такі як полігідрокси алконоати, проте це не так важливо, якщо сам запечатуваний матеріал не є біо розкладальним, тому що лакофарбове покриття складає менш як 5% від маси пакування. Для лаків і фарб зазвичай застосовують модифіковані природні полімери, перш за все, ефіри целюлози та похідні соєвої олії. Навіть для виробництва УФ-фарб рослинні олії, належним чином хімічно модифіковані.

Процес друку

Хоча ми припускаємо, що на готовому відбитку фарба не становить небезпеки, насправді це не так. По-перше, у фарбі можуть утримуватися компоненти, що не висихають, які залишаються незв'язаними, навіть якщо вони повністю висохли, наприклад, мінеральні оливи та розчинники, що вбираються в пори паперу.

В УФ матеріалах містяться фотоініціатори, які після полімеризації розкладаються і не вбудовуються в полімерний ланцюжок. Всі ці речовини надають неприємний запах поліграфічної продукції й навіть можуть викликати алергію у читачів або мігрувати у харчові продукти. Поважніше, якщо фарби й лаки будуть з низькою міграцією. Тоді навіть у разі не повного висихання ніякої небезпеки від друкованої продукції не виникне.

Відмова від використання розчинників значно підвищить безпеку виробництва, хоча «зелені» технології й дорожчі за звичайні. Однак, при правильній законодавчій базі друкарням буде вигідно користуватися екологічно безпечними технологіями

Для зниження ризиків при роботі в типографії слід не тільки встановити системи захисту та очищення, але й провести стандартизацію та автоматизацію виробництва, удосконалити методи контролю друкованої продукції. Це дозволить зменшити відходи, забезпечити стабільно високу якість друку.

Не маловажний фактор — енергоспоживання. Поліграфічна промисловість разом з целюлозно-паперовою вносить значний внесок у забруднення атмосфери та витрачання не поновлюваних джерел енергії.

З енергоспоживанням тісно пов'язаний «вуглецевий слід» — важлива характеристика сучасного виробництва. Він враховує кількість оксиду вуглецю, що виділяється в процесі виробництва, використання та утилізації продукту чи послуги.

Хоча самими основними джерелами викидів вуглекислого газу є теплоелектростанції й транспорт, промисловість разом робить дуже значний внесок у збільшення концентрації парникових газів. Деякі компанії, наприклад, виробник друкованих машин КВА та паперу UPM, пропонують калькулятори розрахунку «вуглецевого сліду», проте складно оцінити реальний внесок власне друкарні у забруднення навколишнього середовища, оскільки він значно менший, ніж внесок виробника запечатуваного матеріалу та процесу утилізації використаної друкованої продукції.

Утилізація

У будь-якому випадку, матеріал, що запечатується, — основний фактор ризику при утилізації друкованої продукції. Фарби та лаки становлять приблизно 1-5% від маси друкованої продукції, але вони впливають на процес утилізації.

Під час перероблення макулатури здійснюється процес видалення фарби. Попередньо макулатура сортується за типом паперу, тому що для різних паперів можуть знадобитися різні режими. Потім паперова маса подрібнюється у водно лужному середовищі при нагріванні. Фарба відокремлюється від волокон целюлози й видаляється. Волокна фільтруються і використовуються як вторинна сировина для паперу та картону.

Відходи, що містять фарби та інші домішки, спалюються або утилізуються шляхом поховання. Якщо друк проводився безпечними фарбами, то відходи можуть використовуватися як добрива. Як очевидно з табл. 1, можливість видалення різних фарб з макулатури залежить від природи фарби.

Якщо фарба на основі мінеральних олів, то вона легко видаляється. Рослинні олії ускладнюють процес видалення фарби через оксидативну полімеризацію. Фарби на основі розчинників видаляються легко, але водні фарби неможливо відокремити стандартним способом.

З фарбами ультрафіолетового затвердіння та цифровими тонерами також виникає проблема видалення через їх пошиті структури. В результаті виходить парадоксальна ситуація, коли найбільш екологічно безпечні матеріали ускладнюють процес вторинного використання. Відповідно

необхідно зробити ще дуже багато досліджень, щоб зробити безпечним весь процес виготовлення, використання та утилізації поліграфічної продукції

Запитання для перевірки

1. Які шкідливі метали та розчинники раніше використовувалися в поліграфії?
2. Які екологічні загрози пов'язані з запечатаним матеріалом поліграфічної продукції?
3. Які альтернативи пластикам можуть бути використані у поліграфії?
4. Які особливості біорозкладних пластиків і як вони впливають на екологічні аспекти поліграфічної продукції?
5. Які фактори впливають на вибір запечатаного матеріалу в поліграфії і хто зазвичай приймає такі рішення?
6. Які основні етапи складають процес поліграфічного виробництва?
7. Які матеріали були використовувані раніше для виготовлення друкованих форм, а також які розчинники використовувалися для друкованих фарб?
8. Які проблеми пов'язані з після друкарською обробкою в поліграфії і як вони вирішуються?
9. Які основні екологічні навантаження пов'язані з використанням лаків та фарб у поліграфії?
10. Які можливі забруднювачі атмосфери виникають під час поліграфічного виробництва і які заходи можна вжити для зниження екологічних ризиків?
11. Які основні компоненти лаків та фарб зазвичай містять розчинники?
12. Якими методами можна знизити викиди Летучих органічних речовин (ЛОР) у лакофарбовій промисловості?
13. Як можна використати змивки та інші розчинники повторно?
14. Які проблеми пов'язані з використанням водних матеріалів у лакофарбовій промисловості?
15. Чому водні матеріали ще не можуть повністю замінити лаки та фарби на основі розчинників у флексографії та глибокому друці?
16. Які компоненти в фарбах можуть залишатися незв'язаними і впливати на якість друкованої продукції?
17. Які проблеми пов'язані з міграцією компонентів фарб та лаків у харчові продукти?
18. Як можна підвищити безпеку виробництва в типографії?

19. Як енергоспоживання пов'язане з впливом поліграфічної промисловості на забруднення атмосфери?

20. Які проблеми виникають під час утилізації друкованої продукції, яка містить фарби та лаки?

РОЗДІЛ 16-17.

ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПАКУВАННЯ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ: ПРИНЦИПИ ТА МАТЕРІАЛИ ПАКУВАННЯ.

Екологічні технології упакування стають ключовим елементом інноваційних практик у поліграфічній індустрії, відіграючи важливу роль у створенні сталого виробничого циклу. Основою таких технологій є використання біорозкладних, вторинних та інших екологічно сталих матеріалів, які сприяють мінімізації впливу на довкілля.

Основні принципи екологічного упакування орієнтовані на раціональне використання ресурсів, мінімізацію відходів, оптимізацію процесів та зниження загального екологічного впливу продукції. У центрі уваги - розробка упаковки, яка була б не тільки функціональною та привабливою, але й мала мінімальний вплив на навкілля протягом всього життєвого циклу продукту.

Впровадження екологічних технологій упакування в поліграфічних підприємствах відкриває нові можливості, такі як покращення корпоративного іміджу, доступ до нових ринків та створення конкурентних переваг. Проте, такі інновації також приносять із собою виклики, зокрема, необхідність адаптації виробничих процесів, змін у дизайні продукції та залучення додаткових ресурсів.

Теоретичні відомості

Розрізняють *загальні* вимоги, які пред'являються до будь-якого таропакувального матеріалу, і *специфічні* вимоги, яких повинні дотримуватися при упаковці продукції конкретного призначення. Загальні вимоги діляться на:

- експлуатаційні;
- технологічні;
- споживчі.

Специфічні вимоги пред'являються до упаковки тиварів окремих категорій, а саме:

- o харчової, косметичної і фармацевтичної продукції;
- o продукції машинобудування;
- o хімічної продукції.

Вимоги до таропакувальних засобів визначаються функціональним призначенням названих товарів і обумовлені об'єктивними експлуатаційними чинниками. Ці чинники, що діють на систему в процесі експлуатації, можна розділити на ті що діють зовні на упакування (зовнішні) і з середини, зі сторону упакованого продукту (внутрішні).

Зовнішні чинники можуть мати різну природу:

- механічну (статичні і ударні навантаження, вібрація);
- кліматичну (температура, вологість повітря і їх різкі коливання);
- біологічну (дія мікроорганізмів, грибів, комах, гризунів). До

внутрішніх чинників відносяться:

- хімічна стійкість матеріалу;
- внутрішній тиск;
- знос упаковки під дією пакувальних продуктів і виробів.

16.1. Вимоги загального характеру. Експлуатаційні вимоги

Для реалізації своєї основної функції - забезпечити захист вмісту від дії комплексу руйнівних чинників - упаковка повинна мати високі бар'єрні властивості, тобто володіти достатньою механічною міцністю, герметичністю, хімічною стійкістю, мати оптимальні показники проникності (по відношенню до газів, води та водяної пари, жирів і інших середовищ, зокрема агресивним). Розглянемо окрему кожний фактор.

Механічна міцність характеризується формостійкістю при статичних навантаженнях, вібростійкістю і стійкістю до ударних навантажень, оптимальними значеннями фізико-механических властивостей (міцності і деформації). Тобто, упакування повинно зберігати форму при заповненні продуктом, при укладанні в штабелі, тощо.

Хімічна стійкість матеріалу щодо конкретного середовища. Під цим розуміється відсутність набухання пакувального матеріалу в контактуючому середовищі, відсутність втрат продукції через стінки тари, а також стабільність властивостей матеріалу під дією середовища.

Герметичність - відсутність переміщення товару крізь оболонку тари в зовнішнє середовище і навпаки внаслідок недостатньої герметизації.

Проникність - перехід вмісту або його компонентів через стінки упаковки, обумовлений наявністю перепаду тиску, концентрації або температури по обидві сторони матеріалу. Існують прямі і непрямі методи визначення коефіцієнта проникності. Прямі, або мембранні методи полягають в безпосередньому вимірі кількості газу, що пройшов через матеріал за заданих умов. При використанні непрямих, або сорбційних методів коефіцієнт проникності обчислюють за експериментальними значеннями коефіцієнтів дифузії або сорбції газу.

Технологічність таропакувального матеріалу забезпечує можливість виготовлення тари, заповнення її продуктом і герметизації

високопродуктивними методами при мінімальних трудових витратах з використанням ефективного автоматизованого фасувально-пакувального устаткування.

16.2. До споживчих вимог відносяться

- Естетичність (дизайн) упаковки - це привабливий зовнішній вигляд; оптимальна форма, приваблива колірна гамма, зручна для споживача розфасовка.

- Зручність і практичність, що характеризується експлуатаційною функцією тари, остання повинна надавати конкретні корисні послуги людині, що використовує придбаний товар.

16.3. Утилізація використаної упаковки

При виборі тари і упаковки для конкретного виду продукції виробник повинен в обов'язковому порядку враховувати вимогу екологічності матеріалу упаковки, направлену на запобігання забрудненню навколишнього середовища використаними упаковками.

Шляхи вирішення проблеми забруднення оточуючого середовища використаними упаковками:

- зменшення маси упаковки;
- використання багатооборотної тари;
- вторинна переробка використаної упаковки;
- спалювання з отриманням теплоти;
- термічне розкладання;
- деполімеризація.

16.4. Специфічні вимоги

До упаковки харчової, косметичної і фармацевтичної продукції висувається ряд вимог у зв'язку з тим, що дана продукція безпосередньо вживається або контактує з організмом людини або тварини.

При виборі пакувального матеріалу для таких видів продукції насамперед слід забезпечити необхідний рівень санітарно-гігієнічних характеристик.

Обов'язковою умовою застосування пакувального матеріалу для вказаної продукції має бути наявність гігієнічного сертифікату, підтверджуючого фізіологічну нешкідливість упаковки для людини.

Санітарно-гігієнічні вимоги включають наступні положення: - до складу пакувального матеріалу не повинні входити високотоксичні речовини,

що володіють кумулятивними властивостями і специфічною дією на організм ;

- пакувальний матеріал не повинен змінювати органолептичні і фізіологічні властивості продукції, а також виділяти шкідливі речовини в кількостях, що перевищують допустимі з гігієнічної точки зору рівні міграції.

В процесі санітарно-гігієнічного дослідження, що проводиться спеціально сертифікованими організаціями, досліджують не конкретні харчові продукти, а штучні модельні середовища, що імітують властивості того або іншого реального харчового продукту (див. таблицю 1).

Таблиця 1. Способи випробування матеріалів

Найменування продукту	Модельні розчини
1	2
М'ясо, риба свіжа	Вода дистильована, 0,3% розчин молочної кислоти
М'ясо, риба солена і копчена	Вода дистильована, 0,5% розчин молочної кислоти
Молоко, молочні продукти і молочні консерви	Вода дистильована, 0,3% розчин молочної кислоти, 3% розчин молочної кислоти
Ковбаса варена, м'ясні, рибні і овочеві консерви, мариновані і квашені овочі, пасти і ін.	Вода дистильована, 2% розчин оцетової кислоти, що містить 2% кухарської солі; нерафінована соняшникова олія
Фрукти, ягоди, фруктові і овочеві соки, безалкогольні напої, пиво	Вода дистильована, 2% розчин лимонної кислоти
Алкогольні напої, провина	Вода дистильована, 20% розчин етилового спирту, 2% розчин лимонної кислоти
1	2
Горілки, коньяки	Вода дистильована а, 40% розчин етилового спирту

Спирт харчової, лікери, ром	Вода дистильована, 96% розчин етилового спирту
Готові блюда і гарячі напої (чай, кава, молоко і ін.)	Вода дистильована, 1% розчин оцетової кислоти

Для жирних продуктів використовують як модельовані газові ссередовища гептан, діетиловий ефір, циклогексан, ацетон, парафінове масло, какао масло, синтетичні полігліцериди.

В комплекс *гігієнічної оцінки пакувального матеріалу* входять:

- органолептичні;
- санітарно-хімічні;
- токсикологічні дослідження.

Залежно від результатів досліджень встановлюють основний гігієнічний критерій матеріалу - *допустима кількість міграції* (ДКМ) речовин з пакувального матеріалу в продукт або модельне середовище, відповідність якому повинна гарантувати безпеку для здоров'я людей при необмежено тривалому прийомі людиною упакованої продукції.

Важливою вимогою, що пред'являється до пакувальних матеріалів для харчової продукції, є газо-, паро-, водо-, жиро- і ароматопроникності.

Паропроникність характеризує кількість водяної пари, що пройшла через одиницю поверхні матеріалу за одиницю часу при заданій температурі і різниці тиску по обидві сторони зразка.

Жиропроникність пакувального матеріалу характеризують тривалістю скрізного проникнення масла або жиру через зразок при заданій температурі. Жиростійкі матеріали утворюють забарвлену пляму за проміжок часу, що перевищує 30 хвилин; матеріали, створюючи таку пляму протягом 30 секунд, вважаються за непридатні для упаковки жировміщуючої харчової продукції.

17.1. Упаковка продукції машинобудування

При виборі матеріалів для упаковки і консервації продукції машинобудування, а також приладів і електронного устаткування, що вимагають забезпечення збереження протягом тривалого часу, необхідно передбачити комплекс захисних заходів, що включає декілька стадій: консервацію, упаковка в споживчу тару і упаковку в транспортну тару.

Оскільки продукція машинобудування включає переважно металеві вироби і/або спеціальну апаратуру, чутливу до погодно-атмосферних дій, до

таропакувальних матеріалів пред'являються специфічні вимоги по способах консервації, а також захисті від корозії.

17.2. Упаковка хімічної продукції

Важливими чинниками, від яких залежить вибір вигляду і матеріалу тари, є властивості і склад хімічного продукту, обсяг його виробництва і споживання, дальність транспортування.

Більшість агресивних рідин і розчинників розфасовуються в скляний посуд, що мають дерев'яне обрешічування або полімерні покриття. Споживча тара, призначена для упаковки товарів побутової хімії має бути міцною і стійкою до дії зовнішніх і внутрішніх чинників.

17.3. Матеріали для виготовлення полімерної упаковки

Полімери – речовини з високою молекулярною масою, молекули яких складаються з багатьох елементарних ланок (мономерів) однакової структури, що повторюються.

Полімери зустрічаються в природі: натуральний каучук, слюда, целюлоза, азбест і ін. Останніми десятиліттями набули поширення синтетичні полімери – пластмаси. На сьогоднішній день для виробництва упаковки набули поширення:

- поліетилен;
- поліпропілен;
- полівенілхлорид;
- полистирол;
- поліетилентерефталат.

Целюлозно-паперова упаковка. Класифікація целюлозно-паперової упаковки. Конструкція і дизайн

До целюлозно-паперової упаковки відносяться такі види упаковки (за застосованим матеріалом): дерев'яна; паперова; картонна.

17.4. Паперові пакування

Мішки, пакети, кулі – найбільш поширені види упаковки. У давнину робили із шкір і ткани, потім з паперу і пластику.

Мішок – транспортна тара, виготовлена з рукава паперу (плівки, тканини), один або обидва торця котрого запечатуються.

Якщо мішок запечатаний тільки з однієї сторони, то його називають мішок з відкритим верхом. У мішків, запечатаних з обох торців, на боковій стінці є отвір, призначений для фасування продукції, який називається клапаном.

Мішки з кришкою та яшим у формі вкладиша в мішок називаються bag-in-box. Конструкція де-яких мішків передбачає бокові фальці, завдяки яким об'єм мішка збільшується. Пакетом називається м'який контейнер з паперу, пластику або фольги.

Перевага – низька собівартість; Недолік – не можуть бути конструкцією, що несе навантаження, низька міцність і довговічність, недостатня привабливість з точки зору маркетингу.

Типи паперових мішків – за кількістю шарів – одне, двох і багатошарові (від 3 до 6). Мешки с клапаном – призначені для фасування порошкоподібних матеріалів. Мішки з замковим дном і ступінчастим відрубом, що відгинається та приклеюється за допомогою термопластичного клею, застосовується в тих випадках, коли потрібна більш надійна конструкція, що виключає висипання продукції.

В транспортних мішках, як правило, основну частину становить крафтпапір – самий міцний та дешевий вид паперу. В якості зовнішнього шару використовується напівбілий та білений крафт-папір, що дозволяє покращити зовнішній вид готового мішка.

Всередині мішка може використовуватися бар'єрний матеріал. Для склеювання застосовується крохмальний клейстер або інші адгезиви. Фіксація вантажного пакета здійснюється як традиційними методами, такими як термоусадкова плівка або стретч-плівка, так і нанесенням покриттів, які перешкоджають ковзанню.

Використання мішків. Для дрібнодисперсного продукту використовують плоский мішок; грубодисперсного – з бічними складками або гармошкою, відношення довжини до ширини приблизительно 2:1 (укладання в перев'язку), бічна складка – 1/5 від ширини або 7-12 см.

Зшивання мішків. Края мішка зазвичай прошиваються тамбурним швом, при цьому да упакування повинні бути вказівки, з якої саме сторони треба тягнути за нитку для відкриття мішка. Для упакування речовин, що містять луг, зшивку роблять промасленою хлопчатопаперовою ниткою, при упакування кислот – нитками з поліестеру. Для більшої міцності шва край зшивання закривається стрічної з крепірованого крафт-паперу.

Зберігання мішків. Папір чутливий до погодних умов, тому повинен зберігатися при певних умовах – температура – біля 21 °С, відносна вологість – 50-60%, завдяки чому мішки не стають надто крихкими, збільня ж вологості може призвести до розмокання мішків.

17.5. Коробки та ящики. Перевага такого виду пакувань – дешевизна, простота виробництва, збирання, транспортування, утилізації, можливість нанесення друку, механічна міцність. Коробка може виконувати всі функції – бути контейнером для товару, може бути транспортним упакуванням, зручна, екологічно чиста. Виготовляють з картону та гофрокартону. Ящик – упакування більше за розміром, ніж коробка.

Вибір картону для упаковки. Для виготовлення коробок використовують крафт-папір, суцільний білений сульфатний картон, сірий картон, суцільний небілений сульфатний картон.

Вказані види картону розрізняються за питомою масою. Суцільний білений сульфатний картон використовують для виготовлення упаковки для харчових продуктів, сірий – для упакування хімікатів, скобяних виробів, паперових виробів, суцільний небілений сульфатний картон – для виготовлення гофрокартону в якості плоского шару (рис. 2).

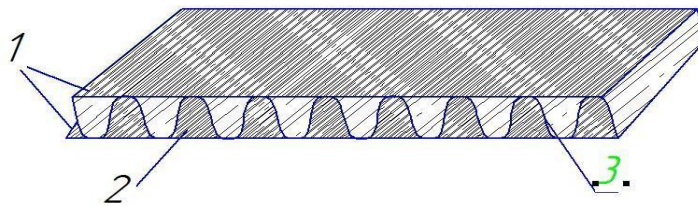


Рис. 2. Схема трьох шарового гофрокартону, 1- плоскі шари (лайнери); 2 - гофрошар (флютинг); 3 - шар клею

Гофрокартон використовується для виготовлення тари: коробок, коробів, ящиків, піддонів, тощо. Картонно - паперова тара і упаковка є найбільш поширеним пакуванням у світі завдяки низькій вартості, екологічності, можливості використання автоматизованих процесів основних технологічних операцій: виготовлення, складання, заповнення продукцією, закупорювання, штабелювання і т. і.

В Україні використовують близько 40% картонно - паперової упаковки, з яких 70% припадає на гофротару, яка має переваги перед іншими видами товарної упаковки, а саме здатність складання в плоскі заготовки; здатність стримувати ударне і поштовхові навантаження, а також витримувати вагу штабеля, оберігаючи упакований товар від пошкодження при транспортуванні та зберіганні на складах.

При навантаженні, прикладеним за напрямком, що перпендикулярний гофрам, цей матеріал амортизує прикладене зусилля, при навантаженні

вздовж напрямку гофри – забезпечує площинну і торцеву жорсткість. Завдяки амортизаційним властивостям гофрокартон широко застосовується для виготовлення упаковки, зокрема, при заміні дерев'яної і, частково, полімерної тари.

Тара з гофрованого картону здатна протистояти ударним навантаженням, витримувати локальні удари типу проколу, протистояти проникненню вологи, зберігати форму при вібраційних впливах, чинити опір торцевому і площинному стисненню, витримувати падіння з висоти. Разом з цим, цей вид тари легко транспортувати і складувати.

Гофрокартон складається з плоских і гофрованих шарів, які чергуються, та з'єднані між собою різними адгезивами за лінією контакту між верхньою і нижньою поверхнями хвилі гофри та плоскими шарами картону або паперу.

Запитання для перевірки

1. Які основні принципи екологічного упакування поліграфічної продукції?
2. Які матеріали найчастіше використовуються у екологічному упакуванні?
3. Чому важливо використовувати екологічні технології упакування поліграфічної продукції?
4. Які переваги мають біорозкладані матеріали для упакування?
5. Які інноваційні технології упакування зараз є актуальними в поліграфії?
6. Які критерії повинні відповідати матеріали для екологічного упакування?
7. Як впливає упакування на вплив поліграфічної продукції на довкілля?
8. Як екологічні упаковки впливають на собівартість та ціну кінцевої продукції?
9. Як відбувається утилізація матеріалів екологічного упакування?
10. Які законодавчі акти регулюють використання екологічних технологій упакування?
11. Чи є екологічні упаковки конкурентоспроможними на ринку поліграфічних послуг?
12. Яким чином екологічні упаковки впливають на сприйняття споживачів?
13. Чи сприяє використання екологічних упаковок сталому розвитку поліграфічної індустрії?

14. Чи впливає екологічна упаковка на терміни зберігання поліграфічної продукції?
15. Які основні тенденції розвитку технологій екологічного упакування в поліграфії?

РОЗДІЛ 18.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВТОРИННОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПАКУВАННЯ. ВАЛКОВО-ШНЕКОВІ АГРЕГАТИ.

18.1. Теоретичні положення обробки на валкових машинах.

Вторинне перероблення пакування є важливим етапом в управлінні відходами та збереженні природних ресурсів. Цей процес містить розділення, подрібнення та використання пакувальних матеріалів з метою повторного використання або виготовлення нових продуктів. Один з ефективних методів вторинного перероблення пакування використовує валково-шнекові агрегати.

Валково-шнекові агрегати є комплексними машинами, які поєднують в собі два основних елементи - вальці й шнеки. Вальці використовуються для подрібнення пакувального матеріалу, а шнеки - для його транспортування та змішування. Ця комбінація дозволяє ефективно розділити, розмелювати та змішувати різні види пакувальних матеріалів, таких як пластикові пляшки, плівки, картон та інші.

Технологічний процес вторинного перероблення пакування з використанням валково-шнекових агрегатів може включати наступні кроки:

Початковий етап включає розділення пакувальних матеріалів за типами, наприклад, пластик, папір, метал і т. д. Це може вимагати ручного сортування або використання автоматизованих систем сортування.

Після сортування матеріали піддаються подрібненню. Валково-шнекові агрегати використовуються для розмелювання пакувального матеріалу на менші частинки. Це допомагає підготувати матеріал для подальшої обробки.

Шнеки валково-шнекових агрегатів відповідають за транспортування подрібненого матеріалу до наступних етапів перероблення. Шнекова система може переміщати матеріал через різні станції обробки, де проводяться додаткові операції, такі як очищення, сушіння або сортування.

Валково-шнекові агрегати також використовуються для *змішування різних видів пакувальних матеріалів.* Це дозволяє створювати нові композиції матеріалів, які можуть мати певні властивості й використовуватися для виготовлення нових продуктів.

Після подрібнення, транспортування та змішування пакувальних матеріалів, вони можуть піддаватися додатковій обробці для *виготовлення нових продуктів.* Наприклад, пластикові частинки можуть бути плавлені та формовані у нові вироби, а папір може використовуватися для виробництва паперових пакетів або картонних коробок. В процесі вторинного перероблення пакування можуть утворюватися відходи. Ці відходи також можуть піддаватися

подрібненню та обробці з метою максимального використання матеріалу та зменшення відходів.

Технологічний процес вторинного перероблення пакування з використанням валково-шнекових агрегатів допомагає досягти оптимального використання пакувальних матеріалів, зменшити негативний вплив на довкілля та сприяти сталому розвитку.

Використання таких агрегатів сприяє зниженню кількості відходів, забезпечує ефективну обробку пакувального матеріалу та створює можливості для виготовлення нових продуктів з використанням вторинної сировини. В якості спеціального обладнання запропоновано використати валково-шнековий агрегат, найбільш стійкий до перероблення забруднених відходів. Використання цього виду обладнання дозволяє виключити дроблення, подрібнення і сушіння матеріалу, що в кінцевому підсумку дозволить знизити трудові й енерговитрати.

У порівнянні з дисково-черв'ячними екструдерами валкові машини мають наступні переваги: висока продуктивність на одиницю капіталовкладень і якість кінцевого продукту, простота здійснення контролю якості виробів, вільний доступ до робочих органів машини, незначні витрати часу на зміну товщини одержуваних виробів без заміни калібрує пристрої, відсутність застійних зон, що значно зменшує деструкцію полімеру.

Відповідно до поставлених завдань і цілей наукового дослідження було розроблено та досліджено стаціонарний безперервний технологічний процес вторинного перероблення відходів термопластичних матеріалів на валково-шнековому агрегаті (рис. 18.1).

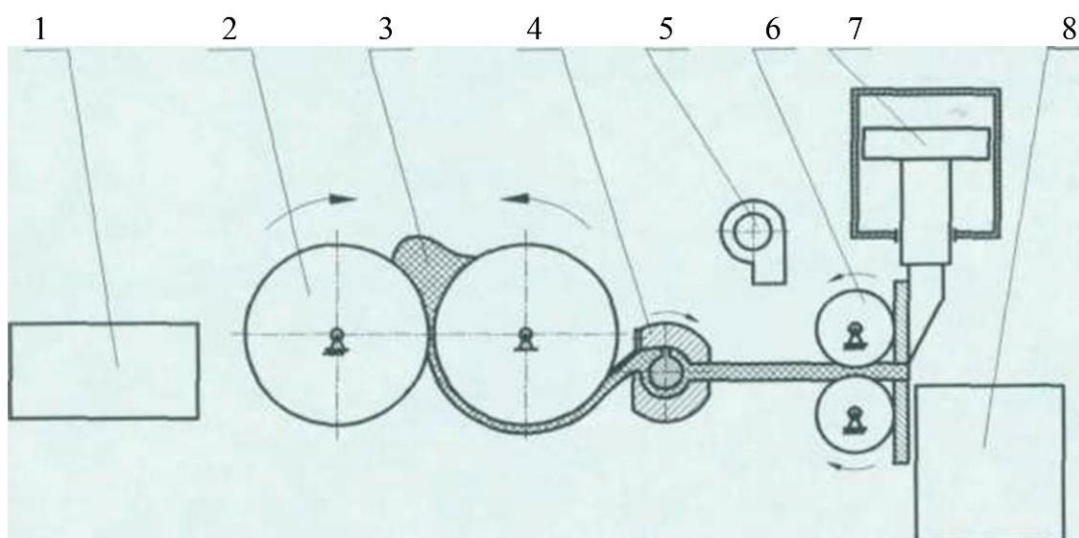


Рис. 18.1 Технологічний процес вторинного перероблення відходів термопластів: 1 – ділянка сортування відходів; 2 – вальці; 3 – відходи полімерів;

4 – відбірково-шнековий пристрій; 5 – вузол охолодження; 6 – тяговий пристрій; 7 – ніж; 8 – місткість для гранул

Технологічний процес здійснюється в такий спосіб: відходи надходять на ділянку сортування 1. З них видаляють випадкові сторонні і металеві вclusions. Далі відходи полімерів безперервно завантажуються через завантажувальний бункер з лівого боку поверхні валків вальців.

Під дією зсувних напружень і сил адгезії відходи термопластів зтягуються в між валковий зазор і транспортуються вздовж осі валків. У процесі перероблення відбувається плавлення відходів, видалення летких компонентів, пластикації. Можливо також модифікування різними добавками й фарбування розплаву.

Для гранулювання вальцьованого матеріалу розплав полімеру знімається спеціальним ножом з протилежного боку поверхні валків і прямує в міжвитковий простір шнека відбірково-шнекового пристрою 4. Захоплюючи витками шнека, розплав полімеру транспортується до зони вивантаження, де продавлюється через форму отвору з утворенням прутків (Стренга) заданого поперечного перерізу.

Отримані Стренга охолоджуються пристроєм 5, орієнтується на тяговому пристрої 6, далі ріжуться ножом 7. Отримані гранули збираються в місткостях 8. Для здійснення розробленого технологічного процесу вторинного перероблення відходів полімерних матеріалів спроектовано і виготовлено лабораторний варіант валково-екструзійного обладнання на базі вальців ЛБ 80/80 200 (рис. 18.2).

Експериментальна установка (ЕУ) становить собою горизонтально розташовані порожнисті валки 1 діаметром 80 мм і робочою довжиною 200 мм.

Привод валків здійснювався від електродвигуна постійного струму.

Температура поверхні валків підтримувалася в діапазоні температур в'язко-текучого стану полімеру. Для підтримки заданого температурного режиму валки вальців були забезпечені пристроєм термостатування 14.

Для забезпечення безперервного перероблення відходів вальці були забезпечені завантажувальним бункером та відбірково-шнековим пристроєм 12, яке дозволяло безперервно підрізати й знімати розплав полімеру з поверхні валків.

Наявність відбірково-шнекового пристрою дозволяло додатково гомогенізувати, пластикувати й диспергувати розплав полімеру, що поліпшувало якість цільового продукту.

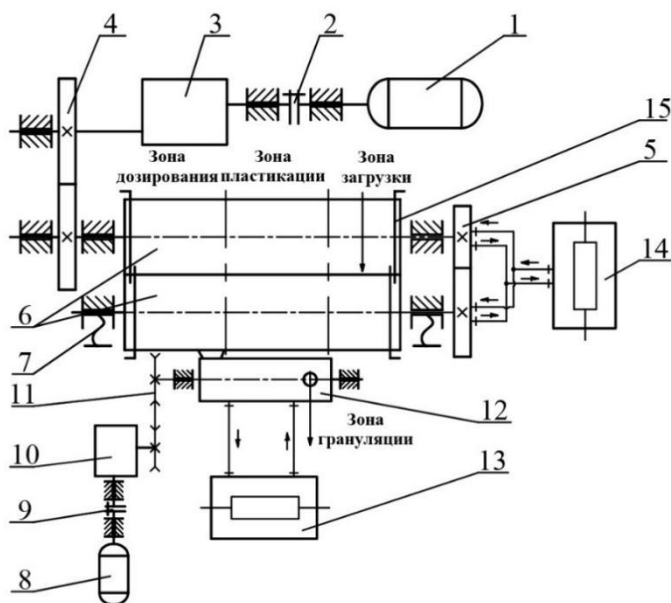


Рис 18.2. Схема лабораторної установки: 1 – електродвигун; 2, 9 – муфта; 3 – редуктор; 4 – передавальні шестерні; 5 – фрикційна передача; 6 – валки; 7 – механізм регулювання зазору; 8 – електродвигун відбіркового пристрою; 10 – черв'ячний редуктор; 11 – ремінна передача; 12 – відбірково-шнековий пристрій; 13, 14 – термостати; 15 – обмежувальні стріли

Привод відбірково-шнекового пристрою здійснено від електродвигуна змінного струму 8 через муфту 9 і одноступеневий черв'ячний редуктор 10 на вал шнека. Відбірково-шнековий пристрій (рис. 3) складено із циліндра 1 з розташованим всередині шнеком 2 на двох підшипникових опорах.

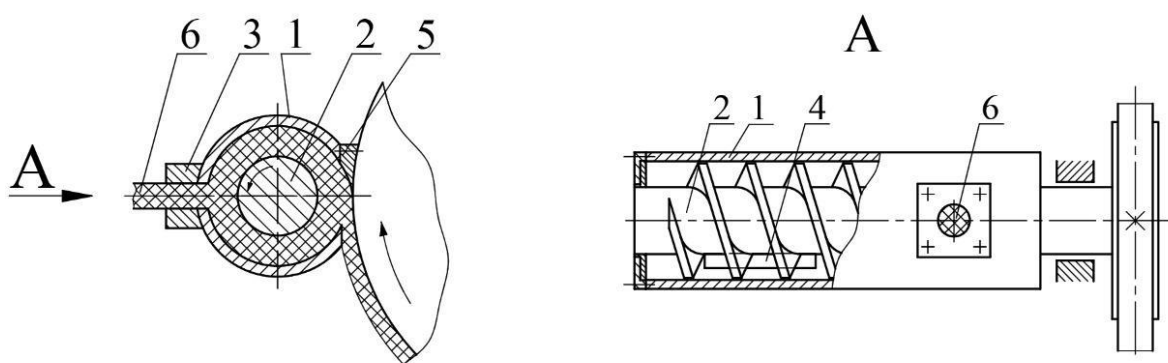


Рис. 18.3. Шнекові відбірково пристрій: 1 – циліндр; 2 – шнек; 3 – формотворне отвір; 4 – завантажувальне вікно; 5 – ніж; 6 – розплав полімеру

Шнек виконує функцію транспортування маси і створення заданого тиску перед формуючою голівкою 3, де профілюється заданий перетин екструдату 6.

Відбірковий пристрій забезпечений знімними сформованими приставками з різною кількістю фільтр різної конфігурації.

Проведені експериментальні дослідження показали працездатність даної технології й можливість перероблення безперервним способом матеріалів як виробничого, так і побутового походження у вторинний гранулят.

Мета експериментів полягала у визначенні впливу технологічних і конструктивних параметрів процесу вальцювання і конструктивних параметрів відбірково-шнекового пристрою відповідно на фізико-механічні та якісні показники одержуваного вторинного матеріалу, а також у виборі оптимальних конструктивних і технологічних показників, при яких може бути отриманий гранулят заданої якості.

На рис. 18.1.4, 18.1.5 як приклад зображено графічні залежності фізико-механічних показників вторинного грануляту від частоти обертання валків вальців при різних технологічних параметрів процесу перероблення, які були використані при розробці основ інженерної методики розрахунків конструктивних і технологічних параметрів агрегатів.

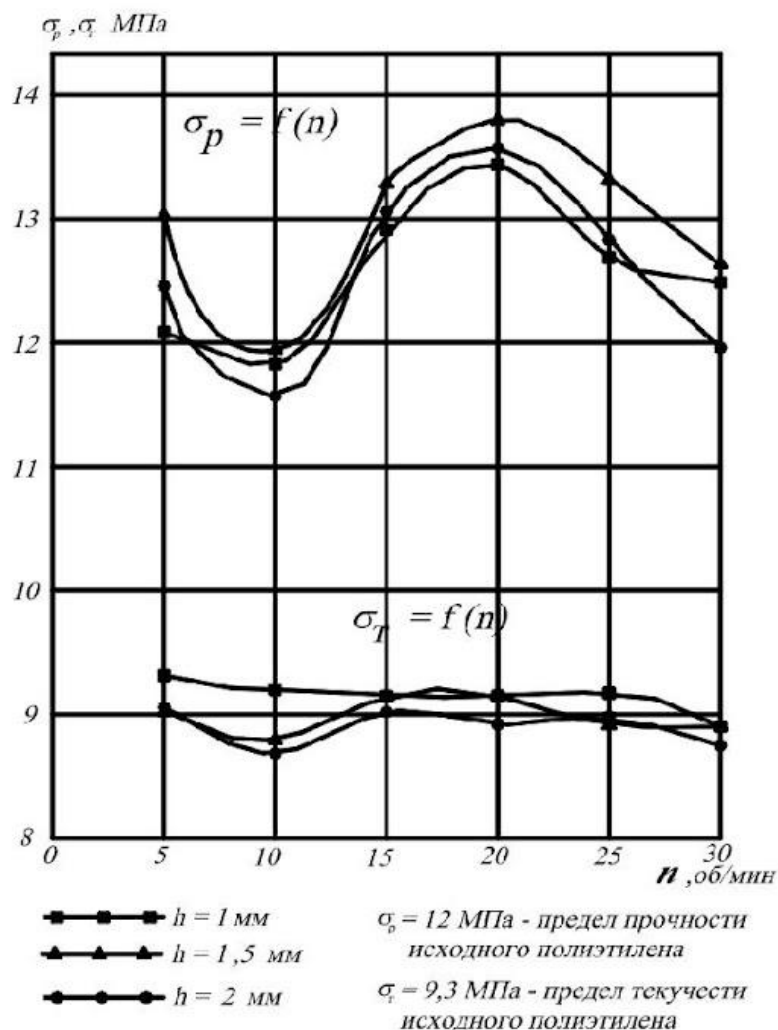


Рис. 18.1.4. Залежність межі міцності σ_p та межі плинності Σ_T при розриві від частоти обертання n при різній величині між валкового зазору

На вальцях можна здійснювати процеси змішування, пластикації, розігріву, диспергування, дроблення та ін. Обробка полімерних матеріалів на валкових машинах, і, зокрема, на вальцях в основному відбувається в області деформації між валками, що обертаються.

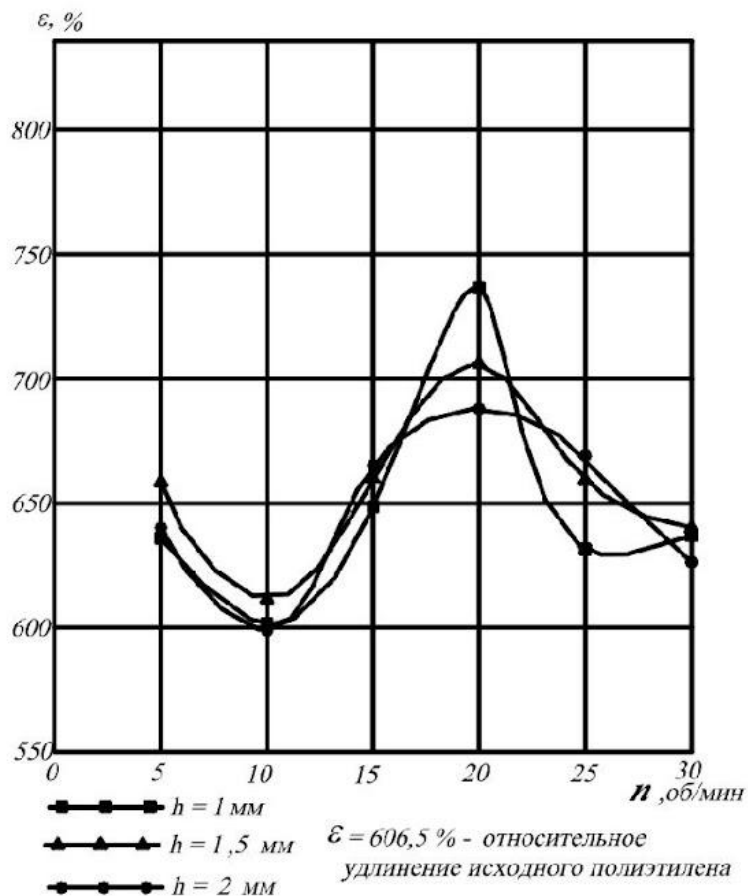


Рис. 18.1.5. Залежність відносного залишкового подовження ϵ від частоти обертання n за різної величини між валкового зазору

Областю деформації валкових машин називається простір, в якому відбувається деформація оброблюваного матеріалу від дії валків, що обертаються. Це обмежений простір, в якому знаходиться запас матеріалу, що обертається між дугами поверхні валків (рис. 18.1.6). В області деформації на матеріал діють розтягувальні, стискувальні, зсувні сили, він піддається впливу підвищених температур, статичної електрики, що виникає від тертя полімерної суміші на поверхню валків і т. д. Полімерна суміш затягується в простір між валками тільки при деяких значеннях кутів захоплення.

Кутами захвату валкових машин називаються центральні кути, утворені лінією центрів і радіусами-векторами, проведеними з центрів обертання валків до крайніх точок зіткнення оброблюваного матеріалу з поверхнею валка. Дугами захоплення вальців називаються частини кіл, з діаметром визначеним для типу обладнання, що стягують відповідні кути захоплення. Зазором між валками називається найменша відстань між поверхнями двох сусідніх валків. Зазор між валками знаходиться біля плоскості, що проходить через осі обертання двох сусідніх (робочих) валків. Обробка полімерної суміші на вальцях і каландрах проводиться між циліндричними валками, що обертаються. Вони різняться тим, що на вальцях суміш багаторазово пропускається через зазор між валками, а на каландрі – лише один раз. При проходженні матеріалу через область деформації він піддається складній об'ємній деформації за трьома напрямками - товщиною (висота), шириною і довжиною (у, х, г).

Завантажена на валки, що обертаються, полімерна суміш зтягується в міжвалковий простір внаслідок сил адгезії (прилипання) та тертя матеріалу про поверхню валків. Прикордонна куля полімерної суміші, прилипаючи до поверхні валків, рухається (обертається) разом з ними й зтягує суміш у ділянку деформації, що поступово звужується.

Частинки суміші, що торкаються прилиплим до поверхні валків прикордонною кулею, внаслідок когезійних сил і сил внутрішнього тертя також захоплюються в ділянку деформації. На рис. 18.1.6 представлено схему течії (ліній струму) полімерного матеріалу в процесі деформації.

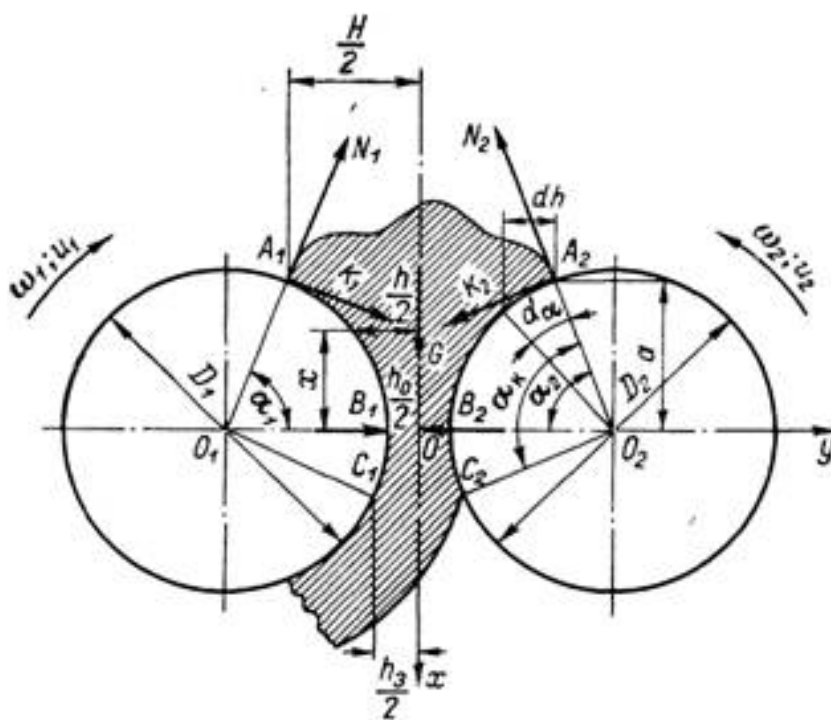


Рис. 18.1.6. Кути захоплення полімерних матеріалів валкових машин

В результаті деформації полімерної суміші у між валковому просторі, дії сил зовнішнього та внутрішнього тертя молекул, а також когезійних сил підвищується температура суміші. У деяких випадках внаслідок високо еластичних властивостей полімерних сумішей та турбулентних явищ на межі контакту з поверхнею валків у різних зонах області деформації спостерігається прослизання суміші.

При цьому відбувається місцевий відрив суміші від поверхні валка в області деформації та вібрація всієї конструкції вальців. Ці динамічні удари досягають великої сили, і їх необхідно враховувати під час конструювання вальців. За умовами перебігу робочого процесу вальцювання (розподілу швидкостей руху матеріалу, тиску, напруги зсуву) область деформації можна розбити на дві зони: зону відставання та зону випередження. Між цими двома зонами є нейтральний переріз. Іноді цей нейтральний переріз називають нейтральною зоною.

На рис. 18.1.6 представлена схема зміни швидкостей руху, тиску та напруження зсуву в області деформації. Зоною відставання називають вхідну частину області деформації з запасом, що обертається. У зоні відставання є шари полімерної суміші, швидкість руху частинок в яких поступово зменшується в міру віддалення поверхні відповідного валка до центральної осі області деформації (вісь Ox).

На деякій відстані (по осі Ox) від входу полімерної суміші в область деформації ці шари стикаються, і тут частина суміші, що не проходить в зазор між валками, виштовхується назад з між валкового «клин» і утворює так званий запас суміші, що обертається (рис. 18.1.6). При утворенні обертового запасу області деформації створюється так зване турбулентне ядро, в якому швидкість руху частинок може мати зворотний напрям стосовно основного напрямку руху суміші.

18.2. Фізичні основи перероблення матеріалів між валками

При переробленні гумових сумішей та пластичних мас на валках зазвичай здійснюються процеси змішування, пластикації, перетирання та дроблення. Процес змішування полягає у розподілі всіх вихідних компонентів з усього обсягу системи, щоб їх відсоткове співвідношення у межах будь-якого обсягу системи відхилялося від загального співвідношення компонентів системи загалом лише допустиму величину. Змішування може здійснюватися безперервно та періодично. Валкові машини слід зарахувати до обладнання періодичної дії. Матеріал подається на валки (рис. 18.2.1, а та б) у вигляді

окремих шматків, порошкоподібних або пухких волокнистих мас. В результаті обертання валків назустріч один одному внаслідок тертя й адгезії матеріал, що завантажується, зтягується в зазор між ними й на виході з нього прилипає до одного з валків в залежності від різниці температур поверхонь валків та їх окружної швидкості.

Валки обертаються електродвигуном через редуктор і пару зубчастих коліс. Кожен має систему регулювання температури, що забезпечує охолодження або підігрів його поверхні. Процеси гомогенізації, змішування та пластикації вимагають багаторазового пропускання маси через зазор між валками і можуть, як вказувалося, здійснюватися періодично та безперервно.

На валках періодичної дії маса після завантаження однією або послідовно декількома порціями проходить через проміжок між валками, прилипаючи до одного з них, повторно проходить через зазор і в цей період додатково змішується внаслідок нерівності окружних швидкостей валків і додаткового підрізування маси на окремих ділянках по довжині валка.

Після багаторазового пропускання через зазор (кількість пропускань визначається експериментально для кожного виду суміші) маса зрізається окремими смугами вздовж утворює по довжині валка і змотується в рулон або знімається 260 у вигляді смуги певної ширини. Схема обробки матеріалу на валках періодичним способом показано на рис. 18.2.1,а.

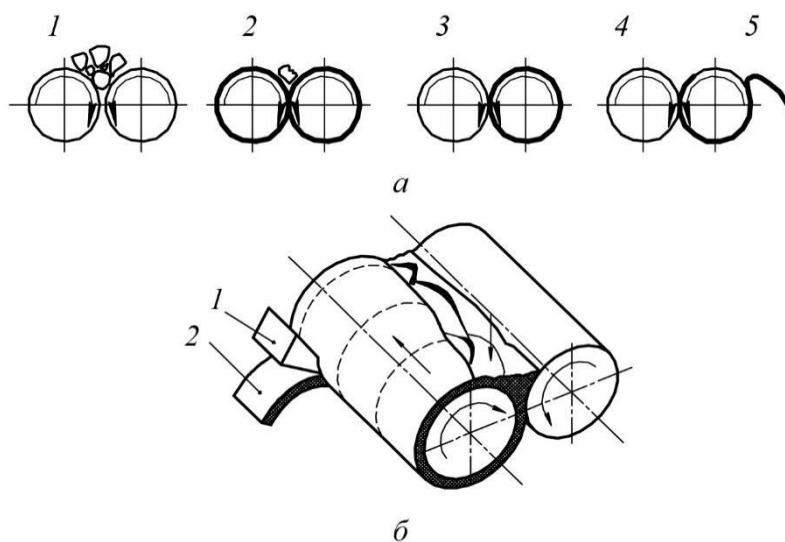


Рис. 18.2.1. Схеми обробки маси на вальцях: а – циклічним способом (1 – завантаження маси; 2 – вальцювання; 3 – кінець вальцювання; 4 – зріз маси; 5 – ніж); б - безперервним способом (1 - ніж; 2 - стрічка маси, що безперервно зрізається)

На валках безперервної дії маса подається з одного кінця, в середині валків безперервно проходить між ними протягом заданого технологічним процесом

часу (встановлюється для кожного виду матеріалу експериментально), здійснює при цьому обертальний і поступальний рух уздовж утворює валка (до одного кінця або до обох кінців валків залежно від місця завантаження) та обрізається у вигляді вузької стрічки (рис. 18.2.1, б).

Процеси пластикації та гомогенізації матеріалу здійснюються на валкових машинах шляхом багаторазового пропускання суміші через зазор між валками при певних температурних умовах і швидкісних режимах. При русі матеріалу в зазорі він стискається, роздавлюється і стирається, тому що валки мають різні окружні швидкості.

Залежно від напруження і властивостей матеріалу, що виникають при цьому, відбувається пружна пластична деформація або руйнування матеріалу. Руйнування здійснюється завдяки фрикції між валками понад 2,5 та застосування валків з рифленою поверхнею. Процес дроблення відбувається в результаті роздавлювання та інтенсивного стирання матеріалу в зазорі між валками.

Контрольні запитання до розділу 18

1. Які основні елементи валково-шнекових агрегатів?
2. Які види пакувальних матеріалів можуть бути перероблені за допомогою валково-шнекових агрегатів?
3. Які кроки включає технологічний процес вторинного перероблення пакування з використанням валково-шнекових агрегатів?
4. Які операції можуть проводитися на станціях обробки під час транспортування матеріалу шнеками?
5. Які можливі наслідки або переваги вторинного перероблення пакувальних матеріалів з використанням валково-шнекових агрегатів?
6. Які переваги надає використання валково-шнекових агрегатів у технологічному процесі вторинного перероблення пакувальних матеріалів?
7. Як використання валково-шнекових агрегатів допомагає зменшити кількість відходів?
8. Як валково-шнекові агрегати сприяють створенню можливостей для виготовлення нових продуктів з використанням вторинної сировини?
9. Які переваги валкових машин порівняно з дисково-черв'ячними екструдерами в контексті вторинного перероблення пакувальних матеріалів?
10. Які основні етапи технологічного процесу вторинного перероблення пакувальних матеріалів на валково-шнековому агрегаті були розроблені та досліджені?

11. Які основні етапи технологічного процесу вторинного перероблення відходів термопластів?
12. Як відбувається транспортування відходів термопластів вздовж осі валків вальців?
13. Які операції проводяться під час перероблення відходів термопластів на валкових вальцях?
14. Як відбувається гранулювання вальцьованого матеріалу?
15. Які особливості лабораторного варіанту валково-екструзійного обладнання для вторинного перероблення відходів полімерних матеріалів?
16. Що включає область деформації валкових машин і як вона обмежена?
17. Які сили діють на матеріал в області деформації валкових машин?
18. Що таке кути захвату валкових машин і як вони визначаються?
19. Що таке дуги захоплення вальців і як вони пов'язані з кутами захвату?
20. Які напрямки деформації відбуваються при обробці полімерної суміші на вальцях і каландрах?
21. Які процеси здійснюються при переробленні гумових сумішей та пластичних мас на валках?
22. Як відбувається процес змішування на валках і яка його мета?
23. Які системи забезпечують регулювання температури на валках і навіщо це потрібно?
24. Які різниці є між обробкою матеріалу на валках періодичної дії та безперервної дії?
25. Якими процесами супроводжується пластикація та гомогенізація матеріалу на валкових машинах?

РОЗДІЛ 19. ПРЕСУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ВІДХОДІВ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

19.1. Типові конструкції та принцип дії.

Для перевезення відходів поліграфічного виробництва можна використовувати різноманітне пресувальне обладнання, залежно від характеристик відходів і вимог транспортування. Ось кілька можливих варіантів пресувального обладнання, які можна використовувати для цієї цілі:

1. **Преси для пресування паперових відходів.** Цей тип пресів спеціально призначений для пресування великих обсягів паперових відходів, таких як витратки, непотрібні друковані матеріали і картон. Вони здатні стиснути великі кількості матеріалу у компактні блоки або брикети, що полегшує їх подальший транспорт і зберігання.
2. **Преси для пресування пластикових відходів.** Для переробки пластикових відходів можна використовувати спеціальні преси, які здатні стиснути пластикові контейнери, плівку, пластикові пакети тощо у компактні блоки або брикети. Це полегшує їх транспортування до спеціалізованих переробних підприємств.
3. **Преси для пресування металевих відходів.** Якщо у поліграфічному виробництві утворюються металеві відходи, такі як металеві консервні банки, обрізки металу або сталеві дроти, можна використовувати преси для пресування металу. Ці преси дозволяють стиснути металеві відходи у компактні форми, що полегшує їх транспортування до металургійних підприємств для подальшої переробки.
4. **Преси для пресування органічних відходів.** Якщо в поліграфічному виробництві утворюються органічні відходи, такі як відпадки харчових продуктів або біологічні матеріали, можна використовувати преси для формування брикетів з органічних матеріалів. Це допоможе зменшити об'єм відходів і полегшить їх транспортування до місць утилізації або компостування.

Вибір конкретного пресувального обладнання залежить від типу і обсягу відходів, а також вимог до їх транспортування та подальшої переробки. Рекомендується звернутися до спеціалізованих виробників або постачальників пресувального обладнання для отримання конкретних рекомендацій і консультацій щодо оптимального обладнання для визначеної ситуації.

Пресувальне обладнання. Схема установки

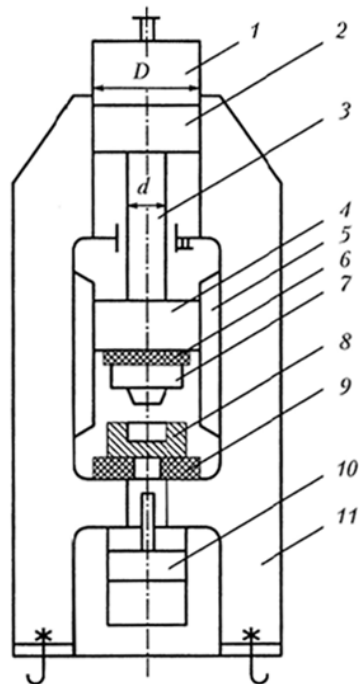


Рис. 19.1.1. Схема рамного гідравлічного преса: 1 – гідроциліндр, 2 – плунжер, 3 – шток, 4 – повзун, 5 – направляючі, 6 – нагрівач пуансона, 7 – пуансон, 8 – матриця, 9 – нагрівач матриці, 10 – виштовхувач, 11 – зварна рама

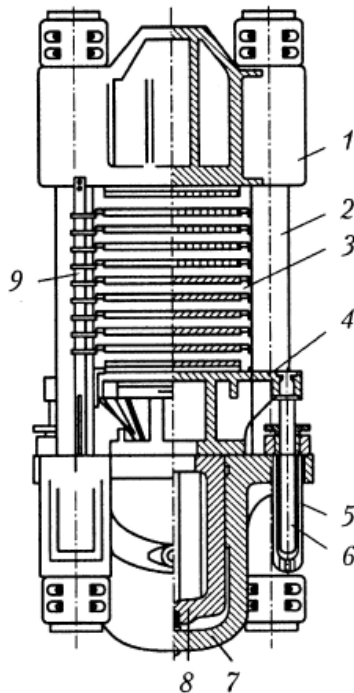


Рис. 19.1.2. Поверховий гідравлічний прес: 1 – архітрав, 2 – колона, 3 – плита, 4

– рухомий стіл, 5 – допоміжний циліндр, 6 – допоміжний плунжер, 7 – робочий циліндр, 8 – робочий плунжер, 9 – рейка

Принцип роботи

Типовий рамний прес (рис. 19.1.1) влаштований і діє таким чином: на жорсткій зварній рамі 11 встановлені всі основні агрегати преса, а саме: головний гідроциліндр 1 з диференціальним плунжером, що складається з власне плунжера 2 зі штоком 3, повзуна 4, жорстко сполученого зі штоком, напрямними 5, поршня 10 і керувальних пристроїв, розташованих у корпусі.

Плунжер гідравлічного преса сприймає від гідравлічної рідини робоче зусилля і передає його на рухому траверсу. На столі преса розташовується матрична частина прес-форми 8 з нагрівачем 9, до повзунів кріпиться пуансон прес-форми 7, який також має нагрівач 6.

При подачі енергоносія (як правило, це мінеральна олива) в плунжерну зону циліндра повзун зміщується до замикання форми, в якій і створюється потрібний, за технологією процесу, тиск пресування.

Для розмикання прес-форми тиск створюється в штоковій зоні гідроциліндра, в результаті чого диференціальний плунжер і повзун підіймається. Після цього спрацьовує виштовхувач 10, і виріб видаляється з форми.

Поверхові преси з нижнім розташуванням головного гідроциліндра (рис. 2) в основному застосовуються для пресування листових виробів з текстоліту, гетинаксу, скло пластиків.

У початковому стані простий плунжер знаходиться у нижньому положенні, плити-повзуни, що обігріваються, спираються на рейки й підготовлені до завантаження на них пакетів з пресованим матеріалом.

Після розміщення пакетів на плитах в гідроциліндрі створюється тиск, плунжер, а за ним і плити-повзуни, підіймаються, стискаються між архітравом і рухомим столом, в результаті чого створюється необхідний тиск пресування.

При розвантаженні преса плунжер під дією сили ваги плит опускається в нижнє положення, плити спираються на виступи рейок, а відпресовані пакети листів виштовхуються, звільняючи місце для наступного завантаження.

Привод гідравлічного преса складається з циліндра з поршнем і помпи. Створюючи порівняно невеликим зусиллям високий тиск в робочому циліндрі помпи, одночасно створюють таке ж тиск і в робочому циліндрі преса; при цьому зусилля, що розвивається в циліндрі преса, в стільки раз більше зусилля, що діє на поршень помпи, у скільки разів площа поршня робочого циліндра більше площі поршня помпи.

Розрізняють два основних типи гідроприводу гідравлічних процесів: груповий (насосно-акумуляторний) та індивідуальний (помповий і насосно-акумуляторний).

Групові називають такий привід, який забезпечує робочою рідиною декілька (від двох до десяти) пресів від централізованої насосно-акумуляторної станції. Прес-форма - основний робочий інструмент технологічного процесу виробництва штучних виробів з реактопластів. При формуванні прес-форму встановлюють між плитами преса, що створює необхідне для формування стискального зусилля. Преси надають статичний (не ударний) вплив на прес-форму.

Існують три основні різновиди прес-форм для прямого пресування: відкритого, закритого і напівзакритого типів.

У прес-формі відкритого типу при замиканні прес-форми матриця і пуансон не стикаються, тому по контуру виробу утворюють облой, для видалення якого вводять додаткові операції. Закриті поршневі прес-форми дозволяють виробляти вироби без облоя, але вимагають точного дозування прес матеріалу. Прес-форми напівзакритого типу з перетіканням характеризуються кращими властивостями описаних двох конструкцій.

Деталі, з яких складаються прес-форми, поділяються на технологічні й конструктивні. До технологічних відносяться формотворчі деталі, які забезпечують необхідну форму і пристрій одержуваних виробів. Це матриця, пуансон, знаки, вставки. Деталі конструктивного призначення – виштовхувачі, втулки, кріпильні деталі.

19.2. Вибір і розрахунок обладнання.

Вибір пресового обладнання здійснюється за величиною необхідного зусилля пресування

$$P_0 = qFn \leq P_n$$

де q - тиск пресування; F - площа перетину завантажувальної камери; n - кількість гнізд у формі; P_n номінальне зусилля зімкнення преса.

Продуктивність преса розраховується за наступними рівняннями:

– штучна продуктивність

$$G = \frac{3600n}{t_u}$$

– масова продуктивність

$$G = \frac{3600mn}{t_u}$$

де m -маса готового виробу, кг; $t_{ц}$ - час циклу пресування.

$$t_{ц} = t_{\text{загрузки}} + t_{\text{закрывания}} + t_{\text{выдержк. поддавл.}} + t_{\text{дон}} + t_{\text{размыкания}} + t_{\text{разгрузки}}$$

Час тривалості витримки під тиском визначається в основному швидкістю затвердіння сполучного при температурі пресування; на неї впливають вміст вологи, форма і товщина виробу, конструкція прес-форми і застосування попереднього прогріву або підпресування.

Контрольні запитання до розділу 19

1. Які типи відходів поліграфічного виробництва можна пресувати?
2. Які переваги мають преси для пресування паперових відходів?
3. Які матеріали можуть бути пресовані за допомогою пресів для пресування пластикових відходів?
4. Які типи металевих відходів можна пресувати за допомогою пресів для пресування металу?
5. Які преси рекомендується використовувати для пресування органічних відходів у поліграфічному виробництві?
6. Яка конструкція типового рамного преса?
7. Яким чином плунжер гідравлічного преса сприймає тиск і передає його на рухомий траверс?
8. Як прес-форма розмикана після процесу пресування?
9. Для яких матеріалів використовуються поверхові преси з нижнім розташуванням головного гідроциліндра?
10. Як працює привод гідравлічного преса і як він створює необхідний тиск для пресування?
11. Які типи прес-форм використовуються для прямого пресування?
12. Які особливості прес-форми відкритого типу?
13. Що характеризує прес-форми закритого типу?
14. Які деталі входять до складу технологічних прес-форм, а які до конструктивних?
15. Якими параметрами обладнання варто керуватись при виборі пресового обладнання?

РОЗДІЛ 20.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ТА ВИКОРИСТАНОЇ ТАРИ

20.1. Способи поводження з полімерними відходами та використаною полімерною тарою.

Полімерні вироби стають все більш досконалішими з точки зору їх експлуатаційних властивостей, одночасно розвиваються та ускладнюються методи поводження з полімерними відходами. Природоохоронне законодавство країн світу стає все жорсткішим, що вимагає відмовитись від одних способів та надає нового поштовху для розвитку інших. Узагальнено методи перероблення відходів та використаної тари.

Заховання або вивіз на смітник мало придатні для утилізації відходів полімерних матеріалів. Це обумовлено тим, що їх об'єм не змінюється з часом. Відповідно площі, зайняті під смітники, повинні безперервно збільшуватися, це призводить до виведення з господарського обороту значних територій, довгостроковим забрудненням навколишнього середовища і не раціонально з енергетичної точки зору. Однак цей метод і сьогодні широко застосовується в Україні.

Створення біо, фото- і водорозкладаваних полімерів спочатку розглядалось як один з оптимальних шляхів розв'язання проблеми утилізації відходів. Фотодеструктивні полімери одержують введенням в полімер УФ-сенсibilізаторів або синтезом сополімерів, які мають світлочутливі групи, або нанесенням покриттів з фотоактивувальними добавками на поверхню виробів. Сенсibilізаторами частіше всього служать похідні антрахінону, бензофенону інших ароматичних кетонів та альдегідів.

При введенні світлочутливих функціональних груп в основний ланцюг полімеру фізико-механічні характеристики матеріалу не змінюються. Поглинання УФ-променів цими групами обумовлює наступну деструкцію матеріалу. Швидкість фотодеструкції визначається інтенсивністю опромінення, вмістом "активних" груп, фізичними й хімічними властивостями матеріалу. Можна одержати фотодеструктивні полістироли (ПС) і полі вінілацетат шляхом введення в них макромолекул світлочутливих карбонільних груп і створити фотодеструктивні композиції на основі ПС і сополімерів стірола з мономерами, що мають кетонні групи.

Ця мета досягається сополімеризацією стірола з акролеїном.

Існують біополімери, здатні розкладатися під дією мікроорганізмів. Основними напрямками роботи на сьогодні є:

- одержання полімерів визначеної структури, що піддаються дії мікроорганізмів;
- розробка композицій на основі звичайних полімерів зі специфічними добавками, що
 - є джерелом живлення мікроорганізмів;
 - створення полімерів, які починають розкладатися під дією УФ-світла, а закінчують під дією мікроорганізмів.

Відомі різні способи одержання водорозчинних полімерних матеріалів. Так, з оксіпропілцелюлози можуть бути виготовлені водорозчинні листові та плівкові матеріали, тара та пакування. Водорозчинні мішки для сільського господарства і служби побуту одержують, вводячи у полімерні композиції модифікований крохмаль. Однак під час виробництва полімерів, що розкладаються, витрати, як правило, вищі, ніж при виробництві звичайних пластичних мас.

Фоторозкладувальні полімери, що застосовуються як пакувальні матеріали, не захищають складові пакування від дії УФ-світла. Токсичність продуктів розкладання таких матеріалів вивчена недостатньо, оскільки для цього потрібні спеціальні токсикологічні дослідження.

Спалення відходів супроводжується забрудненням атмосфери отруйними газами, характеризується високою температурою, необхідністю відводу великої кількості тепла і сильною корозією технологічного обладнання. За наявності у відходах значної кількості полівінілхлориду (ПВХ) на стінках печей може з'явитися суцільний шар хлоридів заліза, на якому за температури 650-780°C можливе утворення сульфідів заліза. Дослідження показали, що під час спалювання сміття, яке містить до 6% пластичних мас (поліолефінів, ПВХ, ПС), в спеціальних інсеніляторах не спостерігається підвищення димоутворення, посилення запахів і засмічення обладнання.

Для забезпечення спалювання відходів полімерів з мінімальним забрудненням повітря розроблені спеціальні системи газоочищення, методи попередньої обробки відходів (наприклад, лужним розчином), створені установки різних типів — ротаційні та подові печі, печі з відкритим полум'ям і печі для спалювання в псевдозрідженому шарі. В більшості країн пластичні маси спалюють разом з іншими твердими відходами, але в Японії функціонують спеціальні інсеніратори матеріалів. Попіл, що утворюється під час спалювання, використовують як добавку при виробництві будівельних матеріалів, дорожнього покриття.

Полімерні матеріали характеризуються високою теплотворною здатністю (у два-три рази вищою, ніж у текстилю і паперу). Тому теплову енергію спалювальних відходів можна ефективно використовувати для одержання пару

високого тиску, гарячої води як енергоносія для газових турбін, додаткового палива.

20.2. Переваги, недоліки та перспективні шляхи подальшого розвитку методів утилізації.

Не дивлячись на успішне рішення ряду технічних питань, спалювання, як спосіб утилізації відходів, не економічне і мало ефективне. Навіть при максимально повному використанні всіх його можливостей вдається компенсувати лише частину експлуатаційних витрат.

Таким чином, розглянуті методи не забезпечують ефективного розв'язання проблеми використання відходів полімерів. Тому в останні роки намітилися тенденції утилізації відходів шляхом регенерації, повторного перероблення, одержання композиційних матеріалів, піролізу.

Перероблення відходів полімерів в штучне рідке паливо є перспективним напрямком їх утилізації. Розроблені в останній час технології дозволяють одержувати високоякісні марки бензину, гасу, дизельного і котельного палива [6]. Найбільш відомими є технологічні процеси фірм "Кгирр Maschinentechnik GmbH" і "BASF"(Німеччина), "British Petroleum" (Великобританія), "Fuji Industrial Recycle Corp" (Японія), "Kodak Co" (США). Однак головним недоліком вказаних технологій є висока ціна обладнання, що використовується і, відповідно, висока ціна виробленого штучного рідкого палива.

Причиною такої високої вартості є прагнення одержати паливо стандартної якості. Це приводить до значного ускладнення технології й, відповідно, подорожчання обладнання. Крім того, збільшуються витрати енергоносіїв, що також позначається на РЯПТОГ.Т; г. штучного палива. Але, не дивлячись на вказані недоліки, ці технології є одними з найбільш перспективних як в енергетичному плані, так і в плані охорони навколишнього середовища від забруднення відходами полімерної тари й пакування.

Термічні методи утилізації відходів. До прогресивних способів утилізації відходів полімерів відносяться термічний і каталітичний піроліз за температури 500-1000°C в безкисневому середовищі або в середовищі з нестачею кисню. Він дозволяє одержувати без сіркові види палива та вуглеводи. Витрати на перероблення скупляються внаслідок реалізації продуктів, що утворюються. В результаті термічної дії молекули полімерів розпадаються з утворенням низькомолекулярних продуктів, вихід і характеристики яких залежать від умов проведення процесу, природи й хімічного складу вихідних компонентів.

Установка для термічного розкладення відходів полімерів складається із тарілчастого або шнекового живильника, печі розкладання, скрубера, ректифікаційної колони, холодильника, розвантажувального барабана,

промивної місткості, місткості для масел, камери спалення газів, що відходять, і печі вторинного розкладання. Для попереднього подрібнення відходів може бути встановлена дробарка.

Існують різні способи проведення піролізу:

- піроліз нерухомого шару періодично завантажуваних відходів;
- піроліз в обертових печах або на рухомому конвеєрі;
- піроліз в псевдозрідженому шарі високодисперсного теплоносія та інші.

В більшості випадків рідкі продукти піролізу можна використовувати як паливо, оскільки вони не містять сірки, характеризуються малою в'язкістю і високою теплою спалення. Оптимальним є застосування рідких продуктів піролізу у вигляді добавок до твердого і рідкого палива. Вони можуть також служити додатковим джерелом хімічної сировини для виробництва етилену й ароматичних вуглеводів, соляної кислоти. В окремих випадках тверді продукти піролізу можуть самостійно застосовуватись.

Повторне використання відходів полімерних матеріалів є необхідною частиною будь-якого виробничого процесу. З цією метою відходи перероблюють у вторинний гранульований матеріал або безпосередньо у виробі, регенерують вихідні продукти синтезу полімерів і повертають їх у виробництво у вигляді вторинної сировини, одержують композиційні матеріали. Технологія повторного перероблення відходів розроблена для всіх основних видів вертають у виробництво або додають в кількості 5-10% до первинної сировини.

Вторинні пластичні маси успішно конкурують з другосортними первинними полімерами. При цьому вони можуть застосовуватися в інших областях (нарівні з первинними). Так, вторинний ПВХ використовується для виготовлення електроізоляції, а регеновані термопластичні полієфіри — для одержання литтєвих композицій, що не поступаються за своїми властивостями поліамідам і полікарбонатам.

Волокнисті, плівкові і шматкові відходи ПЕ, ПУТФ, поліамідів і деяких інших термопластів можливо перероблювати методом екструзії (з попереднім подрібненням) у виробі технічного і культурно-побутового призначення.

При повторному переробленні змінюється структура, фізико-механічні й реологічні характеристики більшості полімерів. Тому дослідження впливу кратності перероблення на властивості пластичних мас є необхідною умовою правильного вибору технологічного режиму перероблення й областей застосування матеріалів, виготовлених із відходів. Так, встановлено [10], що властивості сополімеру стирол + акрилонітрил (САН) залежать від кратності перероблення литтям під тиском.

Ударна в'язкість і руйнівне напруження при розтягуванні після перших циклів зростають, а потім монотонно зменшуються і стають нижче вихідних значень. Теплостійкість матеріалу у всьому інтервалі кратності перероблення трохи вища за теплостійкість вихідного полімеру. Середньо в'язкісна молекулярна маса САН зменшується після кожного циклу витримки й лиття під тиском за температури 200-240°C.

Зі збільшенням кратності перероблення молекулярно-масове розподілення зміщуються в низькомолекулярну область. Інтенсивність деструкції САН визначається його молекулярною масою і температурою перероблення. Чим нижча температура перероблення, тим менша рухливість макромолекул, більша величина здвигу макромолекул, що обумовлює більш інтенсивну деструкцію довгих ланцюгів. При підвищенні температури зростає швидкість термодеструкції. Низькомолекулярні фракції, що утворюються при цьому, діють як мастило, що знижує показник плинності розплаву полімеру.

Повторне перероблення полімерних матеріалів, як правило, потребує додаткового введення стабілізаторів, що перешкоджають деструкції або уповільнюють її. Одним з ефективних стабілізаторів, що застосовуються для цієї мети, є "Sandostab Р-ЕРО". Він може бути використаний для стабілізації вторинно перероблюваного ПП, ПЕВТ і ПЕНТ, полікарбонату.

Відходи реактопластів після подрібнення використовуються як інертні наповнювачі для пластичних мас. Введення у вихідні композиції 10-20% відходів не потребує змінення технології перероблення, оскільки плинність розплаву при цьому знижується незначно. Діелектричні показники також залишаються на попередньому рівні. Подальше збільшення вмісту відходів викликає різке зниження ударної в'язкості і руйнівної напруги при згинанні полімерних композицій.

В США діють промислові установки для утилізації термореактивних відходів. Фірма "Сепегал Еіесігіс Со" використовує термореактивний скрап у вигляді порошку з розміром частин 50-100 мкм як наповнювач для карбамідоформальдегідних полімерів. Утилізація термореактивних відходів дозволяє фірмі економити 114 т/рік термореактопластів.

Регенерація відходів.

Відходи процесів одержання, перероблення та експлуатації деяких полімерів можуть бути регеновані до вихідних продуктів синтезу і повернуті в промисловість. Цей метод є найбільш перспективним напрямком утилізації відходів поліуретанів (ПУ), оскільки їх спалення нерентабельне, а піроліз супроводжується виділенням отруйних газів. Можливість регенерації ПУ визначається структурою і фізико-механічними характеристиками полімерів.

ПУ з малим ступенем зшивки, як і термопласти, можна переробляти багаторазово.

Вторинне застосування лінійних та густосітчатих ПУ з високою температурою плавлення основане на використанні сильнополярних розчинників або хімічної деструкції (гідроліз, алкоголіз, аміноліз). Оптимальною є часткова хімічна деструкція полімеру мінімальною кількістю деструктивного агента.

Деструкцію доцільно проводити до такого ступеня, коли матеріал здобуває властивість перероблятися і не потребує спеціального очищення. Такий підхід дозволяє економне використовувати відходи та одержувати полімерні матеріали, близькі за властивостями до вихідних. Але найбільш універсальним методом використання відходів різних типів ПУ являється повний гідроліз до вихідних компонентів (олігодіолів, діамінів).

Розроблена промислова технологія гідролізу відходів ПУ. Так, фірма "Urhoen Co." (США) шляхом регенерації відходів жорстких пінополіуретанів і пінополіізоціануратів одержує поліоли для вторинного використання, вартість яких становить 2/3 вартості первинних поліолів. Регенерацію відходів еластичних пінополіуретанів до поліолів і діамінів шляхом гідролізу перегрітою парою здійснюють фірми "Ford Motor Co." і "General Motors Corp." (США).

Композиційні матеріали одержують на основі відходів виробництва полістирольних пластиків. За властивостями ці відходи в основному близькі до вихідного продукту (за виключенням одного-двох бракувальних показників). Автори роботи показали, що змішання відходів виробництва АБС-пластиків з обрізками декоративних паперовошаруватих пластиків (ДПШП) на основі феноло-, карбаміде- і меламінофор-мальдегідних смол, а також відходів виробництва удароміцного полістиролу з подрібненими склопластиками дозволяють одержувати матеріали, придатні для виробництва товарів народного споживання та не відповідальних конструкційних деталей.

Методи й технологічні режими перероблення істотно впливають на властивості виробів. Галузями промисловості, де перспективним є застосування матеріалів із відходів виробництва ПС-пластиків, є деревообробна та лакофарбова. Зношені вироби із ПС застосовують для виробництва клеїв, паст, водорозчинних іонообмінних смол. Матеріали з цінними властивостями одержують на основі відходів ПЕ, капрону, ПА та фенолоформальдегідних смол.

Композиційні матеріали одержують із відходів пластичних мас, паперу, картону, шламів важких металів, мінеральних і армованих наповнювачів. Ці матеріали широко використовують в цивільному і дорожньому будівництвах. Наприклад, із відходів пластичних мас і піску в Японії виготовляють блоки для

будівництва станцій з розведення морської риби, а на основі суміші бетону з відходами пінополістіролу фірма "Секісуй пурасутіккусу" розробила легкий пінобетон. Зі зношених капронових сіток одержують високонаповнені литтєві матеріали з високими теплофізичними й антифрикційними характеристиками, а із суміші відходів виробництва синтетичного каучуку з мінеральними наповнювачами й сажею — композиційні матеріали.

Зміну напрямків утилізації відходів можна бачити на прикладі США, за даними таблиці.

Існує достатньо багато способів перероблення полімерних матеріалів і використаної тари, найбільш раціональними та безпечними з яких є регенерація, вторинне перероблення та піроліз. Розвиток технологій в цих галузях є найбільш динамічним. Як засвідчує практика розвинених країн, утилізація відходів, як правило, не є рентабельною та потребує втручання держави у цей процес, якщо дійсно ставиться мета охорони навколишнього середовища.

Контрольні запитання до розділу 20

1. Які проблеми пов'язані зі зберіганням або вивозом полімерних відходів на смітник?
2. Які методи перероблення полімерних відходів і використаної полімерної тари є найефективнішими?
3. Що таке фотодеструктивні полімери і як їх отримують?
4. Які фактори впливають на швидкість фотодеструкції полімерів?
5. Які напрямки роботи в галузі біополімерів, які розкладаються під дією мікроорганізмів, існують сьогодні?
6. Які проблеми пов'язані зі зберіганням полімерних відходів та їх вивозом на смітник?
7. Які негативні наслідки можуть мати фоторозкладувальні полімери, які застосовуються як пакувальні матеріали?
8. Що може бути наслідком спалювання полімерних відходів?
9. Які методи та системи використовуються для забезпечення спалювання полімерних відходів з мінімальним забрудненням повітря?
10. Як можна ефективно використовувати теплову енергію, що утворюється під час спалювання полімерних відходів?
11. Які недоліки спалювання відходів як методу утилізації?
12. Які перспективні шляхи утилізації відходів полімерів були намічені в останні роки?

13. Які технології регенерації, повторного перероблення та піролізу використовуються для утилізації полімерних відходів?
14. Які особливості термічного піролізу відходів полімерів?
15. Які способи проведення піролізу використовуються із застосуванням установок для термічного розкладання відходів полімерів?
16. Які переваги мають рідкі продукти піролізу і як вони можуть бути використані?
17. Які можливості повторного використання полімерних відходів існують?
18. Які види вторинних пластичних мас і в яких областях вони можуть бути застосовані?
19. Як змінюються властивості пластичних мас при повторному переробленні і як впливає кратність перероблення на ці властивості?
20. Які стабілізатори можуть бути використані для стабілізації вторинно перероблюваних полімерів і які вони мають застосування?
21. Який переваги регенерації відходів поліуретанів?
22. Які методи можуть бути використані для вторинного застосування лінійних та густосітчатих поліуретанів?
23. Яким чином можна проводити хімічну деструкцію поліуретанів і як це впливає на їх властивості?
24. Які можливості регенерації відходів полістирольних пластиків існують?
25. Які галузі промисловості відображають перспективи застосування матеріалів, одержаних з відходів полімерів?

РОЗДІЛ 21. ПРИСТРОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПНЕВМО-ВАКУУМ-ФОРМУВАННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ОЗНАКАМИ

21.1. Конструкційні особливості одно позиційної універсальної машини для пневмо-вакуум-формування

Вакуум-формування – найпростіший спосіб виготовлення виробів з листових матеріалів, застосовується простіша за конструкцією форма і за витяжкою листа можна спостерігати візуально. Процес виготовлення виробів здійснюється в результаті витяжки під дією вакууму, має кілька різновидів.

Найбільшого поширення набув метод негативного формування. Він дозволяє формувати вироби, зовнішня поверхня яких відтворює форму внутрішньої матриці. Схема негативного формування представлена рис. 21.1.1.

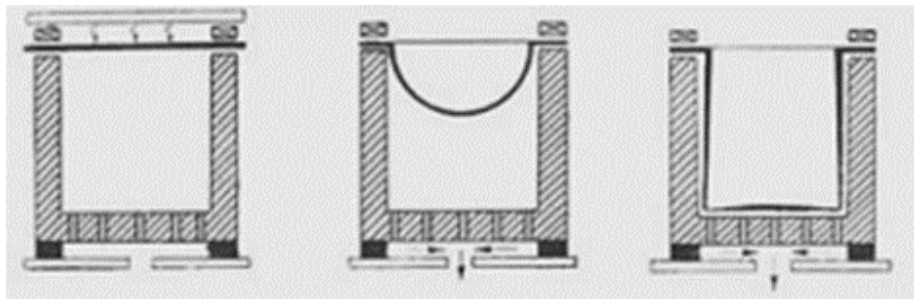


Рис. 21.1.1. Схема негативного формування

При формуванні даним методом лист термопласту закріплюють за контуром форми й нагрівають. Потім із герметичної порожнини під заготовкою відкачують повітря. При цьому тиск під заготовкою буде поступово зменшуватися, тоді як над ним тиск повітря дорівнюватиме атмосферному. Заготівля у своїй починає втягуватися в порожнину форми та набувати її конфігурацію. Після охолодження необхідно для фіксації форми виробу останнє видаляють із матриці.

При негативному формуванні розрізняють стадії вільного та примусового формування. Зі створенням різниці тиску над листом термопласту та під ним листові заготовки починає провисати. Заготовка при цьому деформується доти, доки термопласт торкається тільки верхньої крайки матриці. Стадія вільного формування характеризується майже постійною температурою термопласту. Товщина листової заготовки в кінці цієї стадії також однакова в різних точках, хоча вона менша за товщину вихідної заготовки.

Далі слідує стадія примусового формування. У зв'язку з тим, що температура матриці підтримується досить низькою, температура термопласту

на стадії примусового формування знижується. На цій стадії виділяють два етапи: оформлення бічних стінок та оформлення днища.

При формуванні глибоких виробів спочатку оформлюються бічні стінки, а потім днище, при формуванні дрібних виробів – навпаки. Слід враховувати, що товщина вільної, тобто поверхні, що не контактує, на цій стадії постійно зменшується. Це пов'язано з тим, що на поверхні заготовки, що торкається формувального інструменту, утворюється тонка міцна плівка застеленого термопласту. Її утворення пов'язане з різким охолодженням поверхні заготовки, що стикається з матрицею, яка має температуру нижче температури склування термопласта, що формується. Тому плівка, що утворюється, значно знижує здатність термопласту до деформування й утворення нової ділянки бічної стінки практично повністю йде внаслідок матеріалу, що ще не торкнувся матриці. Саме це призводить до постійного зниження товщини стінки виробу від верхньої точки до днища.

У той момент, коли вільна частина заготовки, що формується, стикнеться з дном формувального інструменту, починається етап оформлення днища виробу. Як на стінках, так і на дні матриці утворюється кірка застеленого матеріалу, який також перешкоджає його витяжці. Витяжка продовжує здійснюватися внаслідок ділянок заготівлі, які не торкнулися дна матриці. Товщина стінок продовжує витончуватися, і тонкіші ділянки виходять у кутах між бічними стінками та днищем.

Таким чином, недоліком негативного методу формування є значна різнотовщинність виробу при глибокій витяжці, особливо у кутах виробу. При малій глибині різниця в товщинах не така значна, тому даний метод рекомендується для виготовлення виробів, що не мають гострих кутів, і відношення глибини до ширини - не більше 0,5.

Позитивний метод (формування на пуансоні) дає можливість виготовити вироби, внутрішня поверхня яких точно відтворює форму або малюнок формувального інструменту (пуансона) (рис. 21.1.2).



Рис. 21.1.2. Схема позитивного формування

При формуванні лист спочатку стикається з верхнім торцем пуансона, на якому оформляється днище виробу, тому при формуванні цим методом

одержують вироби з найбільшою товщиною на днищі. Найменша товщина виходить при оформленні стін. Застосування цього методу стримується утворенням великої кількості відходів матеріалу (бічні стінки вздовж формувальної камери).

Даним методом можна формувати лише ті листи, які дають малий прогин під власною вагою. В іншому випадку лист прилипає до верхньої частини пуансона і при формуванні трапляється значна різнотовщинність. Як і при негативному формуванні, даним методом можна отримати вироби невеликої глибини та без гострих кутів.

При вільному вакуум-формуванні лист закріплюється над вакуумною камерою та нагрівається. Після досягнення певної температури створюється вакуум, і лист втягується у вакуумну камеру, не торкаючись її стінок. При цьому утворюється півсфера або сегмент (рис. 21. 1.3).

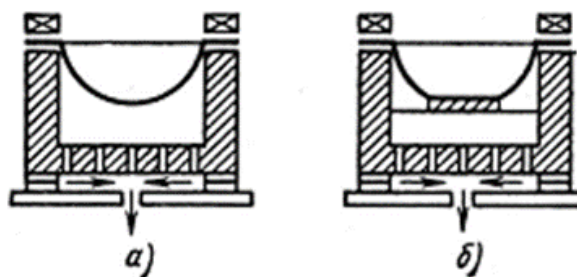


Рис.21.1.3. Схема вільного формування

Коли напівсфера, що утворюється, досягне необхідної глибини, розрядження в камері знижується, і величина його підтримується постійною, до моменту повного охолодження виробу, тобто цей процес аналогічний стадії вільного формування.

Форма виробу визначається з одного боку конфігурацією пройма, з другого боку - глибиною витяжки. Якщо використовується форма з круглою проймою, то виріб, що формується, набуде вигляду поверхні кульового сегмента. Якщо форма еліптична, то виріб у вигляді поверхні сегмента обертання еліпсоїда. Пройми можуть бути прямокутної форми. У цьому випадку виріб має вигляд поверхні, утвореної поверхнею кругового та еліптичного циліндрів.

Глибина витяжки регулюється за допомогою фотоелементів, що налаштовуються на певну глибину витяжки листа або за допомогою кінцевих вимикачів.

Недоліки методу: обмеження щодо конфігурації виробів, високі вимоги до рівномірного нагрівання термопласту та різнотовщинності вихідної заготовки.

Недотримання цих вимог призводить до нерівномірності витяжки й, отже, неправильної форми виробу.

21.2. Використання пневмосистем для створення тиску формування

Позитивне формування з попередньою витяжкою (вакуум-формування з обтисканням та охолодженням на пуансоні). Цей метод застосовують для перероблення листових поліакрилатів та ПВХ-пластикатів. Лист матеріалу нагрівається і потім внаслідок розрядження витягується в порожнину вакуумної камери (рис. 21.1.4).

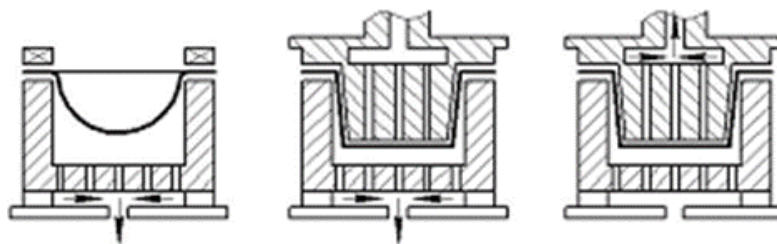


Рис. 21.1.4. Схема позитивного формування з попередньою витяжкою вакуумом

Після витяжки листа на необхідну глибину вакуумну камеру вводять пуансон. Потім перепад тисків, що забезпечує вільне формування листа, знімають. Нагрітий лист під впливом внутрішніх сил пружності прагне повернутися у початкове становище і, стикаючись з холодним пуансоном, щільно облягає його і застигає, утворюючи виріб. Для кращого облягання заготівлею пуансона, термопласт підтискають до нього або внаслідок стисненого повітря, що подається в камеру, або внаслідок розрядження, яке створюється в каналах пуансона.

Позитивне вакуум-формування із попередньою пневматичною витяжкою. Згідно з цим методом, лист термопласту затискають у нерухомій рамі й нагрівають до певної температури. Притискна рама кріпиться по периметру герметичної камери, всередині якої може переміщатися вгору і вниз пуансон (рис. 21.1.5).

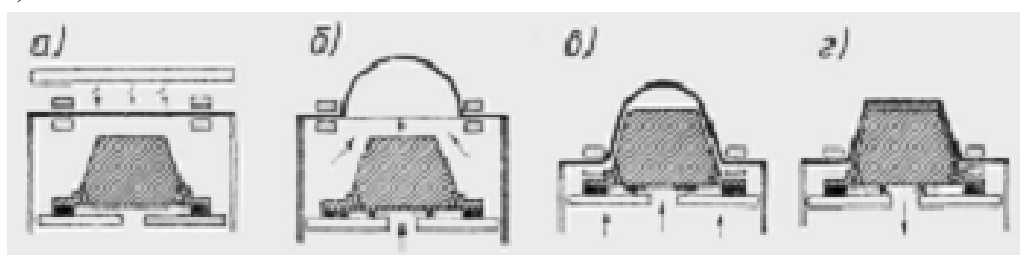


Рис. 21.1.5. Схема позитивного формування із попередньою

В камеру подається стиснене повітря, яке піддає нагрітий лист попередньої пневматичної витяжки. Потім всередину порожнини вводиться пуансон, а подача стисненого повітря припиняється. Заготівля під впливом пружних внутрішніх сил прагнути обтиснути пуансон, приймаючи його форму. Остаточне оформлення виробу відбувається після створення вакууму усередині герметичної камери. Цей метод забезпечує найбільш рівномірну товщину стінок виробу в порівнянні з іншими методами формування.

Негативне формування із попередньою пневматичною витяжкою. Даний метод поєднує негативний метод та вільне формування. Цей метод дозволяє отримати вироби менш різнотовщинні та глибші в порівнянні з простим негативним формуванням.

Під листом термопласту, закріпленим у затискному пристрої, та розігрітому до високоеластичного стану за допомогою стисненого повітря створюється надлишковий тиск (рис. 21.1.6.).

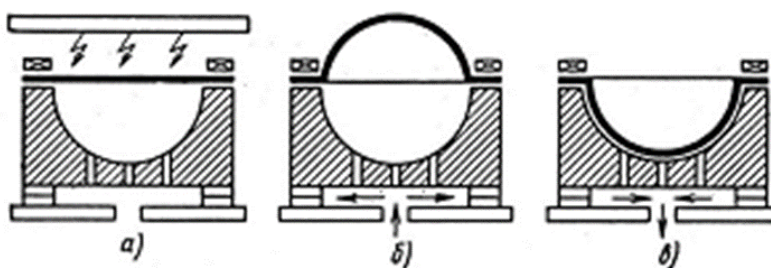


Рис.21.1.6. Схема негативного формування із попередньою пневматичною витяжкою

Під впливом тиску лист деформується, причому товщина його поступово зменшується. Після досягнення листом необхідного ступеня витяжки подача стисненого повітря припиняється, і з матриці відкачують повітря, при цьому створюється перепад тисків, що формує, і роздута заготовка, потрапляючи всередину матриці, щільно притискається до її поверхні.

Позитивне формування з попередньою механічною витяжкою (вакуум-формування із натягуванням листа на пуансон). Цим способом одержують вироби з глибокою витяжкою. Лист термопласту затискають у рамі над розташованим під нею пуансоном і нагрівають до досягнення необхідної температури формування (рис. 21.1.7).

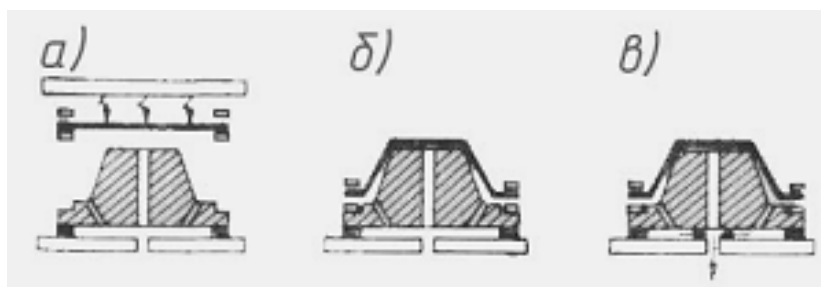


Рис. 21.1.7. Схема позитивного формування з попередньою механічною витяжкою

Після цього пуансон підіймається і розігрітий лист щільно обтискає його. Потім у внутрішній порожнині пуансона створюється вакуум і завдяки йому попередньо витягнутий лист щільно облягає пуансон, точно відтворюючи його форму.

При цьому методі товстішим виходить дно виробу. Найчастіше цим методом переробляють листовий ПММК, ПС, кополімери стиролу (прозорі матеріали), рідше листи ПЕ. Останнє зумовлено тим, що ПЕ прилипає до верхньої частини пуансона і не схильний до рівномірного виштовхування. Для забезпечення прослизання поверхня формувального інструменту не полірується, а робиться шорсткою. У цьому випадку для ПЕ може статися ковзання.

Схема негативного формування із попередньою механічною витяжкою наведена на рис. 21.1.8.

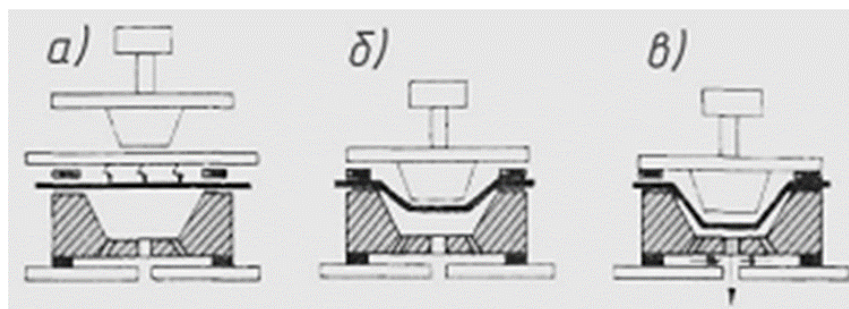


Рис. 21.1.8. Схема негативного формування з попередньою механічною витяжкою

Основна особливість цього методу полягає в тому, що закріплений над матрицею лист термопласту вдавлюється до неї штовхачем. Штовхач, опускаючись донизу, надає листу форму, приблизно відповідну формі матриці, і робить попередню механічну витяжку листа.

Як тільки штовхач приходить у нижнє положення, в матриці створюється формувальний тиск (внаслідок вакууму, стиснутого повітря або рідини, що

нагнітається) і лист притискається до внутрішньої поверхні матриці, точно відтворюючи розміри й малюнок форми.

При механічній витяжці відбувається потоншення бічних стінок виробу, що формується, а товщина дна залишається майже без зміни в порівнянні з товщиною листа. При негативному формуванні найбільше витягується дно виробу і прилеглі до нього кути.

Поєднання двох способів, що розглядаються, дозволяє отримати глибші вироби з рівномірною товщиною стінки й дна, ніж при «чистому» негативному формуванні. До недоліків процесу слід віднести ускладнення обладнання та збільшення числа технологічних параметрів, які потрібно контролювати в ході процесу.

Контрольні запитання до розділу 21

1. Яким способом виготовляються вироби з використанням вакуум-формування?
2. Який метод набув найбільшого поширення вакуум-формування?
3. Які етапи включає стадія вільного формування при негативному формуванні?
4. Що відбувається на стадії примусового формування при негативному формуванні?
5. Які конструкційні особливості має однопозиційна універсальна машина для пневмо-вакуум-формування?
6. Які основні етапи включає процес негативного формування при вакуум-формуванні?
7. Як впливає утворення плівки застисненого термопласту на здатність термопласту до деформування і утворення нової ділянки бічної стінки виробу?
8. Яким чином починається етап оформлення днища виробу при вакуум-формуванні?
9. Які проблеми можуть виникнути при негативному методі формування щодо різнотовщинності виробу?
10. Які переваги має позитивний метод формування на пуансоні порівняно з негативним методом?
11. Які особливості формування листів при використанні позитивного методу на пуансоні?
12. Які фактори обмежують застосування позитивного методу формування?
13. Як процес вільного вакуум-формування впливає на конфігурацію виробу?
14. Яким чином регулюється глибина витяжки при вільному вакуум-формуванні?

15. Які недоліки виникають при застосуванні позитивного методу формування на пуансоні?
16. Які методи вакуум-формування з попередньою витяжкою використовуються для перероблення листових поліакрилатів та ПВХ-пластикатів?
17. Як відбувається формування виробу за допомогою позитивного методу з попередньою витяжкою вакуумом?
18. Як процес позитивного формування із попередньою пневматичною витяжкою впливає на рівномірність товщини стінок виробу?
19. Яким чином відбувається формування виробу за допомогою негативного методу з попередньою пневматичною витяжкою?
20. Які переваги має негативне формування з попередньою пневматичною витяжкою порівняно з простим негативним формуванням?
21. Як відбувається формування виробу за допомогою позитивного методу з попередньою механічною витяжкою?
22. Якими матеріалами найчастіше переробляються за допомогою позитивного формування з попередньою механічною витяжкою?
23. Як працює негативне формування з попередньою механічною витяжкою?
24. Які особливості витягування та формування листа виробу при негативному формуванні?
25. Як поєднання позитивного та негативного методів формування впливає на властивості отриманих виробів?

РОЗДІЛ 22.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСТРУЗІЙНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

22.1. Структура побудови екструзійних установок для виготовлення виробів із вторинних полімерних матеріалів пакувальної та поліграфічної продукції.

Екструзійна утилізація поліграфічної продукції є процесом перероблення відходів поліграфії шляхом їх плавлення та формування в нові вироби. Цей процес передбачає застосування спеціального обладнання, яке забезпечує плавлення та формування відходів поліграфії.

Основні кроки технологічного процесу екструзійної утилізації поліграфічної продукції:

1. **Збір та сортування відходів.** Перед початком утилізації відходи поліграфії повинні бути зібрані та відсортовані за типами матеріалів (наприклад, папір, картон, пластик).
2. **Розмелювання.** Відходи піддаються розмелюванню, де вони перетворюються на дрібні частинки для підготовки до екструзії.
3. **Екструзія.** Розмелені відходи поліграфії нагріваються та плавляться в екструдері - спеціальному обладнанні, що має шнековий механізм. Під дією тиску та температури плавлений матеріал пропускається через формувальну головку, що надає йому нову форму.
4. **Формування.** Сформована пластична маса охолоджується та виходить у вигляді нових виробів, наприклад, пластикових гранул або плит.
5. **Обробка та використання.** Отримані вироби можуть бути піддані подальшій обробці, наприклад, розфасуванню або використані виробниками поліграфічних матеріалів як сировина для виготовлення нової поліграфічної продукції.

Вибір обладнання для екструзійної утилізації поліграфічної продукції залежить від ряду факторів, включаючи масштаби виробництва, типи матеріалів, які будуть утилізовані, технічні вимоги до виробів і бюджет.

Основними компонентами обладнання для екструзійної утилізації можуть бути:

1. **Екструдер.** Шнековий екструдер використовується для плавлення та формування відходів поліграфії. Вибір екструдера повинен залежати від типу матеріалу, який буде утилізовано, його кількості та якості.
2. **Формувальна головка.** Ця частина обладнання дозволяє надати плавленому матеріалу бажану форму. Вона може бути виготовлена залежно від типу виробів, які необхідно отримати.

3. **Система охолодження.** Після формування виробів вони повинні бути охолоджені перед подальшою обробкою. Система охолодження, наприклад, водяна ванна або конвеєр з охолодженням, може бути частиною обладнання.

4. **Устаткування для розмелювання.** Якщо відходи поліграфії потребують попереднього розмелювання, можуть використовуватись дробарки або інші типи устаткування для подрібнення матеріалу.

Вибір конкретного обладнання повинен враховувати технологічні потреби виробництва, а також відповідати вимогам екологічної безпеки та стандартам перероблення відходів.

При побудові технологічних зон екструдерів слід враховувати ряд особливостей для забезпечення ефективності та безпеки процесу. Екструдери вимагають достатнього простору для їх розміщення. Важливо врахувати місце для самого екструдера, формувальної головки, систем охолодження та устаткування для розмелювання, якщо воно необхідне. Крім того, необхідно забезпечити доступ до обладнання для обслуговування та технічного обслуговування.

Екструдери генерують тепло та пари під час процесу. Тому необхідно забезпечити належну вентиляцію та витяжку, щоб видалити надлишкове тепло та випаровування з технологічної зони. Це сприятиме забезпеченню комфортних умов для працівників та запобіганню накопичення шкідливих речовин.

Екструдери вимагають стабільного електропостачання, тому необхідно передбачити достатню потужність та відповідність електричних мереж. Також може знадобитися додаткове енергозабезпечення для систем охолодження та інших допоміжних пристроїв. Рекомендується встановлювати системи контролю та автоматизації для моніторингу та керування процесом екструзії. Це допоможе забезпечити точність та стабільність процесу, а також полегшить обслуговування та налагодження.

Для управління нагріванням технологічних зон екструдера та інших етапів процесу екструзії використовуються різноманітні пристрої та системи. Основні пристрої для управління нагріванням, завантаженням сировини, пластикацією та плавленням, дозуванням включають пристрої для моніторингу та регулювання температури в технологічних зонах екструдера. Вони дозволяють точно контролювати та підтримувати потрібну температуру в кожній зоні, що впливає на процес пластикації та плавлення матеріалу.

Для точного дозування сировини використовуються різні типи дозувальних пристроїв, такі як граничні живильні пристрої, вагові дозатори, шнекові дозатори тощо. Вони забезпечують регулювання потоку сировини в екструдер

для досягнення потрібного співвідношення компонентів у суміші. Шнекові системи в екструдері відповідають за пластикацію та плавлення сировини. Шнекові системи можуть мати різні конфігурації, такі як однорядні, багаторядні, змішувальні шнеки та інші. Вони забезпечують рівномірне перемішування та пластикацію матеріалу.

Для завантаження сировини в екструдер використовуються системи завантаження, такі як вібраційні подачі, вакуумні транспортери або шнекові подачі. Вони забезпечують надходження сировини в потрібній кількості та в заданому режимі.

Керуючі системи, такі як програмовані контролери логіки (PLC) або комп'ютерні системи управління, використовуються для координації роботи всіх пристроїв та процесів екструзії. Вони забезпечують автоматизоване управління технологічними параметрами, контроль процесу та моніторинг.

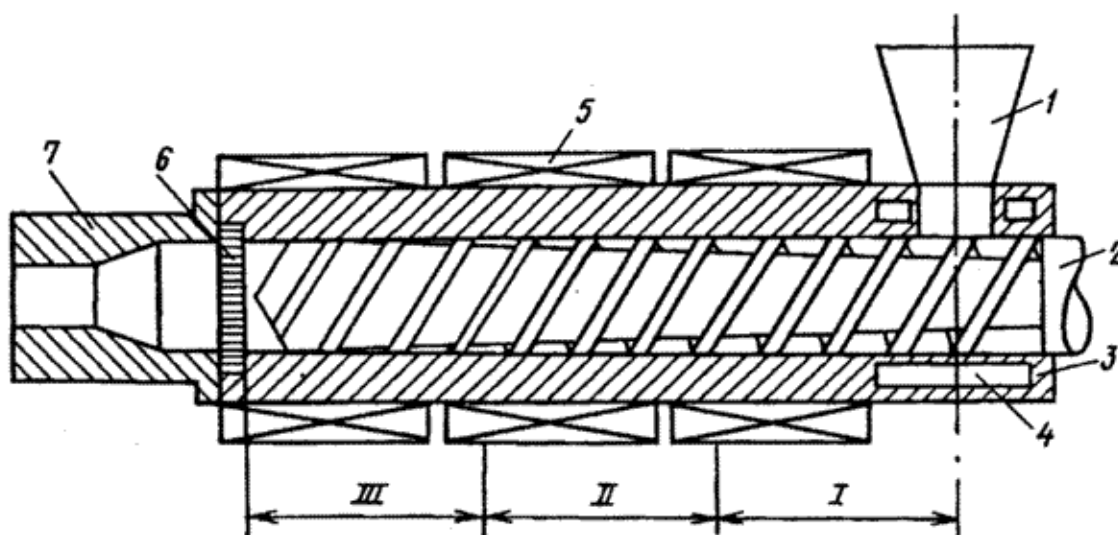


Рис. 22.1.1. Схема одношнекового екструдера: 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – циліндр; 4 – порожнина для циркуляції води; 5 – нагрівач; 6 – решітка з сітками; 7 – формуюча головка; I, II, III - технологічні зони.

22.2. Геометрія типових шнеків та розрахунок ступеня стискування матеріалів.

Основна функція шнекового транспортувального елемента полягає в тому, щоб допомогти матеріалу просуватися вперед у циліндрі, і він визначатиме швидкість транспортування відповідно до розміру фракцій матеріалу. Чим більше вивід, тим швидше швидкість транспортування. І навпаки, чим менший вихід, тим менша швидкість транспортування.

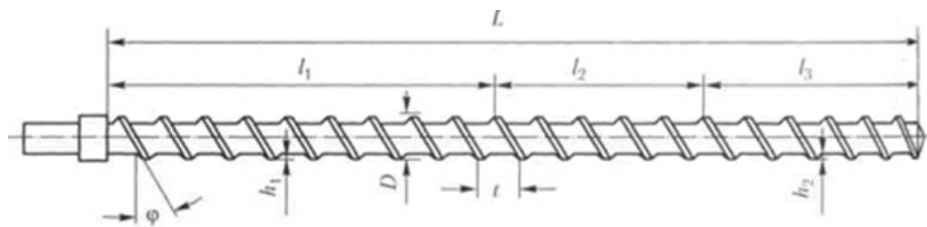


Рис. 22.2.1. Схема зонної конструкції шнека.

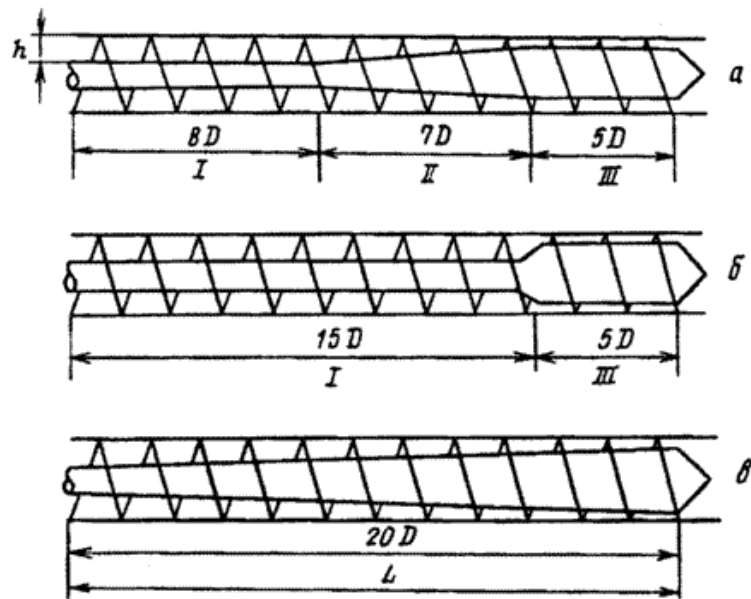


Рис. 22.2.2. Основні типи шнеків з трьома (I, II, III) геометричними зонами; D – зовнішній діаметр; L – довжина (технологічна) шнека; h – глибина нарізки шнека.

Конвеєрні елементи можна розділити на місильні елементи та не місильні елементи, які можна вибрати відповідно до форми матеріалу.

Розміри шнекових елементів екструдера: $\varnothing 20$ мм ~ $\varnothing 300$ мм

Властивості шнекових елементів екструдера: Зносостійкий, стійкий до корозії, міцний.

Елемент транспортувального шнека — це шнековий компонент екструдера, що самоочищається, відкритий поздовжньо та закритий збоку, що має сильний ефект транспортування. Короткий час перебування матеріалу та хороша властивість самоочищення дозволяють йому встановлювати високий тиск на короткій осьовій відстані.

Компонент транспортувального шнека в основному має структуру різьблення, і його функція полягає в транспортуванні матеріалу та наданні матеріалу певної тяги, щоб матеріал міг подолати опір, який виникає в каналі потоку.

Конвеєрні шнекові елементи на цей час є найпопулярнішими шнековими елементами екструдера з сильною транспортною функцією, коротким часом перебування та хорошими властивостями самоочищення.

Одно шнековий елемент здебільшого використовується в секції подачі двошнекового екструдера. Це робиться для того, щоб збільшити простір для зберігання в кожному проводі, тобто мати більший вільний об'єм гвинта в просторі того самого діаметру та довжини, щоб зробити передачу щойно доданого матеріалу швидше.

Також зазвичай використовується для подачі та транспортування порошкових матеріалів з особливо низькою насипною щільністю, щоб компенсувати зниження продуктивності двошнекового вузла. Поперечний переріз цієї гвинтової втулки має серпоподібну форму, яка все ще може забезпечити самоочищення двох гвинтових зубів в осьовому та нормальному напрямках.



Подвійні шнекові елементи, також відомі як подвійні шнеки, найбільш широко використовуються в сучасних двошнекових екструдерах, що обертаються одночасно (за винятком різних місильних блоків і змішувальних елементів, на які припадає близько 70% -100%). Поперечний зріз має форму оливи.

Гвинтові елементи з подвійним боєм зазвичай використовуються в секції шнекової подачі та випускній секції (включаючи «природний вихлоп» і «вакуумний вихлоп»), і матеріали, як правило, не повні.

Елемент невеликого ходового гвинта в основному використовується для створення тиску або збільшення простору в місильному блоці, щоб збільшити час перебування для прискорення плавлення модифікованого матеріалу, і, можливо, більш розумна конфігурація шнека може бути організована для отримання модифікованих готових частинок із більш задовільними фізичними та механічними характеристиками. властивості.



Гвинтовий елемент з трьома боями з'явився раніше (1950-1960-ті роки). Сьогодні він придатний лише для використання як маткова суміш або як спеціальний матеріал для автомобільних бамперів. Для вузла з однаковою міжцентровою відстанню глибина гвинтової канавки гвинтового елемента з трьома боками є відносно невеликою.

Між шнеком і шнеком, а також між шнеком і стовбуром (поперечний переріз трикутний) є три точки змішування, що більше сприяє пластифікації матеріалу, а шнек краще впливає на модифіковані матеріали розподільної системи. змішування.



Гвинтовий елемент SK часто використовується в секції заглушки або секції бічної подачі, і вони можуть збільшити простір для зберігання, щоб у цих двох секціях не було тиску. Це має бути великий елемент ходового гвинта, а дугова крива на стороні натискної поверхні шнека фрезерована (подібно до натискної поверхні шнека одного шнека), тому його вільний об'єм можна додатково розширити в секції подвійного шнека, що сприяє ефективній подачі порошку та гранул, особливо порошку з меншою насипною щільністю; у бічній секції подачі або природної витяжної секції шнековий елемент SK є корисним для повторного розслаблення стисненого матеріалу (придушення тенденції локального повернення).



BUSS Kneader — це високоякісна модифікована машина для змішування, яка продається понад півстоліття. Він широко використовується в пластикових

маткових сумішах, матеріалах для дроту та кабелю, матеріалах для копіювання тонера, щоденній хімічній промисловості, військовій промисловості та інших галузях. Це одногвинтовий компаундний екструдер зі співіснуючими обертальними та зворотно-поступальними імпульсами. Його елементи оснащені гвинтами для змішування та шпильками з кількома головками для змішування та замішування. Зараз штифти стовбура поділяються на два види, три ряди й чотири ряди. Нова модель отримала назву СОМРЕО (гвинт можна розділити на 2-6 і він більш гнучкий для обробки). Його сила зсуву є відносно слабкою, а ефект змішування не такий інтенсивний, як у двох зітнутих гвинтових елементів, чого варто очікувати.



SFV - це одноголовий конвеєрний елемент з широкою крайкою. Перевагою цього елемента є те, що він може транспортувати легші порошкові матеріали для секції подачі машини. Це не призведе до накопичення матеріалів. Гвинтова втулка SFV із широкою крайкою також може використовуватися в секції дозування основного гвинта. Коли передній кінець використовує підводну поверхню матриці для гарячого гранулювання, він може максимально підтримувати протитиск розчину з високим індексом розплаву, щоб забезпечити однорідність отворів матриці та забарвлення гранул (наприклад, термопластичний поліуретановий еластомер TPU, розкладається пластик PVA тощо).



Місильні елементи зазвичай діляться на три види: 30°, 45° і 60°. Серед них транспортувальна здатність місильного блоку з кутом 30° є найбільшою, а пропускна здатність матеріалу найкраща (складається з семи частин), але змішувальна здатність є нормальною, і вона часто використовується в першій зоні розминання після подачі матеріалу.

Ефект змішування місильного блоку при 60° є найкращим (складається з чотирьох частин);

Звичайний блок для замішування 45° (складається з п'яти частин). У гвинтовій конфігурації він використовується найчастіше, і його часто використовують серіями (2-4 штуки), і ефект завжди хороший (залежно від типу основного матеріалу смоли та типу операції модифікації).



Вал з однією шпонкою

Відкритий шнековий ствол екструдера ідеально розроблений на 6D-стволі. Бічний отвір подачі залишився збоку ствола, а задній випускний отвір залишився над стволом, що забезпечує безперебійну подачу порошку та гранул в отвір бокової подачі. Нагрівання й охолодження, а також автоматичний контроль температури відкритого шнекового ствола екструдера подібні до закритого циліндра.



Шестигранний вал

Прямокутні сплайни - це здебільшого шість сплайнів. Цей тип шліца кращий, ніж одна шпонка, і може витримувати більший крутний момент. На оправку зручно кріпити різні гвинтові елементи. Матеріалом оправки також є поковка 40CrNiMoA з легованої конструкційної сталі. Загартувати і загартувати після обробки.



Евольвентний шліцьовий вал

Евольвентний шліцьовий вал — це форма шліців оправки, яка використовується всіма двошнековими екструдерами в усьому світі. Стандарти сплайна - китайський стандарт GB, німецький DIN5480 (або DIN5482) і японський стандарт. Конструкція евольвентного шліцевого вала може збільшити глибину канавки гвинта та забезпечити оправку та одночасно збільшити термін служби гвинтового елемента. Евольвентний шліцьовий вал з короткими зубами зазвичай використовується фабриками відомих брендів у країні та за кордоном. Він має багато зубів, високу міцність, рівномірну силу та тривалий термін служби оправки.



Шнеки є важливою складовою багатьох промислових систем, включаючи транспортери, преси, машини для переробки пластмас та багато іншого. У геометрії шнеків важливими параметрами є діаметр, крок, довжина та форма різця. Розрахунок ступеня стиснення матеріалів залежить від типу шнека та його геометрії.

Один з найпоширеніших типів шнеків - це високообертові шнеки з поступально-поворотним різцем. Для цього типу шнека ступінь стиснення матеріалу може бути визначений за допомогою наступної формули:

$$S = (\pi * D * (D - d) * n) / (4 * \tan(\alpha))$$

де: S - ступінь стискання матеріалу, D - зовнішній діаметр шнека, d - внутрішній діаметр шнека (розмір отвору), n - оберти на одиницю часу (обертів за хвилину), α - кут нахилу різця шнека.

Ця формула дає оцінку ступеня стискання матеріалу шнеком. Вона базується на геометрії шнека та швидкості обертання. Чим більший ступінь стискання, тим більше матеріал буде стискатись під час проходження через шнек.

Зазначена формула є однією з можливих варіантів для розрахунку ступеня стискання матеріалів шнеком. У практиці можуть використовуватись і інші методи, що враховують конкретні особливості шнека та матеріалу, з яким він працює. Якщо вам потрібний більш конкретний розрахунок для певного типу шнека або матеріалу, рекомендую звернутися до спеціалістів в цій галузі, які матимуть більш точні дані та методи розрахунку.

Контрольні запитання до розділу 22

1. Які основні кроки в технологічному процесі екструзійної утилізації поліграфічної продукції?
2. Які фактори впливають на вибір обладнання для екструзійної утилізації поліграфічної продукції?
3. Які основні компоненти обладнання використовуються для екструзійної утилізації поліграфічної продукції?
4. Як відбувається формування плавленого матеріалу після проходження через екструдер?
5. Які вимоги до обладнання для екструзійної утилізації повинні бути враховані з точки зору екологічної безпеки та стандартів перероблення відходів?
6. Які основні особливості потрібно враховувати при побудові технологічних зон екструдерів?
7. Як забезпечується належна вентиляція та витяжка для видалення тепла та випаровування з технологічної зони екструдера?
8. Які вимоги до електропостачання та енергозабезпечення екструдера?
9. Які пристрої використовуються для управління нагріванням, завантаженням сировини, пластикацією та плавленням у процесі екструзії?
10. Які системи використовуються для завантаження сировини в екструдер та координації роботи пристроїв та процесів екструзії?
11. Які основні особливості використання подвійних шнеків у сучасних двошнекових екструдерах?
12. В яких секціях екструдера зазвичай використовуються гвинтові елементи з подвійним боєм?
13. Які переваги має використання елемента невеликого ходового гвинта у місильному блоці екструдера?

14. Які особливості має гвинтовий елемент з трьома боями та в яких випадках він використовується?
15. Для яких цілей використовується гвинтовий елемент SK і в яких секціях екструдера він найчастіше використовується?
16. Як довго BUSS Kneader продається на ринку і в яких галузях він широко використовується?
17. Яка конфігурація гвинта в елементах цього екструдера і як вони впливають на змішування та замішування матеріалів?
18. Яка перевага SFV елемента у використанні для транспортування легших порошкових матеріалів?
19. Які види місильних елементів існують і в яких зонах екструдера їх найчастіше використовують?
20. Які типи валів використовуються в екструдерах і які є переваги кожного типу?

РОЗДІЛ 23.

ДВОХ ШНЕКОВИЙ ЕКСТРУДЕР, ПРИНЦИП РОБОТИ, ОСІ ОБЕРТАННЯ ШНЕКІВ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗОНИ ПІДГОТОВКИ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НОВИХ ВИРОБІВ

23.1. Кінематична побудова двох шнекових екструдерів

Двох шнековий екструдер є пристроєм, що використовується для формування нових виробів шляхом обробки й перетворення сировинних матеріалів. Його основний принцип роботи полягає в тому, що сировинний матеріал подається в екструдер, де його перетравлюють, змішують і приводять у рух за допомогою двох шнеків.

Осі обертання шнеків розташовані паралельно одна одній всередині екструдера. Кожен шнек складається з гвинтового вінця, що обертається навколо своєї осі. Під час роботи, сировинний матеріал поступово переміщується вздовж шнека від однієї його частини до іншої. Гвинтові вінці шнеків мають спеціальні канавки і жолобки, які допомагають змішувати, розплавляти або формувати матеріал.

Технологічні зони підготовки матеріалів для формування нових виробів в екструдері можуть включати наступні етапи:

1. **Зона подачі сировини.** Сировинний матеріал, такий як пластикова суміш, гранули або порошок, надходить до екструдера через спеціальний живильний вхід. У цій зоні матеріал подається в шнековий механізм для подальшої обробки.
2. **Зона змішування і плавлення.** У цій зоні шнеки обертаються і перемішують сировину, створюючи необхідні умови для плавлення матеріалу. Завдяки тертю та нагріванню, сировина розплавляється і стає однорідною масою.
3. **Зона формування.** Після плавлення сировини, у цій зоні екструдер може мати спеціальні насадки або матриці, які надають матеріалу потрібну форму та розмір. Шнеки працюють у вузькому просторі матриці, де формується новий виріб.
4. **Зона охолодження та фіксації.** Після формування виробу, він проходить через зону охолодження, де використовуються вентилятори або водяні системи для зниження його температури й фіксації форми.

Таким чином, двох шнековий екструдер є потужним пристроєм для обробки сировинних матеріалів і формування нових виробів шляхом застосування принципу роботи з двома шнеками, що обертаються. Технологічні зони підготовки матеріалів гарантують оптимальну якість та форму виготовленого продукту.

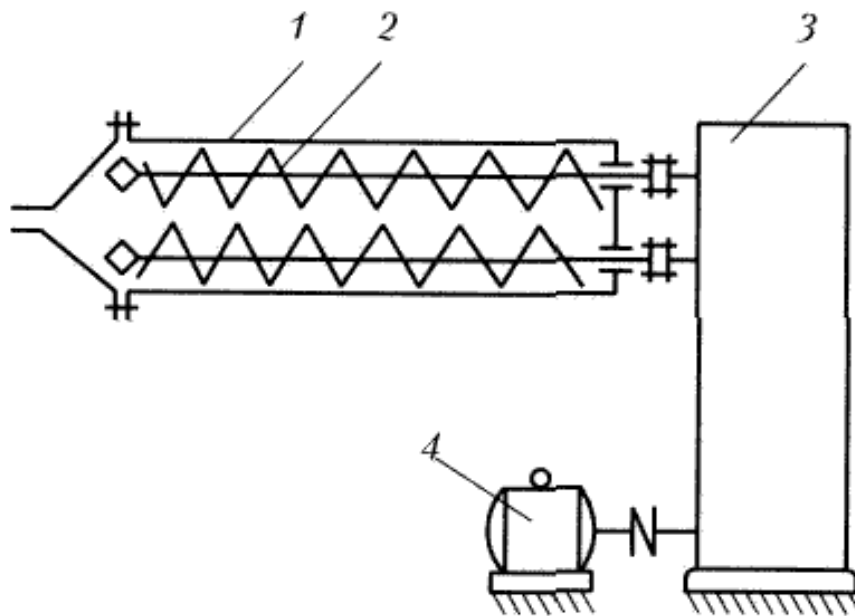


Рис. 23.1.1. Кинематична схема двухшнекового экструдера

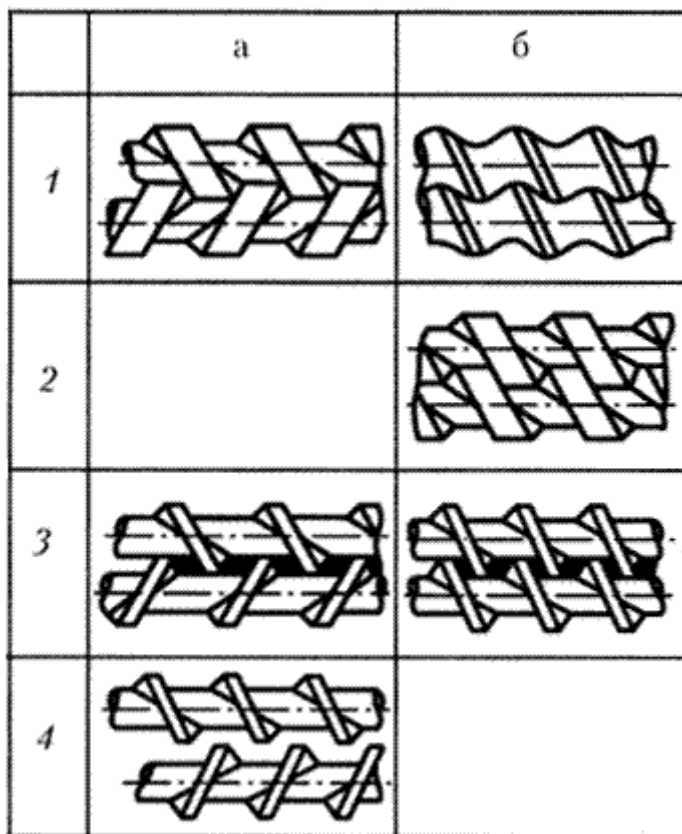


Рис. 23.1.2. Конструкції черв'яків двох шнекового екструдера:
 1,а – щільне зачеплення, зустрічне обертання черв'яків; 1,б; 2,б – щільне зачеплення, одно напрямне обертання черв'яків; 3,а – нещільне зачеплення, зустрічне обертання черв'яків; 3,б – нещільне зачеплення, одно напрямне обертання черв'яків; 4,а – черв'яки не зачіплювані, із зустрічним обертанням.

Особливістю двочерв'ячних екструдерів є те, що гвинтові канали черв'яків являють собою ряд практично ізольованих одна від одної С-подібних секцій, у кожній з яких міститься відповідний С-подібний об'єм перероблюваного ТпМ (рис. 23.1.3).

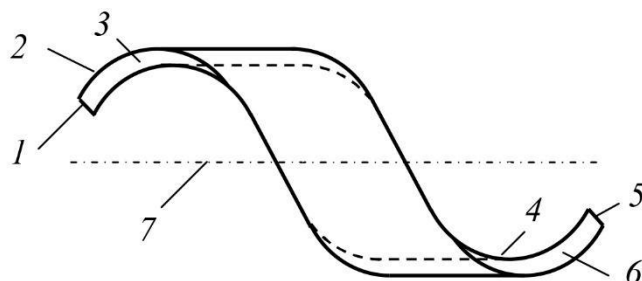


Рис. 23.1.3. С-подібний об'єм перероблюваного ТпМ у каналі черв'яка дво черв'ячного екструдера: 1, 5 – поверхні С-подібного об'єму, обмежені відповідним об'ємом сусіднього черв'яка; 2 – поверхня, обмежена циліндром; 3, 6 – поверхні, обмежені заплечниками гребенів нарізки черв'яка; 4 – поверхня, обмежена осердям черв'яка; 7 – поздовжня вісь черв'яка

Матеріал, що потрапляє в С-подібну секцію, транспортується під час обертання черв'яків у напрямі формувальної головки й за один оберт крізь неї видавлюються два С-подібних об'єми майже незалежно від опору формувальної головки [24, 118].

При цьому продуктивність екструдера не залежить від цього опору, а глибина каналу може бути відносно великою, що зменшує швидкість деформації й, відповідно, інтенсивність дисипації, а отже і збільшує частку теплоти, що підводиться від стінки циліндра.

Повне видавлювання С-подібних об'ємів забезпечує рівність тривалості перебування матеріалу в каналах черв'яків, що особливо важливо під час перероблення термочутливої сировини, до якої належать у першу чергу вторинні полімери. Слід зазначити, що наявність проміжків між черв'яками та між черв'яком і корпусом призводить до зменшення продуктивності, а з іншого боку сприяє кращому перемішуванню ТпМ.

Перехід матеріалу з одного С-подібного об'єму в інший залежить від перепаду тиску між об'ємами й, зрештою, є функцією опору формувальної головки. Такі проміжки існують між гребенями одного й осердям сусіднього черв'яка (валковий проміжок) $\delta_{г-о}$, між бічними поверхнями гребенів $\delta_{г-г}$, а також між гребенями витків і стінкою циліндра $\delta_{г-ц}$ (рис. 23.1.4) [103].

При різноспрямованому обертанні черв'яків відносна швидкість поверхонь у проміжках $\delta_{г-г}$ приблизно дорівнює нулю, а тому їх вплив на інтенсивність

дисипації незначний. При односпрямованому обертанні відносна швидкість бічних поверхонь гребенів $\delta_{Г-Г}$ приблизно дорівнює подвоєній швидкості гребенів черв'яків, а тому ТпМ у цих проміжках інтенсивно деформується, що збільшує дисипативні тепловиділення. Обертання черв'яків в одному напрямі дає можливість підвищити їх частоту обертання, виключаючи можливе заклинювання черв'яків, і, відповідно, збільшувати продуктивність при якісному змішуванні компонентів ТпМ і самоочищенні черв'яків.

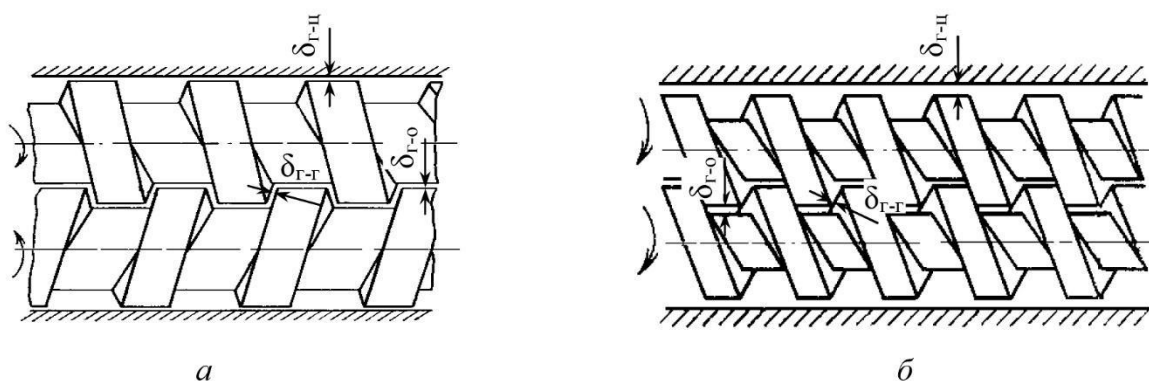


Рис. 23.1.4. Характер зачеплення черв'яків двочерв'ячного екструдера за умови різноспрямованого (а) та односпрямованого (б) обертання черв'яків

23.2. Технологічні особливості перероблення вторинних полімерних матеріалів, підготовлених для використання із відходів поліграфічної продукції

Перероблення вторинних полімерних матеріалів, отриманих з відходів поліграфічної продукції, може здійснюватися за допомогою різних технологій. Основні технологічні особливості цього процесу включають збір і сортування відходів, очищення і змивання друкарських фарб, розмелювання і гранулювання матеріалів, а також їх подальше перероблення.

Очищення і змивання друкарських фарб є важливим етапом у переробленні вторинних полімерних матеріалів з поліграфічної продукції. Це може здійснюватися за допомогою різних методів, таких як механічне змивання, використання розчинників або теплової обробки. Метою цього етапу є видалення фарби, клею та інших забруднень з поверхні матеріалів.

Розмелювання і гранулювання матеріалів проводяться для отримання вторинних полімерних гранул, які потім можуть бути використані для виробництва нових полімерних виробів. Розмелювання полягає у роздробленні матеріалів на менші частинки, що сприяє подальшій обробці. Гранулювання включає утворення гранул шляхом плавлення розмелених матеріалів і їх подальшого охолодження та тверднення.

Після розмелювання і гранулювання матеріалів, отримані вторинні полімерні гранули можуть використовуватися для виробництва різних полімерних виробів. Це може включати виготовлення плівок, труб, листів, пакування тощо. Процес виробництва виробів з вторинних полімерних матеріалів може варіюватися залежно від типу продукту і використовуваної технології.

Важливо відзначити, що технологічні особливості перероблення вторинних полімерних матеріалів можуть різнитися в залежності від конкретного типу полімеру та його властивостей, а також від вимог до якості виробів, що виробляються. Тому точні методи і процеси перероблення можуть варіюватися в залежності від конкретних умов та вимог виробництва.

Екструдери з черв'яками із взаємним зачепленням, що обертаються у протилежних напрямках, забезпечують високий змішувальний ефект при значній продуктивності перероблення відходів поліграфічного виробництва. Однак потрібно зауважити, що радіальні (розпірні) зусилля, які виникають у двочерв'ячних екструдерах, призводять до підвищеного зношення робочих органів (у першу чергу циліндра).

Ущільнення ТпМ у двочерв'ячному екструдері здійснюється внаслідок зменшення об'єму замкненого С-подібного об'єму. При цьому необхідно враховувати, що при різних значеннях ступеня стиснення черв'яків можливе переущільнення матеріалу на виході з екструдера і, як наслідок, їх заклинювання. Отже, дво черв'ячні екструдери повинні мати дозоване живлення.

У двочерв'ячному екструдері з односпрямованим обертанням черв'яків забезпечується самоочищення черв'яків, що особливо важливо при переробленні термочутливих ТпМ.

Двочерв'ячний екструдер з односпрямованим обертанням черв'яків дійсно може забезпечувати самоочищення черв'яків під час перероблення термочутливих полімерних поліграфічних матеріалів. Це особливо важливо, оскільки деякі полімери можуть бути чутливими до довготривалого впливу температури та швидкості змішування, що може спричинити їх псування або погіршення якості.

У двочерв'ячному екструдері з односпрямованим обертанням черв'яків, два черв'яки розташовані паралельно один одному й обертаються в одному напрямку. Цей дизайн дозволяє забезпечити більш ефективне змішування і подачу матеріалу через екструдер.

Самоочищення черв'яків відбувається завдяки спеціальній формі та профілю черв'яків, які генерують внутрішні потоки матеріалу. Ці потоки викликають перемішування і переміщення матеріалу вздовж гвинта, що

допомагає видалити залишки попередньо переробленого матеріалу і забруднень з зазорів між робочими поверхнями черв'яків. Крім того, вплив термічної енергії, що генерується під час екструзії, також сприяє очищенню черв'яків.

Цей процес самоочищення може допомогти уникнути забруднення термочутливих полімерів залишками попередніх матеріалів, що може негативно вплинути на якість і властивості переробленого продукту. Крім того, цей процес також може зменшити необхідність у частому очищенні та зупинці лінії для ручного видалення забруднень.

Узагалі, двочерв'ячний екструдер з односпрямованим обертанням черв'яків є ефективною технологією для перероблення термочутливих полімерних поліграфічних матеріалів, оскільки він дозволяє забезпечити якісне змішування та екструзію матеріалу без негативного впливу на його властивості.

У багатьох випадках черв'яки виготовляють багатозахідними з напівкруглим профілем нарізки, що сприяє кращому перерозподілу потоків ТпМ та його перемішуванню. Розглянемо тризахідний черв'як з кроком нарізки s (рис. 23.2.1).

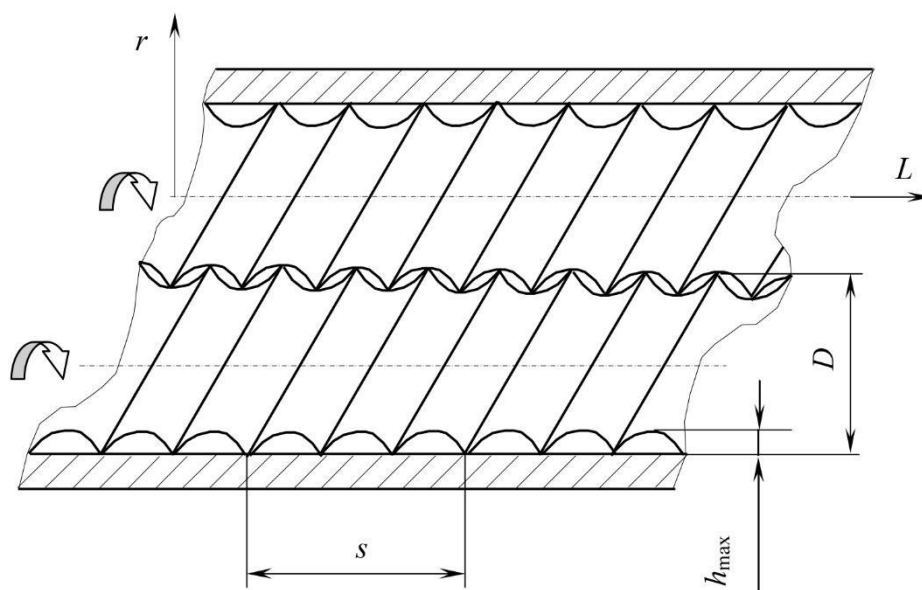


Рис. 23.2.1. Схема екструдера з односпрямованим обертанням черв'яків

З рис. 23.2.1 видно, що потік ТпМ у місці контакту черв'яків перерозподіляється між сусідніми каналами їх нарізок, а для решти довжини каналів рух ТпМ аналогічний руху в одно черв'ячному екструдері. Двочерв'ячні екструдери працюють за умови дозованого живлення, а тому повністю заповненими є лише декілька останніх витків черв'яка, які утворюють необхідний кінцевий тиск.

Об'єм каналів черв'яка зменшується вздовж його осі як внаслідок зменшення глибини, так і внаслідок зменшення кроку нарізки, причому найчастіше таке зменшення відбувається ступенево по довжині черв'яка у місцях контакту декількох конструктивних зон черв'яка між собою. У зв'язку з тим, що потік ТпМ безперервно перерозподіляється й розплав у зоні плавлення змішується з твердим полімером, як і в екструдері з різноспрямованим обертанням, чітко вираженої зони плавлення немає, а деформація зсуву в усьому об'ємі ТпМ відбувається по всій довжині черв'яків [24, 136]. На відміну від екструдерів з різноспрямованим обертанням черв'яків, у такому випадку об'єм С-подібної секції не є ізольованим.

Продуктивність екструдера за умови дозованої подачі дорівнює продуктивності дозатора, але вона не може перевищувати максимальної продуктивності, яка визначається частотою обертання черв'яків і геометрією повністю заповнених останніх секцій.

Перевірка розробленої моделі здійснювалася під час вибору й відпрацювання режимів перероблення ТпМ на основі поліетилену з наповнювачем (до 60 % (за масою)) і спеціальними добавками, що використовують для одержання самозгасної електричної ізоляції для кабельної продукції.

Результати числового моделювання порівнювали з експериментальними даними, одержаними при гранулюванні цієї композиції у ВАТ «Київхімволокно» на дво черв'ячному екструдері з діаметром черв'яків 83 мм і робочою довжиною 30D [295]. Набірні черв'яки комплектувались три західними секціями кроками 120, 117 90 і 60 мм з напівкруглим профілем нарізки радіусами 12, 8 і 6 мм відповідно, а також змішувальними кулачками трикутної форми.

Експерименти проводили за продуктивності 50 кг/год для частоти обертання черв'яків 40 і 25 об/хв. Температуру стінки циліндра підтримували рідинною системою термостабілізації з чотирма автономними зонами. У ході експериментів безперервно фіксували значення температури стінки циліндра, температури ТпМ на виході екструдера, продуктивність і частоту обертання черв'яків.

Фіксування значень температури стінки циліндра, температури полімерного поліграфічного матеріалу на виході екструдера, продуктивності й частоти обертання черв'яків під час експериментів є важливим кроком для вивчення процесу перероблення та розуміння впливу параметрів на якість та властивості продукту.

Фіксування температури стінки циліндра дозволяє забезпечити стабільні умови нагрівання матеріалу, що є важливим для однорідного плавлення й

екструзії полімеру. Це дозволяє контролювати температуру в точці контакту між матеріалом і стінкою циліндра, що може впливати на процес плавлення та краще регулювати якість продукту.

Фіксування температури полімерного матеріалу на виході екструдера важливе для контролю якості та властивостей виробленого матеріалу. Це значення може впливати на характеристики, такі як твердість, прозорість, міцність тощо. Фіксуючи температуру на виході, дослідники можуть вивчити оптимальні умови для отримання потрібних характеристик продукту.

Фіксування продуктивності екструдера, тобто кількості матеріалу, який проходить через екструдер за одиницю часу, є важливим для визначення швидкості та ефективності процесу. Це дозволяє оцінити продуктивність лінії та зробити висновки про її ефективність та можливість масштабування.

Фіксування частоти обертання черв'яків впливає на швидкість переміщення матеріалу через екструдер. Швидкість обертання може впливати на час резиденції матеріалу в екструдері, температурний профіль та якість змішування матеріалу. Це параметр, який може бути оптимізований для досягнення потрібних властивостей та якості продукту.

Фіксування цих параметрів дозволяє провести систематичний аналіз і дослідження впливу окремих факторів на процес перероблення та якість продукту. Це допомагає встановити оптимальні умови екструзії та розробити кращі практики для перероблення термочутливих полімерних поліграфічних матеріалів.

Контрольні запитання до розділу 23

1. Яким принципом роботи двох шнекового екструдера?
2. Які основні складові шнека екструдера і як вони взаємодіють з матеріалом?
3. Які етапи включають технологічні зони підготовки матеріалів для формування нових виробів в екструдері?
4. Що відбувається в зоні змішування і плавлення матеріалу?
5. Які функції виконує зона охолодження та фіксації в процесі роботи двох шнекового екструдера?
6. Які особливості двочерв'ячних екструдерів стосуються гвинтових каналів черв'яків?
7. Яким чином С-подібні секції гвинтових каналів впливають на процес перероблення матеріалу?
8. Як впливає глибина каналу на швидкість деформації матеріалу та інтенсивність дисипації тепла?
9. Як забезпечується рівність тривалості перебування матеріалу в каналах черв'яків і чому це важливо?

10. Які фактори впливають на перехід матеріалу з одного С-подібного об'єму в інший і як вони залежать від опору формувальної головки?
11. Які технологічні етапи включає процес перероблення вторинних полімерних матеріалів з поліграфічної продукції?
12. Які методи можуть використовуватися для очищення і змивання друкарських фарб з вторинних полімерних матеріалів?
13. Яка роль розмелювання і гранулювання матеріалів у процесі перероблення вторинних полімерних матеріалів?
14. Які можливі варіанти використання отриманих вторинних полімерних гранул у виробництві?
15. Які особливості використання екструдерів з черв'яками із взаємним зачепленням для перероблення відходів поліграфічного виробництва?
16. Яка основна функція ущільнення ТпМ у двочерв'ячному екструдері?
17. Які можливі проблеми можуть виникати при недостатньому або перевищеному ступені стиснення черв'яків у екструдері?
18. Які переваги має двочерв'ячний екструдер з односпрямованим обертанням черв'яків у порівнянні з іншими типами екструдерів?
19. Як самоочищення черв'яків сприяє переробленню термочутливих полімерних матеріалів?
20. Які особливості має багатозахідний черв'як з напівкруглим профілем нарізки?
21. Які основні особливості ущільнення ТпМ у двочерв'ячному екструдері?
22. Чому важливо мати дозоване живлення у двочерв'ячних екструдерах?
23. Як самоочищення черв'яків у двочерв'ячному екструдері сприяє переробленню термочутливих полімерних матеріалів?
24. Які параметри впливають на продуктивність двочерв'ячного екструдера з дозованим живленням?
25. Які параметри були фіксовані під час експерименту з гранулюванням поліетилену з наповнювачем у двочерв'ячному екструдері?

РОЗДІЛ 24.

КОМБІНОВАНЕ ЕКСТРУЗІЙНО-ВИДУВНЕ ОБЛАДНАННЯ З БЕЗПЕРЕРВНИМ ВИТИСКУВАННЯМ ЗАГОТОВОК

24.1. Основні складові частини типових комбінованих екструзійно-видувних установок

Типова комбінована екструзійно-видувна установка з безперервним витискуванням заготовок складається з наступних основних складових частин:

1. **Екструдер.** Це пристрій, який відповідає за плавлення і переміщення пластмасового матеріалу. Екструдер має шнековий механізм, який використовується для подачі матеріалу через нагрівальну зону, де відбувається плавлення. В залежності від конкретної конструкції установки, можуть використовуватися одношнекові або багатошнекові екструдери.

2. **Формувальний блок.** Це важлива складова частина установки, де пластмасова маса з екструдера формується в заготовку з необхідною геометрією. Формувальний блок має два набори форм, які з'єднуються і замикаються, щоб сформувати заготовку.

3. **Між формовий простір.** Це простір між формами, де заготовка зберігається після формування до стадії видування. У цьому просторі можуть бути різні системи охолодження для забезпечення правильного процесу затвердіння заготовки перед видуванням.

4. **Станція видування.** Це місце, де відбувається видування пластмасової заготовки. Вона може містити гарячий канал для подачі стисненого повітря або іншого газу в заготовку, щоб розтягнути її до необхідної форми. Після видування заготовка охолоджується, щоб затвердіти й прийняти свою остаточну форму.

5. **Системи керування та автоматизації.** Комбінована установка зазвичай має системи керування та автоматизації, які контролюють різні аспекти процесу виробництва, такі як температура, швидкість руху матеріалу, тиск, часи циклу тощо. Ці системи забезпечують точність і стабільність процесу витискування заготовок.

Ці складові частини працюють разом, щоб забезпечити безперервний процес екструзії, формування і видування заготовок, що дозволяє ефективно та швидко виробляти пластмасові вироби у великих обсягах. Комбіноване екструзійно-видувне обладнання з безперервним витискуванням заготовок є комплексним пристроєм, який поєднує в собі процеси екструзії й видування пластмасових заготовок в одному циклі. Це передовий технологічний процес, який використовується для виробництва різноманітних пластмасових виробів, таких як пляшки, контейнери, труби тощо.

Принцип роботи комбінованого екструзійно-видувного обладнання з безперервним витискуванням заготовок полягає в наступному:

1. **Екструзія.** Спочатку, пластмасовий матеріал, зазвичай гранули або порошок, піддається екструзії. Він завантажується у бункер або тримач, а потім подається в екструдер. У процесі екструзії пластичний матеріал нагрівається, плавиться і перетворюється у рідину або пластичну масу. Екструдер використовує шнековий механізм для переміщення пластичної маси через нагрівальну зону, де відбувається подальше плавлення і зміна форми матеріалу.

2. **Витискання заготовок.** Пластична маса, що виходить з екструдера, потрапляє до формувального блоку, де вона формується в заготовку з необхідною геометрією. Формувальний блок має два набори форм, які з'єднуються і замикаються для створення заготовки. Заготовка зберігається в міжформовому просторі, поки не буде готова для видування.

3. **Видування.** Після формування заготовки в міжформовому просторі, він переміщується до станції видування. У станції видування мається гарячий канал, через який пропускається стиснене повітря або інший газ. Цей газ надуває заготовку, розтягуючи її за формою форми й витискаючи її до необхідних розмірів і форми. Після цього заготовка охолоджується і затверджується, і маємо готовий пластмасовий виріб.

Комбіноване екструзійно-видувне обладнання з безперервним витискуванням заготовок дозволяє автоматизувати й оптимізувати процес виробництва пластмасових виробів. Воно забезпечує високу продуктивність, ефективність використання матеріалів і дозволяє отримувати вироби з високою якістю і точністю.

Технологія гладких полімерних труб і погонних виробів

Останнім часом полімерні труби в багатьох галузях промисловості впевнено замінюють металеві й бетонні труби. Це передусім пов'язано з певними перевагами полімерних труб:

– висока корозійна й хімічна стійкість, довговічність (гарантований строк експлуатації – від 25 років);

– виключення можливості утворення накипу на внутрішній поверхні труби;

– низький коефіцієнт шорсткості; коефіцієнт шорсткості полімерної труби в середньому у 20 разів менший від сталевих і в 40–50 разів – від чавунних;

– потребують менших витрат електроенергії на перекачування рідини (це актуально для гарячого й холодного водопостачання, оскільки тут реалізується велика швидкість потоку транспортованого середовища);

– у 5–7 разів легші за сталеві, що спрощує монтажні роботи, тому їх невеликі переміщення під час монтажу не потребують вантажопіднімальних механізмів; відносно недороге доставлення;

- низька теплопровідність стінки, що знижує теплові втрати, а також зменшує утворення конденсату на зовнішній поверхні труб;
- відсутність потреби в обслуговуванні й катодному захисті;
- стикове зварювання поліетиленових труб дешевше, простіше, займає менше часу, не потребує додаткових витратних матеріалів;
- є можливість багаторазового монтажу й демонтажу за низьких витрат;
- має місце висока надійність зварних швів з'єднань протягом усього строку експлуатації трубопроводів;
- відмінна ремонтпридатність труб дає змогу швидко ліквідувати механічні пошкодження;
- низька ймовірність фізичного руйнування трубопроводу в разі замерзання рідини, оскільки при цьому труба збільшується в діаметрі, а після відтавання вмісту набуває колишнього розміру;
- майже відсутня небезпека фізичного руйнування трубопроводу від гідроударів внаслідок порівняно низького модуля пружності;
- стандартний запас міцності полімерних труб становить 50– 60 % понад розрахунковий робочий тиск;
- існує можливість постачання довгомірними відрізками (бухтами), що скорочує строки й вартість монтажу й прокладки трубопроводу (на 1 км газопроводу діаметром 110 мм доводиться всього два стики), гнучкість деяких видів труб дає змогу проходити повороти траси трубопроводу без використання фасонних деталей;
- можна об'єднати в одній оболонці до чотирьох труб, що дає змогу максимально оптимізувати схему прокладки залежно від призначення й характеру траси;
- є можливість використовувати полімери для ремонту (фактично – для відновлення) с талевих трубопроводів: протягання профільованих поліетиленових труб усередині зношених сталевих незначно змінює діаметр водопроводу, що дає змогу зберегти в ньому тиск; профільована труба відновлює свою первісну форму й щільно прилягає до стінок труби під впливом пари; протягання застосовне для реконструкції водопроводів діаметром від 100 до 500 мм; наявна труба при цьому використовується як футляр; це істотно зменшує обсяг ґрунтових робіт, витрати на капітальний ремонт, скорочує строки робіт;
- полімерні труби дають змогу одержати істотну економію води під час промивання трубопроводів, що вводяться в експлуатацію, – їх досить промити один раз, тоді як сталеві – щонайменше тричі;
- мінімальна звукопередача в приміщенні, яка досягається внаслідок високої пружності стінки; це дає змогу збільшувати швидкість транспортованих рідин. Водночас потрібно зазначити, що полімерні труби мають і певні недоліки, зокрема істотні обмеження по робочому тиску, що безпосередньо

залежить від середньої температури експлуатації, а також максимальному діаметру труб.

24.2. Прямотічні й кутові головки для виготовлення трубчастих виробів із полімерних пакувальних плівок.

Технологічний процес виробництва трубчастих полімерних виробів зазвичай включає наступні етапи:

1. Підготовка матеріалу. Полімерний матеріал пакувальних плівок, такий як полівінілхлорид (ПВХ), поліетилен (ПЕ) або поліпропілен (ПП), піддається підготовці перед процесом екструзії. Це може включати сушіння матеріалу для видалення вологості та суміщування з додатковими добавками або пігментами для покращення властивостей полімеру або надання йому бажаного кольору.

2. Екструзія. Підготовлений полімер подається в екструдер, який нагріває і плавить матеріал, перетворюючи його у рідину або пластичну масу. Екструдер використовує шнековий механізм для переміщення пластичної маси через нагрівальну зону. У цьому процесі можуть бути застосовані різні типи екструдерів, такі як одношнековий або багатощнековий, залежно від конкретних потреб і характеристик полімеру.

3. Формування трубки. Пластична маса, яка виходить з екструдера, подається в формувальний блок, де вона формується у вигляді трубки. Формувальний блок може містити набір форм або калібри, що встановлюють необхідний діаметр і стінку трубки. Застосовуються різні технології формування, такі як гаряче штампування або калібрування, для отримання бажаної форми і розмірів трубки.

4. Охолодження і твердіння. Після формування трубки вона проходить через систему охолодження, яка дозволяє знизити її температуру і забезпечити затвердіння полімеру. Охолодження може здійснюватися за допомогою водяного охолодження або повітряних струменів. Процес охолодження впливає на властивості трубки, включаючи міцність і стійкість.

5. Тягнення і різання. Після охолодження трубки може бути піддана процесу тягнення. Це дозволяє досягти більш точних розмірів та покращити однорідність стінок. Після тягнення трубка ріжеться на відрізки заданої довжини за допомогою спеціального обладнання, наприклад, різальних ножиць або пилі.

6. Обробка і контроль якості: Завершеним виробам може бути піддана обробці, такий як обробка кінців трубки, нанесення маркування або нанесення захисного покриття. Після цього проводиться контроль якості, де перевіряються розміри, стійкість, міцність та інші параметри, щоб переконатися в відповідності виробів вимогам стандартів і специфікацій.

Технологічний процес виробництва трубчастих виробів здійснюють на технологічних лініях (рис. 24.2.1), що складаються з екструдера для підготовки розплаву, головки для формування з розплаву трубчастої заготовки, калібрувального пристрою (калібратора), тягового пристрою для відведення труби із заданою швидкістю, відрізного пристрою для розрізання безперервної труби на мірні відрізки та приймального пристрою для укладання готової продукції.

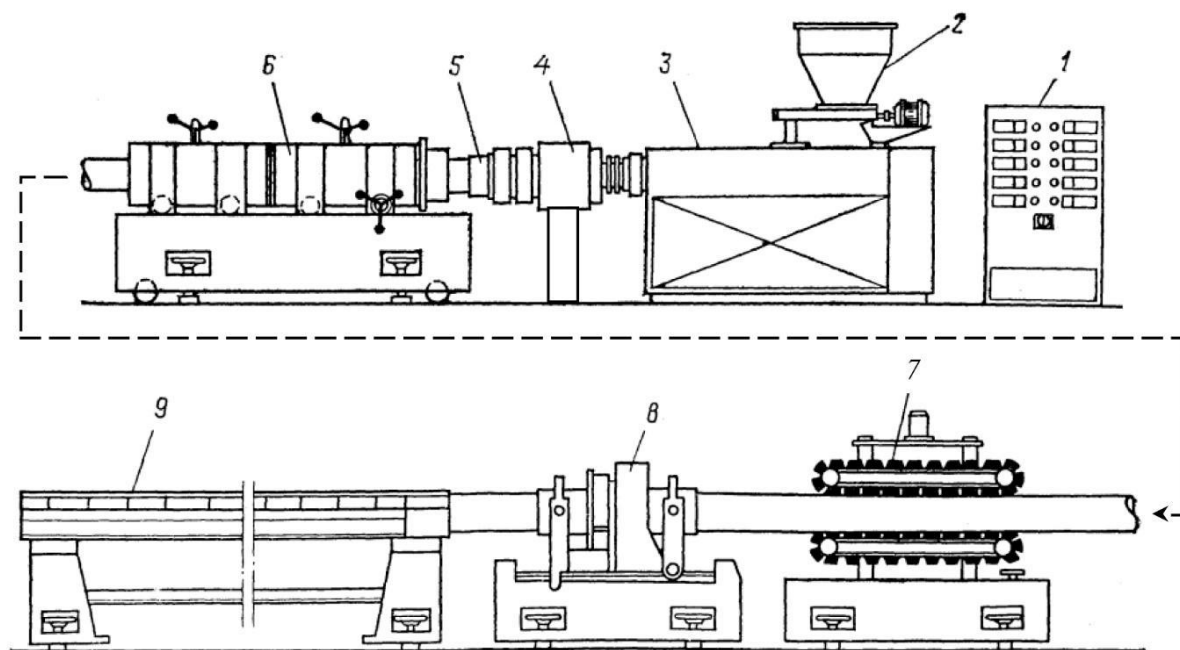


Рис. 24.2.1. Схема технологічної лінії для виробництва гладких труб на базі одночерв'ячного екструдера: 1 – пульт керування; 2 – завантажувальна лійка; 3 – екструдер; 4 – трубна екструзійна головка; 5 – калібрувальний пристрій; 6 – ванна охолодження; 7 – тяговий пристрій; 8 – відрізний пристрій; 9 – пристрій для укладання труб

Для виробництва труб з поліолефінів зазвичай використовують одночерв'ячні екструдери з відносною довжиною черв'яка (20–25)D. Для інших полімерів застосовують як одно-, так і двочерв'ячні екструдери.

При цьому двочерв'ячні екструдери здебільшого застосовують для перероблення подріблених фракцій полімерних відходів паковань без їх попередньої грануляції.

Важливе значення для одержання якісної продукції має конструкція трубної головки, яка за масою в сучасних лініях для випуску труб великого діаметра наближається до самого екструдера.

Складність конструкції головки обумовлена необхідністю монтажу в ній так званого витискувального елемента (дорна), що забезпечує утворення порожнини всередині труби.

Наявність стійок дорнотримача обумовлює поділ розплаву на окремі потоки, які потім мають бути знову з'єднані між собою. Неякісне з'єднання зазначених потоків може призвести до неоднорідності структури полімеру, що впливає на властивості одержуваного виробу. Для зменшення кількості утворюваних неоднорідностей структури істотне значення крім правильного вибору геометрії дорна має довжина ділянки розплаву між мундштуком і дорном на прямолінійній ділянці – так званої «зони згладжування» («заспокоєння» потоку).

З метою зменшення неоднорідності розплаву, що виникає через стійки дорнотримача, після нього розташовують перфоровану шайбу.

При цьому замість шести або восьми перемичок (що поділяють потік відповідно на 6 або 8 струменів) є велика кількість отворів, і відповідно утворюється багато тонких струменів, які надалі зливаються в єдиний потік.

На вході в екструзійну головку тиск розплаву дорівнює тиску, що розвивається черв'яком екструдера. У міру проходження розплавом головки його тиск падає, і на виході з головки він майже дорівнює нулю.

Для поліпшення з'єднання окремих потоків після дорнотримача остання ділянка головки повинна мати достатню довжину (в іншому разі «зона згладжування» буде неефективною).

Довжина цієї зони має в 5–20 разів перевищувати ширину кільцевого зазору. Тиск у головці залежить від природи перероблюваного матеріалу, температурного режиму процесу й переважно становить 15–20 МПа; а для високов'язких матеріалів він може досягати 30 МПа й більше.

Розплав після виходу з головки потрапляє в калібрувальний пристрій, де відбувається остаточне формування профілю виробу відповідно до заданих розмірів.

У більшості випадків труби калібрують по зовнішньому діаметру, оскільки для стикування труб у процесі і монтажу трубопровідних систем важливо, щоб зовнішні діаметри елементів збігалися.

Калібрування труб по зовнішньому діаметру проводять у процесі екструзії шляхом їхнього розтягування до стінок калібрувального пристрою.

Розтягування трубчастої заготовки здійснюється за допомогою вакууму, створеного в просторі між стінкою калібратора й трубою, або тиском стисненого повітря, що надходить всередину трубчастої заготовки. У випадку вакуумного калібратора між стінкою калібрувальної втулки та екструдованої трубою створюється вакуум (рис. 24.2.2).

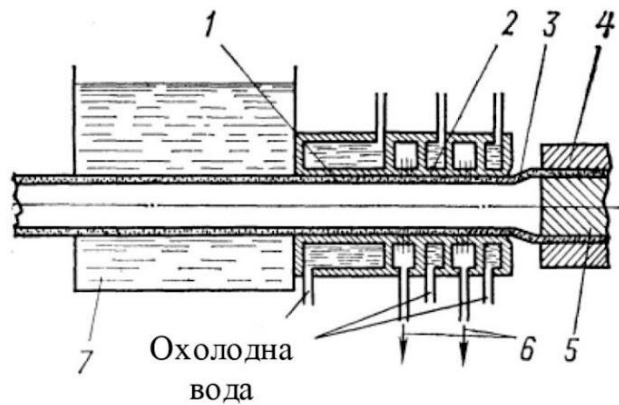


Рис. 24.2.2. Схеми калібрування труб за допомогою вакууму: 1 – труба; 2 – калібрувальна втулка; 3 – розплав на виході з головки; 4 – мундштук; 5 – дорн; 6 – вакуум-магістраль; 7 – ванна охолодження

Внаслідок цього під тиском повітря, що перебуває в трубі (атмосферний тиск), вона розширюється й притискається до внутрішньої стінки калібрувальної втулки. Зусилля притиску труби до втулки відносно невелике й не перешкоджає протягуванню труби крізь калібратор. Поверхня труби при цьому охолоджується водою й набуває певної твердості й жорсткості, достатніх для ковзання. Діаметр пластичної трубчастої заготовки має бути трохи більше за діаметр отвору калібрувальної втулки, щоб вона щільно прилягала до внутрішніх стінок пристрою для унеможливлення витoku повітря. Схему калібрування труб за другим способом подано на рис. 24.2.3.

У цьому випадку між калібрувальним пристроєм і головкою зазор відсутній, а зовнішній діаметр труби менше від діаметра отвору калібру (у разі наявності зазору між торцем головки та калібратором стиснене повітря може зруйнувати трубчасту заготовку, що перебуває ще у в'язко текучому стані). Діаметр формувальної щілини головки завжди має бути трохи менше від діаметра каліброваного отвору, щоб труба легко входила в калібрувальний пристрій. Притискання труби до металевої втулки калібатора досягається повітрям, що нагнітається під тиском всередину труби. Виходу стисненого повітря із труби перешкоджає пробка, яка втримується металевим тросом, пропущеним крізь дорн.

На практиці розташування пробки сполучена з певними труднощами. Для полегшення цієї операції використовують так звану підвідну трубку, яку всувають крізь калібруваний пристрій й скріплюють тросом з екструдованою трубою. Для цього екструдовану заготовку безпосередньо після виходу з головки стискають і обв'язують. При цьому виникнення вакууму всередині труби виключають подачею в неї повітря. Після заправлення екструдованої

труби в тяговий пристрій його швидкість має бути синхронізована з лінійною швидкістю екструзії для забезпечення узгодженої роботи лінії в цілому.

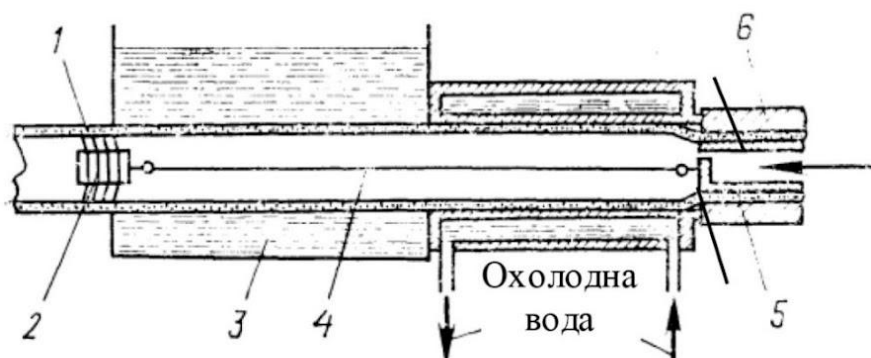


Рис. 5.28. Схеми калібрування труб за допомогою надлишкового тиску в трубі: 1 – труба; 2 – пробка; 3 – ванна охолодження; 4 – трос; 5 – дорн; 6 – мундштук

Охолодження труб проводять попередньо в каліброваному пристрої та остаточно у водяній ванні. Ванна зазвичай складається з окремих шестиметрових секцій. У ванні є жолоби або ролики, по яких рухається труба. Охолодження труби здійснюється розбризкуванням води з форсунок на поверхню труби або зануренням труби в шар води (у цьому випадку іноді використовують розташовані над трубою притискні ролики для запобігання спливання труби).

Довжина ванни (а отже і час охолодження труби) визначається матеріалом, товщиною стінки й швидкістю руху труби. Тяговий пристрій зазвичай виконують у вигляді гусеничного транспортера з гумовими накладками. Після тягового пристрою затверділу трубу розрізають на мірні відрізки, а гнучку намотують у бухти. Поперечний переріз профільно-погонних виробів може бути різним: чотиригранними, багатогранними, прямокутними, С-подібним та ін.

Виробництво профілів може бути організоване за допомогою різних екструдерів, придатних для перероблення відповідних полімерних матеріалів. Оскільки ПВХ надходить на перероблення у вигляді подріблених відходів полімерних пакувань, то для виготовлення профільно-погонних виробів використовують здебільшого двочерв'ячні екструдери.

Контрольні запитання до розділу 24

1. Які основні складові частини типової комбінованої екструзійно-видувної установки з безперервним витиском заготовок?
2. Яка роль екструдера у комбінованій екструзійно-видувній установці?
3. Що відбувається в формувальному блоку комбінованої установки?
4. Які функції виконує міжформовий простір у процесі виробництва заготовок?

5. Яка роль станції видування у комбінованій екструзійно-видувній установці?
6. Які переваги мають полімерні труби порівняно з металевими й бетонними трубами?
7. Яка роль полімерних труб в багатьох галузях промисловості?
8. Що означає коефіцієнт шорсткості полімерних труб і яка його перевага?
9. Які можливості надають полімерні труби у термінах монтажу та ремонту?
10. Які особливості має технологія прокладання траси трубопроводу з полімерних труб?
11. Які етапи включає технологічний процес виробництва трубчастих полімерних виробів з пакувальних плівок?
12. Які функції виконують екструдер, формувальний блок і калібрувальний пристрій в процесі виробництва трубчастих виробів?
13. Які методи охолодження використовуються після формування трубки і який вплив вони мають на властивості трубки?
14. Яке значення має процес тягнення трубки і які переваги він надає?
15. Які кроки включає обробка та контроль якості після завершення виробництва трубчастих виробів?
16. Які типи екструдерів зазвичай використовують для виробництва труб з поліолефінів?
17. Яке значення має конструкція трубної головки у виробництві трубчастих виробів?
18. Яким чином зменшуються неоднорідності структури полімеру після дорнотримача?
19. Яка роль калібрувального пристрою в процесі виробництва трубчастих виробів?
20. Яким способом здійснюється розтягування трубчастої заготовки в процесі калібрування?
21. Яким чином підтиск труби до внутрішньої стінки калібрувальної втулки забезпечується під час калібрування?
22. Яке значення має діаметр пластичної трубчастої заготовки в порівнянні з діаметром отвору калібрувальної втулки?
23. Які методи охолодження труби використовуються під час процесу калібрування?
24. Які фактори впливають на довжину ванни та час охолодження труби?
25. Які типи профільно-погонних виробів можуть бути виготовлені за допомогою екструдерів, а який тип екструдера найчастіше використовується для виготовлення профілів з ПВХ?

РОЗДІЛ 25–26. ВАКУУМ-ФОРМУВАННЯ ВІДХОДІВ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

25.1. Конструкції стрічкових, барабанних і карусельних машин.

Стрічкові, барабанні та карусельні машини є різними типами обладнання для вакуум-формування полімерних виробів. Кожен з цих типів машин має свої особливості та застосування:

– **Стрічкова машина для вакуум-формування.** Стрічкова машина складається зі стрічки, що неперервно рухається, на яку розташовуються заготовки або листи полімерного матеріалу. Процес вакуум-формування відбувається під час руху стрічки. Спочатку полімерний матеріал нагрівається, стає пластичним, після чого відбувається формування заготовки за допомогою пресу або формувального ролика. Після цього вакуумна система відсмоктує повітря, що дозволяє полімеру прилягти до форми та утворити необхідну структуру. Стрічкова машина зазвичай використовується для виробництва великих обсягів однотипних виробів, таких як тара або пакети.

– **Барабанна машина для вакуум-формування.** Барабанна машина має циліндричний барабан, на який розміщуються пластини полімерного матеріалу. Барабан обертається, нагріваючи матеріал до пластичного стану. Після цього барабан опускається над формою, де процес формування відбувається за допомогою вакууму або гідравлічного тиску. Після формування барабан підіймається, і виріб виходить з-під форми. Барабанна машина забезпечує високу швидкість виробництва та може бути використана для виготовлення різноманітних виробів, включаючи пакети, тару, контейнери тощо.

– **Карусельна машина для вакуум-формування.** Карусельна машина складається з каруселі, на якій розташовані форми для вакуум-формування. Карусель обертається, змінюючи позиціонування форми через різні етапи процесу. Спочатку полімерний матеріал нагрівається, стає пластичним, після чого формування відбувається шляхом притискування форми до матеріалу та застосування вакууму для відсмоктування повітря.

– Після цього карусель продовжує обертатися, дозволяючи виробу затвердіти, і в результаті виріб виймається. Карусельна машина забезпечує високу продуктивність та може виробляти великі обсяги виробів з різною формою та розміром.

Кожен з цих типів машин має свої переваги та застосування в залежності від конкретних вимог виробництва та типу виробів, які потрібно виготовити. Крім основних конструкцій стрічкових, барабанних і карусельних машин для

вакуум-формування полімерних виробів, використовуються додаткові складові та функції, які можуть бути присутні в цих машинах:

1. *Форми й формувальні матриці.* Форми використовуються для створення бажаної форми й розмірів виробу. Вони можуть бути виготовлені з металу або іншого матеріалу, який може витримувати високі температури та тиск. Форми можуть бути виконані як одноразові, так і багаторазового використання.

2. *Система нагрівання.* Вакуум-формувальні машини мають систему нагрівання, яка нагріває полімерний матеріал до необхідної температури, щоб зробити його пластичним і готовим для формування. Це може бути здійснене за допомогою електричних нагрівальних елементів, інфрачервоного нагріву або іншої технології нагрівання.

3. *Система вакууму.* Вакуумна система використовується для відсмоктування повітря з простору між матеріалом та формою, що дозволяє полімеру прилягти до форми й утворити бажану структуру. Це допомагає уникнути пухирчатості та дефектів поверхні виробу.

4. *Система охолодження.* Після формування виробу, він може бути охолоджений для затвердження і забезпечення стійкості форми. Це може бути досягнуто за допомогою водяного охолодження, повітряних струменів або інших методів охолодження.

5. *Автоматизованість і керування* Багато вакуум-формувальних машин мають автоматизовані системи керування, які контролюють температуру, часи циклу, швидкість руху інструментів та інші параметри процесу. Це дозволяє досягти високої точності, повторюваності та ефективності виробництва.

Загальна конфігурація та функціональні можливості вакуум-формувальних машин можуть варіюватися в залежності від виробника, моделі та вимог виробництва. При виборі машини важливо враховувати тип виробів, які потрібно виготовляти, розміри, виробничу потужність та інші фактори.

Вакуум-формування полімерних виробів з відходів паковань є одним з методів виготовлення пластмасових деталей або виробів. Цей процес використовує вакуум для створення форми з нагрітого пластмасового листа або пластику. Основні кроки вакуум-формування включають наступне:

1. Підготовка форми. Спочатку необхідно підготувати форму, яка визначає зовнішню форму і розміри виробу. Форма, яка визначає зовнішній вигляд виробу, може бути виготовлена з металу або інших матеріалів, що витримують високу температуру. Форма повинна бути добре відполірованою і має мати достатню просторову глибину для розміщення пластику. Також можуть використовуватися додаткові елементи, наприклад, підтримуючі планки або втулки, для забезпечення стійкості форми.

2. *Матеріали.* Для вакуум-формування використовуються пластикові листи або рулони, які можуть бути розрізані на потрібні розміри перед процесом формування. Пластикові матеріали, такі як полістирол (PS), акрилонітрил-бутадієн-стирол (ABS), поліетилен (PE), поліпропілен (PP) і полівінілхлорид (PVC), часто використовуються у вакуум-формуванні.

3. *Нагрівання пластику.* Пластиковий матеріал нагрівається до оптимальної температури, при якій він стає м'яким і гнучким для формування, але ще не розплавляється повністю. Це можна здійснити за допомогою нагрівальних пристроїв, таких як нагрівальні лампи або нагрівальні елементи.

4. *Розміщення пластику на форму.* Після нагрівання пластиковий лист або рулон розміщується на верхній частині форми. Пластик повинен покривати всю поверхню форми і мати достатній запас матеріалу для формування деталі.

4. *Вакуумне формування.* Після розміщення пластику на формі, форма опускається або піднімається до вакуумної камери, де створюється низький тиск. Вакуум притягує пластик до форми, причіплюючи його до поверхні форми і дозволяючи йому прийняти потрібну форму. Завдяки дії вакууму пластик розтягується і змінює форму відповідно до контуру форми.

5. *Охолодження і видалення.* Після того, як пластик відповідно приймає форму, форма охолоджується, щоб забезпечити його затвердіння і фіксацію форми. Після охолодження форма відкривається або піднімається, і готовий виріб видаляється. При необхідності можуть бути проведені післяформувальні обробки, такі як обрізання зайвого матеріалу, отворів для кріплення, шліфування або фарбування.

Вакуум-формування використовується для виготовлення різних полімерних виробів, таких як упаковка, лотки, коробки, кришки, вітрові захисні екрани для автомобілів, внутрішні панелі автомобілів, маски для обличчя, лікарська апаратура та багато іншого. Вакуум-формування є відносно швидким і економічним методом виробництва пластмасових виробів з великою різноманітністю форм і розмірів.

Обладнання для термоформування. Схема установки

Однопозиційна універсальна машина для пневмо-вакуум-формування (рис. 25.1.1) складається з вакуум-помпи 1, ресивера, інфрачервоних нагрівачів 3 і 4, верхнього пуансона 5, рамки 6 і форми 7. Лист термопласту закладають при роботі в рамку, яку потім переміщують на позицію нагріву між нагрівачами 3 і 4. Рамку з нагрітим до високоеластичного стану листом встановлюють над формою 7 і розпочинають формування. Пуансон 5 може використовуватися, як для попередньої механічної витяжки, так і для позитивного формування.

Принцип роботи

Однопозиційна універсальна машина для пневмо-вакуум-формування складається з вакуум-помпи 1, ресивера, інфрачервоних нагрівачів 3 і 4, верхнього пуансона 5, рамки 6 і форми 7. Лист термопласту закладають при роботі в рамку, яку потім переміщують на позицію нагріву між нагрівачами 3 і 4. Рамку з нагрітим до високоеластичного стану листом встановлюють над формою 7 і розпочинають формування. Пуансон 5 може використовуватися, як для попередньої механічної витяжки, так і для позитивного формування.

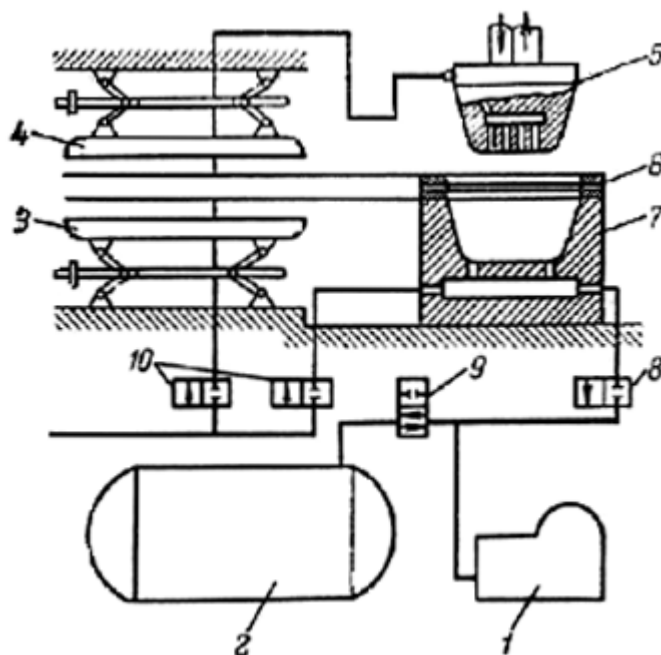


Рис. 25.1.1. Схема однопозиційної машини для пневмо-вакуум-формувань: 1 – вакуум-помпа; 2 – ресивер; 3, 4 – нагрівачі; 5 – верхній пуансон; 6 – рамка; 7 – форма; 8, 9 – клапани; 10 – клапанний розподільник.

При використанні пневматичної витяжки або формуванні з повітряною подушкою до пуансона через клапанний розподільник 10 підводять стиснене повітря. Потім відкривається клапан 8, порожнина форми з'єднується з ресивером і з неї швидко відсмоктується повітря. Коли тиск в ресивері й формі зрівнюються, клапан 8 закривається і відкривається клапан 9, що з'єднує форму з вакуум-помпи 1, що створює у формі остаточне розрідження.

Нагрівання листа до температури формування може здійснюватися інфрачервоними нагрівачами, розташованими з однієї або з обох сторін листа, що нагрівається. Як нагрівачами, використовують елементи опору, виготовлені з ніхромового дроту, стрічок або стрижнів.

Контроль температури нагрівання листа може здійснюватися або за тривалістю нагрівання, або за показаннями вимірювальних приладів. Застосовують як контактні, так і безконтактні методи виміру.

До контактних методів відноситься використання різних термопар, чутливий елемент яких стикається з поверхнею заготовки. Безконтактні методи виміру температури засновані на застосуванні різних параметрів.

Пневмосистеми використовують як для створення тиску формування, так і для приводу різних допоміжних механізмів (привід механізмів переміщення нагрівачів, змикання затискних рамок, переміщення столів і т. д.). Вакуум-системи використовують, як правило, тільки для створення перепаду тисків, що забезпечує процес формування.

Вакуум-системи складаються з вакуум-помпи, ресивера, системи клапанів управління, трубопроводів і вакуумметрів. У вакуум-формувальних машинах, як правило, застосовують помпи низького вакууму, що створюють при нульових витратах у всмоктувальному патрубку мінімальний тиск порядку 4×10^{-3} - $1,3 \times 10^{-5}$ МПа.

Пневмосистеми. Робочий тиск стисненого повітря в таких системах складає 0,4-2,5 МПа. Найбільше поширення у формувальних машинах для створення тиску для пневмосистем отримали поршневі компресори.

Вакуум-формувальні машини класифікуються за рядом ознак в залежності від виду, товщини й площі формованого матеріалу (листів або плівки), методу нагрівання матеріалу (з одностороннім і двостороннім нагріванням), циклічності роботи (періодичної чи безперервної дії), ступеня універсальності (кількості методів формування, що виконуються на машині).

Розрізняють також одно і багатопозиційні машини, револьверні, ротаційні і стрічкові машини. Технологічне оснащення для термоформування об'ємних виробів з листових і плівкових термопластів класифікують:

За функціями, що виконуються на

- Пристроювання, яке надає заготівці, що формується за допомогою вакууму і пневматики, вигляд готового виробу;
- Форму пристроювання, яка безпосередньо формує заготівки й надає їм форму готового виробу;
- Допоміжне оснащення, що використовується для попередньої механічної витяжки перед формуванням або для інших допоміжних цілей (виріб не відтворює геометрію допоміжного оснащення).

За методом формування, що здійснюється на даному пристроюванні ділять на

- негативні,
- позитивні,

– негативно-позитивні.

За методом установки на обладнання, оснащення діляться на

– стаціонарні

– змінні.

За кількістю одночасно формованих виробів

– одно гніздова,

– багатогніздова.

Технологічне пристроювання для термоформування може бути жорсткою й еластичною; рознімною; двосторонньою; зі складовими або заставними рухомими або нерухомими знаками; з термостатуванням або без нього. Невисокі робочі тиску при термоформуванні дозволяють застосовувати для виготовлення формувального оснащення матеріали з відносно низькими показниками міцності.

Вибір і розрахунок обладнання

Основним параметром при виборі обладнання для термоформування є перепад тиску формування, який залежить від товщини листа та форми майбутнього виробу. Для виробів простої форми з товщиною стінки менш як 5 мм кращим є вакуумне формування. В інших випадках використовують або пневматичне, або пневмо-вакуумне формування.

Ще один важливий параметр, що враховується при виборі машини, - площа формування. Тут основна вимога - це максимальне використання площі формування, що дозволяє значно зменшити кількість відходів.

Основними стадіями, що визначають якість формування майбутнього виробу, є нагрівання й охолодження. При охолодженні потрібно мати на увазі, що температура виробу після охолодження повинна бути такою, щоб він при вивільненні не коцюрбився.

Для аморфних полімерів вона повинна бути на 20 ° С нижче температури склування, а для кристалічних на 50 ° С нижче температури плавлення. Для цього необхідно знати й витримувати час охолодження виробу: – При двосторонньому охолодженні:

$$t_0 = \frac{\delta^2}{\pi^2 a} \ln \left[\frac{4(T_\phi - T_{ox})}{\pi(T_\delta - T_{ox})} \right]$$

δ - товщина листа; a - коефіцієнт температуропровідності; - середня температура листової заготовки; - температура на кордоні з охолоджуючої поверхнею форми; - температура виробу після охолодження.

– При однобічному охолодженні:

$$t_0 = \frac{4\delta^2}{\pi^2 a} \ln \left[\frac{4(T_\phi - T_{ox})}{\pi(T_\delta - T_{ox})} \right]$$

26.1. Вакуумне формування пластикового листа. Процес формування і технологія

Вакуумне формування пластику, отриманого після переробки полімерного пакування – це процес надання пластику певної форми шляхом створення вакууму між нагрітим листом і формою. Цей процес здійснюється на промислових термоформувальних машинах. В якості заготовок використовуються листи термопластичного полімеру. Найбільш популярними матеріалами для формування є: АБС, акрил, полістирол, поліпластик, полікарбонат, ПНД та ін.



Рис. 25.1.1. Продукт вакуумного формування MACHINETIC

Продукція, виготовлена таким способом, використовується в багатьох сферах діяльності:

- У виробництві тари та упаковки;
- В автомобільному та авіаційному секторі;
- У виробництві різного обладнання;
- В аграрному секторі;
- У будівельній індустрії;
- Тощо.

Технологічно процес вакуумного формування ділиться на кілька етапів:

- Підготовка матриці та вакуумформуючої машини до роботи;
- Затискання заготовки на формувальному столі обладнання;
- Кріплення пластикового листа в редуційній рамі;
- Нагрівання листа термопластичного пластику;

- Проміжні технічні етапи для контролю поведінки, температури листа та матриці;
- Натягування пластику на прес-форму, робота з контрматрицею та пуансоном;
- Створення вакууму між листом і формою;
- Охолодження сформованого продукту;
- Зняття продукту з матриці;
 - Обрізно-оздоблювальні роботи виробу.

Ці технологічні етапи включають в себе різні дії, які можуть бути або відсутні в залежності від технічного рівня обладнання, на якому формується пластик. Наприклад, якщо обладнання високого промислового класу, то на ньому встановлюється радіаційний пірометр, який за заданою програмою контролює температуру листа і продовжує процес формування на необхідному для оператора значенні. У бюджетній **вакуумно-формувальній машині** час нагрівання відстежується в часі та визначається емпіричним методом.



Рис. 25.1.2. Форма для вакуумного формування MACHINETIC

Машини для вакуумного формування мають різний набір опцій, базових і додаткових. Додаткові опції дозволяють істотно розширити можливості машини і досягти стабільного результату при вакуумному формуванні.

Переваги технології вакуумного формування:

- Можливість виготовлення тонкостінних виробів (від 0,1 мм);
- Можливість виготовлення виробів з великою площею поверхні;
- Низька вартість виготовлення матриці;
- швидкий запуск виробництва необхідного продукту;
- Низька вартість невеликих партій продукції;
- Швидка окупність;
- Екологічність виробництва.

Недоліки технології вакуумного формування:

- Використання тільки листового або рулонного термопласту;
- Обмежена технологія формування (неможливість виготовлення виробу з негативними кутами, великий радіус кутів, неможливість точного контролю товщини стінки);
- Тривалий час циклу (від 1 до 15 хвилин);
- Низька точність кінцевої продукції;
- Потрібна дообробка (обрізка).

Вакуум-формування дозволяє виготовляти вироби зі складними формами і деталями, забезпечує високу точність відтворення деталей, а також економічне виробництво на великій шкалі. Цей процес широко використовується в різних галузях, включаючи упаковку, автомобільну промисловість, медичне виробництво, електронну промисловість та багато інших.

Видувне формування - це метод виготовлення порожнистих, тонкостінних, нестандартних пластикових деталей. Він в основному використовується для виготовлення виробів з однаковою товщиною стінок і там, де важлива точність складної форми. Процес заснований на тому ж принципі, що і видування скла.

Видувні машини нагрівають пластик і впорскують повітря, роздуваючи гарячий пластик, як повітряна куля. Пластик видувається в форму і, розширюючись притискається до стінок форми, приймаючи задану її внутрішніми стінами конструкцію.

Після того, як пластиковий «балон» заповнює форму, вона охолоджується і твердне, а деталь виштовхується. Весь процес займає менше двох хвилин, тому в середньому за 12 годинний робочий день можна отримати близько 1440 штук виробів.

Відео процесу формування пластикової пляшки видувним способом

Вироби, що виготовляються видувним формуванням

Видувним формуванням створюють, в більшості випадків, пляшки, пластикові бочки і паливні баки. Якщо вам потрібно виготовити сто тисяч пластикових пляшок, цей процес буде найбільш підходящим. Видувне формування є швидким і економічним, так як сама форма коштує менше, ніж форми для лиття під тиском, але більше, ніж інструменти для формування з обертанням.

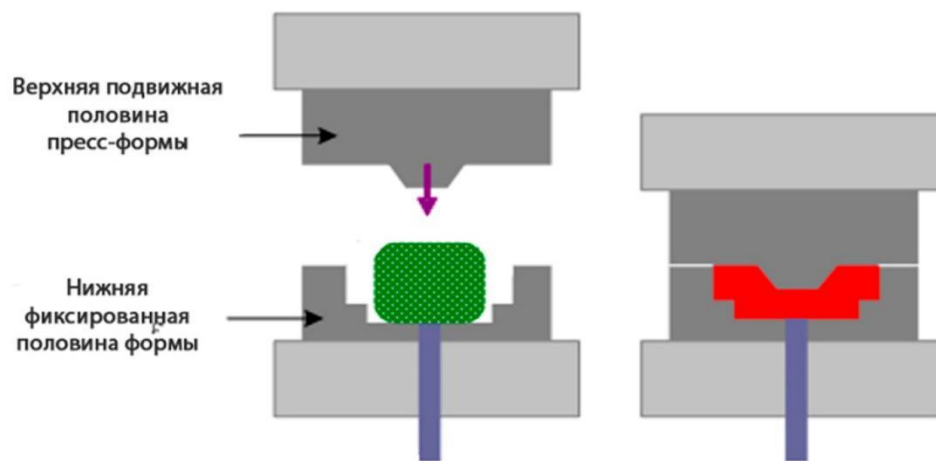
Компресійне формування

Нагрітий пластиковий матеріал поміщають на прогрітий робочий стіл і потім пресують в певну форму. Зазвичай пластика заготовка поставляється в листах. Як тільки пластик стискається до потрібної форми, підключають нагрів, який гарантує збереження максимальної міцності. До заключного етапу цього

методу формування відносяться охолодження, обрізка та видалення пластикової деталі з форми.

Вироби, виготовлені компресійним формуванням

Основне призначення компресійного формування - заміна металевих деталей на пластикові. Таке формування в основному використовується для дрібних деталей, які необхідно поставити у великому обсязі. Компресійне формування широко використовується в автомобільній промисловості, оскільки кінцеві вироби дуже міцні і довговічні.



Первісна вартість прес-форми досить істотна і залежить від ряду факторів, включаючи число порожнин, розмір деталей, складність деталей і якість поверхні. Але вартість кожної окремої деталі низька, тому що виготовляють відразу такі деталі у величезній кількості. Тому для виробництва великої кількості деталей підходить саме цей метод формування.

Контрольні запитання до розділу 25-26

1. Які основні типи машин для вакуум-формування полімерних виробів описані в тексті?
2. Як працює стрічкова машина для вакуум-формування полімерних виробів?
3. Які типи виробів зазвичай виготовляються за допомогою стрічкової машини?
4. Як працює барабанна машина для вакуум-формування полімерних виробів?
5. Які переваги має барабанна машина в порівнянні з іншими типами машин?
6. Як працює карусельна машина для вакуум-формування полімерних виробів?

7. Які особливості виробництва за допомогою карусельної машини?
8. Які переваги має карусельна машина порівняно з іншими типами машин?
9. Які фактори впливають на вибір конкретного типу машини для вакуум-формування виробів?
10. Які типи виробів найбільш підходять для виробництва за допомогою карусельної машини?
11. Яким чином вакуум-формування полімерних виробів з відходів пакувань здійснюється?
12. Які основні кроки вакуум-формування включають в себе?
13. Які матеріали зазвичай використовуються для вакуум-формування?
14. Яким чином нагрівається пластик перед формуванням?
15. Які етапи включає процес охолодження та видалення готового виробу після вакуум-формування?
16. Який метод виготовлення порожнистих, тонкостінних, нестандартних пластикових деталей описаний в тексті?
17. Як працюють видувні машини для формування пластику?
18. Який процес відбувається після заповнення форми пластиковим "балоном"?
19. Які типи виробів зазвичай виготовляються видувним формуванням?
20. Який метод формування використовується для заміни металевих деталей на пластикові і для виробництва дрібних деталей у великому обсязі?

РОЗДІЛ 27.

РОЗДУВНЕ ТЕРМОФОРМУВАННЯ

27.1. Особливості виготовлення порожніх і об'ємних виробів із відходів полімерного пакування.

Метод екструзійного видування (екструзія) є процесом виготовлення продуктів шляхом примусового прогону пластичної сировини через отвір у формі з використанням екструдера. Цей метод широко використовується в промисловості для виробництва різноманітних продуктів з пластмас, металів, кераміки та інших матеріалів.

Процес екструзії зазвичай включає наступні кроки:

1. *Підготовка сировини.* Пластичний матеріал (наприклад, пластмасова гранула) піддається попередній обробці, включаючи розплавлення або змішування зі спеціальними добавками, які можуть поліпшити властивості матеріалу.

2. *Завантаження матеріалу.* Пластична сировина завантажується в завантажувальний бункер екструдера, де відбувається її подальша подача в робочу камеру екструдера.

3. *Розплавлення і змішування.* Сировина нагрівається і розплавляється у робочій камері екструдера, яка має гвинтовий механізм. Гвинт забезпечує перемішування і розплавлення сировини, а також створює тиск для подальшого переміщення сировини через отвір у формі.

4. *Екструзія.* Розплавлена сировина примушується рухатися через отвір у формі екструдера за допомогою гвинта. Під впливом тиску сировина формується в потрібну форму, яка може бути різноманітною - від простих стрижнів і труб до складних профілів і листів.

5. *Охолодження і розтягування.* Після виходу з форми продукт охолоджується і може піддаватися розтягуванню або обробці для досягнення необхідних механічних властивостей і форми.

6. *Різання й обробка.* Залежно від типу продукту, його можуть різати на потрібну довжину або вирізати в певну форму. Після цього продукт може бути підданий подальшій обробці, наприклад, фрезеруванню, свердлінню або збиранню.

Екструзія є ефективним методом виробництва, оскільки дозволяє виготовляти продукти з високою швидкістю, точністю і повторюваністю. Вона застосовується в багатьох галузях, включаючи автомобільну промисловість, будівельну індустрію, пакування, медицину та інші.

Технологія, що поєднує екструзію і видування порожнистих виробів з полімерних матеріалів, називається екструзійним видуванням (іноді також відомим як "блок-молдінг" або "екструзійне видування порожнистих виробів"). Цей процес дозволяє виробляти великі об'єми порожнистих виробів, таких як

пляшки, контейнери, труби, канали й т.д., з використанням екструзійного обладнання.

Основні кроки екструзійного видування порожнистих виробів з полімерів:

1. *Екструзія.* Спочатку проводиться процес екструзії, де пластична сировина, така як пластмасова гранула або пластифікатор, піддається розплавленню і змішуванню у робочій камері екструдера. Гвинтовий механізм переміщує і розплавляє сировину, створюючи однорідну пластичну масу.

2. *Формування прекурсора.* Розплавлений полімер подається до форми, яка має внутрішній контур бажаної форми порожнини порожнистого виробу. У формі розташовується спеціальний штифт (пунш), який заповнює простір, де потім утвориться внутрішня порожнина.

3. *Видування.* Після того, як розплавлений полімер заповнив форму, спеціальний штифт розширюється в межах форми, щоб створити порожнину всередині виробу. Зазвичай, у форму подається повітря під високим тиском, що розтягує розплавлений полімер і формує його внутрішню структуру.

4. *Охолодження та затвердіння.* Після формування порожнистої структури виріб охолоджується, щоб затвердів полімер. Цей процес може включати використання води, вентиляції або інших охолоджувальних методів.

5. *Видалення виробу.* Затверділий виріб виймається з форми, і його можуть піддавати подальшій обробці, такі як різання, шліфування, друк або збірка.

Екструзійне видування дозволяє виготовляти порожнисті вироби з полімерів швидко й ефективно. Воно забезпечує високу продуктивність, дозволяє виробляти складні форми та забезпечує високу якість та стабільність виробництва.

Видувне формування

Видувне формування термопластів бере свій початок у технології видування скла. На його частку припадає понад 5% споживання пластмаси для виробництва різноманітних порожнистих форм, пляшок, великих контейнерів, а також іграшок.

Основним принципом видувного формування є роздування гарячого в'язкопружного термопласту в просту форму (заготовку), щоб прийняти внутрішню форму порожнистої форми з двох частин.

Металева форма служить для охолодження сформованого термопласту, що дозволяє відкрити форму та викинути порожнисту форму.

Підготовка Парісон досягається:

- екструзія порожнистої трубки з наступним негайно надуванням;
- лиття під тиском простої форми з наступним роздуванням;
- повторне нагрівання попередньо екструдованої труби або формованої заготовки.

Екструзійне видування

Переривчасте екструдювання заготовок, щоб дозволити різання на потрібну довжину, вставлення палиці для видування, надування, охолодження та виштовхування, поставило б необґрунтовані вимоги до екструдера, який призначений для безперервної роботи. Безперервну екструзію можна здійснити за допомогою двох або більше пресформ.

Станція однієї пресформи може бути достатньою, якщо екструдер підняти, щоб забезпечити можливість вертикальної екструзії під час видування попередньої заготовки.

Основною проблемою великих заготовок є «провисання заготовки», що призводить до тонких стінок, де гаряча заготовка розтягується під власною вагою.

Щоб звести до мінімуму ефект провисання заготовки, екструдер постійно подає розплав у камеру (акумулятор), з якої заготовка швидко екструдюється за допомогою гідравлічного барана.

Під час стадії надування заготовка розтягується на різну величину в різних положеннях форми, що призводить до змінної товщини стінок. Для виготовлення порожнистих форм із більш рівномірною товщиною стінки необхідно починати з заготовок зі змінною товщиною стінки.

Це досягається шляхом переміщення кінчної оправки в аксіальному напрямку в екструзійній головці під час екструзії довжини заготовки.

Одним із головних недоліків екструзійного видувного формування є кількість відходів, пов'язаних із «спалахом» у зоні горловини, а також у зоні відщепу. Також є значні відходи при виробництві контейнерів з цільними ручками.

Формування під тиском

Щоб зменшити кількість відходів, а також контролювати варіації товщини стінки заготовки (щоб відповідати ступеню розтягування при остаточному формуванні), заготовки можна виготовляти за допомогою процесу лиття під тиском.

Заготовка у формі пробірки, укомплектована детальною геометрією горловини, формується навколо видувної палички, на якій її передають у розплавленому стані до двокомпонентної форми для видування. Однак існує додаткова вартість пресформи.

Лиття під тиском

Для виробництва тонкостінних пляшок із ПЕТ та поліпропілену з високою міцністю та хорошою прозорістю необхідно контролювати кристалізацію шляхом двовісного розтягування заготовки під час кінцевої стадії формування.

Розтягнення в окружному напрямку відбувається природним шляхом при надуванні. Розтягування в довжину досягається шляхом механічного розтягування заготовки за допомогою видувної палички.

Цвілеві гриби

Через низький тиск на стадії надування (тиск повітря порядку 0,5 МПа (6 бар) форми можна виготовляти з литого алюмінію та інших сплавів, а також сталі. Критичні елементи «відщипування» (для різання та герметизації одного кінця заготовки) і вставка горловини зазвичай виготовляються з інструментальної сталі.

Внутрішню поверхню форми зазвичай обробляють дробоструминною обробкою, щоб запобігти потраплянню повітря між заготовкою та формою. Для високошвидкісного виробництва форми охолоджуються водою.

Матеріали

Більшість термопластів можна формувати видуванням. Однак для отримання найкращих результатів існують спеціальні сорти, які мають бажаний рівень гарячої міцності; занадто низький призведе до провисання паризона; занадто високий вимагатиме вищого тиску інфляції. Найбільш популярними матеріалами для видувного формування є поліетилен, поліпропілен, полістирол, ПВХ, полікарбонат, а також поліетилентерефталат (ПЕТ).

Додатки

На ринку пляшок і контейнерів поліетилен і поліпропілен використовуються через їх хімічну стійкість, низьку вартість і гнучкість у контейнерах для мийних засобів, відбілювачів, поліролей, чорнила, а також косметики.

Полістирол використовується в горщиках для йогурту, косметичних, а також медичних пакуваннях. Прозорі жорсткі ПВХ-пляшки спочатку використовувалися для води, фруктових соків, вина, рослинних олій, шампунів і дезінфекційних засобів, але цей ринок здебільшого зайняв ПЕТ. Завдяки ударостійкості полікарбонат (PC) використовується для великих пляшок з водою.

Поліетилентерефталат (ПЕТ) забезпечує високу прозорість, високу міцність і легкість пляшок для багатьох вищевказаних продуктів. Відмінні бар'єрні властивості роблять ПЕТ особливо придатним для пакування газованих напоїв (кола, лимонад, пиво).

Сьогодні багато виробів, виготовлених з роздуванням, виготовляються з багатошарових екструдованих заготовок із до 7 шарів різних матеріалів, кожен з яких забезпечує різні властивості кінцевого контейнера (міцність, бар'єрні властивості, можливість друку, термозварюваність, хімічна стійкість тощо).

Деякі дуже великі контейнери (до 2 м³) були виготовлені методом роздувного формування. Однак останньою розробкою є «технічне видувне формування» для виготовлення подвійних структур, таких як автомобільні бампери та дверцята холодильників.

Контрольні запитання до розділу 27

1. Що таке екструзія, і в яких галузях вона використовується?
2. Опишіть основні кроки процесу екструзії.
3. Які матеріали можна використовувати в процесі екструзії?
4. Які спеціальні добавки можуть бути використані для покращення властивостей пластичного матеріалу в процесі екструзії?
5. Що означає термін "екструзійне видування", і які вироби можна виготовити цим способом?
6. Що таке процес екструзії в контексті виготовлення порожнистих виробів з полімерів?
7. Яку роль виконує спеціальний штифт (пунш) у процесі формування прекурсора?
8. Як відбувається процес видування, і яким чином формується внутрішня структура виробу?
9. Чому необхідний етап охолодження та затвердіння в процесі екструзійного видування?
10. Які подальші обробки можуть здійснюватися з виготовленим виробом після видалення його з форми?
11. Як відбувається процес підготовки Парісону в процесі видувного формування?
12. Чому безперервну екструзію можна здійснити за допомогою двох або більше пресформ?
13. Що таке «провисання заготовки» і як воно впливає на процес формування?
14. Як можна зменшити ефект провисання заготовки?
15. Які недоліки має процес екструзійного видувного формування?
16. Як можна зменшити кількість відходів і контролювати варіації товщини стінки заготовки при формуванні під тиском?
17. З якого матеріалу зазвичай виготовляються форми для надування під тиском?
18. Як досягається розтягування заготовки в довжину під час формування під тиском?
19. Чому важливо контролювати кристалізацію під час виробництва тонкостінних пляшок із ПЕТ та поліпропілену?
20. Яким методом обробляють внутрішню поверхню форми та для чого це робиться?

21. Які матеріали найбільш популярні для видувного формування?
22. Чому поліетилен і поліпропілен часто використовуються в виробництві пляшок і контейнерів?
23. В яких випадках використовується полікарбонат в процесі видувного формування?
24. Які особливості роблять поліетилентерефталат (ПЕТ) відповідним для пакування газованих напоїв?
25. Що таке «технічне видувне формування» і для виготовлення яких продуктів воно використовується?

РОЗДІЛ 28–29.

ЗАСОБИ ЕКОЛОГІЧНОГО РОТАЦІЙНОГО ТЕРМОФОРМУВАННЯ

28. Ротаційне формування, як метод виготовлення тонкостінних порожнистих виробів у формі

Ротаційне формування широко використовується для виготовлення різноманітних виробів різної величини й форми — деталей приладів, корпусних деталей меблів, бочок і контейнерів, човнів та ін. мати тонкі стінки та відносно дешеві. Об'єм виробів визначається розмірами камери нагріву і може досягати декількох кубометрів. Для обігріву форм використовується гаряче повітря (електричні нагрівачі) або природний газ, що спалюється.

До переваг ротаційного формування, в порівнянні з іншими методами отримання порожнистих виробів, відносяться простота виготовлення та дешевизна пристроювання, можливість варіювання товщини стінки (аж до 15-20 мм), дуже низький рівень залишкової напруги в готовому виробі, практично повна відсутність відходів і, як наслідок, економічність процесу.

Завдяки інтенсивному розвитку останніми роками виявлено низку технологічних переваг цього методу — можливість одержання виробів складної форми зі стінками різної товщини, багатшарових виробів тощо. буд. Конструкція виробів може передбачати клапани, бічні вікна, отвори для з'єднання з помпою тощо.

Основні переваги процесу:

- можливість використання недорогого оснащення простої конструкції;
 - можливість виготовлення виробів, будь-якої конфігурації, не вдаючись до очищення обладнання та форм;
 - можливість заміни фарби чи матеріалу;
 - можливість різноманітного поверхневого оздоблення виробу;
 - можливість одночасного виготовлення різних виробів, пофарбованих у будь-які кольори;
 - практична відсутність відходів;
 - можливість багатшарового формування;
 - можливість двостінного формування;
 - висока продуктивність процесу;
 - можливість виготовлення великогабаритних виробів;
 - можливість забезпечення підвищеної жорсткості кутів та постійної товщини стінок деталі.
- Мінімальні терміни та вартість підготовки виробу до серійного виробництва.

- Рентабельність виробництва на рівні дрібносерійного та одиничного виробництва.

- Виготовлення виробів різної товщини та багатьох кольорів в одній і тій же формі, при цьому витрати на перелаштування та підготовку виробництва будуть мінімальними.

- Є широкий спектр сировини та барвників, що забезпечують необхідні властивості виробів: жорсткість, морозостійкість, стійкість до кольору, УФ і хімічну стійкість, можливість контактування з харчовими продуктами.

- Роторне формування – єдиний спосіб виготовлення виробів із пластмас об'ємом до 30 тис. літрів і більше.

- Вироби, виготовлені роторним формування, можуть мати складну конфігурацію, безстикові роз'єми, подвійні стінки, металеві та пластикові заставні, мають стінки рівної товщини.

- Рівність, відсутність швів та внутрішніх напруг гарантує міцність та абсолютну герметичність виробів. Міцність їм надає і те, що матеріал не піддається тиску під час виробництва, як, наприклад, у пресуванні.

Конструкція виробів може передбачати клапани, бічні вікна, отвори з'єднання з помпами й т. д. Можливості технології ротаційного формування безмежні, що можна показати на прикладах.

Місткості для рідин виготовляються переважно з поліетилену, їх розміри визначаються тільки розмірами машин для формування. Найбільша місткість була виготовлена у США на 40 000 галонів (151,2 тис. літрів). Зазвичай випускають місткості, розраховані обсяги до 15 000 л вони використовуються для зберігання води, кислот, масел, сільськогосподарських хімікатів, паст, добрив тощо.

Виготовляються і малогабаритні місткості з ручками, сформованими як єдине ціле.

Також виготовляються місткості спеціального призначення, призначені для застосування в:

- помпові системи для подачі води;
- системах розкидання насіння;
- дозувальних системах;
- дренажних системах.

Контейнери відкритого типу випускаються різноманітні конструкції, розмірів та форм для використання в наступних областях:

- харчова та переробна промисловість;
- будівництво;
- текстильна промисловість;
- сільське господарство;

- прибирання сміття;
- пральні.

Контейнери можуть бути одно або двостінними, проміжки між якими можуть заповнюватися пінопластом в ізоляційних цілях. Вони можуть мати кришки різних типів. Не замикаються або з клямками, призначаються для ручної праці, для підйому механізмами або для автоматизованої роботи.

Виробляють даним методом і контейнери нескладної конфігурації для транспортування медичних приладів, військового обладнання, крихких виробів, автомобільних деталей тощо.

ПВХ (чохла для ручки перемикачів передач, підлокітники, підголівники, гнучкі корпуси); поліаміду (місткості для дизельного пального, місткості для води, які використовуються при підвищених температурах).

Піддони, що виробляються методом ротаційного формування, можуть мати різноманітну конструкцію, витримувати різне навантаження, виготовлятися зі спіненого або звичайного матеріалу. Особливо потрібні такі піддони для харчової промисловості, т.к. вони легко миються, мають гарний зовнішній вигляд і гладку поверхню, що не тріскається.

У судноплавстві застосовуються ротаційні формовані човни різних конструкцій та розмірів (від каяків, каное, віндсерфінгів і до звичайних моторних човнів), а також буйки та контейнери для них, швартові бочки, запобіжні ґрати, плавучі понтони, контейнери для гумових шлюпок.

Дорожні знаки, огороження, попереджувальні сигнали, тумби, низькі загороження і т. д. також виготовляють методом ротаційного формування.

Процес формування є досить простим (рис. 28.1). На першій стадії порошкоподібний або рідкий полімер дозується у форму, яка потім закривається.

На другій стадії форма обертається по двох осях у печі, конструкція якої зазвичай включає пристрій для рециркуляції гарячого повітря.

У печі відбувається нагрівання форми та полімеру, полімер утворює однорідний шар однакової товщини на внутрішній поверхні форми. Час і температура нагріву, а також швидкість обертання – параметри процесу, які потребують ретельного контролю.

На наступній стадії процесу відбувається охолодження форми та виробу шляхом подачі струменя повітря та розпилення водної дисперсії. Ця стадія процесу також важлива, як і нагрівання, так як необхідне отримання недеформованого, точного за розмірами і виробу, що легко витягується з форми. Остання стадія процесу передбачає відкриття форми та вилучення виробу. Потім цикл повторюється.



Рис. 28.1. Етапи ротаційного термоформування

У виробленого з форми виробу зовнішня поверхня є точним відтворенням внутрішньої поверхні форми, вона може мати остаточно необхідну конфігурацію, а також мати втулки з різьбленням та інші вставки, відформоване різьблення і т. д.

Може виникнути необхідність зачистки задирок або виконання інших оздоблювальних операцій. Для виконання оздоблювальних операцій зазвичай використовуються прості у пристрої та недорогі затискачі, фіксатори, ручна циркулярна пила, дріль тощо.

29. Устаткування для екологічного ротаційного термоформування

При використанні сучасного обладнання, що формує, регулювання більшості параметрів технологічного процесу проводиться автоматично. Більшість сучасних машин є машинами карусельного типу.

Ці машини зазвичай мають три або чотири важелі, на кожному з яких може встановлюватись одна або кілька форм. Центр каруселі буває баштового типу - у цьому випадку важелі машини рухаються одночасно. В інших конструкціях кожен важіль має самостійну каретку приводну, що забезпечує незалежний рух кожного важеля по колу.

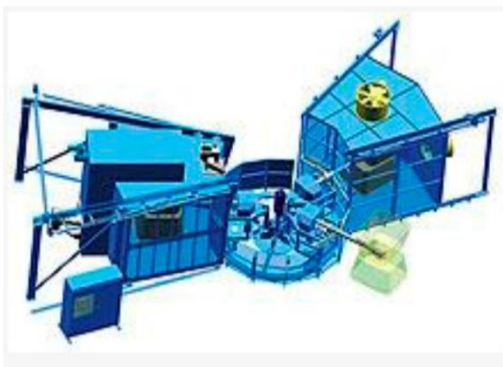


Рис. 29.1. Установки карусельного та човникового типу

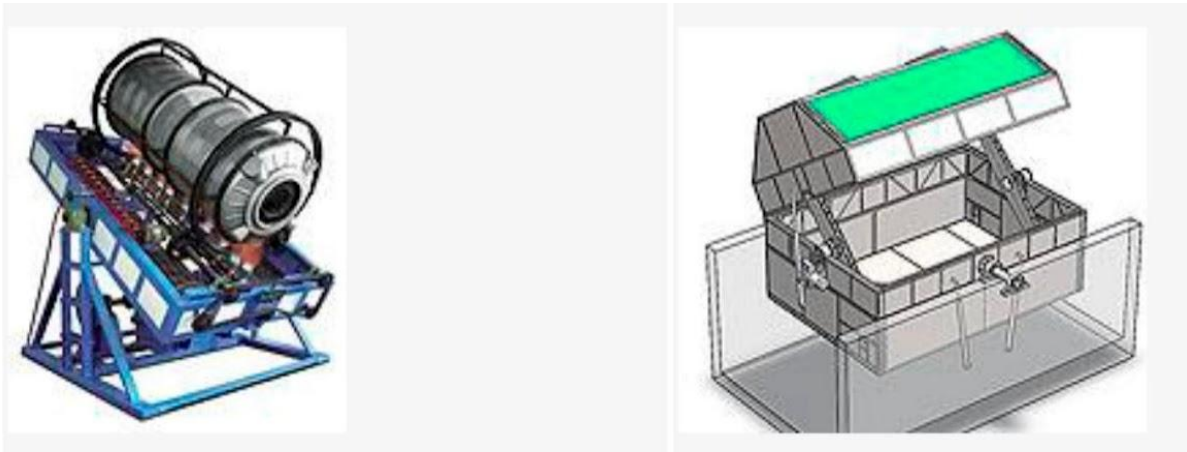


Рис. 29.2. Установки з піччю, що гойдається, і піччю закритого типу

При створенні обладнання для ротаційного формування використовується блочно-модульний принцип виготовлення та збирання.

Ротаційна установка розбивається на основні блоки та модулі, які можуть стикуватися між собою у різних комбінаціях, створювати при цьому різні конструкції установок.

До автономних блоків-модулів можна віднести такі вузли:

топка з газовим пальником та автоматикою, та рециркуляційним вентилятором;

камера формування із приводами воріт;

камера охолодження;

модулі (центрифуги) обертання форм із частотними приводами (кутові та прямі);

каретки переміщення модулів;

універсальні формоутворювачі;

треки та напрямні для переміщення кареток з модулями.

До спеціальних вузлів та механізмів можна віднести: газоходи, вузли кріплення, майданчики, пневмо та гідророзведення, електричну частину та розведення.

Установки можуть виконуватися наступних габаритів, виходячи з розмірів робочої сфери обертання форми печі формування і камери охолодження: 1500 мм, 2000 мм, 2400 мм, 2800 мм, 3200-3300 мм, 3600 мм, 4000 мм і більше.

За конструкцією та технологічними можливостями установки ротаційного формування (УРФ) можуть бути, наприклад, такими:

УРФ однопозиційна

УРФ двопозиційна човникова

УРФ карусельна, трипозиційна, тришпindelна

УРФ карусельна, чотирипозиційна, чотиришпindelьна

УРФ широкоуніверсальна, чотирипозиційна з трьома автономними модулями обертання форм

УРФ широкоуніверсальна, п'ятипозиційна з чотирма автономними модулями обертання форм

УРФ одно- та двопозиційні, одношпindelьні, великогабаритні гойдалки для виробництва об'ємних виробів понад 10 куб. м.

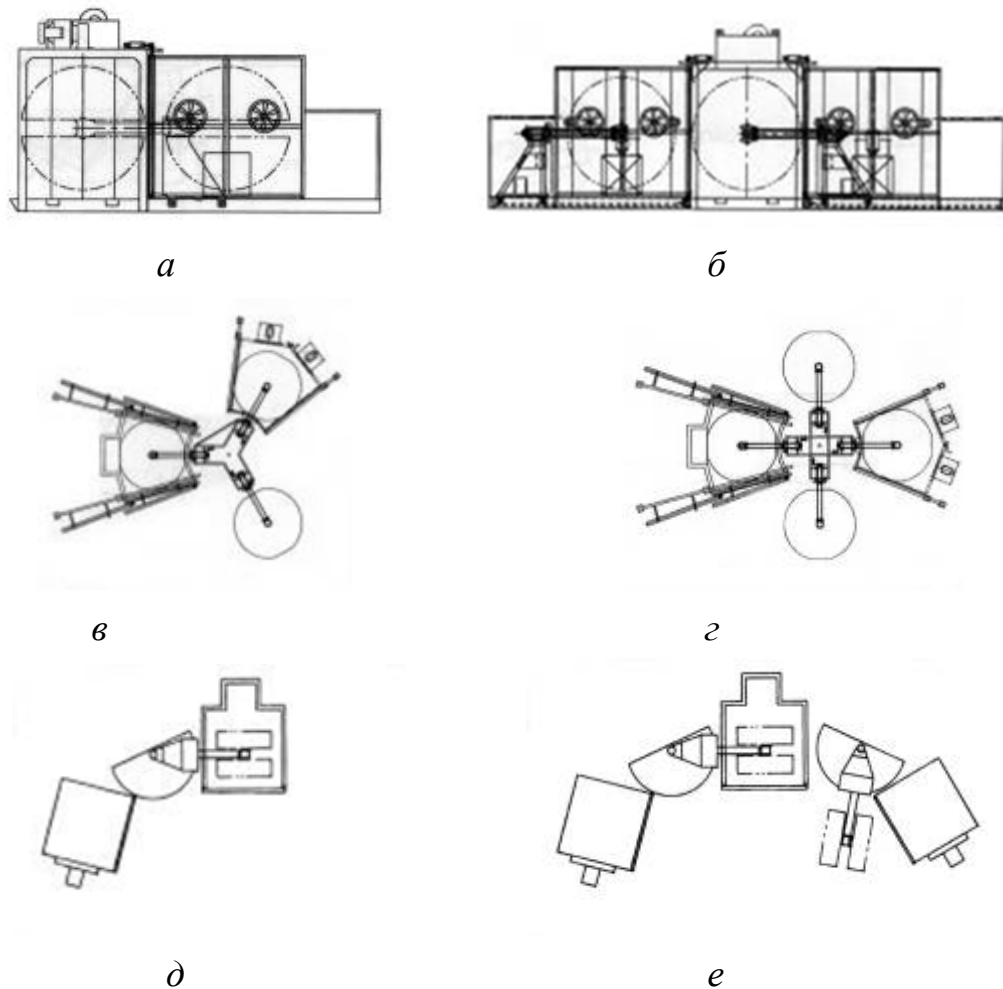


Рис. 29.3. Установки *а* – однопозиційна, човникова, *б* – двопозиційна човникова, *в* – трипозиційна, тришпindelьна карусельна, *г* – чотирипозиційна, чотиришпindelьна карусельна, *д* – однопозиційна, поворотна з автономними осями, *е* – двопозиційна, поворотна з автономними осями

Підставою вибору конструкції машини є співвідношення часу охолодження виробів до часу нагрівання. У разі використання каруселі із загальним приводом виникає необхідність у пошуку компромісу, або необхідність збільшення часу охолодження, яке не викликане вимогами технології, або доводиться знижувати вимоги до якості та товщини стінки виробу. Машина з незалежними

приводними каретками забезпечує більшу гнучкість у виборі часу охолодження та нагріву, що дозволяє максимально використовувати продуктивність машин, тому що при цьому найбільш енергомістка стадія процесу - нагрівання заготовки в печі використовується постійно. піч по черзі, без перерв завантажується заготівлею, що формується.

Правильне охолодження виробу забезпечує одержання недеформованого виробу з точними розмірами. Зазвичай машина оснащена камерою, що охолоджує, що забезпечує різні способи охолодження. Наприклад, за допомогою високошвидкісної високопродуктивної повітродувки стиснене повітря, змішуючись з водою, створює водну дисперсію, що дозволяє ефективно охолоджувати форми.

Крім машин карусельного типу, існують і інші моделі: човникові машини, вертикальні карусельні машини, машини з піччю, що гойдається, досі ще використовуються системи, що гойдаються й обертаються з відкритим полум'ям. Вибір машини визначається більшою мірою розміром виробу та вимог до його якості.

Ефективність виробництва залежить не тільки від типу машини, а й від правильного вибору конструкції форми та виду матеріалу. Форми виготовляють із листового сталевих матеріалу, сплавів алюмінію, нержавіючої сталі й т. д. Враховуючи, що в процесі формування не виникає тиску всередині форми, виробництво та конструкції форм недорогі. Форми з листового металу зазвичай використовуються для виготовлення простих та великогабаритних виробів. Слід ретельно продумати конструкційні особливості різних ділянок форми, включаючи розташовані лінії роз'єму та внутрішню обробку поверхні форми. Можливо, її потрібно відполірувати. Після проведення дослідних виливків, при необхідності, можна легко доопрацювати форму з листового металу.

Форми з алюмінієвого лиття використовуються в тих випадках, коли потрібні складні конфігурації, створення яких з листового металу неможливо, або потрібно кілька однакових форм, або для надання певної текстури поверхні виробу. Марка алюмінію ретельно підбирається, щоб виключити утворення пір, важливу роль також відіграє лінія роз'єму та особливості конструкції. Удосконалення форм з литого алюмінію можливе, але це зробити важче, ніж із формою з листового металу.

Третім, найбільш поширеним видом форм є форми зі сплавів нікелю, які зазвичай використовуються для формування виробів з ПВХ або виробів, що мають дуже тонкі стінки або особливі вимоги до поверхні; виливки виходять без сліду лінії роз'єму. Проблеми пористості немає. Однак такі форми дорогі. Зазвичай вони використовуються для дрібних деталей. ляльок, елементів оздоблення автомобілів і т. д.

Слід зазначити, більшість виробів, вироблених методом ротаційного формування, виготовляється з порошкоподібного ПЕ. Порошкоподібний ПЕ можна закуповувати у вигляді готового продукту або виготовляти його шляхом подрібнення гранульованого поліетилену.

Матеріали поставляються різних марок: поліетилен низької щільності, лінійний ПЕ низької щільності, ПЕ середньої та високої щільності. Ці марки ПЕ виробляються більшістю великих виробників ПЕ у всьому світі.

Ці матеріали можуть фарбуватися в будь-який колір, а також різні фарби можуть поєднуватися для створення ефекту плямистості. Вони можуть вводитися добавки для УФ - стабілізації. та інші добавки для створення вогнестійких самозгасних матеріалів.

Ще одним матеріалом, що найбільш широко використовується для ротаційного формування, є пластизоль ПВХ (рідкий полімер). З цього матеріалу виготовляються м'які гнучкі вироби, як, наприклад, ігрові м'ячі, дитячі іграшки, крила автомобілів, буйки тощо.

Пластизолі ПВХ виробляються різних марок і кольорів, залежно від сфери застосування. Використання порошків ПВХ досить обмежене, але спостерігаються тенденції до більшої спеціалізації.

Дедалі доступнішими стають інші матеріали. Виливки можуть виготовлятися з різних марок полікарбонату, поліаміду, ПВДФ, ПФА та поліпропіленів.

Контрольні запитання до розділу 28–29

1. Які вироби можуть бути виготовлені за допомогою ротаційного формування?
2. Які основні переваги ротаційного формування порожнистих виробів в порівнянні з іншими методами?
3. Які технологічні переваги були виявлені останніми роками в ротаційному формуванні?
4. Які особливості має процес ротаційного формування, що роблять його економічно вигідним?
5. Які особливі характеристики мають вироби, виготовлені ротаційним формуванням, що робить їх міцними та герметичними?
6. Які можливості технології ротаційного формування можуть бути показані на прикладах?
7. Які матеріали використовуються для виготовлення місткостей для рідин за допомогою ротаційного формування?
8. Які розміри можуть мати місткості, виготовлені за допомогою ротаційного формування, і які цілі вони можуть виконувати?

9. В яких областях застосовуються контейнери відкритого типу, що виготовляються ротаційним формуванням?
10. Які особливості можуть мати контейнери, виготовлені за допомогою ротаційного формування, для різних цілей, таких як ізоляція, вантажність та транспортування певних видів виробів?
11. Які вироби можуть бути виготовлені з використанням ротаційного формування з полівінілхлориду (ПВХ)?
12. Які особливості мають піддони, що виготовляються методом ротаційного формування, і для яких галузей вони особливо потрібні?
13. У яких сферах застосовуються ротаційно формовані човни та контейнери, і які вони можуть мати розміри й конструкції?
14. Які продукти дорожнього призначення можуть бути виготовлені методом ротаційного формування?
15. Які етапи включає процес ротаційного формування, починаючи з дозування полімеру до закриття форми й закінчуючи вилученням виробу?
16. Які можливі операції зачистки або оздоблення виробу можуть знадобитися після ротаційного формування?
17. Які пристрої та інструменти зазвичай використовуються для виконання оздоблювальних операцій після ротаційного формування?
18. Які типи машин найчастіше використовуються для ротаційного формування, і яку кількість форм можна встановити на кожному важелі?
19. Яке співвідношення між часом охолодження виробів та часом нагрівання впливає на вибір конструкції машини для ротаційного формування?
20. Які переваги має машина з незалежними приводними каретками для ротаційного формування в порівнянні з карусельними машинами?
21. Які способи охолодження використовуються на машинах для ротаційного формування?
22. Які конструкційні особливості форми впливають на якість та товщину стінки виробу?
23. Які матеріали використовуються для виготовлення форм у процесі ротаційного формування?
24. Які особливості використання форм з алюмінієвого лиття порівняно з формами з листового металу?
25. Які переваги мають форми зі сплавів нікелю у процесі ротаційного формування, а також в яких випадках вони зазвичай використовуються?

РОЗДІЛ 30.

ТЕХНОЛОГІЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

30.1. Обладнання для виготовлення армованих, гібридних, порожнистих і багатобарвних виробів із відходів поліграфічного виробництва.

Принципи лиття під тиском

Для термопластів переважним процесом виготовлення складних форм є лиття під тиском, при якому розплав полімеру ефективно виробляється в одній частині машини.

В окремій функції виміряний об'єм розплаву потім видавлюється в порожнину між двома плитами форми. Вони з'єднані разом, щоб запобігти роз'єднанню під високим гідростатичним тиском розплаву в порожнині.

Останнім етапом є відбір тепла від форми за допомогою системи теплообміну, вбудованої в прес-форму, перед тим, як половини форми відкриваються, а готова форма викидається. Для деталей із тонкими стінками тривалість циклу може становити менш як 10 секунд, але для товстіших секцій тривалість циклу може перевищувати 60 секунд.

Температура розплаву може досягати 150°C, але для деяких термопластів вона повинна перевищувати 350°C. У всіх випадках тиск впорскування може досягати 120 МПа, що створює великі гідростатичні сили відкриття форми.

Зусилля фіксації (затиску) прес-форми можуть становити лише 100 кН (сила 10 тон) для формованих форм невеликої площі та понад 25 000 кН (2500 тон) для форм дуже великих розмірів.

Процес лиття під тиском можна умовно розділити на чотири етапи.

Фаза 1	Пластифікація	Переведення термопластичного порошку або гранул в однорідний розплавлений стан
Фаза 2	Ін'єкційний	Перенесення розплаву з установки пластифікації в усі частини порожнини форми
3 фаза	Налаштування	Охолодження розплаву в порожнині прес-форми до температури нижче його теплової деформації
Фаза 4	Викид	Розкриття форми, а також видалення готової форми

Щоб зберегти тривалість циклу коротким, деякі з цих фаз можуть працювати паралельно, наприклад, пластифікація для наступного циклу може відбуватися одночасно з охолодженням і викидом.

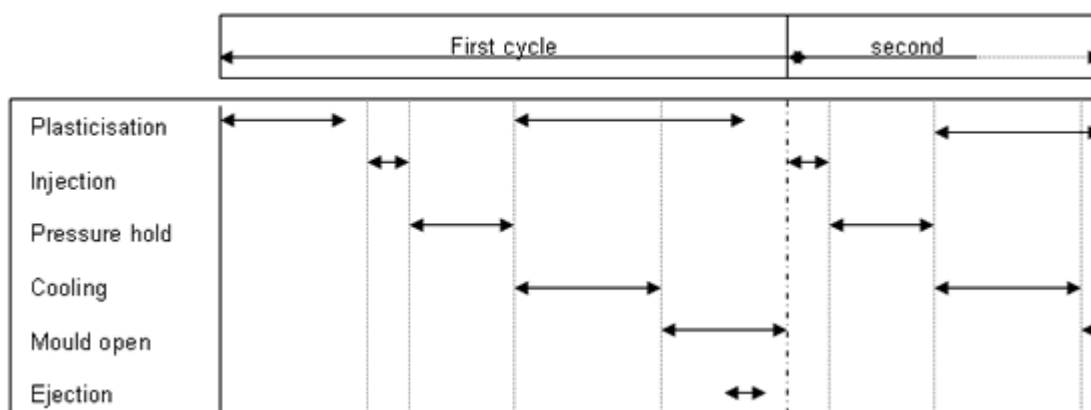
Для оптимізації процесу наповнення час впорскування короткий (менш як 5 секунд, а іноді менш як 1 секунду). Це пояснює високі тиски впорскування (до 120 МПа).

Як тільки розплав починає охолоджуватися в порожнині, він стискається і втрачає стиснення. Об'ємна усадка під час фази охолодження призведе до формування, яке буде трохи меншим, ніж порожнина форми, і позбавлене деталей порожнини форми.

Щоб звести до мінімуму ефект усадки прес-форми, тиск підтримується протягом кількох секунд після етапу впорскування, щоб закачати більше розплаву, щоб компенсувати усадку.

Високий тиск утримування також мінімізує усадку форми, але її неможливо усунути. Типові значення усадки прес-форми коливаються від 0,5% або менше для аморфних термопластів і наповнених термопластів до понад 1% для напівкристалічних термопластів.

Щоб відповідати специфікаціям розмірів, розміри порожнини форми повинні бути скориговані з урахуванням усадки. Оскільки кінцеве значення усадки прес-форми залежить від змінних процесу, таких як температура розплаву, тиск уприскування, тиск витримки та час витримки, це створює серйозну проблему для виробників інструментів, щоб передбачити коефіцієнт усадки.



Конструкція машини. Блок пластифікації

Спочатку блоки пластифікації були розроблені з плунжерами, які виштовхували гранули з бункера через нагрітий циліндр для розплавлення термопласту та проштовхували розплав через сопло та канал подачі в порожнину форми.

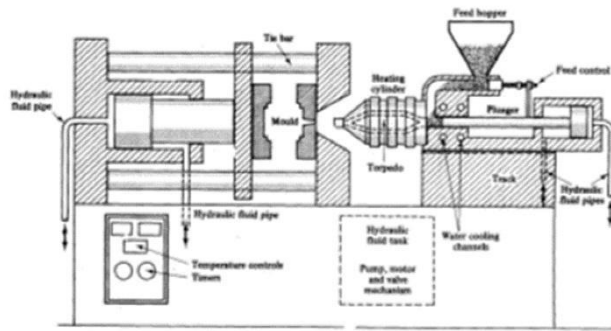


Рис 30.1.1. Плунжерна машина

Неефективну конструкцію *плунжера* вресіті-решт замінили гвинтовою *конструкцією*. Тут пластифікація досягається обертанням архімедового гвинта в нагрітому циліндрі, використовуючи нагрівання зсувом більше, ніж нагрівання індукцією, щоб отримати більш однорідний розплав.

Розплав, що збирається в головці шнека, повертає шнек назад на свою вісь (продовжуючи обертання), доки не буде отримано необхідний об'єм розплаву.

Обертання шнека припиняється, і гідравлічний циліндр переміщує шнек вперед під дією плунжера, щоб заповнити порожнину форми. Завдяки відокремленню етапів пластифікації та ін'єкції ефективність і якість значно підвищуються.

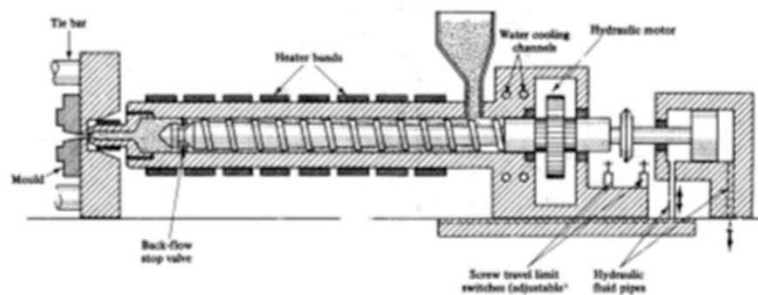


Рис 30.1.2. Поршневий гвинтовий верстат

Блок прес-форми

Функція прес-форми:

- розташування двох половин форми без деформації та зміщення;
- відкривання та закривання частин форми;
- фіксація половинок форми разом під час ін'єкції;
- допомога у витягуванні молдингів, коли форма відкривається;
- сприйняття охолодженню лиття перед викидом.

Щоб мінімізувати деформацію форми, зміщення та деформацію, пластини форми встановлені на великих сталевих пластинах (*валиках*). Вони вирівняні за допомогою ряду стяжок (дві для дуже маленьких машин і 4 для більших машин).

Більшість конструкцій складаються з 3 валиків, *фіксованого валика* (поруч із блоком пластифікації), *хвостової частини* та *рухомого валика* між ними, який рухається по стяжках для виконання ударів відкриття та закриття. Одна прес-форма закріплена на фіксованому валику, а друга — на рухомому валику.

Під час впорскування, утримання тиску та фаз охолодження прес-форми повинні бути з'єднані разом силою, яка перевищує силу відкриття форми, створювану гідростатичним тиском розплаву в порожнині та ефективною площею порожнини форми (проектowana площа).

У деяких машинах сила блокування створюється гідравлічним циліндром між хвостовою бабкою та рухомих валиком (*пряма гідравлічна система*).

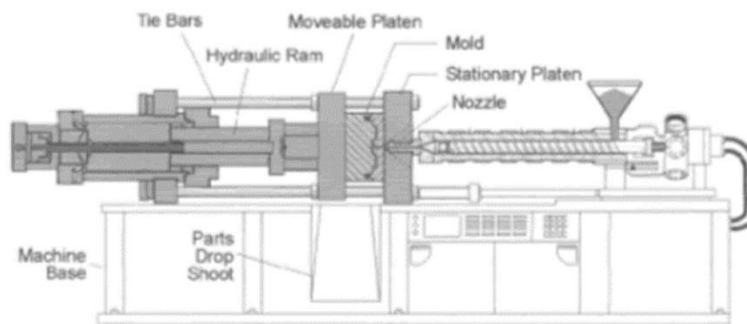


Рис 30.1.3. Прямий гідравлічний затискний верстат

В інших конструкціях (*перемикач*) система важелів забезпечує жорсткі балки для протидії зусиллю відкриття форми в закритому положенні форми, але також забезпечує швидке відкривання та закривання за допомогою малих гідравлічних циліндрів.

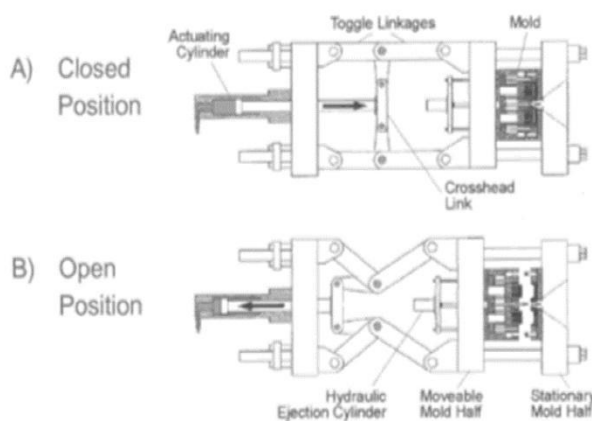


Рис. 30.1.4. Затискний верстат з перекидним механізмом
Конфігурація

Попри те, що більшість машин для лиття під тиском розроблені з горизонтальними блоками пластифікації та поточними прес-формами, що горизонтально відкриваються, існують інші можливі конфігурації.

Горизонтальна пластифікація, вертикальна прес-форма

Вертикальна пластифікація, горизонтальна прес-форма

Вертикальна пластифікація, вертикальна форма

Горизонтальна пластифікація, горизонтальне відкриття прес-форми на 90°

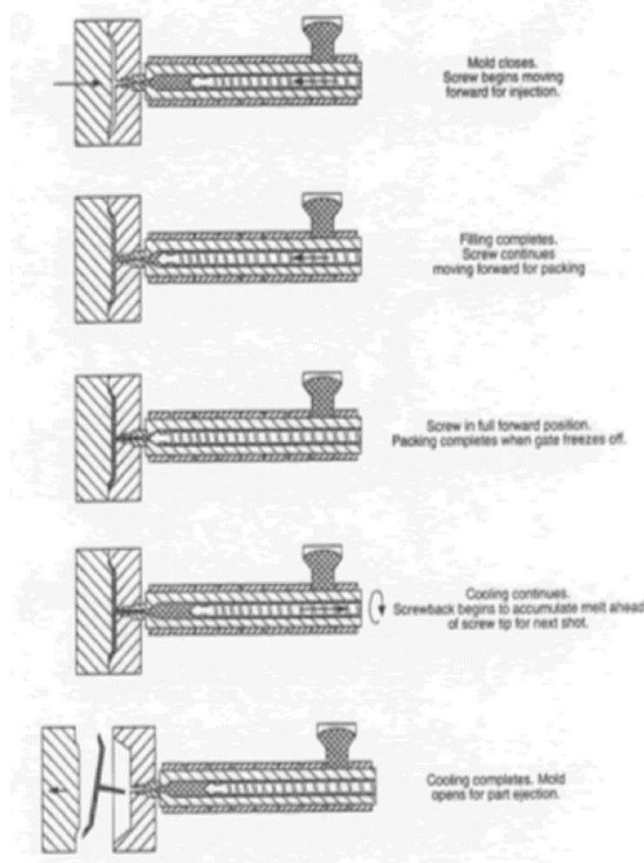


Рис 30.1.5. Послідовність операцій під час циклу лиття під тиском

Контрольні запитання до розділу 30

1. Які основні етапи процесу лиття під тиском?
2. Яка роль системи теплообміну в процесі лиття під тиском?
3. Як змінюється тривалість циклу лиття в залежності від товщини деталі?
4. Яка може бути максимальна температура розплаву під час лиття під тиском?
5. Які сили зусилля фіксації (затиску) прес-форми можуть бути використані в процесі лиття під тиском?
6. Чому короткий час впорскування призводить до високих тисків впорскування в процесі наповнення?
7. Як усадка розплаву впливає на кінцевий розмір виробу, що формується?

8. Яким чином високий тиск утримування впливає на усадку форми?
9. Чому плунжерні блоки пластифікації були замінені гвинтовими конструкціями?
10. Як гвинтова конструкція сприяє отриманню більш однорідного розплаву?
11. Які основні функції виконує блок прес-форми?
12. Яку роль відіграють стяжки в конструкції прес-форми?
13. Як утворюється сила блокування прес-форми під час впорскування та охолодження?
14. У чому відрізняється пряма гідравлічна система від системи з використанням перемикача в блоку прес-форми?
15. Які можливі конфігурації машин для лиття під тиском, з урахуванням положення блоку пластифікації та прес-форми?

РОЗДІЛ 31.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДОВГОМІРНИХ ВИРОБІВ ІЗ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРНОГО ПАКУВАННЯ

Для виготовлення довгомірних виробів із відходів полімерного пакування можна використовувати технологію перероблення і перетворення пластикових відходів. Процес включає декілька етапів:

1. **Збір і сортування.** Перший крок включає збір відходів полімерного пакування і сортування їх за типами. Це важливо, бо різні типи пластику потребують різних методів перероблення.

2. **Мийка.** Після сортування, відходи полімерного пакування мийуть, щоб видалити будь-які залишки, які можуть вплинути на процес перероблення.

3. **Роздроблення.** Відміте полімерне пакування потім роздроблюється на маленькі шматочки.

4. **Подрібнення** Шматочки пластику подрібнюються до пелет або гранул.

5. **Перетворення.** Після цього, гранули пластику можна перетворити на нові продукти. Це може бути зроблено шляхом розплавлення та формування, або за допомогою інших технологій, як-от в'язання або формування під тиском.

6. **Охолодження та випуск.** Останнім кроком є охолодження формованих виробів до кімнатної температури і їх випуск на ринок.

Таким чином, технологія перероблення пластикових відходів може бути використана для створення довгомірних виробів, які не тільки відновлюють цінні ресурси, але і зменшують вплив пластику на навколишнє середовище.

Обладнання для виготовлення довгомірних виробів з полімерних матеріалів може значно відрізнятися в залежності від специфіки процесу та вимог до кінцевого продукту. Проте, основні механізми часто включають:

1. **Установку для сортування.** Механізми для сортування різних типів пластику. Це може бути ручне сортування, або автоматизовані системи з використанням сенсорів та роботизованих виробничих ліній.

2. **Дробильний механізм.** Цей механізм використовується для дроблення великих шматків пластику на менші частини, які потім можна легше обробляти.

3. **Машину для подрібнення.** Вона перетворює дрібні частини пластику в гранули або пелети, які можна потім використовувати у виробництві.

4. **Екструдер.** Екструдери використовуються для розплавлення пластикових гранул та формування їх у нові вироби. Вони можуть мати різні насадки для різних типів продуктів.

5. **Машину для формування.** Зазвичай використовується для подальшого формування виробу після процесу екструдювання. Можуть бути

використані різні техніки, як-от лиття під тиском, термоформування, ін'єкційне лиття тощо.

6. **Установку для охолодження.** Після формування пластикові вироби потрібно охолодити до кімнатної температури, перш ніж вони можуть бути використані.

7. **Машину для пакування та маркування.** Кінцеві вироби можуть бути упаковані та помічені для подальшої дистрибуції.

Всі ці механізми й машини мають бути правильно налаштовані й синхронізовані для ефективної роботи виробничої лінії.

Процес екструзійного формування пластикових труб поділяється на три етапи:

I. Пластифікація сировини. Цей процес може перетворити тверді матеріали в однорідну в'язку рідину через нагрівання та змішування екструдера;

II. Формування. В екструдері розплавлений матеріал безперервно проходить через формувальну головку з певним тиском і швидкістю, щоб отримати певну форму поперечного перерізу;

III. Охолодження і калібрування. Розплавлений матеріал може закріпити отриману форму наскрізним калібруванням й охолоджувальною обробкою, і перетворюється на твердий (пластикова труба).

Перераховані вище три етапи реалізуються основними машинами й допоміжними машинами, тобто машина калібрування, охолоджувальний пристрій, тяговий пристрій, різальний пристрій та рама для укладання.





Виробничий процес: Сировина + Присадка → Приготування → Змішування → подача та приготування → Примусове живлення → Конус Одношпindelний екструдер → Екструзійне формування → Набір розмірів → Обладнання для напилювання вакуумним нагріванням → Балон для заповнення водосховища → Машина для друку чорнила → Машина для витягування сідниць машина → стійка до трубопроводу → контрольне пакування готової продукції

Труба ПВХ утворюється за допомогою смоли ПВХ типу SG-5, а також додають стабілізатори, мастильні матеріали, наповнювачі, пігменти тощо. Ці сировини замішують відповідно до рецепта після належної обробки. Якщо екструдерна труба є одношаровим екструдером, вона повинна бути Мішаний порошок гранульований, а потім екструдований: якщо використовується екструдер з подвійним шнеком, порошок може бути безпосередньо сформований. Крім того, у виробничому процесі може відрізнитися від викладеного вище, тобто взяти порошок безпосередньо екструзійною трубою без гранулювання, але слід звернути увагу на два моменти:

по-перше, при прямій екструзії порошку найкраще використовувати двошаровий гвинт екструдер. Оскільки порошок і гранули менше одного разу, процес зсуву та пластифікація зменшується. Тому двошаровий екструдер може зміцнити пластифікацію зсуву для досягнення бажаного ефекту;

по-друге, гранули є щільніше, ніж порошок і нагріваються. І погана теплопровідність, тому температура обробки порошку може бути приблизно на 10 ° C нижчою, ніж температура обробки відповідних гранул.

Контроль процесу екструзії

У процесі виробництва, оскільки ПВХ - це термочутливий матеріал, навіть при додаванні теплового стабілізатора температура розкладання може бути збільшена, а час стабілізації може бути збільшений без розкладання. Це вимагає чіткого контролю температури лиття ПВХ. Особливо RPVC, завдяки своїй температурі обробки і температурі розкладання дуже близько, часто через неправильний контроль температури, викликаний розкладом.

Тому температура екструзії повинна визначатися на основі таких факторів, як формула, характеристика екструдера, структура голови, швидкість гвинта, положення точки вимірювання температури, похибка приладу вимірювання температури та глибина вимірювання температури.

Контроль температури. Температура є важливим чинником, що впливає на якість пластифікації та якість продукції. Температура занадто низька, пластифікація слабка, а зовнішній вигляд і механічні властивості труби погані. Після шунтового утримувача знаки зварювання очевидні або зварні зразки мають низьку міцність завдяки термостійкості ПВХ.

Погана продуктивність. Розпад відбувається, коли температура занадто висока, внаслідок чого відбувається падіння кольору та паління, що робить роботу неможливим. Конкретна температура повинна визначатися залежно від формули сировини, структури екструдера та голівки, швидкості роботи гвинта та інших складних умов.

Гвинт охолодження. Оскільки розчин RPVC має велику в'язкість і слабку плинність, щоб запобігти нагріванню гвинта через надмірне тертя під час фрикції, що спричиняє розкладання гвинтового сполучного матеріалу або утворення внутрішньої стінки труби нерівномірно, температура гвинта повинна можна зменшити, щоб матеріал міг бути пластифікований. Внутрішня поверхня трубки яскрава і покращує якість всередині й зовні трубки. Температуру гвинта зазвичай контролюють від 80 до 100 ° С.

Якщо температура занадто низька, зворотний тиск збільшується, вихід зменшується, і навіть випадки, коли матеріал не можна витиснути, і може пошкодити гвинтовий підшипник. Тому герметичне охолодження повинно контролювати температуру випускної води не нижче 70 ~ 80 ° С. Метод охолодження - водяне охолодження з трубою з міді всередині гвинта.

Швидкість гвинта. Швидкість швидкості гвинта пов'язана з якістю та виходом труби. Швидкість гвинта регулюється відповідно до характеристик екструдера та характеристик труби. В принципі, велика машина стискає невелику трубу, а швидкість низька: невелика машина стискає велику трубу і висока швидкість. Загальний ф 45 одно швейний екструдер, швидкість гвинта 20 ~ 40 г / хв, фрез одношаровий екструдер, фрезерна швидкість 10 ~ 20 г / хв; Двохвильний екструдер 15 ~ 30 г / хв.

Хоча збільшення швидкості гвинта може збільшити випуск за певний проміжок часу, якщо випуск занадто високий, а матеріал і конструкція гвинта не змінюються, матеріал буде пластифіковано, стінка труби буде грубою, а міцність труби буде бути зменшено.

Розмір тиску і ступінь вакууму. Коли трубчаста заготовка видавлюється з шару, температура залишається високою. Щоб отримати нижчу шорсткість, правильний розмір і геометрію трубки, труба повинна бути негайно розміром і охолоджуватися, поки вона виходить з шару. Труба RPVC звичайно приймає метод зовнішнього тиску зовнішнього діаметра.

Стиснене повітря у трубі робить зовнішню поверхню труби близько до внутрішньої стінки калібрувального рукава і підтримує певний ступінь округлості. Як правило, тиск стисненого повітря коливається від 0,02 до 0,05 МПа, а вимога до тиску стабільна. Циліндр для зберігання служить для стабілізації тиску стисненого повітря.

Тиск занадто малий, труба не кругла, а тиск занадто високий. По-перше, газова заглушка легко пошкоджений і викликає витік повітря. Друге - легке охолодження оправки, що впливає на якість труби. Тиск раптово змінюється, і труба стає бамбуковою. Якщо вакуумметр прийнятий, ваговий ступінь становить близько 0,035 ~ 0,070 МПа.

Частота тягового навантаження. Тягова швидкість прямо впливає на випуск продукції труб, і водночас впливає на товщину стінки труби. Нестабільна сила тяги призведе до того, що діаметр труби буде великим і малим. Швидкість витягу повинна тісно відповідати швидкості екструзії труби.

У нормальному виробництві швидкість витягання повинна бути трохи швидшою, ніж швидкість екструзійної лінії від 1% до 10%. Чим повільніше коефіцієнт зчеплення, тим товщі стінки, тим швидше відбувається зчеплення, а менша стінка, тим більше збільшується поздовжня усадка труби й збільшується внутрішня напруга, що впливає на розмір труби, швидкість пропускання та ефект використання.

Регулювання швидкості зчеплення у виробництві може бути зроблено наступним простим методом. Екструдована труба розміщується в тяговій доріжці, але траса не затискає трубку. Відзначається різниця між трасою і швидкістю трубопроводу. Якщо коефіцієнт зчеплення повільніше, ніж швидкість екструдуювання, швидкість повинна бути відрегульована до стіни. Товщина відповідає вимогам.

Калібрувальна головка – це ключова складова обладнання в процесі виготовлення полімерних труб (рис. 31.1). Вона використовується для точного формування розміру та форми виробу після його виходу з екструдера.

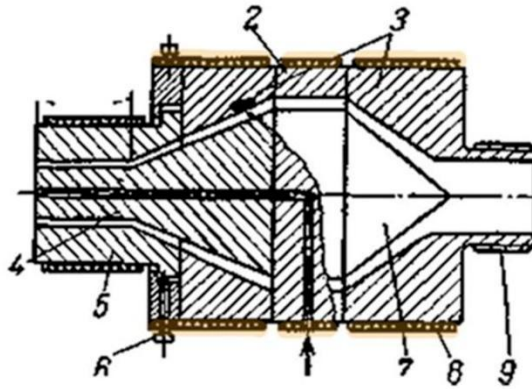


Рис. 31.1. 1 – зона «заспокоєння» потоку; 2 – дорнотримач; 3 – корпус; 4 – дорн; 5 – мундштук; 6 – центрувальний гвинт; 7 - голівка дорна; 8 – нагрівач; 9 – різьблення для приєднання голівки до екструдера

Загальний принцип роботи калібрувальної головки наступний:

1. **Внутрішня частина калібрувальної головки:** Це частина, де розплавлений полімер виходить з екструдера. Вона має форму, що відповідає бажаному внутрішньому діаметру готової труби.

2. **Охолоджувальна система:** Калібрувальна головка має систему охолодження, що допомагає швидко знизити температуру розплавленого полімеру, стабілізуючи його форму.

3. **Зовнішні калібрувальні канавки:** Вони створюють необхідний зовнішній діаметр труби. Після проходження через ці канавки, розплавлений полімер остаточно охолоджується і затвердіє, утворюючи готову трубу.

4. **Регулювання:** Деякі калібрувальні головки мають можливість регулювання, що дозволяє змінювати розмір труби в процесі виробництва.

Основна мета калібрувальної головки - це забезпечення високої точності та якості при виготовленні полімерних труб. Крім того, вона допомагає оптимізувати процес виробництва, знижуючи відходи та збільшуючи продуктивність.

Контрольні запитання до розділу 31

1. Які основні етапи процесу перероблення відходів полімерного пакування для виготовлення довгомірних виробів?

2. Чому важливо правильно сортувати пластик перед його перероблюванням?

3. Які механізми та машини зазвичай входять до складу обладнання для виготовлення довгомірних виробів з полімерних матеріалів?

4. Для чого в процесі перероблення пластику використовуються екструдери?

5. Яким чином машини для формування допомагають у створенні фінальних виробів?
6. Які три основні етапи поділяється процес екструзійного формування пластикових труб?
7. Які машини та пристрої використовуються в процесі екструзійного формування пластикових труб?
8. Що містить виробничий процес виготовлення пластикових труб?
9. З яких основних компонентів утворюється труба ПВХ?
10. Чому при прямій екструзії порошку рекомендується використовувати двошаровий гвинт екструдер і яка основна відмінність в температурі обробки між порошком та гранулами?
11. Як ПВХ реагує на температурні зміни в процесі виробництва, навіть при використанні теплового стабілізатора?
12. Чому контроль температури важливий у процесі екструзії ПВХ і які фактори впливають на цю температуру?
13. Які можуть бути наслідки, якщо температура в процесі виробництва ПВХ занадто висока або занадто низька?
14. Чому необхідне охолодження гвинта в процесі виробництва ПВХ і який метод охолодження використовується?
15. Як швидкість гвинта впливає на якість та вихід труби з ПВХ, і як її регулюється?
16. Які фактори впливають на шорсткість трубки і як їх досягти?
17. Які наслідки можуть мати занадто низький або занадто високий тиск стисненого повітря в трубі?
18. Як частота тягового навантаження впливає на випуск продукції труб та товщину їх стінок?
19. Які наслідки можуть виникнути при нестабільній силі тяги?
20. Як працює калібрувальна головка та яку роль вона відіграє в процесі виготовлення полімерних труб?

РОЗДІЛ 32.

ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЛИТТЯ З ДЕКОРУВАННЯМ У ФОРМІ.

32.1. Виготовлення деталей з різними оптичними ефектами поверхні.

Опис технології

Технологія лиття з декоруванням в литтєвій формі (In-Mold Decoration) містить у собі установку в форму фрагмента плівки або фольги з подальшим упорскуванням розплаву полімерного матеріалу з внутрішньої сторони фрагмента, що приводить до отримання виробів з поверхнею, що формується плівкою / фольгою. Це надає виробникам унікальні можливості за гнучким переналагодженням на різні комбінації кольорів однієї й тієї ж деталі.

Практичний досвід використання IMD-технології дуже швидко показав її незаперечні переваги в порівнянні з іншими технологіями декорування:

- Точність і якість друку: процес декорування в пресформа дозволяє домагатися дуже високою повторюваністю зображення і якості відображення друку на поверхні виливки;

- Довговічність деталей: захисний шар ефективно перешкоджає одноразовим абразивним впливам і повторюється, зберігаючи вигляд готового виробу;

- Жоден інший процес нанесення друку не здатний забезпечити таку високу точність позиціонування зображення на складній просторовій поверхні деталі;

- Спрощується виробництво внаслідок виключення з виробничого процесу додаткового обладнання фінішних ділянок;

- Можливе зниження собівартості виробу внаслідок виключення додаткових складальних робіт, з'являється більше можливостей по реалізації більшого набору функціональних елементів в одній деталі в рамках ливарного циклу.

При виготовленні декоративних підкладок кольоровий друк наноситься на плоску листову заготовку, а це набагато простіше і функціональніше, ніж нанесення друку на відформовані деталь, поверхня якої може мати досить складну тривимірну форму.

Також декорування в пресформі дозволяє позбутися тривалого простою через зміну кольору полімерного компаунда. Замінюючи плівкові вставки можна міняти колір декоративної поверхні деталі.

До недоліків лиття з декоруванням і ламінуванням в литтєвій формі варто віднести витрати на допоміжне обладнання, а також додаткові етапи по подачі,

відрізання, підготовки та встановлення в ливарні форми декоративних елементів з плівки / фольги та шаруватого пластику.

Якщо застосовуються декоративні матеріали, нечутливі до зовнішнього впливу, то можуть бути використані й звичайні ливарні машини. До інших недоліків відносяться збільшення тривалості циклу лиття (збільшення теплоізоляції, пов'язане з наявністю декоративного шару), деформація виробу з-за нерівномірного охолодження, брак із-за механічних пошкоджень, викривлення, вигин, зміна відтінків, надмірний натяг і відтворення ліній злютованих на декоративному шарі.

Декорування в пресформі набуло поширення в першу чергу в автомобільній промисловості. Одними з перших виробів, виконаних за цим методом, стали декоративні панелі управління обдувом і мікрокліматом у салоні автомобіля, на які повинні наноситися допоміжні символи й малюнки навпроти керівних кнопок і важелів.

Наприкінці 90-х років даний метод декорування став поступово знаходити популярність і у виробництві стільникових телефонів.

Технологія дозволила зробити більш стійкими до стирання символіку клавіш і корпусних деталей. Змінні різноколірні панелі, наприклад, телефонів також сприяли подальшому поширенню технології декорування в пресформі.

Широке розповсюдження останні роки десяти технологія декорування в пресформі отримала у виробництві пластикових комплектувальних для побутової електроніки, комп'ютерної та портативної техніки, спеціалізованої апаратури, а також в індустрії дитячих іграшок.

Поява IML-технології було оптимістично сприйнято виробниками пластикового пакування (рис. 1), які дуже швидко оцінили її перспективи й зробили ставку на новий вид пакування, що поліпшує диференціювання торгового бренду в порівнянні з конкурентними товарами.

Лиття з декоруванням у формі дозволяє отримувати декоративні поверхні деталей з різними оптичними ефектами:

металізовані; фосфоресцентні; флуоресцентні; люмінесцентні; хромовані; «Хамелеон» (змінюють колір при зміні кута огляду) і т. д.

Для використання як базового матеріалу можна використовувати практично всі термопласти. Висока продуктивність за даною технологією припадає на ПП. Провідні виробники полімерних матеріалів для декорування в пресформі - Bayer, GE Plastics, Autotype, Tekra.

Існують два різновиди IML-технології: лиття з декоруванням у формі й лиття з ламінуванням у формі.

Лиття з декоруванням у формі

Рулон відформованої плівки з нанесеним типографським або іншим способом декоративним зображенням встановлюється на машину. Кінець рулону простягається через ливарні форми і фіксується точно між її половинами. У процесі лиття розплав полімеру контактує з нею таким чином, щоб після видалення підкладки декорований шар залишився на поверхні виробу. За даною технологією можна отримувати вироби з термопластів з високоякісної, дуже гладкою поверхнею забарвленої й деталі, придатні для складання без додаткового їх фарбування або обробки.

Попри те, що виготовлення покриття та нанесення нового кольору здійснюються в литтєвій формі, цей спосіб дає можливість надавати поверхні металіка глянець. Разом з цим можна наносити унікальні малюнки й рельєф, які не можна досягти традиційним фарбуванням. Поряд з литтям під тиском, декорування в литтєвій формі використовується і в інших технологічних процесах, у тому числі в литті зі спінюванням, роздувне формування, лиття реактопластів і ротаційне формування.

Лиття з ламінуванням у формі

Замість тонкого шару плівки / фольги в даній технології використовується підкладка, яка для покриття розплавом полімеру з внутрішньої сторони встановлюється на площину роз'єму (рис. 2).

Технологічний процес ламінування у формі складається з наступних стадій: Друк зображення / фарбування. На цій стадії здійснюється друк зображення методом шовкографії на плівковій основі майбутньої підкладки. В якості заготовки застосовуються одношарові або багатшарові плівки (в рулоні або в стопах аркушів).

В якості несучої основи плівок використовується найчастіше різні композиції на основі полікарбонату. Вибір матеріалу підкладки визначається: оптичними, захисними, адгезивними і термоформувальними властивостями, необхідними для виготовлення певних деталей.

За звичай для друку зображень на плівках в рамках технології IMD використовується трафаретний спосіб: лист або полотно проходить через послідовність друкованих форм з окремими квітами, в результаті чого формується закінчена колірна композиція. Друк може здійснюватися на першій поверхні (майбутня зовнішня поверхня готової деталі) або на другій (поверхня підкладки, що контактує з розплавом). Марка чорнила підбирається в залежності від поверхні, на яку наноситься зображення. При друку на першій поверхні вибирають звичайні чорнила, призначені для IMD-друку.

При цьому важливо враховувати, що малюнок зовні підкладки вразливий до адгезивних впливів, тому тут треба зробити вибір між використанням більш стійкою до стирання фарби або ламінуванням друкованої поверхні підкладки. З

цієї причини останнім часом все більшого поширення набуває друк на другій поверхні, коли барвистий відбиток звернений до полімеру-основи, а підкладка - назовні, захищаючи собою барвистий шар від будь-яких впливів.

Правда, в цьому випадку є одне велике «але»: впорскується в порожнину пресформа розплав надає термічне і механічний вплив на фарбу підкладки, особливо поблизу точки (або точок) упорскування.

Для виключення термічного розкладання барвистого шару застосовують два способи захисту: спеціальна термостійка фарба або додатковий термозахисний шар.

Формування підкладки. Після затвердіння фарби й підсушування матеріалу підкладки необхідно надати точну форму поверхні деталі, в яку вона буде інтегрована в процесі лиття під тиском. При виборі методу формування важливими факторами є: глибина формування, точність позиціонування графічних елементів на відливання, тип матеріалу підкладки й т. д. Існує кілька методів термоформування, які широко застосовуються при виготовленні підкладок для IMD-процесу, зокрема: вакуумне, пряме механічне, пневмоформування та їх комбінації. Крім термоформування застосовуються методи холодного формування: гідроформування (за допомогою еластичної поліуретанової мембрани, на яку тисне гідравлічна рідина) або штампування. Провідними виробниками обладнання для формування листових підкладок є ILLIG, Kiefel, GEIS, ZMD, Hy-Tech Forming Systems (гідроформування) та ін.

Прикінцева стадія обробки підкладки - обрізка в розмір. Її можна здійснювати й в момент термоформування, якщо принцип роботи обладнання дозволяє інтегрувати зворотно-поступальний рух ножових лез. Інтегрована операція тримінгу підвищує якість поєднання графіки й профілю деталі, тому що зменшується кількість операцій, що вимагають окремого центрування. У ряді випадків висічка здійснюється на окремих машинах.

Установка підкладки в пресформу. Відформовані декоративні підкладки подаються до термопластавтомата. Через те, що закладка декоративної підкладки збільшує сумарний час циклу лиття в ТПА, для максимального зменшення загального часу циклу провідні виробники обладнання настійно рекомендують використовувати роботизовані модулі для накопичення, подання та установки в пресформу декоративних підкладок.

Для центрування і фіксації підкладок в гнізді пресформи передбачаються спеціальні випнуті елементи. Конфігурація центрувальних елементів інструменту відповідає базовій перфорації, що є на підкладці. Її надійне фіксування в гнізді може досягатися також вакуумуванням гнізда або електростатичним способом.

Після установки підкладки в пресформу здійснюється стандартний процес лиття під тиском, під час якого розплав полімеру спікається з внутрішньою поверхнею підкладки. Якість відлитої деталі багато в чому буде залежати від точності друку і попередніх операцій формування підкладки.

Провідними виробниками термопластавтоматів для IMD-технології є Arburg, Engel, Husky, Krauss-Maffel та ін. Слід зазначити, що технологія ламінування в формі освоюється також заводами з Тайваню, Південної Кореї та Китаю.

Екологічне лиття, взагалі, може належати до процесів лиття, які мінімізують вплив на навколишнє середовище, наприклад, шляхом зменшення використання енергії, води або інших ресурсів, або шляхом використання більш безпечних матеріалів. Щодо декорування в формі, це термін, що часто використовується в області виробництва пластмас та інших матеріалів, щоб вказати на те, що певний декоративний або функціональний елемент наноситься безпосередньо на продукт під час його виробництва, а не після того, як він був виготовлений.

Технологія екологічного лиття з декоруванням у формі була б процесом виробництва, що мінімізує вплив на навколишнє середовище, водночас дозволяючи включати декоративні або функціональні елементи безпосередньо в процес виготовлення продукту.

Технологія виготовлення деталей з різними оптичними ефектами поверхні може включати декілька етапів і методик. Деталі мають бути розроблені так, щоб вони створювали певний оптичний ефект, який може бути використаний для покращення естетики продукту, створення візуальної ілюзії або відображення певного образу.

Загальні етапи, які можуть бути включені в таку технологію:

1. Дизайн і моделювання: Перш за все, деталь має бути розроблена і змодельована з використанням комп'ютерного дизайну і інженерії. Оптичні ефекти можуть бути створені шляхом використання різних текстур, геометрій, або матеріалів.

2. Вибір матеріалу: Матеріал, що використовується для виготовлення деталі, також впливає на оптичний ефект. Наприклад, деякі матеріали можуть змінювати колір в залежності від кута перегляду, вони можуть бути прозорими або непрозорими, матовими або блискучими тощо.

3. Процес виробництва: Деталі можуть бути виготовлені за допомогою різних технік, таких як лиття, фрезерування, штампування, 3D друк тощо. Вибір технології залежить від розміру, форми, і матеріалу деталі.

4. Покриття й обробка поверхні: Для створення певного оптичного ефекту, деталі можуть бути покриті або оброблені спеціальними матеріалами

або технологіями. Наприклад, вони можуть бути покриті антирефлексним покриттям, забарвлені, або оброблені лазером для створення певної текстури.

5. Контроль якості: Після виготовлення, деталі мають бути перевірені на відповідність вимогам дизайну й оптичних ефектів. Це може включати візуальну перевірку, вимірювання, або тестування за допомогою спеціалізованого обладнання.

Наприклад, в іграшковій індустрії використовуються спеціальні пластмасові деталі з вбудованими оптичними ефектами, такими як сітловідбивальні або світлопоглинальні поверхні, що створюють візуальний інтерес. У електронній індустрії використовуються деталі з оптичними ефектами для створення індикаторів стану, таких як світлодіодні індикатори.

Контрольні запитання до розділу 32

1. Що таке технологія лиття з декоруванням в литтєвій формі (In-Mold Decoration) і які її основні переваги?
2. Яким чином здійснюється процес декорування в рамках IMD-технології?
3. Чим вирізняється декорування в пресформі в порівнянні з іншими технологіями декорування?
4. Які можливі недоліки технології лиття з декоруванням і ламінуванням в литтєвій формі?
5. Які зміни можуть бути здійснені при використанні IMD-технології, що спрощують виробництво і знижують собівартість виробу?
6. Які недоліки можуть бути спричинені застосуванням декоративних матеріалів у ливарному процесі?
7. В яких галузях промисловості зокрема була використана технологія декорування в пресформі? Поясніть, яким чином вона була використана в цих галузях.
8. Які оптичні ефекти можна досягти за допомогою лиття з декоруванням у формі?
9. Назвіть провідних виробників полімерних матеріалів для декорування в пресформі.
10. Які два різновиди IML-технології існують і в чому полягає їхня різниця?
11. Яким чином фіксується кінець рулону в процесі лиття з декоруванням у формі?
12. Які види виробів можна отримувати за технологією лиття з декоруванням у формі?
13. Які особливості виробів отриманих за даною технологією можна надати поверхні виробів, що не можна досягти традиційним фарбуванням?

14. Що використовується як підкладка в технології лиття з ламінуванням у формі?
15. Яким способом здійснюється друк зображення на плівковій основі майбутньої підкладки в технології ламінування у формі?
16. Які основні етапи включає в себе технологія виготовлення деталей з різними оптичними ефектами поверхні?
17. Як впливає матеріал на оптичний ефект деталі?
18. Які техніки можуть бути використані в процесі виробництва деталей з оптичними ефектами?
19. Які особливі покриття або технології можуть бути використані для створення певного оптичного ефекту на деталях?
20. В яких галузях і для яких цілей можуть використовуватися деталі з оптичними ефектами?

РОЗДІЛ 33.

БАГАТОКОМПОНЕНТНЕ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

33.1. Модульна побудова обладнання.

Багатокомпонентне лиття під тиском пропонує нові можливості для обробки пластмас, що поєднує різні матеріали або кольори в єдиному виробі. Це повністю автоматизований процес із високим ступенем гнучкості, що робить його ідеальним для виробництва продукції великого об'єму.

Продукція може бути вироблена в одному процесі, без необхідності додаткових етапів складання. Метод може бути розділений на дві різновидності: відкрите лиття, коли окремі частини виробу є видимі, бо виріб формується з того самого матеріалу тільки різного кольору; таке лиття також називають багатоколірним литтям; закрите, при котрому видима є тільки одна частина, а інші є внутрішніми; лиття також називають багатополімерним литтям, бо використовують різну сировину. Багатоколірне лиття.

Суть методу полягає в тому, що безпосередньо до форми з окремих пластикаційних циліндрів упорскуються одночасно дози матеріалу з різними кольорами.

Лиття багатокомпонентне закрите.

Суть методу полягає в тому, що у форму упорскуються різні матеріали через одну спільну литникову втулку. Термопластичний матеріал, двох різних типів, впорскуюється один крізь інший, утворюючи при цьому два зовнішніх шари та один внутрішній.

Кожний шар у виробі виконує певну функцію: зовнішня оболонка забезпечує високоякісну поверхню виробу сприймає механічне навантаження, стійкий до стирання і надає виробові міцності й витривалості, а також потрібний естетичний вигляд, в той час, як внутрішній шар може бути виконаний з поліпшеними механічними та термостійкими властивостями здебільшого можуть формуватися з вторинної або ж з недорогої сировини. В промислових масштабах застосовуються кілька способів лиття під тиском багатокомпонентних виробів різного призначення.

Реалізація будь-якого з таких способів вимагає спеціально сконструйованих литтєвих машин з двома або більше вузлів упорскування. Кожен з цих вузлів пластифікується і впорскує один з компонентів, наприклад, термопласти різних кольорів.

В залежності від застосовуваних обладнання й опорядження розрізняють такі варіанти технологій багатокомпонентного лиття:

1. Технологія поворотного стола з вертикальним поворотним вузлом.

Один з найбільш часто використовуваних елементів в процесі комбінованого лиття. Рухлива плита литтєвих машин оснащена поворотним вузлом.

Стаціонарна половина пресформи має два різних гнізда, тоді як рухома частина пресформи має два однакових гнізда. Після першого Ресурсоощадження та охорона навколишнього середовища Технологія полімерів та композиційних матеріалів 478 впорскування поворотний стіл повертається на 180 градусів і поміщає заготовку в друге більше гніздо стаціонарної половини пресформи.

Пустий простір між заготовкою та стінкою гнізда заповнюється другим типом розплавленого матеріалу. Після чого поворотний стіл, повертається на 180 градусів. Поворотний стіл можна використовувати з декількома пресформами.

2. Технологія системи перенесення. Система перенесення використовується замість індексної плити, яка не може перенести заготовку зі складною геометрією. Для перенесення деталі з першого гнізда в друге використовується робот. Операція перенесення може бути здійснена між двома однаковими пресформами.

3. Технологія суміщеного лиття двох компонентів. Одночасно або зі зсувом відбувається подача розплавів двох компонентів в одну і ту ж порожнину литтєвої форми.

4. Технологія послідовного лиття. Відбувається послідовна подача розплавів двох компонентів в пресформу. Для другого компонента всередині порожнини форми звільняється додатковий простір шляхом видалення спеціальної заслінки.

5. Технологія багат шарового лиття. Відбувається виготовлення багат шарових виробів (частіше три шарових виробів з двох різних полімерних матеріалів), що мають структуру «ядро-оболонка».

6. Технологія «сендвіч-лиття». Використовується у випадках коли багат шарові частини є прийнятною альтернативою через вартість виробу (можуть використовуватись вторинні матеріали як серцевину) або в поєднанні за функціональною ознакою. Технологія відома як «сендвіч-лиття» використовується для отримання багат шарових виробів у два або три шари. Принцип роботи: через сопло, спочатку заповнюється, певна частина гнізда першим матеріалом, який утворює оболонку, за ним через те ж саме сопло, впорскується матеріал серцевини. Один матеріал впорскується всередину іншого.

7. Технологія поступально-реверсивної системи з горизонтальним поворотним вузлом. Два вузли впорскування встановлюються на протилежних

плитах машини. Це дозволяє зробити простішу конструкцію центральної поворотної частини пресформи без використання складної системи. Поступально-реверсивна система підходить для відливки деталей з великою площею та ущільнювачами або прокладками.

Одним з прикладів складних виробів методом лиття під тиском – це виробництво задніх фар автомобіля або елементів управління, таких як клавіші, кнопки зі стійкими до стирання символами, коробки вентиляції, люки в дахах автомобілів, дитячі іграшки, системи вентиляції.

В багатокомпонентній технології може бути використано лиття з двома, трьома, чотирма, п'ятьма і навіть шістьма вузлами впорскування з різним розташуванням вузлів впорскування при литті на малих, середніх та великих машинах з гідравлічним і повністю електричним приводом. Використовуючи комбінації термопластів з реактопластами дозволяє виробляти вироби з широким спектром, заздалегідь, заданих властивостей, таких як жорсткість та гнучкість, а також з хорошими демпфівальними характеристиками, вироби з вбудованими підшипниками ковзання.

33.2. Особливості конструкції пресформ.

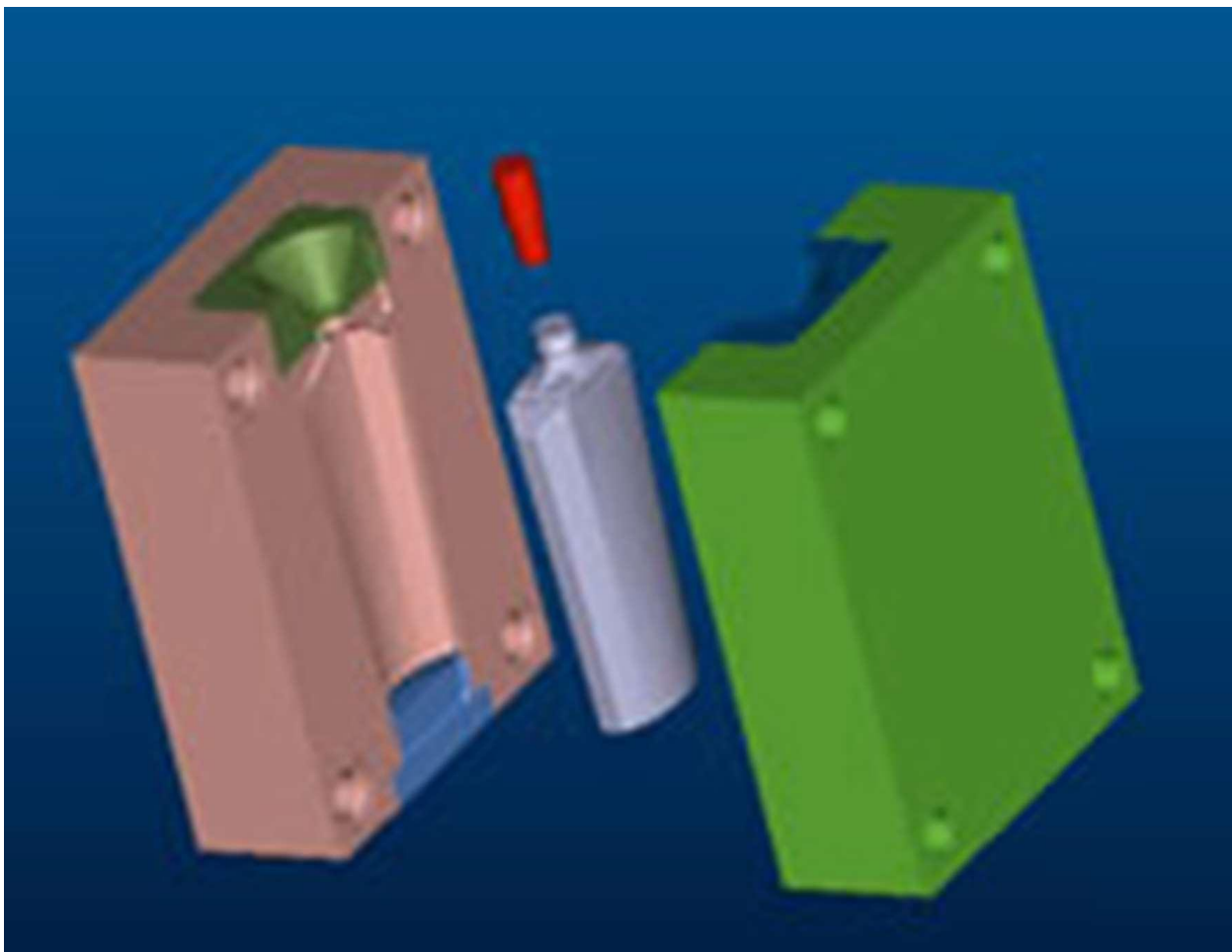
Серед усіх відомих у виробництві методів перероблення пластмас одним з найскладніших в плані використовуваного інструментарію є лиття під тиском. При виробництві пластмасових виробів цим методом для кожної деталі (або групи деталей) необхідно спроектувати й виготовити окрему пресформу.

Сила стиснення для литтєвих пресформ може складати від десятків до тисяч тонн; тоді як час циклу лиття може тривати всього 5-6 секунд. Крім того, існують різні технології складного лиття (багатокомпонентне, лиття з газом, збірка в формі й т.д.).

За оцінками експертів, щорічний приріст ринку термопластавтоматів в окремих країнах перевищує тисячу одиниць. Кожен термопластавтомат необхідно забезпечити як мінімум однією пресформою. Кількість пресформ на один термопластавтомат варіюється в залежності від асортименту продукції, що випускається підприємством і виробничих планів компанії. Як показує практика, один термопластавтомат може обслуговувати в середньому від двох до п'яти пресформ, причому тенденція до збільшення кількості використовуваних підприємством пресформ щороку зростає. Подібна ситуація пов'язана з прагненням виробників виробів з пластмас підвищити свою конкурентоспроможність на ринку в тому числі щодо імпортованої продукції шляхом розширення товарного асортименту, застосування у виробках оригінального дизайну, кольору, структури.

Для реалізації проектів із випуску виробів з пластмаси та переходу від ідей до серійного виробництва і збуту пластмасових виробів, підприємство потребує певного набору пресформ, які відрізняються між собою складністю конструкції та індивідуальністю виконання для кожного конкретного випадку.

Конструкторсько-технічна підготовка виробництва



Перший етап виробництва пресформи включає підготовку ескізів виробів/деталей (ескізна графіка/проекткування), побудову 3D моделі, фотореалістичну візуалізацію тощо.

Проекткування пресформи містить конструкторське пророблення моделі й поділ складальної моделі на окремі елементи, підготовку кожного конкретного елемента, оформлення лінії роз'єму деталі, а також шиберів, знаків, вставок і гнізд пресформи. Особливе значення в цьому процесі має ливникову систему.

Уникнути або максимально зменшити викривлення, розводи, склеювання й інші дефекти можна використовуючи комп'ютерне моделювання процесу заповнення форми матеріалом. Також при цьому можна контролювати розподіл температури розплаву, швидкостей потоку та інші параметри.

На початковому етапі виробництва пресформи креслення переносяться на комп'ютер, на якому за допомогою певних програм здійснюється проектування пресформи.

При проектуванні пресформ застосовуються CAD/CAM системи автоматизованого наскрізного проектування. Система проектування прес-форм Mold-Works для SolidWorks призначена для автоматизації роботи конструктора і виконання завдань автоматизованого компонування прес-форм. Перевірка прес-форми на «витік» матеріалу проводиться на комп'ютері за допомогою Mold-flow аналізу. Ведучими постачальниками програмного забезпечення в області проектування і виготовлення прес-форм та штампів - є компанії Unigraphics, ProEngineer, Cimatron.

Виготовлення прес-форми

Перший етап вкрай важливий для визначення необхідного обсягу робіт на наступному етапі виготовлення прес-форми, бо визначається необхідний набір стандартних і спеціальних виробів, необхідних для виготовлення прес-форми.

Другий етап виробництва прес-форми включає проектування (замовлення стандартних частин, обробка заготовок, виготовлення спеціальних елементів прес-форми), прототипування, і безпосередньо збір прес-форми.

Складові елементи спеціальних деталей прес-форми

Прес-форма складається з великої кількості частин, які повинні чітко сполучатися між собою. Деталі прес-форм поділяють на стандартизовані (нормалі) і спеціальні. Конструкція нормалізованих деталей прес-форми, може бути встановлена заздалегідь, незалежно від особливостей виробів, що відливаються в прес-формі.

Будь-яка прес-форма на 50-95% складається із стандартних по номенклатурі і вазі деталей (нормалей). Ці деталі за ціною складають від 10 до 60% усієї вартості форми. Коливання відсотків залежать як від конструкції прес-форми, геометрії виливки і вимог щодо процесу інструментального виробництва, так і від рівня компетентності конструктора (конструкторської компанії) та його бажання і можливостей застосувати відповідних стандартних елементів. Рішення однієї й тієї ж технічної задачі при проектуванні прес-форми практично завжди незмінний по конструкції, зокрема, за кількістю гнізд/місць, по складності ливникової системи, по системі виштовхування деталі й т.д.

До нормалізованих/стандартизованих деталей прес-форми відносять:

- Верхні і нижні плити прес-форми;
- Прості плити, механічно оброблені з усіх боків, які підходять для виготовлення пуансонів, матриць і формоутворювальних плит;

- Деталі для прес-форм: напрямні втулки й колонки, центрувальні елементи, фіксатори, вставки в т.ч. з календарями, пружини й т.д.);
- Штовхачі/виштовхувачі й елементи для відділення деталей від форми: елементи видалення деталі з форми, хвостовики подвійного ходу, штовхачі від 01 мм х 200 мм, трубчасті штовхачі з товщиною стінки від 0,75 мм, щілинні від 0,8 мм, підшипники, шестерні;
- Ливникова система, гаряче каналних технологій: ливникові втулки, гаряче каналні інжектори (сопла), в т.ч. інжектори багатоточкового вприскування, гаряче каналні колектори, фільтри;
- Техніка автоматичного управління: ТЕНи, роз'єми, прилади та датчики контролю, переносні вимірювальні прилади;
- Система охолодження: штуцера в т.ч. з нержавіючої сталі, муфти, спіральні вставки для пуансонів, прокладки, шланги;
- Інструменти й додаткове обладнання, хімія - спеціальні інструменти й засоби, мастильні матеріали, конусні свердла, графіт для електродів, готові вставки з графіту.

У світі є багато компаній, що спеціалізуються на виробництві нормалізованих елементів для прес-форм та штампів. Як правило, набір стандартизованих деталей представлений в каталогах цих компаній, причому ціна на них заздалегідь визначена. Найбільш відомими у світі компаніями, які випускають стандартні деталі, є *Hasco Hasenclever GmbH (Німеччина)*, *FCPK Bytow (Польща)*, *DME Company (США)*, *EOC Normalien (Німеччина)*, *Strack Norma GmbH (Німеччина)*, *Ewikon Heisskanalsysteme (Німеччина)*, *Mold-Masters Europa GmbH (Канада)*, *Diemould Service Co. Ltd (DMS) (Великобританія)* і ін.

Крім того, існують компанії, що поєднують виробництво прес-форм з виробництвом стандартних елементів прес-форм. Найбільш відомими серед них компаній є: *Schottli AG Mould Technology (Швейцарія)*, *FCPK Bytow (Польща)*, *Superior Die Set Corporation (США)*, *Mold & Hotrunner Technology AG (МНТ) (Німеччина)*, *StackTeck (Канада)*, *Husky (Канада)*.

До спеціальних деталей прес-форми відносять вставні матриці, пуансони, гладкі знаки, різьбові знаки, кільця і т.п. Найбільш важливими деталями прес-форми, з точки зору тиску, що виникає під час використання прес-форми, є камери завантаження/подачі матеріалу, вставні матриці й обойми прес-форми.

Виробництвом спеціальних деталей займається спеціалізоване інструментальне виробництво, як правило, компанія, в якій безпосередньо замовляється прес-форма.

Матриця - найбільш працемістка деталь прес-форми. формувальні гнізда прес-форми повинні в точності відповідати конфігурації пластмасових виробів, які відливають.



Пуансони застосовують для оформлення зовнішнього або внутрішнього контуру пластмасового виробу, що відливається в прес-формі.

Гладкі знаки застосовують для оформлення отворів у виробах. Гладкі знаки можуть бути одночасно виштовхувачами. Знаки з різьбами й кільця призначені для оформлення, відповідно, внутрішньої й зовнішньої різьби в виробах з пластмас.

Виштовхувачі призначені для видалення деталі із гнізда прес-форми.

Таким чином, **прес-форма має наступну структуру**: пакет плит, система центрування; система живлення (ливникова система); система виштовхування; система охолодження; система формуютьовувальних деталей. Крім формуютьовувальної системи, всі інші деталі можуть бути стандартизованими або можуть доопрацьовуватися за допомогою стандартних деталей, що поставляються як заготовки.

Зараз широко використовується система швидкого виготовлення прес-форм і виготовлення пробних партій виробів за технологією TAFA (процес виготовлення ливарних форм електродуговим напиленням). У конструкцію прес-форм закладаються уніфіковані елементи, виконані за каталогами. Це дозволяє виробникам прес-форм, зосередитися на обробці формуютьовувальних прес-форм, знизити трудомісткість робіт і скоротити терміни виготовлення самої прес-форми.

Виробництво в такому випадку поділяється на три паралельні потоки: самостійне виготовлення формотворчих прес-форм; закупівля і доопрацювання нормалей прес-форми; виготовлення оригінальних деталей прес-форми. Внаслідок застосування уніфікованих елементів для прес-форми, виготовлених

на базі стандартизованих деталей від виробників, що спеціалізуються в цій області, вдається підвищити якість і довговічність прес-форм.

Ливникова система прес-форми

Ливникова система прес-форми може бути трьох видів: холодно канална, **гаряче канална і комбінована**. Простіший і дешевший варіант ливникової системи прес-форми - холодно канална. Для одногніздної прес-форми з ходом розплаву в деталь через центральний ливник складається тільки з ливникової втулки. Переваги: простота і дешевизна. Недоліки: весь ливник в кінці застосування – повністю зношується (підвищена витрата матеріалу); час циклу залежить від часу охолодження ливника, а не від самої деталі; необхідність вручну видаляти ливник від виливки, зберігати його і вдруге переробляти. Після видалення ливника місце впуску, як правило, підлягає додатковій чистці.

Для підвищення продуктивності термопластавтомата, зменшення відходів та для підтримки необхідної температури перероблення розплаву застосовують гаряче каналні **ливникові системи (ГКС)**. Найпростіша за конструкцією ГКС складається тільки з одного сопла (nozzle), що обігрівається, з однією або двома зонами нагрівання, в той час, як універсальна ГКС складається з колектора (manifold), до якого підходять одне або кілька сопел. Для управління роботою нагрівників ГКС прес-форми необхідно мати терморегулятор з зонами регулювання, що дорівнює кількості термопар в системі.

Виготовлення холодно каналної **системи** проводиться компанією, яка здійснює виробництво спеціальних елементів прес-форми й збір прес-форми.

Виготовлення гаряче каналної **системи** - дороге заняття, і на цей час у світі склалася ситуація, коли існують компанії, що виробляють гарячеканальні системи й постачають їх іншим виробникам, бо невеликим виробництвам прес-форм нерентабельно мати власне виробництво гаряче каналних систем.

Виробників гаряче каналних систем можна умовно поділити на три групи компаній:

- виробники стандартних елементів для прес-форм, які вже були зазначені вище;

- великі виробники прес-форм, які мають можливості виробництва і продажу ГКС: **Schottli AG Mould Technology (Швейцарія), Mold & Hotrunner Technology AG (МНТ) (Німеччина), StackTeck (Канада), Husky (Канада);**

- компанії, що спеціалізуються на виробництві гаряче каналних систем і контролерів до них - **Elwik (Польща), GC Heat (Німеччина), Incoe International (Німеччина), Guenther HeissKanaltechnik GmbH (Німеччина), THERMOPLAY S.p.A. (Італія), Heitec Heisskanaltechnik (Німеччина), Hotset GmbH (Німеччина), i-mold GmbH & Co. KG. (Німеччина), Synventive Molding Solutions (США, Нідерланди), Watlow Company (США), Heatlock (Швеція) і ін.**

Як правило, виробництво гаряче каналних систем на зазначених підприємствах пов'язане з виробництвом термоконтролерів до них. Також існують компанії, що спеціалізуються на виробництві тільки контролерів для гаряче каналних систем. До таких компаній відносяться: *Athena Controls, Inc. (США)*, *PMS Systems Ltd (Великобританія)*, *Sels (Польща) та ін.*

Елементи системи охолодження

Цикл лиття більш ніж на 50% складається з часу охолодження відливу. Для створення надійної технологічної та ремонтпридатної системи охолодження прес-форми рекомендують застосовувати різноманітні стандартні деталі: швидкознімні з'єднання, переливи, фонтанні трубки, турбулізатори, теплові трубки, тепловідвідні знаки, ущільнювальні кільця, заглушки й пробки. Підключення системи охолодження прес-форми для шлангів джерела холодагентів (термостати, охолоджувачі, оборотна цехова магістраль) рекомендується проводити внаслідок швидкозмінних сполук, що складаються з ніпеля і муфти.

Елементи системи охолодження, як правило, подані в каталогах виробників стандартних деталей для прес-форм. Водночас існують компанії, що спеціалізуються на виробництві елементів систем охолодження.

Обробка прес-форми

Основна частина обробки елементів прес-форми проводиться на фрезерних верстатах з ЧПУ та на електроерозійних верстатах.

Технологія обробки передбачає чотири стадії механічної обробки і чотири - термообробки: 1. Відпалювання - чорнова обробка; 2. Нормалізація - напівчистова обробка; 3. Гартування - остаточна обробка; 4. Хромування.

1. Відпал необхідний будь-якій заготівлі для зняття залишкової напруги;

2. При чорновій обробці знімається основна кількість матеріалу, припуски на робочій поверхні залишають на рівні 0.5-2 мм.

3. Нормалізація (відпалювання) необхідна для зняття основних напруг в заготівлі, це зменшує ризик великих поведок при загартуванні.

4. Напівчистова обробка проводиться з припуском 0.3-0.1 мм. В процесі цієї обробки робиться максимально можлива вибірка по незагартованому матеріалу і готується поверхня для остаточної чистової обробки.

5. Гартування - це дуже відповідальний момент всієї технології. Якщо не допущені грубі помилки в технології, то процес гартування не виходить за межі розумного ризику. Цей етап обробки особливо важливий, бо саме в цей момент виконуються всі точні обробки. Для досягнення необхідної точності обробки часто потрібен спеціальний інструмент.

6. Полірування, підгонка і збір. Це робота слюсаря-інструментальника. Для кожної конкретної прес-форми складність виконання цієї роботи може бути

різним, саме тут виявляються і виправляються всі помилки. Іноді збірка і випробування прес-форми викликає несподівані проблеми, що збільшує терміни виготовлення.

7. Хромування необхідно для отримання високої твердості поверхні деталей прес-форми, що піддаються підвищеному зносу/амортизації. Матриця має твердість 44-46 HRC та гарантований ресурс роботи 600-700 тис. циклів. Термін служби хромованої прес-форми значно вищий, ніж інших.

Описані етапи виготовлення прес-форми в загальних рисах розкривають технологію і дозволяють замовнику зіставити ціну роботи і її зміст.

Доведення і випробування прес-форми

На третьому етапі здійснюється доведення прес-форми до виробництва пластмасових виробів необхідної якості й до заданого часу виробничого циклу. Отримання прес-форми відповідної якості - основна мета всіх описаних вище процесів, і, якщо прес-форма в робочих умовах не показує бажаних результатів, необхідно шукати помилки на перших двох етапах.

Від якості виготовлення прес-форми безпосередньо залежить тривалість доведення прес-форми до фінального результату - чим ретельніше виконана робота, тим менше потрібно часу на її фінальний запуск.

Випробування прес-форми проводиться в умовах, наближених до реальних умов експлуатації прес-форми.

Найважливішою частиною цього процесу є обладнання, на якому здійснюється випробування прес-форм - термопластавтомати - в ідеалі, встановлене для випробування прес-форми обладнання повинно бути аналогічним тому обладнанню, на якому буде здійснювати виробництво пластмасових виробів.

Термін робіт по виробництву прес-форми

Звичайна робота на підприємстві ведеться двома бригадами в дві зміни. Виробничий цикл має наступний розподіл (для прес-форм середньої складності й розмірів):

- виготовлення конструкторської документації - 4-7 днів;
- замовлення блоків прес-форми - 7-12 днів;
- паралельне замовлення формоутворювальних елементів - 5-8 днів;
- виготовлення формоутворювальних елементів - 7-10 днів;
- спеціальна термообробка формотворчих - 3-5 днів;
- механічна обробка стандартних блоків - 3-5 днів;
- збірка форми - 2-3 дні;
- разом до перших випробувань - 26-42 дні.

Чи не кожне підприємство, яке спеціалізується на виготовленні прес-форм і технологічного оснащення, здатне спроектувати і виготовити прес-форму для

виробництва складного пластмасового виробу, що відповідає високим вимогам сучасного споживача.

При цьому витрати досить значні - необхідні висококваліфікований персонал, час, дорогі матеріали і спеціалізоване обладнання для виробництва прес-форм. Все це в кінцевому підсумку позначається на ціні.

Контрольні запитання до розділу 33

1. Що означає багатоконпонентне лиття під тиском, і чому це корисно?
2. Яка різниця між відкритим і закритим багатоконпонентним литтям?
3. Яким чином реалізується багатоконлірне лиття, і з чого складається його процес?
4. Які функції виконують різні шари в виробках, виготовлених за методом закритого багатоконпонентного лиття?
5. Яке обладнання вимагається для реалізації багатоконпонентного лиття під тиском?
6. Як функціонує технологія поворотного стола з вертикальним поворотним вузлом і в чому полягає її використання?
7. Що означає технологія системи перенесення, і коли вона найкраще застосовується?
8. Які особливості технології суміщеного лиття двох конпонентів і коли вона використовується?
9. В чому полягає технологія послідовного лиття і як вона відрізняється від інших методів?
10. Опишіть технологію "сендвіч-лиття" і її призначення.
11. Що включає перший етап виробництва пресформи?
12. Які технології застосовуються при проектуванні пресформи і яка їх роль?
13. Яке значення має комп'ютерне моделювання процесу заповнення форми матеріалом?
14. Що таке CAD/CAM системи автоматизованого наскрізного проектування, і як вони використовуються у контексті виготовлення пресформ?
15. Що включає другий етап виробництва пресформи?
16. Які є основні типи ливникових систем прес-форми?
17. Які переваги та недоліки холодно каналної ливникової системи?
18. Що таке гаряче канална ливникова система, і чому вона застосовується?
19. Яка різниця в процесах виготовлення холодно каналної та гаряче каналної систем?

20. Чому невеликі виробництва прес-форм часто не мають власного виробництва гаряче каналних систем?

РОЗДІЛ 34-35. ТЕРМОПЛАСТОАВТОМАТИ

34.1. Особливості технологічного процесу

Лиття пластиків під тиском – технологічний процес виготовлення виробів з пластиків, що базується на заповненні формувальної порожнини прес-форми розплавом з подальшим його ущільненням за рахунок тиску і охолодженням.

Прес-форма — металева ливарна форма для виробництва виливків на машинах лиття під тиском.

Лиття під тиском — найпоширеніший і найпрогресивніший метод переробки пластиків, оскільки дозволяє отримувати вироби порівняно складної конфігурації при невеликих затратах праці та енергії.

Обладнання для лиття під тиском

Рухома (ліворуч) і нерухома (праворуч) плита термопластавтомата. На правому краї зображення видно сопло системи впорскування

Лиття пластиків під тиском здійснюється на спеціальних інжекційно-ливарних машинах, які бувають двох типів:

- *вертикальні*, у яких впорскування матеріалу здійснюється вертикально вниз, а основна площину розняття прес-форми розташована горизонтально. Вертикальні машини зазвичай використовуються для виготовлення виробів з закладними елементами.
- *горизонтальні* — з горизонтальним уприскуванням матеріалу і вертикально розташованою площиною розняття форми.

Лиття під тиском — періодичний процес, у якому технологічні операції виконуються в певній послідовності по замкнутому циклу.

Тому процес лиття під тиском порівняно легко автоматизується як з використанням найпростіших серійних приладів, таких, як реле часу, регулятори тиску та електронні потенціометри, так і з використанням давачів, що перетворюють технологічні параметри в електричні сигнали з керуванням від програмованих контролерів. Це дозволяє істотно підвищити ефективність виробництва.

Автоматизоване обладнання для лиття пластиків під тиском має назву термопластавтомат (рис.34.1).

Технологія лиття під тиском

Технологічний процес лиття виробів з термопластичних полімерів складається з таких операцій (рис. 34.2):

- плавлення, гомогенізація, дозування полімеру;
- змикання форми, підведення вузла впорскування до форми;
- впорскування розплаву;
- витримування під тиском і відведення вузла впорскування, охолодження виробу;
- розкриття форми і витягання виробу.



Рис. 34.1. Термопластавтомат

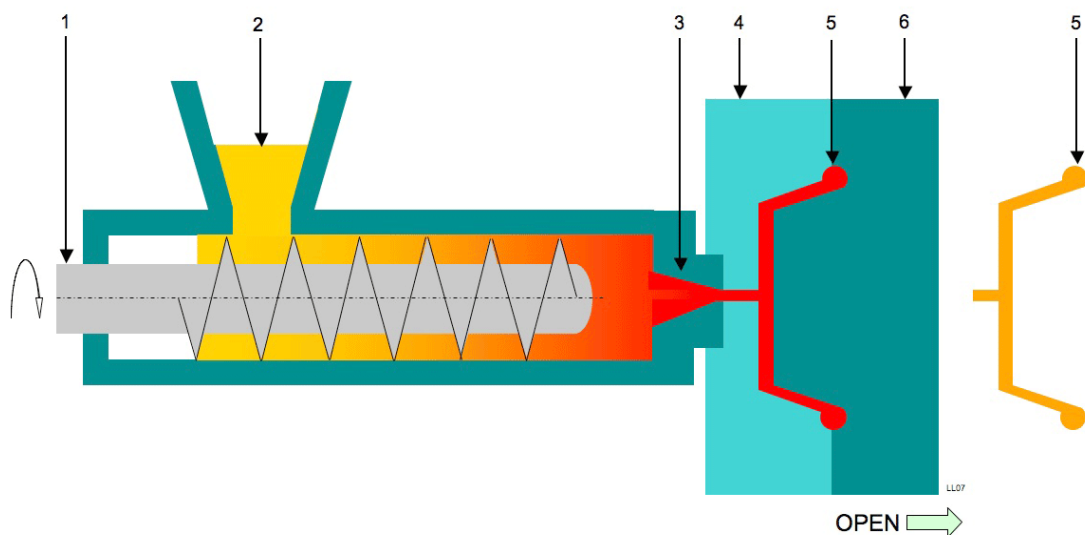


Рис. 34.2. Технологічна схема процесу лиття термопластичних матеріалів: 1 – шнек, 2 – дозувальний пристрій грануляту, 3 – сопло, 4 і 6: – половини прес-форми, 5 – (червоним) порожнина форми з ливниковими каналами, 5 – (жовтим) готовий виливок

Гранульований матеріал, дозований з бункера, подається на обертовий шнек всередині циліндра спеціальної конструкції. Циліндр ливарної машини підігрівається від електричних (іноді, масляних) нагрівних елементів. Матеріал нагрівається як від стінок циліндра, так і внаслідок тертя. Обертання шнека забезпечує рух матеріалу в циліндрі ливарної машини а також інтенсивне його перемішування, що сприяє вирівнюванню температури.

За допомогою поршня приводу вузла впорскування на шнеку створюється зусилля підпору, тому шнек відходить не вільно, а долаючи тиск підпору. Слід зауважити, що тиск підпору збільшує температуру розплаву і підвищує її однорідність по перерізу в каналах шнека. Шнек створює високий тиск. Поєднання високої температури і тиску призводить до розплавлення матеріалу. Частоту обертання шнека і температуру по зонах циліндра визначають експериментально або розраховують з врахуванням розмірів шнека і тиску підпору.

Змикання форми, підведення вузла впорскування до форми

Змикання форми і створення певного зусилля замикавання здійснюється в результаті переміщення рухомої плити термопластавтомата разом із закріпленою на ній частиною прес-форми. Зусилля змикання $N_{зм}$ необхідне для виключення розкриття форми в момент заповнення її розплавом, воно має дорівнювати

$$N_{зм} \geq p_{\phi}(F_{вир}n + F_{л}),$$

де p_{ϕ} — тиск у формі, усереднений по площі виливка;
 $F_{вир}$ і $F_{л}$ — площа ливників у площині розняття форми.

У випадку, коли площа виливка дуже велика і розрахункове зусилля перевищує максимальне зусилля змикання машини, через надмірне зростання пружних деформацій замикальних ланок механізму виробу після лиття можуть мати товстий облой. Іноді з цієї ж причини може відбутися розкриття форми.

Підведення вузла впорскування до форми проводиться окремим механізмом, при цьому сопло циліндра впирається в ливникову втулку прес-форми та створюється необхідне притискання, що запобігає витіканню розплаву. У момент підведення вузла впорскування сопло повинне розташовуватися співвісно з ливниковим каналом форми.

Впорскування розплаву

Шнек ливарної може здійснювати два типи руху. Обертальний, що виконується для подавання та пластифікування матеріалу і вертально-поступний, що виконується при впорскуванні матеріалу. Шнек у

другому випадку виконує роль поршня, що витискає розплав у форму. Зріджений матеріал потрапляє у порожнину сталеві форми через сопло (сопла) і систему ливникових каналів, виконаних у формі. Форма конструюється так, щоб час заповнення її порожнини був мінімальним (1...3 с). Тиск упорскування може досягати значень до 1000 бар.

Характер заповнення форми розплавом залежить від швидкості уприскування і розмірів формувальної порожнини. Так при, дуже високій швидкості уприскування розплав після виходу з ливників рухається у формувальній порожнині спочатку зигзагоподібно, а по мірі заповнення порожнини форми розплавом відбувається ущільнення окремих зигзагів і турбулентний режим переходить в ламінарний — течію суцільним потоком. Вихровий режим виникає переважно у тому випадку, коли глибина впускного ливника набагато менша за формувальний зазор.

При литті тонкостінних виробів або впорскуванні розплаву з невисокою швидкістю заповнення форми відбувається суцільним потоком, який утворюється у безпосередній близькості до впускного ливника. Як у 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 формувальної порожнини, а з другого, різко знижує подальше охолодження розплаву через малу теплопровідність полімеру. Оскільки заповнення форми відбувається з високою швидкістю, товщина утвореного твердого шару становить частки міліметра і не робить значного впливу на швидкість течії, особливо коли лиття проводиться при високій температурі розплаву і форми.

Витримування під тиском і охолодження виробу

Після заповнення форми розплавом відбувається його охолодження, в результаті чого збільшується густина і зменшується об'єм матеріалу. Внаслідок зменшення об'єму (усадки) через ливники у форму продовжує надходити додаткова порція розплаву і тиск в ній підтримується сталим. Таким чином, після закінчення операції впорскування настає деяке рівновага тисків у циліндрі машини та у формувальній порожнині і течія переходить в повільне додаткове нагнітання розплаву (підживлення); останнє компенсує усадку полімеру у формі при його охолодженні.

Витримування під тиском зазвичай продовжується до тих пір, поки розплав в центральній частині впускного ливника не охолідиться нижче за температуру текучості. Після затвердіння ливника маса розплаву у формувальній порожнині більше не змінюється (при відведенні сопла витікання розплаву не відбувається)

то ці значення температури і тиску розплаву визначають подальшу зміну лінійних розмірів виробу при охолодженні.

Чим довше витримування під тиском, тим сильніше знижується температура розплаву у формувальній порожнині, тому при наступному охолодженні розміри виробу будуть змінюватися у меншій мірі. Те ж спостерігається при підвищенні тиску в формі. Таким чином, витримування під тиском компенсує усадочні процеси, що відбуваються в формі, і залежить від розмірів ливника, температури розплаву і форми, а також від тепло-фізичних властивостей полімеру.

Витримування під тиском доцільне, поки полімер в формувальній порожнині знаходиться у розплавленому стані, тому глибину впускного ливника зазвичай вибирають з урахуванням заданої усадки, але меншою за товщину стінки виробу.

При великій глибині ливника час витримки під тиском зростає і збільшується час, необхідний для охолодження деталі. Оскільки операція охолодження суміщається з дозуванням розплаву (пластикацією) за короткий проміжок часу не встигає накопичитися задана порція розплаву і необхідним буде збільшення тривалості циклу лиття або підвищення швидкості обертання шнека, що погіршує гомогенізацію.

У зв'язку з цим не рекомендується застосовувати ливники великого перетину. При тривалому підживленні на розплав при його охолодженні в формі діють напруження 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. У цьому випадку течія розплаву в формі припиняється і в результаті релаксаційних процесів відбувається дезорієнтація макромолекул.

Такий процес можна здійснити при використанні ливників з невеликою глибиною (точкові ливники) або мундштуків із запірним клапаном. Однак у цьому випадку неможливо проводити підживлення, тому для зменшення усадки виробів необхідно створювати у формі високий тиск.

Фактично охолодження розплаву починається відразу після упорскування розплаву, проте як окрема технологічна операція охолодження задається часом після закінчення 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 виробу не відбулося його жолоблення чи руйнування.

Розкриття форми і витягання виробу

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

Одночасно з виробом з ливникової втулки витягується ливник. Розплав при витіканні з центрального ливника затікає в отвір плити, що має зворотний конус і застигає в ньому. В результаті утворюється замок, за допомогою якого при розкритті форми відбувається видалення ливника з ливникової втулки.

Найбільшого поширення набули термопластоавтомати горизонтальні одноступінчасті із суміщеною пластикацією. Вони забезпечують обсяги вприскування від 4 см до 70 000 см³ із зусиллям замикаання форми від 25 до 60 000 кН.

Принципова схема такого ТПА представлена на рис. 34.3. Всі функціональні блоки та пристрої ТПА розташовуються на жорсткій рамі 22. Гранульований полімерний матеріал з бункера 1 надходить в матеріальний циліндр 2, захоплюється шнеком, що обертається 3 і транспортується у напрямку мундштука 8.

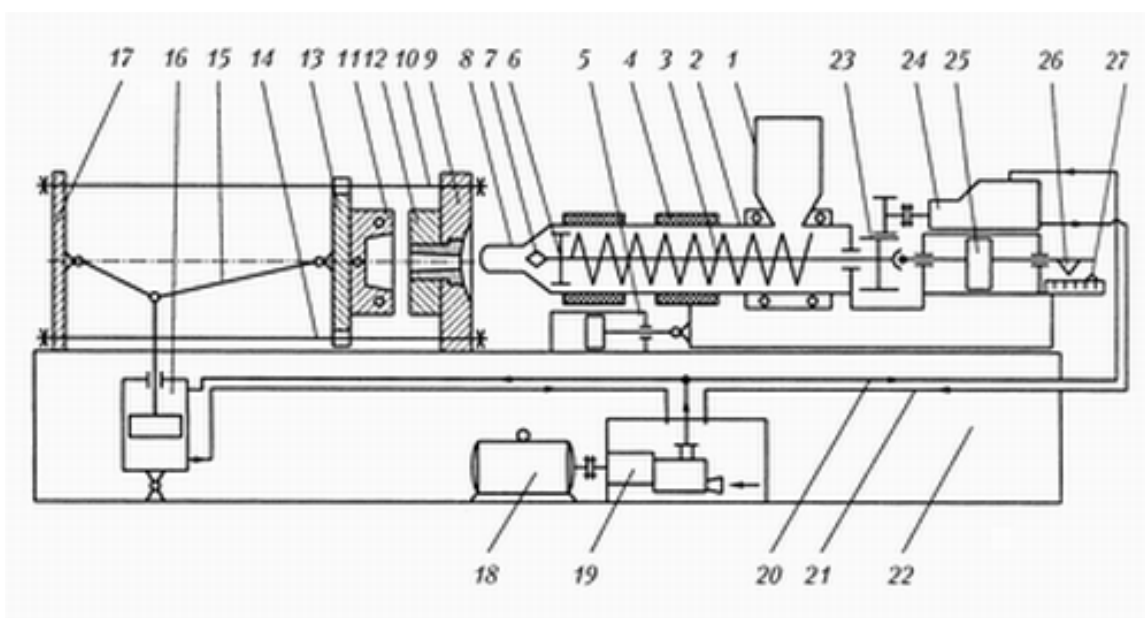


Рис. 34.3. Схема термопластоавтомата з черв'ячною пластикацією:

1 – бункер; 2 – матеріальний циліндр; 3 – шнек; 4 – нагрівачі; 5 – гідропривід; 6 – зворотний клапан; 7 – наконечник; 8 – мундштук; 9,17 – плита-стійка; 10,14 –

напрямні колони; 11 , 12 – пресформа; 13 – повзун; 15,16 – важільно-гідравлічний механізм; 18 – електродвигун; 19 – насосний блок; 20 – система трубопроводів високого тиску; 21 – система трубопроводів низького тиску; 23 – гідродвигун; 24 – передача; 25 – плунжер; 26 – кінцевий вимикач; 27 – лінійка.

При цьому гранульований матеріал нагрівається, ущільнюється в пробку і під дією тепла від тертя об поверхню гвинтового каналу черв'яка і поверхню циліндра, а також за рахунок тепла від зовнішніх зонних електронагрівачів 4 розплавляється і під тиском, пройшовши через зворотний клапан 6, накопичується в зоні дозування матеріального циліндра.

Під дією, що виникає при цьому тиску черв'як відсувається вправо, зміщуючи плунжер 25 і хвостовик з наявним на ньому кінцевим вимикачем 26. Установкою відповідного вимикача на лінійці 27 регулюють відхід черв'яка і, отже, підготовлений до подальших дій обсяг розплаву в зоні дозування і мундштука 8.

Після спрацьовування кінцевих вимикачів 26 і 27 обертання черв'яка припиняється - необхідна доза розплаву підготовлена. Далі, гідроприводом 5 пластикаційний (инжекційний) вузол зсувається вліво до змикання мундштука з літнковою втулкою, встановленою в стійці 9.

До цього моменту завершує змикання частин прес-форми 11 і 12 пресовий вузол виливної машини, який являє собою горизонтальний важільно-гідравлічний прес, що складається з задньої 17 та передньої 9 плит-стійок, з'єднаних, як правило, чотирма колонами 10 і 14, за якими зміщується вправо (змикання) і вліво (розмикання) повзун 13. Повзун приводиться в рух від важільно-гідравлічного механізму 15,16.

Після приведення всіх блоків в початковий стан створюється тиск у гідроприводі 25 осьового руху черв'яка, який, діючи аналогічно поршню, інjektує розплав полімеру з матеріального циліндра в прес-форму, де й формується виріб. Наконечник 7, встановлений на черв'яку, сприяє зменшенню утворення застійних зон після упорскування. У період формоутворення виробу черв'як приводиться в обертання для підготовки наступного обсягу вприскування.

Після охолодження розплаву до заданої температури форма розкривається, і виріб за допомогою поршня видаляється з робочої зони виливної машини.

Всі рухомі вузли ЛМ забезпечуються енергоносієм від головного приводу, що складається з електродвигуна 18, насосного блоку 19, встановленого в маслозбиральнику, і системи трубопроводів високого 20 і 21 низького тиску. Для обертання черв'яка гідродвигуна 24 з зубчатою передачею 23.

До переваг машин описаного типу відносять високу продуктивність, універсальність за видами матеріалів, що переробляються, зручність управління і обслуговування, а також надійність в експлуатації.

Вузол пластикації служить для приготування необхідного обсягу (або маси) розплаву полімерного матеріалу і його подальшого спрямування (інжектування) у форму (рис. 34.4).

Основними технологічними частинами вузла є матеріальний циліндр 2, черв'як 1 і мундштук 3.

Матеріальний циліндр виконується у вигляді товстостінної оболонки, у ряді випадків - з гільзою з високоякісної корозійностійкої сталі. На циліндрі встановлюються кільцеві зонні електронагрівачі. У стінці циліндра висвердлені глухі отвори для термопар. Поблизу завантажувального отвору в циліндрі передбачені канали для охолодження цієї зони.

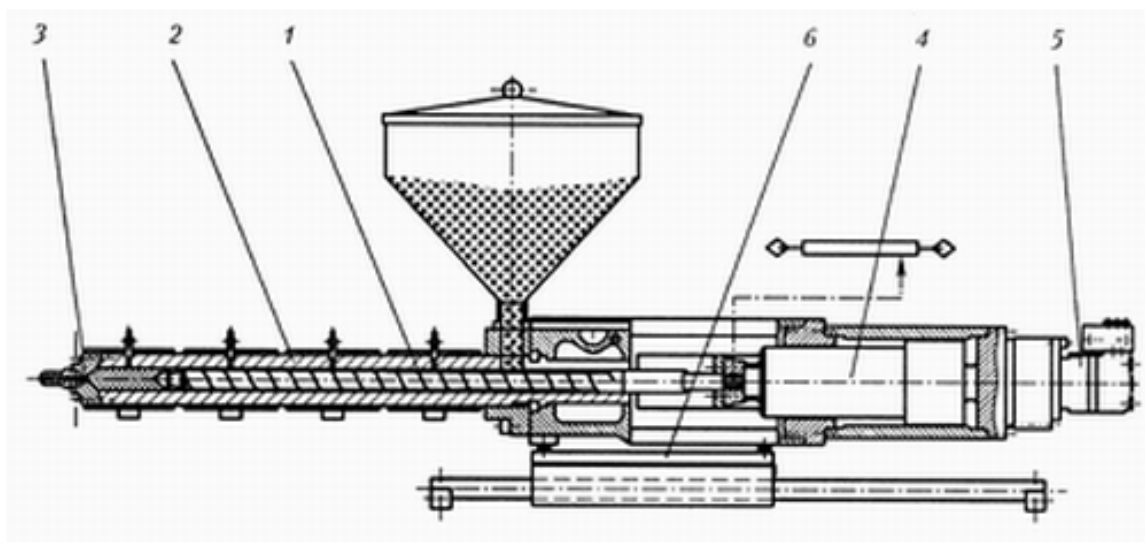


Рис. 34.4. Схема вузла пластикації: 1 – шнек; 2 – матеріальний циліндр; 3 – сопло; 4 – гідропривід упорскування; 5 – привід обертання черв'яка; 6 – привід переміщення вузла пластикації.

Шнеки. Конструкція і розміри черв'яків істотно залежать від фізико-хімічних властивостей перероблюваних полімерних матеріалів і реологічних особливостей їх розплавів. У зв'язку з цим виділяють три групи черв'яків. Перша - призначена для переробки кристалізованих і аморфних термопластів (ПЕ, ПС, ПММА та ін), другий - для термопластів кристалічних з підвищеною температурою і коротким періодом плавлення (ПА, ПФ, тощо) і третя група - для матеріалів з низькою термостабільністю і схильністю до деструкції.

Для запобігання передачі тиску інжекції на полімер, що знаходиться в

гвинтовому каналі черв'яка, на його головній частині встановлюється наконечник із зворотним клапаном.

Це, по-перше, дозволяє при впорскуванні зберегти незмінним підготовлений до інжекції обсяг розплаву, і, по-друге, виключити повністю або в значній мірі утворення зустрічного, зворотного, потоку розплаву, що знижує пластикаційну здатність черв'яка. Форма і дію наконечника з клапаном повинні бути такими, щоб розплав також не застоювався в зоні накопичення.

Сопла встановлюються на інжекційних циліндрах і є пристроєм, що з'єднує вузол інжекції (пластикації) з вузлом зімкнутої форми при заповненні її розплавом полімеру. Крім того, сопла мають запобігати витіканню з матеріального циліндра розплаву, підготовленого до інжектування.

Застосовують сопла відкритого типу (вільного витікання) і таких, що замикаються.

У відкритих соплах канал добре очищується, причому втрати при впорскуванні мінімальні. Їх застосовують при переробці ПК, окремих марок ПЕ, непластифікований ПВХ, а також ливарних марок реактопластів.

Сопла, що закриваються розширюють технологічні можливості користувача. Їх дія не пов'язане з в'язкістю розплавів, виключає технологічні втрати полімерного матеріалу, дозволяє в ряді випадків точно фіксувати за часом циклу момент упорскування розплаву у форму, забезпечує створення в дозуючій зоні матеріального циліндра тиск пластикації (підпору), що покращує гомофазність розплаву.

Механізми замикання форм призначені для створення зусилля, що забезпечує надійне нерозкриття форми, яке викликається тиском розплаву всередині неї.

Вузол змикання являє собою горизонтальний чотириколонний прес, в якому повзун переміщається зворотно-поступально по колонах, закріплених в нерухомих стійках.

Механізми переміщення повзуна з прикріпленою до нього матрицею форми можуть бути гідромеханічні, гідравлічні, електромеханічні, важільні і електромеханічні гвинтові.

Найбільш поширені механізми з гідроприводом, при цьому в ЛМ малої та середньої потужності застосовуються гідромеханічні важільні системи замикання. Їх основні переваги - високі швидкості переміщення форми; значні зусилля замикання; компактність і порівняно невелика металоємність.

35.1. Вибір і розрахунок обладнання

Горизонтальні одно шнекові термопластавтомати з суміщеною пластикацією вторинних полімерів відрізняються конструктивними

особливостями, спрямованими на ефективну обробку перероблених або вторинних термопластичних матеріалів. Ось деякі ключові конструктивні особливості:

1. Система пластикації:

– особливий дизайн шнека: Шнек може мати спеціальну конфігурацію для плавлення та гомогенізації вторинних матеріалів, які можуть мати нерівномірну консистенцію.

– бар'єрні зони: Додаткові зони в шнеку можуть допомагати в забезпеченні додаткового змішування та фільтрації небажаних часток.

2. Система подачі матеріалу:

– Змінні зони подачі: Дозволяють контролювати температуру та швидкість подачі матеріалу, що може бути критичним для вторинних полімерів.

3. Система фільтрації:

– Додаткові фільтри: Ці фільтри можуть видаляти забруднення та небажані частки з вторинних матеріалів, що забезпечує чистішу продукцію.

4. Горизонтальна конфігурація:

– Легкість доступу: Горизонтальна орієнтація полегшує доступ до багатьох компонентів машини, що може бути корисним при обробці вторинних матеріалів.

5. Система контролю:

– Розширений контроль: Керування температурою, тиском та іншими параметрами може бути особливо важливим для вторинних матеріалів, і тому може бути необхідна додаткова регульовальна здатність.

6. Охолодження:

– Додаткове охолодження: Вторинні матеріали можуть вимагати специфічного охолодження, тому можуть бути використані спеціалізовані системи охолодження.

Горизонтальні одно шнекові термопластавтомати з суміщеною пластикацією вторинних полімерів відзначаються особливостями, що сприяють забезпеченню ефективної та стабільної обробки перероблених матеріалів. Ці системи можуть бути налаштовані так, щоб відповідати специфічним вимогам обробки вторинних полімерів, забезпечуючи високу якість продукції.

Привід шнека в термопластавтоматах відіграє ключову роль в процесі пластикації полімеру, контролюючи швидкість обертання шнека та, відповідно, швидкість подачі розплавленого матеріалу. Конструкції та автоматизація управління приводом шнека можуть бути класифіковані за трьома основними групами:

1. За типом приводу

а) Електричний привод:

Електричні приводи використовують електромотори для обертання шнека. Ці системи часто містять частотні перетворювачі для точного контролю швидкості та крутного моменту.

б) Гідравлічний привод:

Гідравлічні приводи використовують гідравлічні помпи та мотори для передачі енергії до шнека. Вони забезпечують високий крутний момент і часто використовуються в великих машинах.

с) Гібридний привод:

Гібридні системи можуть поєднувати елементи гідравлічних та електричних систем, забезпечуючи гнучкість та ефективність.

2. За системою керування

а) Ручне управління:

Ручне управління містить прості керівні пристрої, такі як важелі та перемикачі, і не вимагає високого рівня автоматизації.

б) Автоматизоване управління:

Системи з автоматизованим управлінням включають програмовані контролери та ІЧП, які дозволяють автоматизувати багато аспектів управління шнеком.

с) Інтелектуальне управління:

Інтелектуальні системи можуть включати машинне навчання та інші технології штучного інтелекту для оптимізації роботи приводу шнека на основі даних з сенсорів.

3. За Функціональністю

а) Простий привод:

Основний привод без додаткових функцій або специфічних налаштувань.

б) Модульний привод:

Привід, що містить різні модулі або компоненти, які можна змінювати або налаштовувати згідно з конкретними потребами.

с) Спеціалізований привод:

Привід, що розроблений спеціально для певних застосувань, таких як особливі матеріали або вимоги до процесу.

Завдяки цим трьом групам класифікації можна точно визначити тип та характеристики привода шнека в термопластавтоматах, що забезпечує оптимальний вибір системи для конкретних виробничих потреб.

Загальний технологічний розрахунок для термопластавтоматів включає ряд параметрів та змінних, які важливі для планування та оптимізації виробничого процесу. Ось деякі ключові аспекти, які можна взяти до уваги при розрахунках:

1. Розрахунок робочого об'єму камери

- Діаметр шнека, крок шнека, довжина зони пластикації.
- Об'єм робочої камери можна знайти як добуток площі поперечного перерізу шнека та загальної довжини шнека.
- 2. Розрахунок енергії для пластикації
 - Витрата енергії на підігрів матеріалу до робочої температури.
 - Витрата енергії на роботу з перемішуванням та пластикації матеріалу.
- 3. Розрахунок часу циклу
 - Час закриття/відкриття форми, час пластикації, час охолодження продукту.
 - Загальний час циклу визначає продуктивність машини.
- 4. Розрахунок силових параметрів
 - Сила замикання форми, крутний момент шнека, сила виштовхування.
 - Ці параметри впливають на якість та стабільність виробничого процесу.
- 5. Розрахунок витрат матеріалу
 - Об'єм продукту, кількість продукції за зміну, відсоток відходів.
 - Це важливо для планування та контролю виробництва.
- 6. Оцінка ефективності
 - Виробничі здатності, якість продукції, витрати на енергію та матеріали.
 - Ці показники допомагають визначити загальну ефективність виробництва.

Ці розрахунки здійснюються на основі технічних характеристик машини, властивостей матеріалу та специфічних виробничих вимог.

Загальний технологічний розрахунок термопластавтоматів

1. Розрахунок робочого об'єму камери:
 - Об'єм робочої камери: $V = \pi \cdot (2D)^2 \cdot L$,
 де D – діаметр шнека, L – довжина зони пластикації.
2. Розрахунок енергії для пластикації:
 - Енергія підігріву: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$,
 де m – маса матеріалу, c – питома теплоємність матеріалу, ΔT – різниця температур.
3. Розрахунок часу циклу:
 - Загальний час циклу: $T = T_{\text{закр}} + T_{\text{пластикація}} + T_{\text{охолодження}}$,
 де $T_{\text{закр}}$, $T_{\text{пластикація}}$, $T_{\text{охолодження}}$ – час закриття/відкриття форми, час пластикації, час охолодження продукту відповідно.
4. Розрахунок силових параметрів:
 - Крутний момент шнека: $\tau = 2 \cdot \pi \cdot NP \cdot 60$,
 де P – потужність мотора, N – оберти у хвилину.
5. Розрахунок витрат матеріалу:
 - Потреба в матеріалі на зміну: $M = V_{\text{продукт}} \cdot \rho \cdot N_{\text{продукція}}$,

де $V_{\text{продукт}}$ – об'єм продукту, ρ – густина матеріалу, $N_{\text{продукція}}$ – кількість продукції за зміну.

Обсяг виливки при оптимальній кількості гнізд:

$$Q_0 = \frac{nVk_1}{\beta_1} \leq Q_n$$

де Q_n – номінальний обсяг упорскування, приймається з даних по машині; V – обсяг одного виробу; k_1 – коефіцієнт, що враховує наявність ливника і витoku через нещільність форми, залежить від обсягу виробу; β_1 – коефіцієнт використання машини (для аморфних полімерів 0,7 – 0,8, для кристалічних полімерів 0,6 – 0,7).

Пластичаційна продуктивність виливної машини:

$$A_0 = \frac{mnk_1}{\tau_0} \leq A_n\beta_2$$

де A_n – номінальна (з полістиролу) пластикаційна продуктивність; β_2 – коефіцієнт, що враховує ставлення пластикаційної продуктивності з даного матеріалу до її значення в полістиролу; τ_0 – час охолодження виробу, m – маса виробу.

Зусилля змикання форми:

$$P_0 = qFnk_2 \leq P_n$$

де P_n – зусилля змикання по паспорту машини; F – площа проекції одного виробу на площину роз'єму форми; k_2 – коефіцієнт, що враховує вплив ливника ($k_2 = 1,0-1,5$); q – тиск формування.

Ці формули слугують загальним прикладом та можуть бути адаптовані або ускладнені в залежності від конкретного виробничого процесу, типу термопластавтомата та матеріалів, які використовуються.

Контрольні запитання до розділу 34-35

1. Яка основна мета технологічного процесу лиття пластиків під тиском, і які обладнання використовуються для цього процесу?
2. Опишіть різницю між вертикальними та горизонтальними машинами для лиття пластиків під тиском. У яких випадках зазвичай використовуються вертикальні машини?

3. Що таке прес-форма в контексті технологічного процесу лиття під тиском, і з якого матеріалу вона зазвичай виготовляється?
4. Які основні технологічні операції включаються в процес лиття виробів з термопластичних полімерів? Наведіть їх в правильній послідовності.
5. Чому процес лиття під тиском може бути відносно легко автоматизований, і які пристрої можуть бути використані для автоматизації цього процесу?
6. Як здійснюється подача гранульованого матеріалу в циліндр ливарної машини, і чим цей циліндр підігрівається?
7. Чому обертання шнека в циліндрі сприяє інтенсивному перемішуванню матеріалу, і як це впливає на температуру матеріалу?
8. Як впливає тиск підпору на температуру та однорідність розплаву в каналах шнека?
9. Що визначає зусилля змикання форми (Nзм), і які можуть бути наслідки, якщо розрахункове зусилля перевищує максимальне зусилля змикання машини?
10. Як здійснюється підведення вузла вприскування до форми, і які заходи приймаються, щоб запобігти витіканню розплаву в цьому процесі?
11. Які два типи руху може здійснювати шнек ливарної машини, і в чому полягає їх функція?
12. Як конструюється форма для лиття, і який максимальний тиск може досягти упорскування?
13. Опишіть вплив швидкості уприскування на характер заповнення форми розплавом. Як розплав рухається в формі при високій швидкості уприскування?
14. Як відбувається заповнення форми при литті тонкостінних виробів або при невисокій швидкості уприскування?
15. Як впливає утворення плівки затверділого полімеру на глибину формувальної порожнини і на процес охолодження розплаву? Чому цей процес не робить значного впливу на швидкість течії?
16. Що відбувається з розплавом після заповнення форми, і як компенсується усадка матеріалу під час його охолодження?
17. Як витримання під тиском впливає на температуру розплаву у формувальній порожнині, і що це означає для розмірів виробу?
18. Чому велика глибина ливника може збільшити час витримки під тиском, і як це впливає на процес охолодження деталі?
19. Які фактори впливають на витримання під тиском в контексті усадочних процесів в формі?
20. Чому не рекомендується застосовувати ливники великого перетину, і як тривале підживлення впливає на властивості виробу під час його охолодження?

РОЗДІЛ 36. ЕКСПРЕС-МЕТОД АНАЛІЗУ ВІДХОДІВ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

36.1. Класифікація вторинних полімерних матеріалів поліграфічної та пакувальної продукції через спеціальні коди SPI.

Класифікація вторинних полімерних матеріалів здійснюється за допомогою спеціальних кодів SPI (Society of the Plastics Industry), які розроблені для спрощення визначення та сортування різних типів пластмас. Ось загальний огляд цієї класифікації:

SPI Код 1: Поліетилентерефталат (PETE або PET), відіграє ключову роль у виробництві сучасного пакування. Зазвичай його використовують для виготовлення пляшок для напоїв, контейнерів для харчових продуктів та інших місткостей. PET вперше був синтезований у 1940-ті роки й спочатку використовувався в основному для виробництва волокон. Проте вже у 1960-ті роки цей матеріал знайшов застосування у виробництві плівки. Справжній прорив стався в 1973 році, коли в США була запатентована пляшка з PET.

Розвиток технологій видування з пресформ, а також переваги PET, такі як стійкість до ударних навантажень, гнучкість у виборі дизайну та відносно низька вартість виробництва, призвели до широкого використання цього матеріалу. Сьогодні пляшки з PET є одним з найзначущіших напрямків використання цього пластика. ПЕТФ використовується не тільки для виробництва пляшок для газованих напоїв, мінеральної води, соків та пива, але й для місткостей, в яких зберігають олію, майонез, косметику, побутові очисники та інші харчові та нехарчові продукти.

На продукції з PET зазвичай розміщують відповідний символ для спрощення перероблення: літерний код PETE або PET та цифра 1, що вказує на тип полімеру в системі класифікації SPI. Це маркування сприяє відповідальному відходові та сприяє сталому розвитку.

SPI Код 2: Поліетилен низького тиску, високої густини (HDPE) – використовується в пляшках для молока, мийних засобів, мішках для сміття.

Застосовується з часів Другої світової війни, але актуальності не втратив і сьогодні. До 60-х років повністю замінив целофан. Використовується для виготовлення пакування, фасувальних пакетів (так званих "шуршунчиків"). Використовується літерний код HDPE та цифра 2.

SPI Код 3: Поліетилен високого тиску, низької густини ((LDPE). Найбільш поширений вид пластмас. Використовується для виготовлення пляшок для мийних засобів, іграшок, парникової плівки, труб. З нього також

робили та продовжують робити різні косметичні флакони, бочки, ізоляцію в кабелі тощо. Використовується літерний код LDPE та цифра 3.

SPI Код 4: Полівінілхлорид (PVC) – знаходить застосування в водопровідних трубах, підлогових покриттях, віконних рамах. Застосовується з 1927 року. Основний матеріал для виготовлення лінолеуму. Дуже отруйний при спалюванні! (При нестачі кисню виділяються фосген, хлор). Після ряду публікацій у 1973 році його використання для харчового посуду різко скоротилося. Для позначення використовується літерний PVC і цифра 4.

SPI Код 5: Поліпропілен (PP) – знаходить застосування в автомобільних деталях, контейнерах для харчових продуктів, соломках. Досить жорсткий та еластичний матеріал. З нього роблять одноразові шприци, посуд для гарячих страв, пакувальну стрічку, термозбіжну плівку, мішки для цукру і т.д. Досить широко використовується для виготовлення баночок, що герметизуються кришечками з фольги. Всі вироби з поліпропілену витримують кип'ятіння та стерилізацію паром. Використовується літерний код PP та цифра 5.

SPI Код 6: Полістирол (PS) – використовується в одноразовому посуді, контейнерах для яєць, стаканчики під йогурт, внутрішня обшивка холодильників, задні стінки вітчизняних телевізорів, полістирольна електроізоляційна плівка. Під час виробництва полістиролу використовуються хімічно активні речовини, що руйнують озоновий шар Землі. Використовується літерний код PS та цифра 6.

SPI Код 7: Інші (O) – ця категорія включає всі інші пластмаси, які не входять у попередні категорії, такі як полікарбонат, поліамід та спеціальні змішані матеріали. Найчастіше це багатошарове пакування або пакування з декількох типів пластмас. Наприклад літрова коробка для соку складається з картону, фольги та полімеру. таке пакування практично не піддається вторинному переробленню, тому що технологічно дуже складно розділити матеріал пакування на складові.

Ці коди зазвичай наносяться на пластмасові вироби у вигляді трьох стрілок, які утворюють трикутник, з числом усередині, що вказує на тип полімеру. Це полегшує процес перероблення, бо різні види пластмас часто вимагають різних методів обробки.

36.2. Сортування полімерних відходів та застосування спеціальної системи розпізнавання пластмас

Як визначити вид пластмас, коли маркування не має.

У більшості випадків, це досить важко зробити, особливо при схожості фізичних властивостей пластмас. Найбільш досконалою є спеціальна система розпізнавання пластмас. Близько 30 різних полімерів може бути ідентифіковано

протягом однієї секунди за допомогою інфрачервоної спектроскопії. Спеціальна система інфрачервоної спектроскопії для розпізнавання пластмас використовує метод інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії для аналізу пластмас та інших полімерних матеріалів.

Інфрачервона спектроскопія базується на молекулярному абсорбуванні інфрачервоного випромінювання. Коли випромінювання падає на зразок, частина його абсорбується молекулами зразка, а частина проходить крізь нього. Абсорбовані хвилі спричиняють вібрації молекул, які є характерними для конкретних хімічних зв'язків. Порівнюючи спектр абсорбції зразка з відомими спектрами, можна визначити хімічну структуру матеріалу.

Пластмаси, як правило, складаються з різних полімерів, які мають унікальні ІЧ спектри. Таким чином, ІЧ-спектроскопія може бути використана для визначення типу пластмаси, а також для виявлення домішок або забруднень.

ІЧ-спектроскопія може бути використана в широкому спектрі застосувань, включаючи сортування відходів для рециклінгу, контроль якості у виробництві пластмас, дослідження в хімічній промисловості та багато іншого. Інфрачервона спектроскопія використовується для розпізнавання та аналізу різних типів полімерних матеріалів. Нижче наведено кілька прикладів цього:

1. Поліетилен (PE): Цей полімер широко використовується у виробництві пакувальних матеріалів, пляшок, пластикових пакетів і т.д. У спектрі ІЧ-спектроскопії поліетилену виразні піки спостерігаються біля 2915 см⁻¹ і 2848 см⁻¹, що відповідають вібраціям С-Н зв'язків.

2. Поліпропілен (PP): Цей полімер використовується у виробництві автомобільних деталей, килимів, пластикового посуду та інших товарів. Він має характерні піки в спектрі ІЧ-спектроскопії близько 2950 см⁻¹, 2915 см⁻¹ і 2835 см⁻¹, пов'язані з вібраціями С-Н зв'язків, та пік близько 1375 см⁻¹, що відповідає вібрації СН₃ групи.

3. Полістирол (PS): Полістирол використовується в виробництві пінопласту, пластикового посуду, іграшок та багатьох інших продуктів. В ІЧ-спектрі полістиролу виразні піки спостерігаються близько 3028 см⁻¹, 2922 см⁻¹ і 2851 см⁻¹ (С-Н вібрації) та близько 1601 см⁻¹ і 1493 см⁻¹ (вібрації кільцевих С-С зв'язків).

4. Поліетилен-терефталат (PET): PET широко використовується для виготовлення пляшок для напоїв, пакувального матеріалу та інших товарів. У ІЧ-спектрі PET є характерні піки близько 1715 см⁻¹ (вібрація С=О зв'язку) і 1415 см⁻¹ (вібрація С-О-С зв'язку).

Усі ці полімери мають відмінності в ІЧ-спектрах, що дозволяють їх ідентифікувати та розрізнити між собою. Ця система використовується в Європі під час утилізації старих автомобілів. Для швидкого та якісного розпізнавання

різних видів пластмас методика досить проста: аналізуються фізико-механічні особливості пластмас (твердість, гладкість, еластичність і т. д.) та їх поведінка в полум'ї сірника (запальнички).

Може здатися дивним, але різні види пластмас горять по-різному! Наприклад, одні яскраво спалахують й інтенсивно згоряють (майже без кіптяви), інші, навпаки, сильно коптять. Пластмаси навіть видають різні звуки під час свого горіння! Тому так важливо за набором непрямих ознак точно ідентифікувати вид пластмаси, її марку.

Розглянемо загальні характеристики різних пластмас:

–*ПЕВД (поліетилен високого тиску, низька щільність)*. Горить синюватим, полум'ям, що світиться, зі стопленими й палаючими потоками полімеру. При горінні стає прозорим, ця властивість зберігається тривалий час після гасіння полум'я. Горить без кіптяви. Краплі, що горять, при падінні з достатньої висоти (близько півтора метра), видають характерний звук. При охолодженні, краплі полімеру схожі на застиглий парафін, дуже м'які, при розтиранні між пальцями – жирні на дотик. Дим згаслого поліетилену має запах парафіну. Щільність ПЕВД: 0,91-0,92 г/см куб.

–*ПЕНД (поліетилен низького тиску, високої густини)*. Більш жорсткий і щільний ніж ПЕВД, тендітний. Проба на горіння – аналогічна ПЕВД. Щільність: 0,94-0,95 г/см куб.

Всі види поліетилену розм'якшуються при поміщенні в киплячу воду. При кімнатній температурі не розчиняються в органічних розчинниках. При температурі 100 градусів Цельсія і вище повністю розчиняються в бензолі. Плавають у воді.

–*Пінополіетилен*. Губчаста маса білого кольору. Властивості при горінні.

–*Поліпропілен*. При внесенні в полум'я, поліпропілен горить полум'ям, що яскраво світиться. Горіння аналогічне горінню ПЕВД, але запах гостріший і солодкуватий. При горінні утворюються потоки полімеру. У розплавленому вигляді – прозорий, при охолодженні – каламутніє. Якщо торкнутися розплаву сірником, можна витягнути довгу, досить міцну нитку. Краплі остиглого розплаву жорсткіше, ніж у ПЕВД, твердим предметом давлються з хрускотом. Дим із гострим запахом паленої гуми, сургуча. Щільність поліпропілену: 0,9-0,91 г/см тобто він легший ПЕВД і також плаває у воді.

–*Поліетилен тєрафталат (ПЕТ)*. Міцний, твердий та легкий матеріал. Щільність ПЕТФ становить 1,36 г/см. Має хорошу термостійкість (опір термодеструкції) в діапазоні температур від - 40 ° до + 200 °. ПЕТФ стійкий до дії розведених кислот, масел, спиртів, мінеральних солей та більшості органічних сполук, за винятком сильних лугів та деяких розчинників. При горінні полум'я, що сильно коптить. При видаленні з полум'я самозагасає.

–*Полістирол*. При згинанні смужки полістиролу легко гнеться, потім різко ламається з характерним тріском. На зламі спостерігається дрібнозерниста структура. Горить яскравим полум'ям, що сильно коптить (плескачі кіптяви тонкими павутинками злітають у гору). Запах солодкуватий, квітковий. Полістирол добре розчиняється в органічних розчинниках (стирол, ацетон, бензол). Щільність полістиролу: від 1,05 до 1,08 г/см куб. (тоне у воді!).

–*Пінополістирол (пінопласт)*. Легкий пористий матеріал білого кольору. Один з найкращих та доступних теплозвукоізоляційних матеріалів. Об'ємна маса: 0,01-0,1 г/см куб. Проба на горіння аналогічна полістиролу. Легко розчиняється в ацетоні.

Контрольні запитання до розділу 36

1. Що означають коди SPI і для чого вони використовуються?
2. Які основні властивості та застосування поліетилентерефталату (PET)?
3. Що спричинило широке використання PET в індустрії пакування?
4. Який символ використовується для маркування продукції з PET для спрощення перероблення?
5. Опишіть застосування та коди SPI для поліетилену низького тиску, високої густини (HDPE) та поліетилену високого тиску, низької густини (LDPE).
6. Які особливості та основні використання полівінілхлориду (PVC) та чому він є потенційно небезпечним?
7. У яких виробках зазвичай використовується поліпропілен (PP) і які його характеристики?
8. Які додаткові характеристики та області застосування має полістирол (PS)?
9. Що включає в себе категорія SPI Код 7, і чому матеріали в цій категорії є складними для вторинного перероблення?
10. Як представлені SPI коди на пластмасових виробках і як це спрощує процес перероблення?
11. Яка система використовується для розпізнавання різних видів пластмас?
12. Як працює інфрачервона спектроскопія для ідентифікації пластмас?
13. Що вказує на тип пластмаси в процесі ІЧ-спектроскопії?
14. В яких інших застосуваннях можна використовувати ІЧ-спектроскопію, крім сортування відходів для рециклінгу?
15. Наведіть характерні піки на ІЧ-спектрах для наступних полімерів: поліетилен (PE), поліпропілен (PP), полістирол (PS), поліетилен-терефталат (PET).
16. Які методики використовуються для розпізнавання різних видів пластмас?

17. Які фізико-механічні особливості пластмас аналізуються при їх ідентифікації?

18. Які відмінності у поведінці різних видів пластмас в полум'ї сірника?

19. Чим відрізняється поведінка поліетилену високого тиску (ПЕВД) від поліетилену низького тиску (ПЕНД) при горінні?

20. Опишіть характеристики горіння та фізико-механічні властивості поліпропілену.

Література

Основна література

1. Репета В. Б. Екологізація формних процесів у поліграфії/ В. Б. Репета, Ю. А. Кукура, А. І. Дидів// Науково-технічний журнал «ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА», 13(1/2023), С. 45-49.

http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/17452/1/45-49-Repeta_Kukura_Dydiv.pdf

2. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 15-16 вересня 2022 р.) / УКРНДІЕП., 2022. — 364 с.

http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream_2022.pdf

3. Орфанова М.М. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 27 с.

<https://nung.edu.ua/sites/default/files/2021-12>

4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році.

<https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>

5. Станкевич С. В. Техноекологія: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л.В. Головань; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. – 338 с.

http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Stankevich_2020_338.pdf

6. Кузьміна В. А. Екологічна безпека: конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2020. 124 с.

http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/7783/1/KuzminaVA_Ekologichna_bezpeka_KL_2020.pdf

7. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. 324 с.

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35084/1/Pereroblennia-polimernykh-materialiv_NavchPosib.pdf

8. Михайлюк, Ю. Д. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : конспект лекцій зі спеціальності «Екологія» / Ю. Д. Михайлюк. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 69 с.

<https://nung.edu.ua/sites/default/files/2021-pdf>

9. Екологічна безпека: навчальний посібник. Краснянський М.Ю. — К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. — 180 с. ISBN 978-617-7582-88-4.

Додаткова література

10. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Пакувальні матеріали та обладнання у харчовій індустрії» [Електронний ресурс] / укладачі Г. В. Дейниченко, Д. В. Горелков, Д. В. Дмитревський. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2017.

https://e-tk.lntu.edu.ua/pluginfile.php/18263/mod_resource/content

11. Abeer Ibrahim Environmental Safety Assessment of a Printing Plant in Cairo, Egypt/ Abeer Ibrahim
Mohamed Elgewely// Medical Integrated Student Research Journal (2018)
DOI: [10.21608/misrj.2018.12824](https://doi.org/10.21608/misrj.2018.12824)
12. Борисовська О.О. Інвентаризація та облік відходів : навч. посібник / Дніпро: Літограф, 2017. – 168 с.
https://ecology.nmu.org.ua/ua/Studies/183_MASTER.pdf
13. Хилько М. І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. – 266 с.
<http://www.philosophy.univ.kiev.ua/uploads/editor/Files/Vykladachi/Hylko..pdf>
14. Болдуреску Л. П. Екологічна безпека та екологічне мислення : рек. бібліогр. покажч. / уклад. : Л. П. Болдуреску, О. Г. Краснова. – Миколаїв, 2017. – 28 с. : іл.
<https://chmnu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/05/Ekologichna-bezpeka-ta-ekologichne-myslennya.pdf>
15. Краснова М. В. Екологічне право України. Загальна частина : підручник / М. В. Краснова, Ю. А. Краснова. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2021. – 190 с.
https://fpk.in.ua/images/biblioteka/2bac_pravo/Krasnova_Ekologichne-pravo.pdf
16. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко . – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 200 с. : іл. – Бібліогр. : с. 196.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25367/1/Osnovu_proekt
17. Пушкар О. І. Технології поліграфічного виробництва [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. І. Пушкар, Є. М. Грабовський, М. М. Оленич. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 195 с. ISBN 978-966-676-721-2
18. Бернацек В.В. Екологія в поліграфічному виробництві / В.В. Бернацек,, М. С. Мартинюк, П. М. Ривак // Квалілогія книги. — 2016. — № 2. — С. 75—79.
19. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4. Технології поводження з відходами харчових виробництв : підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 520 с.
https://knushop.com.ua/books?product_id=3467&mfp=16-avtor
20. Flexographic Printing Global Market Report 2023. The Business Research Company, 2023.
<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/flexographic-printing-global-market-report>
21. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.

<https://core.ac.uk/download/pdf/52157912.pdf>

22. Попова Н.В. Контроль якості та безпеки продукції галузі/ Попова Н.В., Мисюра /: Курс лекцій. К.: НУХТ, 2012. 176 с.

23. Целуйко Ф. В. Сучасна поліграфія та екологія в контексті розвитку графічного дизайну / Ф. В. Целуйко // Теорія та історія дизайну. — 2014. — № 2. — С. 42–46.

24. Гроза В. А. Фактори впливу поліграфічного виробництва на стан довкілля / В. Д. Гроза, А. Є. Гай, О. О. Вовк, А. В. Копиленко, О. М. Тимонін // Вісник Національного Технічного Університету України «Київський Політехнічний Інститут». - 2008. - № 1 (1). - С. 56-61.

<https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/5521>

25. Цикало А.Л. Екологічна безпека. Конспект лекцій для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища». – Одеса: Вид. ПО «Издательский центр», 2008. - 96 с.

http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/7783/1/KuzminaVA_Ekologichna_bezpeka_KL_2020.pdf

Інформаційні ресурси

1. Науково-технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенка КПІ ім. Ігоря Сікорського
<http://www.library.kpi.ua>

2. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://www.ela.kpi.ua>