

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерних технологій

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

Пасєка Віктор Олегович

Люба Андрій Ігорович

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ
ЛИТТЯ ДЕТАЛЕЙ ПІД ТИСКОМ З ПОЛІЕТИЛЕНУ МАРКИ P6060 НА
БАЗІ ТОВ «ТЕРПОЛІМЕРГАЗ»**

Спеціальність 8.05020201 - «Автоматизоване управління технологічними
процесами»

Автореферат

комплексної дипломної роботи на здобуття кваліфікації магістра

Тернопіль 2015

Подальший розвиток і підвищення ефективності машинобудування можливий при істотному зростанні рівня автоматизації виробничого процесу. Останніми роками широкого поширення набули роботи із створення нових високоефективних автоматизованих механіко-складальних виробництв і реконструкції виробництв, що діяли, на базі використання сучасного устаткування і засобів управління всіма етапами виробництва.

Термопластавтомат (ТПА) — інжекційно-ливарна машина (англ. Injectionmouldingmachine) - автоматизована машина для лиття пластмас під тиском, при температурі пластифікації до 623 К (350°C). Початковим матеріалом для них служать поліолефіни, полістирол, його сополімери, поліаміди, термопластичні поліуретани, поліефіри, поліфеніленоксиди.

Термопластавтомат відноситься до автоматизованої за принципом роботи техніки, яка практично не вимагає застосування ніякої ручної праці.

Дана дипломна робота базується на основі матеріалів попередньої дипломної роботи бакалавра, в якій було запропонованого технічне рішення, яке б дозволило підвищити якість продукції і його конкурентоспроможність на ринку, рівень надійності і безпеки роботи технологічного устаткування, за рахунок використання системи захисту і блокувань. Сьогоднішні наші дослідження спрямовані на оптимізацію даної автоматизованої лінії шляхом вдосконалення вузла екструдуювання ТПА.

Надійність і довговічність екструдерів визначає надійність і довговічність його вузлів, зокрема вузла екструдуювання. Екструдери для переробки поліетиленів працюють у складних умовах, а саме: при підвищених температурах (420-433°K); агресивно-абразивному середовищі; високих питомих навантаженнях на поверхні тертя (до 10 МПа). Підвищені температури виникають у результаті екструзії та інтрузії матеріалів всередині вузла екструдуювання. При цьому всередині вузла виникає агресивне середовище відносно матеріалів деталей екструдера. Експлуатація деталей машин у такому середовищі викликає інтенсивне зношування шнека і циліндра вузла

екструдуювання. Велика інтенсивність зношування обумовлюється як корозійно-окислювальним зношуванням від дії агресивної складової середовища, так і абразивним зношуванням від дії абразивної складової середовища.

Вузол екструдуювання екструдера, основними деталями якого є шнек і циліндр, характеризується різними умовами роботи на поверхнях цих деталей. Поверхні впадин і бокових сторін витків контактують тільки з сировиною. На гребенях витків умови роботи можуть бути іншими. Деформації шнека під дією осьових зусиль та його перекося при несоосності шнека і циліндра в зв'язку з неточністю виготовлення вузла екструдуювання може викликати безпосередній контакт поверхонь цих деталей. При попаданні абразивних частинок в зазор між гребенями шнека і циліндром відбувається інтенсивне зношування.

Експериментальні дослідження було проведено на зразках зі сталей 20, 45, У8, 38ХМЮА, ШХ15, Х12, поверхні яких зміцнювались методами термічної і хіміко-термічної обробки. Матеріали для проведення досліджень було вибрано з метою вивчення впливу на процес зношування широкого спектра їх властивостей, а саме: твердості, структури, впливу легуючих елементів, технологій зміцнення. Для цього було вибрано конструкційні сталі з різним вмістом вуглецю в їх хімічному складі (від 0,2 до 2,2 %). Для вивчення впливу твердості на процес зношування вибрано вуглецеві нелеговані сталі (20, 45, У8). Для вивчення впливу легуючих елементів і, зокрема, впливу хрому на процес зношування вибрані леговані сталі (ШХ15, 38ХМЮА, Х12). Для вивчення впливу різних технологій зміцнення поверхні тертя при абразивному зношуванні застосовувались технології цементації та азотування в тліючому розряді. Вплив метастабільної структури матеріалу, зокрема, залишкового аустеніту на процес абразивного зношування ми вивчали з використанням сталі Х12, що гартувалась від різних температур (від 900 до 1150 °С) з нагрівом в барієвій ванні та охолодженням в мастилі.

Для моделювання умов роботи вузла екструдуювання ми застосовували два типи установок тертя, а для зміцнення поверхні зразків азотуванням в тліючому

розряді використовувалась експериментальна установка «УАТР-1», детальніше з якими можна ознайомитись у дипломній роботі.

Також в даній дипломній роботі в розділі 1 можна ознайомитись із поняттями термопластоавтомат, режимами їх роботи та загальними характеристиками. Розділи 2 і 3 описують методику та проведені дослідження. В розділі 4 «Технологічна частина» можна ознайомитись із технологічними операціями, підготовкою обладнання, режимами виробництва, вимогами до матеріалу, вибором типу устаткування та розробкою компоновки автоматичної лінії. В конструкторській частині (розділ 5) описуються методи контролю та блок керування даного ТПА, структуру інтерфейсу оператора та спосіб виборуконтролера. В спеціальній частині описані основні програми, які використовувались при розробці дипломного проекту. Також в розділі техніко-економічного обґрунтування обраховано рентабельність підприємства із запропонованими методами оптимізації. І в розділах 8 і 9 опрацьовано безпечність даної автоматизованої лінії для працівників підприємства та навколишнього середовища зокрема.

Дослідження сталей з різною термічною і хіміко-термічною обробками виявили, що для сплавів з нестабільною структурою, яка може змінюватись під дією абразивів при зношуванні, необхідно враховувати структурний стан поверхні матеріалу і його зносостійкість залежить головним чином від повноти структурних перетворень у процесі зношування. Найбільшу зносостійкість показали зразки із нітрогартованої сталі Х12 з оптимальним вмістом залишкового аустеніту (55 %) в структурі матеріалу, яка в 3.7 рази вища порівняно з сталю 20 без обробки, майже в 2-3 рази - порівняно з гартованими сталями, в 2.4 рази - порівняно з сталю 20 цементованою і в 1.5-1.7 раз порівняно з азотованими сталями.

На зносостійкість матеріалів при абразивному зношуванні впливає розмір абразивного зерна. Дослідження показали, що інтенсивність зношування зразків з різною термічною та хіміко-термічною обробками збільшується при зростанні

середнього розміру зерна від 75 до 300 мкм на 7- 16 % в залежності від марки сталі і її обробки. При цьому очевидно, що чим менша твердість сталі, тим більша швидкість зростання інтенсивності її зношування. Найменший вплив розміру зерна на інтенсивність зношування (7%) мала сталь Х12 після гартування від температури 1050 °С, в якій, крім високої твердості містилось у структурі 55 % залишкового аустеніту.

Іонне азотування в безводневих середовищах є перспективним методом зміцнення поверхні тертя конструктивних елементів, який дозволяє змінювати властивості азотованого шару в широких межах. Визначено оптимальні режими іонного азотування сталей ШХ15, 45 і Х12 за критерієм максимальної зносостійкості. З'ясовано, що максимальну зносостійкість серед сталей, що азотувалися за оптимальними режимами, має сталь Х12. Це обумовлено наявністю в структурі сталі значної кількості (12%) хрому, яка сприяла утворенню нітридів хрому і більшій товщині нітридного шару порівняно із сталями 45 та ШХ15. Найвищу зносостійкість мали зразки із сталі Х12 після нітрогартування, величина зносу яких в 2 рази менша порівняно з азотованими зразками, що пояснюється наявністю на поверхні нітридного шару та оптимальної кількості азотистого залишкового аустеніту в структурі матеріалу.

Випробування на експериментальній установці деталей матеріального циліндра екструдера показали, що довговічність екструдера за рахунок зміни конструкції шнека і циліндра та застосування нітрогатованої сталі Х12 для їх виготовлення, підвищилась в 1.8 рази порівняно з традиційною нероз'ємною конструкцією виготовленою з сталі 45.

Застосування секційних конструкцій шнека і циліндра з призматичними вставками на внутрішній поверхні циліндра підвищує довговічність та ремонтпридатність екструдера і скорочує на 25-30 % витрати на його ремонт.

При цьому даний технічний проект є економічним і здатний приносити додатковий прибуток. Рентабельність запропонованої автоматизованої лінії склала 18%, термін окупності інвестицій 2,9 років.