

Ю. Г. Сухенко, д-р техн. наук, проф.,
В. Ю. Сухенко, канд. техн. наук, доц.

ЕЛЕКТРОФОРЕТИЧНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ШАРНІРНИХ ВУЗЛІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
suhenko@ukr.net

Проаналізовано умови роботи шарнірних з'єднань цукеркозагортувальних машин. Для підвищення зносостійкості закручувальних зубок машин-автоматів, які працюють в умовах реверсивного тертя без змащування, запропоновано застосовувати електрофоретичні фторопластові покриття.

Вступ і постановка завдання. За останні роки на підприємствах харчової промисловості впроваджується багато поточних, механізованих і автоматизованих ліній та окремих машин автоматів, виготовлених в Україні та за рубежом. Особливо багато таких машин експлуатується в кондитерській промисловості, підприємства якої оснастилися комплексно-механізованими лініями для виготовлення карамелі, печива, цукерок та інших виробів, а також загортувальними і пакувальними автоматами і напівавтоматами. Ці автомати є високопродуктивними машинами, які здатні загорнути до 1000 і більше виробів за хвилину.

Найважливіша вимога до конструкції загортувального автомата – це надійність у роботі, яка має бути такою, щоб забезпечити безперервне і якісне проходження всього процесу подачі виробів і обгортувальних матеріалів, пакування і відведення виробів. Природно, що за такої великої продуктивності загортувальних автоматів для виконання вимог надійності високі вимоги ставляться до кінематичної точності роботи їх вузлів і механізмів, яка може бути порушена внаслідок зміни вихідних розмірів деталей через їх зношування.

Вітчизняна промисловість випускає загортувальні автомати ІЗМ, ЗКЦА та ін. Кондитерські фабрики країни комплектуються також зарубіжними машинами-аналогами: EU, Rose, Rose Forgove, Futurus тощо. Недостатня надійність загортувальних автоматів призводить до втрати їх продуктивності на 10–20%. Аналіз експлуатації загортувальних автоматів на кондитерських фабриках показав,

що їх надійність і довговічність залежить здебільшого від зносостійкості пар тертя, які працюють без змащування, або з періодичною подачею мастила. До них належать ряд деталей шарнірів вузла закручування кінців упаковки в ірисозагортувальних машинах, а також деталей головного вала і вала револьверної головки, механізму штовхача та ін. Багаторічні дослідження авторів, проведені на кондитерських фабриках, показали, що шарнірні з'єднання, що працюють з недостатнім мащенням, є найменш надійними вузлами загортувальних автоматів.

Аналітичний огляд літературних джерел дозволяє стверджувати, що в умовах періодичного змащування, або без нього забезпечити достатню зносостійкість шарнірних з'єднань, які працюють в умовах змінних навантажень і швидкостей ковзання, можна використанням пластмасових покриттів, зокрема фторопластових [1–4]. Цього ефекту можна досягти лише за умови високої адгезії покриттів до поверхні деталей. Відомо, що високі значення адгезійної міцності і зносостійкості мають електрофоретичні покриття на основі фторопласту-4Д. Вони можуть працювати без змащування, мають добрі демперувальні властивості та показали добру працездатність в умовах реверсивного тертя [1–3], а тому їх варто випробувати у вузлах з реверсивним тертям.

Мета роботи – проаналізувати трибологічні властивості електрофоретичних фторопластових покриттів порівняно з традиційними матеріалами, які застосовуються виробниками обладнання для пар тертя, що працюють в умовах реверсивного тертя і недостатнього змащування в шарнірах закручувальних головок машин-автоматів кондитерського виробництва типу ІЗМ.

Методика проведення експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження зносостійкості пари тертя «палець – закручувальна губка» ірисозагортувальних машин типу ІЗМ проводили безпосередньо у виробничих умовах на п'яти машинах-автоматах кондитерської фабрики «Рошен» у місті Києві. Закручувальні губки зі сталі 45 (HRCe 52–55) випробовували у парі з пальцями, виготовленими з різних сталей, термообробленими до твердості HRCe 52–55, протягом 50 робочих змін. Пальці виготовляли зі сталі У8, сталі 18ХГТ, цементованої на глибину 0,8–1,0 мм, сталі 20, цементованої на глибину 0,8–1,2 мм, та сталі 45 з електрофоретич-

ним фторопластовим покриттям завтовшки 40 мкм. За допомогою мікрометра оцінювали знос пальців, а за допомогою нутроміра – знос посадкового місця закручувальних губок. Результати вимірювань обробляли з використанням методів математичної статистики.

Результати досліджень. Розв’язання поставленої проблеми підвищення зносостійкості закручувальних головок цукеркозагортувальних машин стало можливим завдяки відпрацюванню технології нанесення електрофоретичних покриттів з фторопласту-4Д на поверхню пальців вузла тертя. Нами розроблено метод їх електроосадження з водяних поліелектролітів, що мають у складі плівкоутворювач (емаль ВФЛ-149 «Е») і наповнювач (суспензію фторопласту Ф-4ДВ) [3].

Отримання покриття з поліелектроліту ґрунтується на тому, що ця композиція є водною дисперсією негативно заряджених колоїдних частинок. При накладенні електричного поля постійного струму у водяному дисперсному середовищі заряджені частинки напрямлено переміщуються і осаджуються на аноді – пальці закручувальної губки цукеркозагортувального автомата. Утворення покриття відбувається в результаті електрофоретичного осадження колоїдних частинок фторопласту та хімічного утворення нерозчинних у воді форм органічного плівкоутворювача на аноді, що дозволяє отримувати адгезійно міцні покриття на металевих поверхнях, які є інертними майже до всіх технологічних середовищ харчових виробництв і стійкими в умовах тертя ковзання без змащування та реверсивного тертя.

Для отримання ЕФП потрібні: гідропіскоструминна установка для підготовки поверхні деталі; ванни хімічного знежирювання, промивання деталей та електроосадження; джерело постійного струму з регулюванням напруги в межах 30–250 В; електричні змішувачі, які забезпечують 15–20-кратний обмін розчину за годину; сушильні шафи типу СНОЛ-3,5, які забезпечують температуру термообробки деталі до 250 °С; система трубопроводів і насосів; контрольно-вимірювальна апаратура (ваги, кондуктометр, рН-метр, електрофотометр, товщиномір тощо).

Напиленню передують очищення ванни технічною та 10%-ю аміачною водою з наступним охолодженням дистильованою водою. Робоча композиція складається з 6,5–7% (за вмістом нелеткої

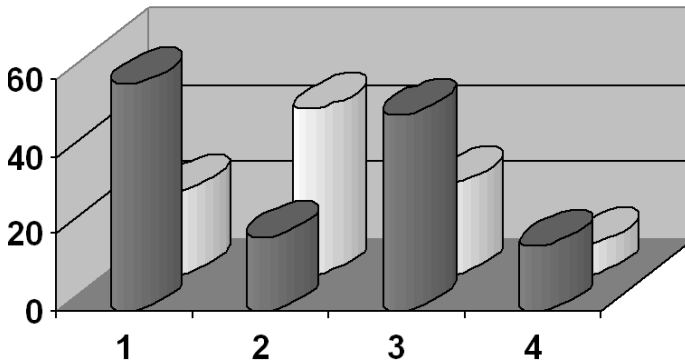
складової) емалі ВФЛ-149 «Е», розчину водної суспензії фторопласту Ф-4ДВ (4,0–4,5% за нелеткою фазою) і дистильованої води. Загальний вміст нелеткої складової в композиції становить 10,5–11,5%. Величина рН розчину має бути в межах 7,2–8,2. У разі потреби, кислотність коригують 10%-м розчином аміаку, або 37%-м розчином формальдегіду у воді.

Деталі, для нанесення покриття повинні бути очищені та знежирені віденським вапном, ацетоном або іншим знежирювальним розчином. Поверхні для покриття підлягають гідроіскоструминній обробці пульпою, яка складається з кварцевого піску та води у відношенні 1:3 за об'ємом. Ділянки, які не покриваються, ізолюють тіюколовою стрічкою або захищають плівкою з композиції емалі ХВ-114 та інгібітора АКОР-І. Захисна плівка наноситься у 5 шарів з проміжним просушуванням кожного шару протягом 0,5 год. Проміжок часу між абразивоструминною обробкою та електрофоретичною операцією не повинен перевищувати 4, 24 і 48 год відповідно для інструментальних, конструкційних сталей та титанових сплавів.

Деталі з вуглецевих, низько- та середньолегованих сталей необхідно перед нанесенням ЕФП оксидно фосфатувати у розчині такого складу (г/л): барій азотистий (30–40), цинк азотнокислий (10–20), цинк фосфорнокислий однозаміщений (8–12). Температура розчину – 80–85 °С, час обробки – не більше 5–10 хв.

Підготовлені деталі промивають в дистильованій воді та навішують на анодну штангу ванни. За катод править корпус ванни, який, як правило, виготовляється зі сталі 12Х18Н9Т. Електрофоретичне нарощування покриття здійснюється за густини струму 0,2–1,5 А/дм², напруги 50–120 В і температури 18–25°С протягом 1,5–2,5 хв. Для отримання товстих покриттів час нанесення збільшується. Термообробку покриття проводять за температури 180–200 °С протягом 2 год.

Фторопластові електрофоретичні покриття, нанесені за описаною технологією, були використані для підвищення зносостійкості шарнірів ірисозагортувальних та цукеркозагортувальних машин. Нанесення на пальці шарнірів фторопласту-4ДВ електрофоретичним способом збільшило зносостійкість пари тертя більш ніж у 3 рази (див. рисунок).



Знос втулок закручувальних губок зі сталі 45 (HRCe 52-55) і пальців з різних матеріалів, термооброблених до твердості HRCe 52-55, у вузлі закручування ірисозагортувальної машини ІЗМ після 50 робочих змін експлуатації:

1 – сталь У8; 2 – 18ХГТ (цементована на глибину 0,8–1,0 мм); 3 – сталь 20 (цементована на глибину 0,8–1,2 мм); 4 – сталь 45 з ЕФП завтовшки 40 мкм:

■ – втулка; □ – палець

Дослідження показали, що жоден з випробуваних матеріалів для виготовлення пальців вузла закручування автоматів ІЗМ не може конкурувати із запропонованим фторопластовим покриттям.

Висновок. Електрофоретичні покриття на основі фторопласту-4ДВ дають змогу більш ніж в три рази підвищити зносостійкість пари тертя закручувальних губок цукеркозагортувальних автоматів, які працюють в умовах реверсивного тертя без змащування.

Список літератури

1. Евдокимов В.Д. Реверсивность трения скольжения и свойства поверхностных слоев // Теория трения и износа. – М.: Наука. – 1965. – С. 50–53.
2. Семенов А.П. Металлофторопластовые подшипники / Семенов А.П., Савинский Ю.Э. // – М.: Машиностроение, 1976. – 300 с.
3. Сухенко Ю.Г. Технологічні методи забезпечення довговічності обладнання харчової промисловості./ Сухенко Ю.Г., Некоз О.І., Стечишин М.С // – Київ: Елерон, 1993. – 107 с.
4. Сухенко Ю.Г. Исследование процесса резания тонколистовых оберточных материалов в заверточных автоматах. Автореф..... дис. канд. техн. наук. – К., 1981. – 23 с.

УДК 663/664:621.891

Сухенко Ю.Г., Сухенко В.Ю. Электрофоретические покрытия для повышения износостойкости шарнирных узлов // Проблемы тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2009. – Вип. 52. – С.228–233.

Проанализированы условия работы шарнирных соединений конфетозаверточных машин. Для повышения износостойкости закручивающих губок машин-автоматов, которые работают в условиях реверсивного трения при отсутствии смазывания, предложено использовать электрофоретические фторопластовые покрытия.

Рис.: 1, список лит.: 4 наим.

Electrophoretic coverages for the increase of wearproofness of joint knots

The terms of work of swing joints of machines are analysed for inwrapping of candies. For the increase of wearproofness of sponges of machines-automats which twirl, and work in the conditions of reversible friction in default of greasing, it is suggested to utilize electrophoretic coverages.

Стаття надійшла до редакції 12.10.09.