

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЗМЕНШЕННЯ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ В ОБЛАДНАННІ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Розглядаються шляхи підвищення довговічності обладнання харчових виробництв шляхом використання систем зменшення тертя та зношування. Показана можливість прояву водневого зношення і використання позитивного ефекту вибіркового переносу. Наведено результати промислових випробувань різального комплексу м'ясорізальних вовчоків, в якому реалізовано явище вибіркового переносу.

Ключові слова: зносостійкість, наводнювання, вибіркового перенос.

Більшість вузлів тертя обладнання харчових виробництв працює в умовах дії поверхнево- та корозійноактивних середовищ. Зокрема, поверхневе руйнування деталей олійних пресів, подрібнювального обладнання в м'ясопереробній та інших галузях переробної промисловості відбувається при взаємодії трибоконтакту з жорсткими середовищами. Корозійно-механічне зношування багатьох деталей обладнання обумовлене крім механічної і поверхнево активної дії на трибоконтакті електрохімічною взаємодією середовища з металевими поверхнями деталей. Наприклад, в рослинних оліях містяться в основному ненасичені жирні кислоти — олеїнова та лінолева.

До складу жирних складових м'ясої сировини входять поліненасичені жирні кислоти, фосфатиди, тригліцериди (складні ефіри гліцерину і жирних кислот) тощо.

Корозійна дія м'ясоного середовища спричинена наявністю в ньому поряд з жирами молочної кислоти та хлориду натрію, який додається до м'яса перед подрібненням.

Досягнення високої зносостійкості, тобто мінімізація руйнівних поверхневих процесів, які обумовлюють зношування вузлів тертя, вимагає забезпечення належного рівня дисипації підведеної до трибоконтакту механічної енергії. Згідно [8], дисипація механічної енергії відбувається в основному через реологічні механізми та трибохімічні реакції.

Трибохімічна взаємодія поверхонь тертя, яка супроводжується субструктурними змінами тонких поверхневих шарів, сприяє прояву такого явища як структурна пристосовуваність [7]. Формоутворення вторинних структур має риси самоорганізаційного процесу, при якому вони переходять в певний стабільний стан у відповідності з характером і умовами зовнішньої дії [3]. Для забезпечення високої зносостійкості дисипативні процеси теж повинні відповідати принципам самоорганізації.

В деяких парах тертя (зокрема сталь-бронза) реалізується явище вибіркового переносу [3]. При цьому на поверхні деталей відбувається самоплинне утворення тонкого шару, збагаченого міддю. Ця збагачена міддю плівка (сервовітова) сприймає все навантаження на трибосполучення, вона не руйнується і захищає деталі вузлів тертя від опрацювання. Численні дослідження в галузі тертя і зношування [1,8] довели, що сукупність явищ і

© С. П. Ястреба, О. І. Некоз, С. О. Некоз, 2008

The Article considers the ways to increase endurance of food industry equipment by means of attrition and depreciation decreasing system. Article shows the possibility of hydrogenous depreciation display and use of the positive effect of the optional transfer. Provided are the results of industrial test of the cutting set meat-cutting machines, in which the optional transfer took place.

Key words: wearing capacity, endurance, hydrogenation, hydrogen pickup; optional transfer.

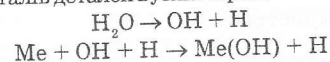
процесів в зоні трибоконтакту можуть утворювати рід систем зменшення тертя і зношування. До них відносяться системи зменшення адгезії, захисту від окислення чи сприяння йому, впливу на реологічні дисипативні процеси, захисту від наводнювання та ін.

Проте, утворення цих систем у вузлах тертя обладнання харчової та переробної промисловості в умовах дії поверхнево- та корозієактивних технологічних середовищ вивчено недостатньо. В першу чергу це стосується процесів наводнювання та вибіркового переносу. У зв'язку з цим метою даної роботи було дослідження прояву дії цих процесів в трибоконтакті з технологічними середовищами.

Однією з причин інтенсивного зношування деталей обладнання (зокрема, в олієжировому, м'ясопереробному, консервному та інших виробництвах) може бути наводнювання робочих поверхонь трибосистем, яке спричинюється такими процесами в зоні тертя [4]:

- виділенням водню внаслідок трибодеструкції водневомісних сполук, яких в достатній кількості в технологічних середовищах зазначених виробництвах;
- адсорбцією водню на поверхнях тертя і дифузиею в поверхневі шари;
- появою численних зародків тріщин і руйнуванням дією дифузійно-рухливого водню та ін.

Наявність джерел появи водню внаслідок трибодеструкції водневомісних сполук обумовлена специфічністю умов на трибоконтакті, що спричинює протікання трибохімічних реакцій. Згідно [5], при терті в різних середовищах (повітря, вода, вуглеводневі сполуки) спостерігається утворення водню, оксидів карбону, метану. Зокрема, водень утворюється при дисоціації молекули води і взаємодії її з металами та оксидами металів деталей вузлів тертя:



З метою визначення ролі водню при зношуванні був здійснений на спектрографі ИСП-51 кількісний аналіз розчиненого водню в зразках з нормалізованої сталі 45 після різних методів наводнювання і зношування на установці торцьового тертя.

Результати аналізу показали, що при терті інтенсивність наводнювання перевищує інтенсивність наводнювання при катодній поляризації і витримці в розчині сірководню (табл. 1).

Згідно [1], тертя створює умови для утворення дифузійно-рухливого водню з зовнішнього середовища, адсорбції і дифузії його на поверхні тертя і накопичення на певній глибині від поверхні. Внаслідок водневого зношування поверхневий шар сталевих деталей може миттєво перетворюватись на порошок.

В той же час утворювана при вибіркового переносі сервовітова плівка є ефективним захистом від водневого зношування [1,6].

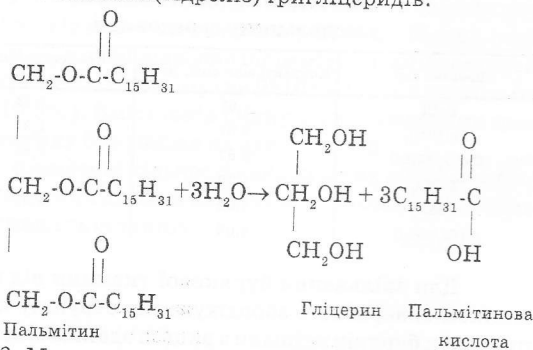
Таблиця 1

Умови наводнювання	Вміст водню, $\times 10^4$, % мас
Без наводнювання	0,59
Витримка в розчині H_2S (концентрація 500 мг/л, тривалість 96 год.)	2,41
Катодна поляризація в 26%-му розчині H_2SO_4 (щільність струму 5 мА/мм ² , тривалість 20 хв.)	2,39
Зношування в модельному м'ясному середовищі (навантаження 2 МПа, швидкість 0,9 м/с, тривалість 60 хв.)	4,38

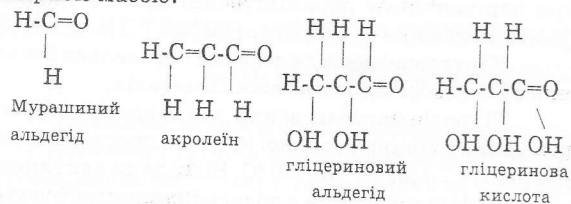
Вибірковий перенос при терті в середовищі гліцерину, утворення сервовітової плівки пояснюється [5] механохімічними перетвореннями гліцерину з утворенням різних сполук: мурашиного і гліцеринового альдегідів, акроліну, гліцеринової кислоти та ін., які відновлюють оксид міді, появою трибололімерів і хемосорбційних шарів. Зокрема в тваринних жирах переважають тригліцериди насичених вищих жирних карбонових кислот (складні ефіри гліцерину і жирних кислот), які в умовах підвищених температур, каталітичної дії складових матеріалу деталей в зоні тертя, наявності води в складі м'ясного середовища можуть перетворюватись в аналогічні згаданим вище сполуки (в т. ч. комплексні).

Деякі можливі трибохімічні перетворення тригліцеридів можуть бути представлені таким чином:

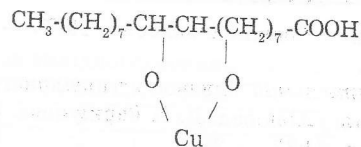
1. Омилення (гідроліз) тригліцеридів:



2. Механо-хімічні перетворення гліцерину [5], внаслідок яких утворюються сполуки з меншою молекулярною масою:



3. Взаємодія утворених карбонільних і карбоксильних сполук з оксидами, гідроксидами і активними металами, що спричинює їх відновлення з відповідних оксидів і гідроксидів, утворення і розпад комплексних металоорганічних сполук, наприклад гліколятів жирних кислот:



(гліколят міді продукту окислення олеїнової кислоти)

4. Утворення високомолекулярних сполук і трибололімерів, які додатково, крім сервовітової плівки, розділяють контактуючі метали. Так само діють більшість утворюваних сполук, які є поверхнево-активними і утворюють адсорбційні і хемосорбційні шари на поверхнях пар тертя (наприклад $nH_2C=O \rightarrow (-H_2C-O)_n$).

Враховуючи, що подібні сполуки входять до складу багатьох технологічних середовищ харчових виробництв або можуть утворюватись при терті в цих середовищах, перспективним виглядає використання ефекту вибіркового переносу для підвищення зносостійкості деталей обладнання.

З метою перевірки практичного використання ефекту вибіркового переносу у вузлах тертя обладнання харчових виробництв були проведені досліді у виробничих умовах на м'ясорізальних вовчках. З цією метою була розроблена спеціальна конструкція складаного ножа зі змінними різальними пластинами, за якими закріплювались бронзові пластини. Під час випробувань здійснювали заміри лінійного спрацювання різальних пластин. Випробування в умовах м'ясопереробного виробництва експериментальних ножів з різальними пластинами з сталі 65Г та бронзовими вставками показали (табл. 2), що напрацювання їх більш ніж у 2 рази перевищує напрацювання серійних ножів.

Таблиця 2

Залежність зношування ножів вовчків (Н) від напрацювання (в ш переробленого продукту)

Напрацювання Q, м	Зношування ножів Н, мм		
	Серійні ножі без бронзових вставок	Ножі з сталі 65Г з бронзовими вставками	Ножі з сталі 40Х13 з бронзовими вставками
6	0,12	0,06	0,03
12	0,17	0,09	0,06
18	0,21	0,13	0,08
24	(подальша експлуатація різального комплексу неможлива)	0,15	0,12
30		0,17	0,15
36		0,19	0,17

Ще більш ефективно застосування бронзових вставок для різальних пластин з сталі 40Х13.

Висновки. Таким чином, на підставі проведення досліджень встановлено, що для забезпечення високої зносостійкості вузлів тертя обладнання харчових виробництв шляхом утворення систем зменшення тертя і зношування необхідно враховувати взаємодію поверхонь тертя з технологічними середовищами. Для утворення цих систем, зокрема, необхідно забезпечити захист від наводнювання деталей трибосполучення і створення умов для прояву ефекту вибіркового переносу.

Виробничими випробуваннями показала ефективність використання ефекту вибіркового переносу для підвищення довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника. — М.: Машиностроение, 1985. — 424 с.
 2. Иванова В.С., Буше Н. А., Герман И.С. Структурная приспособляемость при трении как процесс

самоорганизации // Трение и износ. — 1997. — Т.18, №1. — С. 74-79.

3. *Избирательный* перенос в тяжело нагруженных узлах трения / Под ред. Д. Н. Гаркунова. — М.: Машиностроение, 1982. — 206 с.

4. *Капінос Л. В.* Водневий чинник у корозійному розтріскуванні конструкційних сталей: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.14/ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАНУ. — Львів, 2000. — 18 с.

5. *Олександренко В. П., Белянський В. П.* Исследования закономерностей трибохимических реакций / Проблемы трибологии. — 1996. - №1. — С. 101-107.

6. *Основы трибологии* (трение, износ, смазка) / Под ред. Чичинадзе А. В. — М.: Центр "Наука и техника", 1995. — 778 с.

7. *Шевеля В. В., Олександренко В. П.* Трибология и реология износостойкости. — Хмельницький ХНУ, 2006. — 278с.

8. *Поверхностная прочность материалов при трении* / Костецкий Б. И., Носовский И. Г., Караулов А. К. и др. — К.: Техніка, 1976. — 292 с.

Надійшла до редколегії 8.10.2007 р.