

УДК 621.9.029/612.015.3

В. Ю. СУХЕНКО

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІНУ АВТОЛІЗУ М'ЯСА НА ПРОЦЕСИ РУЙНУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ МАШИН

Досліджений вплив кислих і лужних соків з м'ясної сировини, отриманих за різних термінів її автолізу, на процеси утворення і руху дислокацій та руйнування поверхонь твердих тіл при терті в умовах поляризації фрикційного контакту.

Ключові слова: м'ясо, сировина, автоліз, луг, кислота, сталь, дислокації, різання, машини, інструменти.

Вступ і постановка завдання. Аналіз сучасного стану парку устаткування м'ясопереробної галузі України свідчить про його незадовільний рівень. Близько 42 % виробничих фондів м'ясопереробних підприємств підлягають заміні, 25 % потребують модернізації і тільки 19 % відповідають світовому рівню. Понад 30 % парку машин відпрацювало вже два і більше амортизаційних термінів, а в деяких випадках знос основних засобів перевершує 70 %. Більше 27 % технологічного парку це імпортована техніка, яка не відповідає фінансовим можливостям виробників м'ясопродуктів, зважаючи на високу ціну устаткування і запасних частин і потребам та інтересам нашої держави щодо розвитку вітчизняного харчового машинобудування і забезпечення продовольчої безпеки [1; 2].

Машини для подрібнення м'яса і м'ясних продуктів складають близько половини всього технологічного обладнання м'ясної промисловості [3]. Підвищення надійності сучасних м'ясорізальних машин неможливе без використання досягнень науки і практики в області тертя та зношування деталей вузлів тертя, зокрема, в умовах впливу харчових середовищ [4; 5; 6].

Робочі середовища м'ясопереробних виробництв, як правило, є електролітами і при їх контакті з металами розвиваються електрохімічні корозійні процеси, які інтенсифікуються в процесі тертя. В роботі [6] був досліджений вплив корозійно активних середовищ на субмікроструктури і зносостійкість твердих тіл у м'ясному соку і розроблені рекомендації щодо вибору сталей та способів їх зміцнення для досягнення високого опору спрацюванню м'ясорізальних інструментів.

Деталі м'ясорізальних машин і середовища, в яких вони працюють, є фізичними об'єктами, а тому їх взаємодію треба пояснювати як матеріальні зв'язки між атомами і молекулами. Рух цих мікрочастинок, складаючи основу мікросистем, має свою специфіку і підлягає законам квантової механіки. Тертя – це проявлення електромагнітної взаємодії мікрочастинок і, перш за все, електронів атомів і молекул, з яких складаються деталі і середовища. Характерною особливістю цього процесу є те, що під дією сили тертя відстань між взаємодіючими атомами і молекулами об'єктів спочатку зменшується. Досягнувши деякої мінімальної відстані, ці частинки роз'єднуються [7]. В ідеальному випадку всі взаємодіючі частинки повинні були б зайняти ті свої місця, які вони займали до взаємодії. Однак в реальних об'єктах такого, як правило, не буває. В металах, з яких виготовляються деталі і, зокрема, м'ясорізальні інструменти, має місце пружна і пластична деформації, а якщо додатково врахувати дефектність кристалічних ґраток, то все це стає передумовою виникнення дислокацій та їх бар'єрів.

Очевидно, що на процеси тертя та зношування деталей м'ясорізальних машин повинні впливати м'ясні середовища – електроліти, що змінюють взаємодію молекул, атомів і електронів цих об'єктів [7]. Дослідження цих процесів є актуальною науковою і практичною задачею, розв'язання якої дасть можливість підвищити довговічність подрібнювального обладнання м'ясопереробної галузі.

Мета роботи – отримати достовірні дані про вплив електричної поляризації поверхонь контактуючих твердих тіл при терті у м'ясних соках, відтиснутих з сировини з різним ступенем автолізу, на їх дислокаційну структуру і поверхневу міцність для прогнозування зносостійкості матеріалів у м'ясоподрібнювальних машинах.

Огляд досліджень. Вплив технологічних середовищ на зносостійкість твердих тіл проявляється через утворення на поверхнях тертя поверхневих плівок і вторинних структур, які можуть відігравати двояку роль [8]. Тонкі, міцні та еластичні плівки сприяють підвищенню антифрикційних властивостей поверхонь тертя. Більш товсті і тверді плівки викликають збільшення сили тертя, напружень і деформацій в матеріалі підкладки. Робота поверхневого руйнування матеріалів при терті може змінюватись на 1–3 порядки в залежності від типу вторинних структур [9].

Експериментально встановлена залежність механічних властивостей металів в електролітах від величини їх електродних потенціалів [10; 11]. Відомо, що електрохімічна поляризація твердих тіл змінює кінетику електродних процесів та властивості адсорбованих шарів і окислів [11]. Змінюючи вільну поверхневу енергію електродів в результаті зміни донорно-акцепторної взаємодії на межі фаз, поляризація впливає на інтенсивність накопичення дефектів в деформованих матеріалах [12]. У зв'язку з цим було запропоновано використати електрохімічну поляризацію для регулювання поверхневої міцності матеріалів при терті в корозійно-активних середовищах (КАС) [13].

Дислокаційна структура і фізико-хімічна механіка руйнування твердих тіл при терті у соках м'ясної сировини, підданої різним термінам автолізу, при накладанні електричних потенціалів різної полярності на поверхні контакту залишається не дослідженою. Разом з тим, такі відомості можуть стати підґрунтям для застосування електричної та електрохімічної поляризації поверхонь тертя для підвищення зносостійкості деталей м'ясоподрібнювальних машин, зокрема, різальних інструментів.

Методика досліджень. Залежність дислокаційної структури і фізико-хімічної механіки руйнування поверхонь тертя від електродних потенціалів досліджували на зразках монокристалів кремнію, які поміщали в електрохімічну комірку. Досліди проводили при терті сферичних інденторів КТ-0,1 і КТ1,5 по зразку без змащування, а також у м'ясному соку, відпресованому з одного зразка мускульної тканини парної телятини 2-ї категорії через 2 години після забою (рН 7,4) і після завершення автолізу через 240 годин (рН 5,5). Методика проведення досліджень викладена в раніше опублікованій роботі [6].

Результати досліджень. Прийнято вважати, що пластична деформація крихких напівпровідникових матеріалів неможлива за температури нижче $\sim 700^\circ\text{C}$ – порога пластичності [14]. При терті без змащування з високими локальними тисками індентором КТ-0,1 поверхня піддається мікропластичній деформації навіть при кімнатній температурі (рис. 1), що обумовлено, ймовірно, можливістю квантово-механічного просочування дислокацій через потенційний рельєф ґратки [15]. При-

чому, навіть при помірному збільшенні навантаження від 1Н (рис. 1, *а*) до 2Н (рис. 1, *б*) ширина дислокаційного накопичення помітно зростає. Це свідчить про високу дозволяючи здатність прийнятого методу визначення дислокацій.

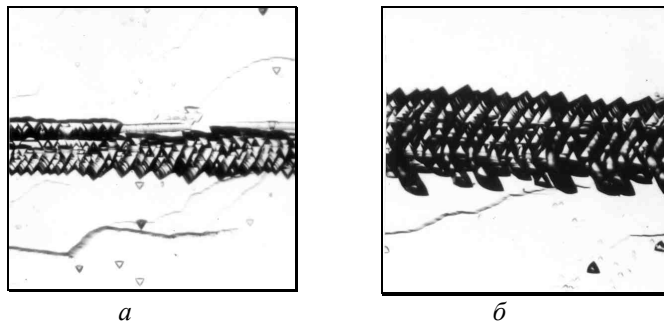


Рис. 1. Дислокаційна структура деформованої зони монокристалів кремнію після тертя без змащування індентором КТ-0,1 при навантаженні 1Н (*а*) та 2Н (*б*), $\times 200$

При пропусканні через зону контакту постійного струму, негативний полюс джерела якого підключений до зразка, дещо збільшується сила тертя, зменшується ширина деформованої зони і майже втричі збільшується щільність дислокацій. При підключенні позитивного полюса джерела струму до монокристала не виявлено змін у характері деформування поверхонь тертя (рис. 2). Очевидно, у першому випадку, негативне зарядження зразка зменшує роботу виходу дислокацій завдяки дії на електростатичний бар'єр на міжфазній межі та інтенсифікує на його поверхні хемосорбційні процеси, а у другому випадку, завдяки позитивному зарядженню зразка, адсорбційна здатність його поверхні до кисню зростає, що ще більше стабілізує її пасивний стан [16].

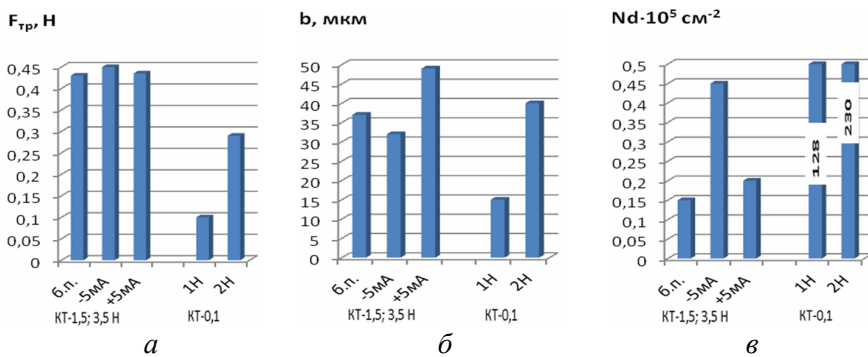


Рис. 2. Сили тертя $F_{тр}$ (*а*), ширини деформованих зон b (*б*) і щільність дислокацій N_d в них (*в*) при терті по монокристалах кремнію індентором КТ-1,5, навантаженням силою 3,5 Н, без поляризації (б.п.) і з поляризацією монокристалів струмами протилежної полярності (± 5 мА) та індентором КТ-0,1, навантаженням силами 1 і 2 Н, без поляризації монокристалів в умовах тертя без змащування

В кислому м'ясному соку (рН 5,5) на поверхнях тертя монокристалів виникають окремі виразки неоднорідної пластичної деформації з високою щільністю дислокацій (рис. 3, *а*), які є зародками крихких тріщин і сколів, що утворюються при наступних навантаженнях. Сила тертя і ширина деформованої зони більші, а середня щільність дислокацій у ній майже у 25 разів менша у порівнянні з тертям без змащування (рис. 4).

Катодна поляризація в цьому середовищі сприяє порушенню пасивного стану зразків. Утворені в цих умовах оксидні шари на поверхні зразків можуть виконувати функції гетерогенних джерел дислокацій, діючих за менших навантажень, ніж гомогенні джерела всередині кристала [15]. Цим можна пояснити полегшення умов деформації, що проявляється у зменшенні сил тертя, збільшенні ширини деформованої зони і щільності в ній дислокацій у порівнянні з тертям без поляризації (рис. 3, б і рис. 4).

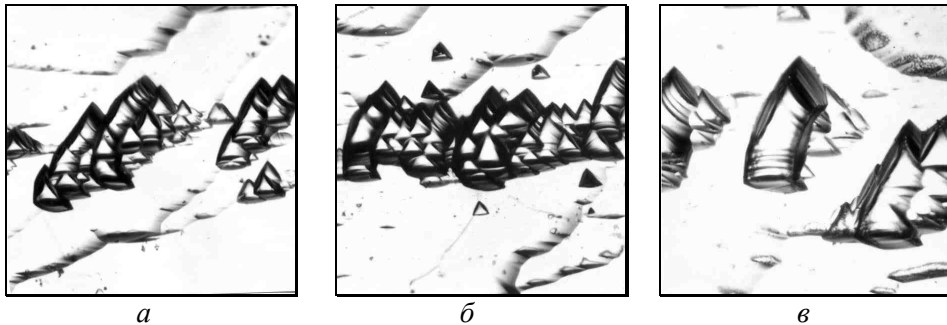


Рис. 3. Дислокаційна структура деформованої зони монокристалів кремнію після тертя в м'ясному соку з рН 5,5 без поляризації (а) і з поляризацією потенціалом -6В (б) та +6В (в), $\times 340$

Анодна поляризація збільшує дифузію кисню до поверхні зразка та сприяє потовщенню оксидної плівки. Одночасно дислокації блокуються киснем та підсилюється бар'єрний вплив на них оксидної плівки. Хоча середня щільність дислокацій на доріжці тертя менша, ніж у попередніх випадках, деформаційна гетерогенність поверхні набагато більша. Значно підвищується локальна концентрація напружень, яка сприяє утворенню в приповерхневих шарах дислокаційних ансамблів граничної щільності, що збільшує вірогідність крихкого руйнування (див. рис. 3, в). Пасивуюча плівка, на нашу думку, є фазовою по відношенню до підкладки і відрізняється від неї параметрами ґратки та величиною мікронапружень [17].

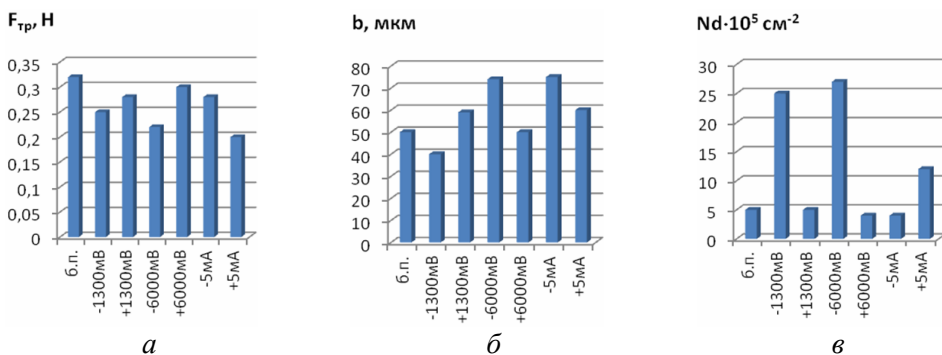


Рис. 4. Сили тертя $F_{тр}$ (а), ширини деформованих зон b (б) і щільність дислокацій N_d в них (в) при терті у кислому м'ясному соку з рН 5,5 по монокристалах кремнію індетором КТ-1,5, навантаженим силою 3,5 Н, без поляризації (б.п) із поляризацією монокристалів потенціалами (± 1300 мА, ± 6000 мА) і струмами (± 5 мА) протилежної полярності

В лужному середовищі кремній схильний до саморозчинення, в процесі якого знижується локальна концентрація напружень на його поверхні (стравлювання сходинок і тріщин). Його деформація у цьому середовищі викликає пластич-

ну течію тонких поверхневих шарів у зоні фрикційного контакту. Поверхня тертя суцільна і рівна (рис. 5, *а*), сила тертя менша, а щільність дислокацій в деформованій зоні більша, ніж при випробуванні в кислому м'ясному соку (рис. 6).

Отримання еквівалентних поверхонь при катодній поляризації в лужному м'ясному соку зменшує швидкість анодної реакції і сприяє утворенню екрануючої плівки на поверхні монокристала. Деякі дислокації в деформованій зоні рухаються майже паралельно поверхні (рис. 5, *б*), а відстані, пройдені ними, зменшуються майже на порядок при видаленні поверхневого шару завтовшки близько 2 мкм.

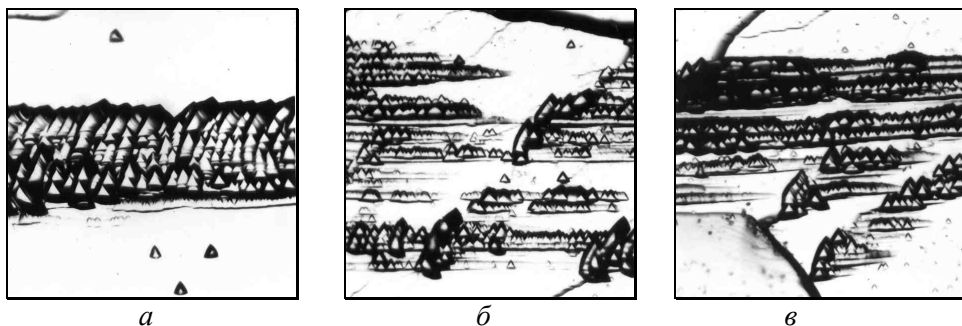


Рис. 5. Дислокаційна структура деформованої зони монокристалів кремнію після тертя у лужному (рН 7,4) м'ясному соку без поляризації (*а*) і при поляризації потенціалом -6В (*б*) і +6В (*в*); $\times 200$

На цій підставі можна зробити висновок, що катодна поляризація знижує поверхневу енергію зразків і полегшує, тим самим, рух і розрядження дислокацій у тонкому поверхневому шарі. При зміщенні електродних потенціалів у негативну область сила тертя і щільність дислокацій у деформованій зоні зменшуються і при потенціалі -6В указані параметри приймають екстремальні значення (рис. 6, *а*, *в*).

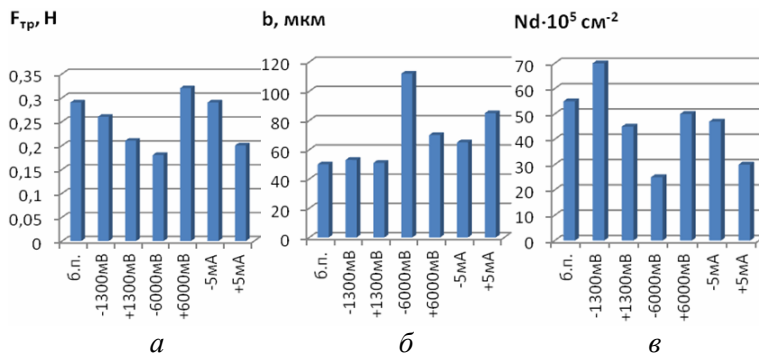


Рис. 6. Сили тертя $F_{тр}$ (*а*), ширини деформованих зон b (*б*) і щільність дислокацій N_d в них (*в*) при терті у лужному м'ясному соку при рН 7,4 по монокристалах кремнію інтенсором КТ-1,5, навантаженим силою 3,5 Н, без поляризації (б.п.) із поляризацією монокристалів потенціалами (± 1300 мА, ± 6000 мА) і струмами (± 5 мА) протилежної полярності

Одночасно монотонно зменшувалась густина корозійного струму (на рис. 6 не показана), що свідчить про покращення екрануючих властивостей поверхневих плівок. Вигляд субмікроструктури поверхонь тертя (рис. 5, *б*) дозволяє стверджувати, що оксиди не є перепорою руху і розрядженню дислокацій. Це можливо при когерентності структур плівок і підкладки і свідчить про те, що в цьому випадку поверхневі плівки є псевдоаморфними по відношенню до матеріалу

підкладки [10]. Маючи високу пластичність, вони збільшують площу контакту спряжених тіл та зменшують концентрацію мікронапружень у зоні деформації. Навантаження робочих поверхонь може відбуватись за рахунок сил тертя, виникаючих при ущільненні та переміщенні вторинних структур [15]. При цьому зсувні деформації локалізуються в поверхневих шарах, а руйнування поверхонь тертя відбувається в результаті диспергування.

Анодне розчинення кремнію в лужному м'ясному соку знижує бар'єрну дію на дислокації зміцненого поверхневого шару (див. рис. 5, в), але пластифікування поверхні монокристалів за рахунок зменшення енергії активації дислокацій менше, ніж у попередньому випадку. Поляризація потенціалом $+1,3\text{В}$ сприяє зменшенню указаних вище параметрів, а подальше збільшення потенціалу до $+6\text{В}$ – їх збільшенню (рис. 6).

Приведені у цій статті дані якісно подібні результатам, поданим у роботі [6]. Слабокислий м'ясний сік підвищує схильність зразків до крихкого руйнування, а сік з лужною реакцією, полегшуючи генерацію і рух дислокацій, обумовлює в'язке руйнування або диспергування поверхні при терті.

Оцінюючи властивості використаних нами м'ясних соків їх можна розділити за ознакою взаємодії зі зразками таким чином: сік, в якому зразки не розчиняються – слабокислий; сік, в якому зразки добре розчиняються слабколужний.

З урахуванням такого поділу можна зробити наступні висновки:

1. Анодна поляризація в нерозчиняючому середовищі знижує пластичні властивості зразків і сприяє збільшенню напружень в приповерхневих шарах (ефекти Роско і Баррета). В розчиняючому матеріал середовищі позитивне зарядження полегшує деформацію його поверхні (ефекти Іоффе та Евальда-Поляні).

2. Катодна поляризація в розчиняючих і нерозчиняючих середовищах зменшує поверхневу енергію твердих тіл, прискорює їх взаємодію з середовищем і, тим самим, полегшує деформацію поверхні.

Таким чином, експериментальні дослідження підтвердили можливість застосування електрохімічної поляризації для управління механізмом деформування і руйнування твердих тіл в КАС. Щільність дислокацій N_d є функцією прикладених деформацій ϵ і визначається кількістю діючих джерел ковзання m , кожне з яких генерує n петель при заданому рівні напружень τ [15]. Тому вплив поляризації на тонку структуру поверхонь тертя можна пояснити зміною енергії активації дислокацій та активаційного об'єму.

При електрохімічній поляризації в КАС на електродах виділяється водень і кисень. Перший, відновлюючи поверхневий оксид, може проникати в поверхневі шари електрода і, тим самим, викликати втрату його пластичності і крихке руйнування [18]. Вірогідно, кисень, дифундуючи у кристалічну ґратку, також впливає на кінетику процесів деформації і руйнування тіл.

В спеціально поставленому експерименті вивчали вплив водню і кисню на субмікроструктури монокристалів кремнію у кислому і лужному м'ясних соках. Зразки частково занурювали в рідке середовище для того, щоб диференціювати дію цих газів в об'ємі рідини і над її поверхнею. Потенціали поляризації відповідали далеким анодним і катодним областям (більше зворотного потенціалу кисневого електрода і менше зворотного потенціалу водневого електрода) і забезпечували отримання густини струму на зразках 75 мА/см^2 . Зразки деформували індентором КТ-1,5 при навантаженні $3,5\text{ Н}$.

Наводнювання твердих тіл у м'ясних соках – електролітах пояснюється тим, що у воді (основі електроліту) водень практично не розчиняється. Водень, що виділяється на катоді відновлює оксиди, забезпечуючи тим самим можливість дифузії в поверхневі шари електрода. В слабо кислому м'ясному соку в результаті наводнювання відбувається достатньо рівномірне по всій поверхні зростання підвищення щільності дислокацій до її граничного значення 10^8 см^{-2} (рис. 7, а). У випаровуваннях кислого м'ясного середовища водень розташовується по межах блоків монокристала, підвищуючи залишкові напруження другого роду і викликаючи утворення трьохвимірних дислокаційних сіток (рис. 7, б). Тут спостерігається чіткий вплив водню як стимулятора крихкого руйнування. Відомо, що пластична деформація в кристалічній ґратці твердих тіл естафетно передається через малокутові межі [19]. Тому збільшення блокомежних напружень буде підвищувати вірогідність руйнування сколом.

Анодна поляризація робить ще більш вірогідним крихке руйнування монокристалів кремнію у кислому м'ясному соку і, особливо, у його випаровуваннях (рис. 7, в, г) за рахунок утворення на поверхнях тертя нерівномірних об'ємних деформаційних сіток і петель.

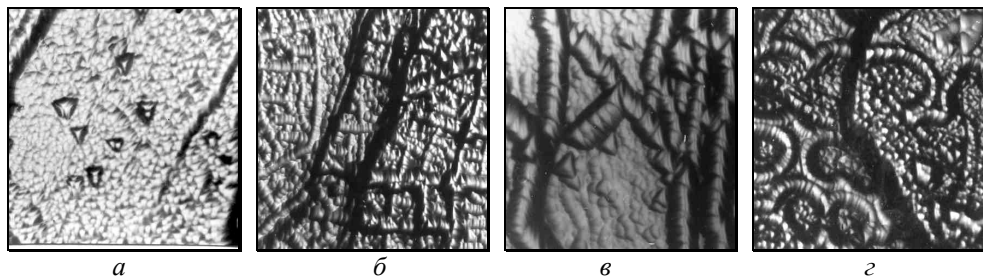


Рис. 7. Дислокаційна структура поверхонь тертя монокристалів кремнію після катодної -6В (а, б, $\times 200$) і анодної +6В (в, г, $\times 340$) поляризації у кислому м'ясному соку (рН 5,5): поверхні над соком (б, г) і в соку (а, в)

У лужному м'ясному соку катодна поляризація викликає розвиток волокнистої дислокаційної структури на поверхні зразка (рис. 8, а). Дислокації розташовуються вздовж ліній росту монокристала, що є місцем сегрегації домішок. Хоча і в цьому середовищі під впливом водню також підвищується щільність лінійних дефектів ґратки, але вона на три-чотири порядки менша, ніж в кислому м'ясному соку.

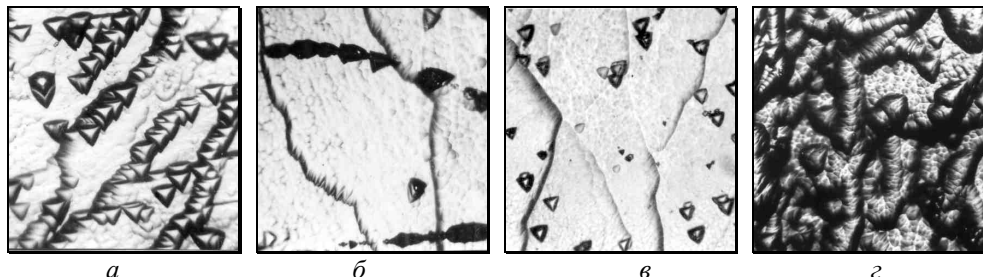


Рис.8. Дислокаційна структура поверхонь тертя монокристалів кремнію після катодної -6 В (а, б, $\times 200$) і анодної +6В (в, г, $\times 340$) поляризації у лужному м'ясному соку (рН 7,4): поверхні над соком (б, г) і в соку (а, в)

Над рідиною інший характер взаємодії водню з кремнієм. Очевидні ямки травлення вздовж сліду дислокацій, що рухаються майже паралельно поверхні

зразка (рис. 8, б). Це свідчить про значне зменшення його поверхневої енергії. Таким чином, у випаровуваннях лужного соку процеси сорбції водню викликають пластифікування поверхні монокристалів. Ефект протилежний тому, який спостерігався у кислому м'ясному соку і його випаровуваннях. Кисень сприяє крихкому руйнуванню монокристалів у випаровуваннях кислого м'ясного соку і, в меншій мірі, – у випаровуваннях лужного м'ясного соку. У лужному середовищі кисень зменшує вірогідність такого руйнування. Анодна поляризація пластифікує поверхню монокристалів кремнію у випаровуваннях лужного соку більше, ніж у його середовищі (рис. 8, в, з).

При різних видах навантаження деформація твердих тіл починається з поверхні і далі передається в глибинні шари матеріалу. Тому електричне зарядження металів в КАС може бути використане не лише для підвищення надійності і довговічності вузлів тертя технологічного обладнання м'ясопереробних підприємств, але і в процесах лезової обробки м'яса.

Для виготовлення деталей м'ясоподрібноувальних машин застосовують чорні і кольорові сплави. Одним з простих способів підвищення їх довговічності в КАС є вибір електрорушійної сили внутрішньої поляризації за рахунок застосування матеріалів з відповідними електрохімічними властивостями. Ця задача може бути розв'язана з використанням конструктивних заходів.

Напружені поверхні деталей машин, як відомо, є анодами, а вільні – катодами. Швидкість електродних процесів у вузлі тертя визначається з залежності [20]:

$$\frac{S_a}{S_k} = \frac{i_a}{i_k}$$

де S_a , S_k – площа анода і катода; i_a , i_k – густина анодного і катодного струмів.

Таким чином, вибравши співвідношення площ електродів, можна забезпечити необхідний вид поляризації системи.

Підвищення довговічності поверхонь тертя в лужних середовищах м'ясних соків можна досягти за рахунок їх катодного зарядження. При важких режимах тертя, як це має місце, наприклад, у м'ясорізальних комплексах вовчків для подрібнення м'яса, поверхневий шар інструментів є зоною, в якій розвивається крихке руйнування. У цьому випадку для підвищення вантажопідйомності пари тертя треба застосовувати анодну поляризацію. Вона також може значно підвищити зносостійкість схильних до пасивації металів, якщо на них подавати потенціал дещо більший Фладе-потенціалу.

Залежність інтенсивності зношування твердих тіл у часі має три чітко виражених періоди: припрацювання, сталий і прискорений знос. Змінюючи заряд металів у КАС можна скоротити термін процесу припрацювання, збільшити термін сталого зношування та зменшити його вплив на корозійну-втомлювальну міцність деталей вузлів тертя.

Описаний спосіб регулювання деформації і руйнування твердих тіл в КАС притягує своєю простотою і можливістю безперервно і в широкому діапазоні змінювати їх поверхневу міцність і зносостійкість.

Висновки:

1. Кислі м'ясні середовища підвищують схильність твердих тіл до крихкого руйнування, а лужні полегшують утворення і рух дислокацій та обумовлюють

в'язке руйнування або диспергування деформованих при терті поверхонь. Тому у перших можуть добре працювати деталі, зокрема, подрібнювальні інструменти з достатнім рівнем пластичності, а у других – з достатнім рівнем твердості.

2. Анодна поляризація у кислому м'ясному соку знижує пластичні властивості твердих тіл, а в лужному соку зменшує вірогідність крихкого руйнування. Катодна поляризація в обох соках знижує поверхневу енергію тіл, викликаючи пластифікування поверхонь тертя.

3. Регулювати службові характеристики деталей м'ясоподрібнювальних машин і різальних інструментів для подрібнення м'ясної сировини з різною глибиною автолізу можна за рахунок їх електричного зарядження, або підбором таких захисних покриттів, які у поєднанні з м'ясним соком, забезпечують необхідний потенціал поверхонь тертя подрібнювальних машинах.

Список літератури

1. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За редакцією М.М. Клименка. – Київ: Вища освіта, 2006. – 640 с.
2. Віннікова Л.Г. Теорія і практика переробки м'яса: Монографія. – Ізмаїл: СМІЛ, 2000. – 172 с.
3. Чижилова Т.В. Перспективы повышения эксплуатационной надежности режущих инструментов в мясной промышленности [Текст] / Т. В. Чижилова, Г. А. Мартынов; ВНИИ информ. и техн.-экон. исслед. агропром. комплекса. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1987.: 180 с. ил. 22 см.
4. Прейс Г.А. Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности: Монография / Г.А. Прейс, Н.А. Сологуб, АЛ. Некоз; под ред. Г.А. Прейса. – М.: Машиностроение, 1979. – 207 с.
5. Сухенко Ю.Г. Технологічні методи забезпечення довговічності обладнання харчової промисловості: Монографія / Ю.Г. Сухенко, О.І. Некоз, М.С. Стечишин; КТИПП. – К.: ТОВ Елерон, 1993. – 107 с.
6. Сухенко В.Ю. Обґрунтування основ забезпечення зносостійкості м'ясорізальних інструментів: [Текст] / В.Ю. Сухенко; НАУ // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 57. – С.76–92.
7. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей [Текст]: Монография / Е. Е. Александров, И. А. Кравец, Е. Н. Лысыков [и др.]. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 544 с.
8. Назаренко П.В. Исследование влияния упруго-пластических деформаций и структурных изменений на процессы внешнего трения и износостойкость: Автореф. дис. докт. техн. наук. – Киев: КИИГА, 1973. – 49 с.
9. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении [Текст] / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, А.К. Караулов [и др.]; од ред. Б. И. Костецкого. – Киев: Техніка, 1976. – 296 с.
10. Карпенко Г.В. Про фізико-хімічну механіку металів [Текст]: Монографія / Г.В. Карпенко. – Київ: Наук. думка, 1973. – 174 с.
11. Прейс Г.А. О природе коррозионно-механического изнашивания металлов [Текст] / Г.А. Прейс // Трение и износ. – 1987. – Т.8, №5. – С.92–97.
12. Гутман Э.М. О кинетике катодных и анодных реакций деформированной стали в кислых электролитах [Текст] / Э.М. Гутман // Физика, химия, механика материалов. – 1968. – Т.4, № 1. – С.87–88.
13. Портер А.И. Электрохимический метод регулирования деформации поверхностных слоев металлов [Текст] / А.И. Портер, Г.А. Прейс, Н.А. Сологуб // В сб.: «Разработка и применение технологических смазок». – К.: РДЭНТП, 1973. – С.23–24.
14. Глазов В.М. Микротвердость металлов и полупроводников [Текст]: Монография / В.М. Глазов, В.Н. Вигдорович. – М.: Металлургия, 1969. – 248 с.

15. Некоторые особенности микропластической деформации поверхностных слоев полупроводниковых кристаллов при температурах ниже и выше температурного порога хрупкости [Текст] / В.П. Алехин, М.Х. Шорохов, Г.Г. Алиев [и др.] // В сб.: Металлофизика. – К.: Наук. думка, 1973. – Вип. 44. – С.31–42.
16. Волькенштейн В.В. Физико-химия поверхности полупроводников [Текст]: Монография / Ф.Ф. Волькенштейн. – М.: Наука, 1973. – 399 с.
17. Мямлин В.А. Электрохимия полупроводников [Текст]: Монография / В.А. Мямлин, Ю.В. Плесков. – М.: Наука, 1965. – 333 с.
18. Романов В.В. Влияние коррозионной среды на циклическую прочность металлов [Текст]: Монография / В.В. Романов. – М.: Наука, 1969. – 218 с.
19. Екобори Т. Физика и механика разрушения и прочности твердых тел [Текст]: Монография / Т. Екобори. – М.: Металлургия, 1971. – 264 с.
20. Улиг Г. Коррозия металлов [Текст]: Монография / Г. Улиг; под ред. канд. техн. наук Л. В. Турковской. – М.: Металлургия, 1968. – 308 с.

Стаття надійшла до редакції 31.01.2013

V. Y. SUKHENKO

PREDICT THE EFFECTS OF THE PERIOD OF AUTOLYSIS OF MEAT ON DESTRUCTION PROCESSES OF PARTS OF CRUSHING MACHINES

The influence of acid and alkaline juices from raw meat, obtained by different terms of autolysis on the formation and motion of dislocations and fracture surfaces of solids friction in polarization frictional contact.

Shown that the acidic juices of meat increased susceptibility to brittle solids destruction, and alkaline – facilitate the formation and movement of dislocations and promote viscous destruction or atomization deformed friction surfaces. Therefore sour meat juices can work well with sufficient details plasticity, and alkaline – with sufficient hardness.

Keywords: meat, raw, autolysis, alkali, acid, steel, dislocation, cutting, machinery and tools.

Сухенко Владислав Юрійович – доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України, канд. техн. наук, доцент, suhenko@ukr.net.