

УДК 621. 9.048.6

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРИСТРОЇВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Г.Б. ПАРАСКА АЛЬ-ЯФАІ НАСР

Хмельницький національний університет

В.П. МІСЯЦЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

Представлено проблему використання ультразвукових пристроїв для інтенсифікації технологічних процесів легкої промисловості. Проведено аналіз сучасного стану розвитку ультразвукової техніки. Описано мету і задачі подальших досліджень, а також експериментальну установку для дослідження процесів різання і проколювання штучних і натуральних шкір з накладенням ультразвукових коливань на інструмент

Постановка завдання

Виявлення закономірностей дії ультразвуку на основні показники процесу механічної обробки матеріалів легкої промисловості і розробка на їх основі пристроїв що реалізують ультразвукове різання і проколювання на практиці є важливим науковим завданням.

Авторами розпочато сумісну наукову роботу, що направлена на розробку ультразвукових пристроїв для підвищення ефективності технологічних процесів і обладнання легкої промисловості.

Метою роботи є підвищення ефективності різання і проколювання різних матеріалів з накладенням ультразвукових коливань на основі дослідження особливостей взаємодії інструменту і оброблюваного матеріалу.

Для реалізації мети роботи поставлені наступні завдання:

- дослідити вплив тангенціальних ультразвукових коливань на силову взаємодію голки і матеріалу;
- експериментально встановити область умов ефективного різання і проколювання взуттєвих матеріалів з накладенням тангенціальних ультразвукових коливань;
- дослідити залежність сил проколювання різних матеріалів голкою від умов прикладення коливань і їх амплітудній – частотній характеристики;
- дослідити варіанти конструктивних і технологічних параметрів коливальних пристроїв при застосуванні до голководіїв різного швейного устаткування.

Об'єкти та методи дослідження

Прискорення науково - технічного прогресу може вважатися найважливішою ознакою нашого часу. Прикладом тому є розвиток наукових знань в області ультразвукових коливань, направлених на використання ультразвуку в практичній діяльності людини. Трохи більш за півстоліття пройшло з початку досліджень в області ультразвукових коливань, а в активі людства - десятки високоефективних ультразвукових технологій, зокрема, гартування, лудіння і паяння металів, запобігання накипи на теплообмінних поверхнях, свердлування крихких і особливо твердих матеріалів, сушка речовин, отримання емульсій і надтонких суспензій, диспергування фарбників, зварювання металів і полімерів, миття, очищення деталей без застосування горючих і токсичних розчинників. Практично неможливо

описати всі методи і системи ультразвукової діагностики захворювань, томографії, неруйнівного контролю виробів і технологічних параметрів виробництв. Тільки у США більше 100 фірм проводять і здійснюють впровадження ультразвукового технологічного устаткування з потужністю ультразвукових приладів від 10 ватів до 10 кВт. У нашій країні до 90 - х років активна розробка, виготовлення і впровадження ультразвукових технологій в народне господарство здійснювалася десятками науково - виробничих центрів, наукове і методичне забезпечення якими здійснювалося Акустичним інститутом АН СРСР.

Разом з тим, відмічені вище досягнення ультразвукових технологій за винятком медично-діагностичної спрямованості до теперішнього часу майже не відомі і не використовуються в практичній і побутовій діяльності населення країни. Причин тому декілька. По-перше, до недавнього часу ультразвукові прилади і агрегати виготовлялися з електронних компонентів низького ступеня інтеграції, а випромінюючі елементи і хвилеводи бу: и складної конструкції. Через необхідність стабілізації безлічі параметрів роботи електронної схеми генератора ультразвуку, останні були ненадійними пристроями, настройка і експлуатація яких вимагала зусиль фахівців високої кваліфікації. Нарешті, потужні генератори ультразвукових коливань під час роботи створювали навколо себе паразитні випромінювання, наслідки дії яких на людину були мало вивчені. По-друге, через складність і високу вартість ультразвукових приладів їх використання розвивалося тільки в технічному (промисловому) напрямі, а побутове застосування ультразвукових технологій до 90-х років практично не розглядалося.

Ситуація змінилася з появою потужних високочастотних транзисторів і п'єзоелектричних керамічних матеріалів, на основі яких стало можливим створення малогабаритних, надійних, простих в експлуатації і дешевих ультразвукових генераторів і випромінювачів. З іншого боку, ринкова модель економіки стимулювала появу безлічі малих підприємств по переробці рослинної сировини і обробці матеріалів, успішна діяльність яких прямо залежить від ефективності використовуваних технологій. Названі вище причини і множина інших і стимулювали розвиток нового покоління ультразвукових систем, які отримали назву багатофункціональних ультразвукових перетворювачів. І, нарешті, відзначимо ще один найважливіший чинник, що забезпечує широке впровадження передових технологій в життя і побут людини. Чинник цей, до недавнього часу в управлінні науково-технічному прогресом практично не враховувався, та і в даний час використовується, як правило, у формі активної (часто нав'язливою) реклами, хоча має неоціненне значення при впровадженні нових методів, способів і наукових і технічних досягнень в повсякденне життя людини.

Найуспішніше УЗ коливання використовуються в процесах, пов'язаних з рідкими станами реагентів, оскільки тільки в них виникає специфічний процес - УЗ кавітація, що забезпечує максимальні енергетичні дії на різні речовини. Дія УЗ коливань на різні технологічні процеси в рідких середовищах дозволяє: не менше чим в 10...1000 раз прискорити процеси, що протікають між двома або декількома неоднорідними середовищами (розчинення, очищення, знежирення, знегажування, фарбування, подрібнення, просочення, емульгування, екстрагування, кристалізацію, полімеризацію, запобігання утворення накипи, гомогенізацію, ерозію, хімічні і електрохімічні реакції і ін.); збільшити вихід корисних продуктів (наприклад, екстрактів) і додати їм додаткові властивості (наприклад, біологічну активність і стерильність); отримати нові речовини (наприклад, тонкодисперсні емульсії і суспензії, а також реалізувати технологічні процеси, що не реалізуються традиційними методами; забезпечити

розмірну обробку (свердлування, зняття фасок, виконання пазів) крихких і твердих матеріалів, що не обробляються традиційними методами (скло, ювелірне каміння, ферити і т.п.), також інтенсифікувати багато процесів (зварювання металів і полімерних матеріалів, склеювання і ін.).

Висока ефективність УЗ дій на різні технологічні процеси підтверджена численними дослідженнями і досвідом більш ніж тридцятирічного застосування на ряду підприємств різних галузей промисловості [1]. Безперечні достоїнства УЗ коливань повинні були забезпечити їх щонайширше використання при вирішенні складних проблем сучасних виробництв, призначених для випуску конкурентоздатної продукції. Проте, в даний час УЗ техніка практично не використовується із-за високої вартості, вузької спеціалізації і низької ефективності розроблених раніше великогабаритних промислових установок, практично повної відсутності малогабаритних високоефективних УЗ апаратів для сучасних малих і середніх виробництв. сільського господарства, побутового обслуговування, і повної відсутності УЗ апаратів індивідуального побутового застосування.

Розвиток УЗ техніки і технології стримується також низькою інформованістю споживачів про ефективність УЗ дій і відсутністю методичних рекомендацій, що враховують особливості застосування УЗ технологій в умовах малих виробництв. сільському і домашньому господарстві.

Перспективним напрямом розвитку устаткування електропобутової техніки і легкої промисловості є розробка і впровадження прогресивних принципово нових або значно видозмінених способів дії на матеріали робочими органами машин. Одним з таких способів є різання харчових продуктів, проколювання і розкрюювання натуральних і штучних шкір з накладенням на інструмент ультразвукових коливань.

Великий внесок до дослідження процесів ультразвукової механічної обробки різних матеріалів внесли вітчизняні учені В.Н. Потураєв, М.З. Нерубай, Б.Л. Штріков, А.І. Марков, Б.З. Баласанян, а також зарубіжні дослідники Д. Кумабе (J. Kumabe), К. Като (K. Kato), Г. Синн (G. Sinn), М. Лукас (M. Lucas) і багато інших.

Результати та їх обговорення

Метод дослідження поєднує теоретичний аналіз і фізичний експеримент. У теоретичних дослідженнях застосовуються методи теорії різання, методи теоретичної механіки.

Експериментальні дослідження проводяться за допомогою комп'ютеризованого стенду [2], який складається з генератора ультразвуку УЗГ1-1 (максимальна потужність 1 кВт), механізму приводу голки, пристрою для накладення ультразвукових коливань на голку (рис.1), тензометричної системи вимірювання зусилля проколювання матеріалів, блоку реєстрації даних на основі аналого-цифрового перетворювача і комп'ютера. Пристрій для накладення ультразвукових коливань на голку складається з концентратора-хвилеводу 1, в який запресована втулка 9. Хвилевід 1 пов'язаний з двома п'єзоперетворювачами - кільцями 4, від яких пружні коливання, що генеруються УЗ генератором, передаються через втулку 9 на голку 2. На пристосуванні весь пристрій кріпиться за допомогою різьбового стакану 3, який за конічний буртик хвилеводу 1 стягує п'єзоперетворювачі 4, прокладку 6, шайбу 7 і штуцером 5.

Експериментальні і теоретичні дослідження по різанню різних матеріалів показали, що в більшості випадків ультразвукове різання найефективніше здійснюється (найбільшою мірою зменшуються сили різання, поліпшується якість обробленої поверхні, збільшується стійкість інструменту

і ін.) при накладенні на інструмент ультразвукових коливань співпадаючих по напрямку з основною швидкістю різання (тангенціальних коливань) при періодичному контакті інструменту і оброблюваного матеріалу, тобто при виконанні умови:

$$v_p \leq 2\pi \cdot a_k \cdot f_k,$$

де v_p – основна швидкість різання м/с; a_k – амплітуда коливань ріжучої кромки, м; f_k – частота ультразвукових коливань ріжучої кромки, Гц.

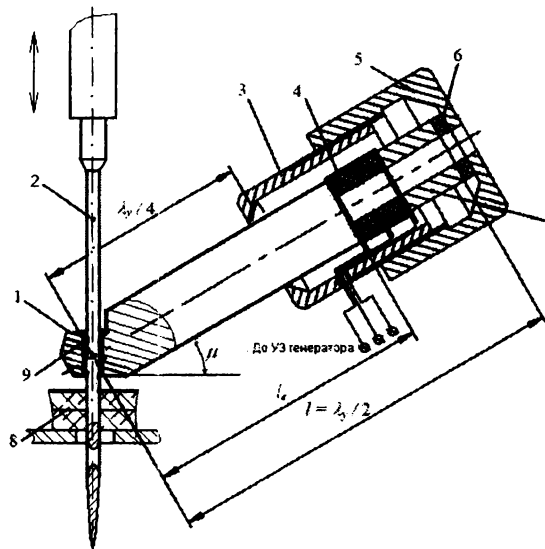


Рис. 1. Пристрій для накладення ультразвукових коливань на голку:

1 – хвилепровід; 2 – голка; 3 – стакан; 4 – п'єзоперетворювач; 5 – штуцер; 6 – прокладка;
7 – шайба; 8 – матеріал

Частина часу періоду коливань в цьому випадку інструмент рухається від оброблюваного матеріалу і різання, принаймні передньою гранню, не здійснюється.

Висновки

Аналіз великого числа робіт дозволив вибрати вказаний напрям коливань як пріоритетне при дослідженні ультразвукове різання і проколювання матеріалів взуття. Тим часом огляд літературних джерел з питання ультразвукового різання показав, що дане питання вивчене слабо і в основному пов'язаний з експериментальним розглядом деяких окремих сторін процесу. Крім того, труднощі практичного застосування ультразвукового різання в легкій промисловості пов'язані не тільки з недостатнім його дослідженням, але і з складністю розробки ультразвукових коливальних систем і приведені основні вимоги, що пред'являються до таких систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кумабе Д. Вибрационное резание / Перевод с яп. С.Л. Масленникова; Под ред. И.И. Портнова и В.В. Белова. М.: Машиностроение, 1985. 424 с.
2. Гордієнко Л., Аль-Яфаї Наср Розробка експериментальної установки для дослідження ультразвукових ріжучих пристроїв/ Тези доповіді науково-технічної конференції молодих вчених КНУТД, 2010 р.

Надійшла 06.07.2010