

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**



**МАТЕРІАЛИ  
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ  
КОМПЛЕКСІ»  
ЗА ПІДСУМКАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2020 РОКУ**



**Мелітополь 2020**

Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали I Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - 93 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції за підсумками наукових досліджень 2020 року.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев В.М., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; Надикто В.Т., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; Кюрчев С.В. - д.т.н., проф. кафедри "ТКМ"; Пеньов О.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Посвятенко Е.К. – д.т.н., проф., кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" НТУ; Сушко О.В. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Черкун В.В. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Колодій О.С. – к.т.н., ст. викл. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Бакарджиев Р.О.– к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Чернишова Л.М. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Мирненко Ю.П. – ст. викл. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Парахін О.О. – асистент кафедри “ТКМ” ТДАТУ.

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18  
Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/tkm/internet-konferencija/>

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ІОННИМ АЗОТУВАННЯМ

Сушко О.В., к.т.н., ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна

*Постановка проблеми.* Найбільш масовими деталями в машинобудуванні є зубчасті колеса. Тенденція росту потужності, навантажень та швидкостей в машинобудуванні потребує розробки високонавантажуваних зубчастих передач для високошвидкісних прецизійних машинних агрегатів. Тенденція зниження ваги в машинобудуванні потребує застосування високоміцних зубчастих коліс.

Найбільш актуальні напрямки в машинобудуванні – поверхнева змінюваність та нанесення зміцнюючих покриттів. На даний час діє більш ніж 130 різноманітних технологій, більшість з яких є альтернативними. Тому є потреба проаналізувати тенденції розвитку поверхневого зміцнення зубчастих коліс з метою оцінки найбільш перспективних рішень.

*Основна частина.* Аналіз літературних джерел та різноманітних технологій з підвищення зносостійкості зубчастих коліс показав, що однією з прогресивних технологій поверхневого зміцнення є хіміко-термічна обробка (ХТО) в тліючому розряді. найбільш поширеними є азотування та цементация в плазмі тліючого розряду. У практиці авіадвигунобудування від традиційних цементации та нітроцементации перейшли до іонного азотування шестерень [1]. Цей процес у 1,5-2 рази скорочує трудомісткість виготовлення, так як деталі оброблюються при невисокій твердості матеріалу та потрапляють на зміцнення в остаточно обробленому вигляді. Процес іонного азотування (ІА) – більш сталий та керований з простим і надійним способом запобігання незміцнюваних поверхонь. Деформація та усадки фактично відсутні, що дозволяє замінити остаточне зубошліфування на хонінгування, тим самим зберігаючи точність, що вимагається, залишаючи рівномірний високоміцний поверхневий шар.

Для сучасного ІА характерний значний прогрес у галузі обладнання. У порівнянні з іншими видами азотування іонне забезпечує більшу глибину зміцненого шару. Іонні цементация та нітроцементация забезпечують більш рівномірну товщину дифузійного шару та більш високі товщини. При 860 °С через дві години глибина іонної цементации досягає 0,8 мм, а при звичайному методі – 0,25 мм [2].

У порівнянні з іншими видами ХТО іонне азотування має наступні переваги:

- продуктивність процесу підвищується в 3-5 разів;
- виключається короблення виробів;
- висока економічність процесу (знижується витрата електроенергії у 2 рази, витрата газу – в 5-10 разів);
- чистота поверхні не погіршується, а в деяких випадках – підвищується, поверхневий шар не має мікротріщин, знижується градієнт концентрації азоту по глибині.

Практика ІА використовує водневомісткі газові суміші на основі аміаку. Насичення деталі воднем різко знижує експлуатаційні властивості деталі. Перехід ІА на безводневу суміш  $N_2+Ar$  усунув цей недолік. Розроблена в Хмельницькому технологічному університеті технологія ІА в безводневих сумішах [3] забезпечує (у порівнянні з ІА у середовищі аміаку):

- підвищення межі витривалості в 1,5 рази;
- підвищення контактної втомленої міцності – в 1,5-2 рази;
- питома робота руйнування при розтягу підвищується у 1,2-2,5 рази;
- витрата газу зменшується у 10-20 разів.

Технологія без водневого ІА пройшла промислову перевірку на виробництвах України. Розроблено технічну документацію на обладнання потужністю 5, 20, 30, 40 та 60 кВт.

*Результати та висновки.* Зубчасті колеса залишаються однією з найважливіших деталей машин і механізмів. Тенденція зниження ваги, а також підвищення швидкостей та потужності потребує застосування нових матеріалів та технологій зміцнення зубчастих коліс. Неадитивність розміцнювальної дії

експлуатаційних факторів призводить до помилок вже на стадії проектування [4]. Найбільш перспективним є метод іонного азотування як фінішного процесу. Розроблено технічну документацію на обладнання для іонного азотування, технологія пройшла випробувально-промислову перевірку.

*Список літератури.*

1. Елисеєв Ю., Архипенков А., Оводков В. Изготовление зубчатых колес – дело тонкое // Авианорама, 2007. – Май-июнь. – с. 58.
2. Новіков Н.В., Видний А.А., Ляшенко Б.А. та ін. Методи зміцнення поверхонь машинобудівних деталей // ІСМ АН України. – Київ, 2009. – 112 с.
3. Каплун В.Г., Каратаєв А.М., Пастух І.М., Паршенко А.В., Ляшенко Б.А., Цыгулев О.В. Способ азотирования стальных изделий. А.с. № 1687645, С23С 8/12, БИ№40.
4. Дмитриченко Н.Ф., Ляшенко Б.А., Посвятенко Е.К. Перспективы повышения износостойкости зубчатых колес в автомобилестроении за счет применения современных упрочняющих технологий. Вісник Національного транспортного університету – К.: НТУ, 2005. – Вип. 10. – с.5-21.