

Н.С.Григор'єва, к.т.н., докторант
Луцький державний технічний університет
В.А.Шабайкович, д.т.н., проф.
Жешовський технологічний університет

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТА ЇХ З'ЄДНАНЬ

Викладені підстави технологічного забезпечення та підвищення експлуатаційних властивостей виробів, таких як контактна жорсткість, зносостійкість, міцність посадок, корозійна стійкість, статична та динамічна конструкційна міцність, фретінг-стійкість теплопровідність. Такі властивості суттєво підвищують якість і конкурентоспроможність виробів.

Постановка задачі та її актуальність. Вимоги ринкової економіки тісно пов'язані з забезпеченням і підвищенням експлуатаційних властивостей виробів. Експлуатаційні властивості забезпечуються конструкцією виробу, технологічними процесами виготовлення деталей та їх складання. Вважається, що на конструкційному етапі визначаються головні характеристики поверхневої верстви деталей, котрі забезпечують потрібні експлуатаційні властивості, а на технологічному – ці параметри забезпечуються. Однак на технологічному етапі не використовуються всі можливості технології тай конструкції по забезпеченню високих експлуатаційних властивостей виробів. Помилка криється в двоступеневому підході до вирішення питання, а слід застосовувати одноступеневий, котрий поєднував би три головні етапи: конструкційний, технологічний та експлуатаційний за рахунок використання зворотних зв'язків та таких явищ як технологічна спадковість і самоорганізація технологічних процесів. Тому ця тема є актуальною та важливою.

Аналіз існуючих рішень в області забезпечення експлуатаційних властивостей виробів. Технологічне забезпечення експлуатаційних властивостей виробів присвячено достатньо багато робіт [1, 2, 3], в котрих аналізуються різні багатоступеневі способи та методи. Розглядаються такі питання як зміцнення деталей різними способами, вплив поверхневої верстви після механічної обробки, оптимізація технологічних умов механічної обробки деталей, зношування в машинах, технологічне забезпечення надійності виробів, захист від корозії, старіння та пошкоджень машин, розрахунки деталей машин на міцність і довговічність, тощо. Всі відомі напрацювання розглядають способи забезпечення різних експлуатаційних властивостей виробів окремо, без взаємозв'язків між ними, що є суттєвим недосягненням. Найближче до вирішення проблеми підійшов *О.Г.Суслов* [4], в роботі якого проаналізовані експлуатаційні властивості деталей машин і їх з'єднань в напрямку їх технологічного забезпечення, технологічне забезпечення та підвищення конструкційної жорсткості деталей машин, динамічної поверхневої міцності деталей, їх зносостійкості, корозійної стійкості, опору втомної міцності, тощо.

Метою проведених досліджень є подальші дослідження пов'язаних головних експлуатаційних властивостей виробів з їх технологічним забезпеченням різними методами і способами, в тому числі використанням технологічної спадковості та самоорганізації на основі подальшого розвитку відомих методів, як основне джерело технологічного забезпечення та підвищення якості виробів.

Викладення основного матеріалу. Проектування технологічних процесів виготовлення деталей або їх складання, як джерела формування їх експлуатаційних властивостей, достатньо складна, комплексна і багатоваріантна задача, виконання якої вимагає глибоких знань, доброї практики і майстерності. При виконанні технологічного процесу під час реалізації технологічних перетворень виконується ряд дій матеріального, енергетичного та інформаційного типів над заготовкою, деталями або виробом в цілому, які мають свої входи, виходи і управління. Технологічні перетворення мають зворотний зв'язок із забезпечувальними об'єктами системи, який використовується для отримання інформації про кількісні та якісні параметри таких перетворень. Всі об'єкти системи технологічних перетворень виконуються в просторі і в часі і тому між ними існують тісні взаємозв'язки, які вимагають додаткових досліджень. Основою забезпечення експлуатаційних властивостей виступають технологічні процеси виготовлення заготовок, деталей та складання виробів.

До основних недоліків традиційної методики проектування технологічних процесів можна віднести наступні. По-перше, це частковість рішення по забезпеченню експлуатаційних властивостей. Береться яку-небудь властивість, наприклад, корозійну чи втомну стійкість і за довідниковими даними вибирається метод обробки, який їх забезпечує. Якщо потрібно було підвищити зносостійкість деталі, то питання розв'язувалося також просто: вибирався більш зносостійкий матеріал або використовувалися які-небудь покриття і т.п. Експлуатаційні властивості не зв'язувалися між собою, слабо аналізувалася технологічна собівартість. Кожна властивість була як би сама по собі і забезпечувалася самостійно у відриві від інших. По-друге, неповно використовувалися технологічні властивості деталей, які є основою забезпечення яко-

сті. По-третє, практично не використовувався чіткий зворотний зв'язок між експлуатаційними властивостями деталей і технологією їх отримання, що фактично забезпечує якість. Оскільки такі властивості деталей задаються конструктором, який не завжди є добрим технологом або експлуатаційником, то і тут не завжди забезпечувався необхідний рівень експлуатаційних властивостей, а тим більше зворотний зв'язок при їх одержанні та й і між ними. По-четверте, неповно використовувалися технологічні можливості відомих методів і способів обробки деталей і їх складання, не говорячи вже про нові, розроблені в останній час. Про можливості самоналагоджувальних технологічних систем багато хто чув з чуток, дехто читав і тому вони використовуватися не могли. До цього можна додати, що залишалося напіввідкритим питання формування маршруту та операцій технологічних процесів, як джерела головних помилок при їх проектуванні. Не допомагає в цьому ні оптимізація технологічних рішень, ні застосування ефективних методик проектування, ні комп'ютерна підтримка. Окрім відомих вимог до традиційних технологічних процесів, якими є висока якість, низька ціна прийшли нові парадигми: гнучкість інтелігентність, віртуальність, заповзятливість, що є зараз головним показником стратегії, що також не могло бути використаним в традиційній методиці проектування технологічних процесів. Навряд чи є тут сенс наводити величини втрат, яке зараз несе виробництво при використуванні таких технологічних процесів.

Під експлуатаційними головними властивостями деталей та їх з'єднань, як відомо, розуміється контактна жорсткість, зносостійкість, міцність посадок, корозійна стійкість та динамічна контактна міцність, фретінг-стійкість, теплопровідність, котрі повністю визначають якість виробу та його конкурентоспроможність. Контактна жорсткість – це здатність поверхневих варств, що знаходяться в контакті, чинити опір дії сил, що викликають їх деформацію. Наявність шорсткості, хвилястості, макровідхилень приводить до значного зменшення площі контакту у порівнянні з геометричним аналогом. Під зносостійкістю розуміється здатність поверхневих варств деталей опиратися руйнуванню при дії сил тертя. Також наявність на поверхнях тертя мікровідхилень, появлення зміцнень, залишкових напружень, тощо, приводить до значних труднощів застосування теорії тертя та зношування, а особливо розрахунків величин зношування та довговічності деталей. Герметичність з'єднань деталей визначає їх здатність запобігати витіканню газу чи рідини під заданим тиском. Частіше всього герметичність нерухомих з'єднань забезпечується С-подібними металевими ущільненнями. Розрахунки витікання чи зусиль герметизації також дуже наближені. Міцність посадок з натягом оцінюється здатністю передавати крутний момент і осьові навантаження без взаємного проковзування деталей. Відомі методи розрахунку міцності з'єднань з гарантованим натягом не враховують всіх параметрів якості з'єднаних поверхонь і також є наближеними. Опір втомлюваності – це здатність чинити опір руйнуванню при дії знакозмінних навантажень. Місце руйнування деталей від втоми металу зароджується і знаходиться на її поверхні і тому вона визначається в основному станом поверхневих варств. Границя витривалості деталей переважно залежить від наклепу та залишкових напружень поверхневої варстви. Корозійна стійкість – це властивість поверхневих варств опиратися руйнівній дії зовнішнього середовища, яка визначається їх питомою активністю, що є властивістю фізико-хімічного стану поверхневої варстви і оточуючого середовища. Під статичною контактною міцністю розуміється здатність поверхневих варств чинити опір руйнуванню при статичному контакті (взаємодії) з твердим тілом, а динамічною контактною міцністю – при динамічному контакті.

У технологічних системах при виготовленні та складанні деталей виробів чітко простежуються спадкові зв'язки. Так режими заливки (швидкість, температура, охолодження) безпосередньо спадково визначають властивості відливої заготовки. Зміна швидкості заливки при отриманні відливання під тиском може розглядатися як біфуркація, що викликає нову самоорганізацію частинок металу заготовки і в свою чергу приводить до появи нових фізико-хімічних властивостей (позитивна властивість) і збільшення шорсткості поверхні (негативна властивість). При правильному встановленні обмежень дії фізико-хімічних законів негативні властивості можна значно обмежити, а навіть і усунути. Такою біфуркацією може бути дія на матеріал магнітного поля, що заливається, наслідком чого є підвищення електропровідності та корозійної стійкості. Але разом з появою цілого ряду позитивних властивостей через невивченість таких процесів, а значить випадковість процесу, може проходити і погіршення експлуатаційних властивостей заготовок з його поки що незрозумілим розвитком.

Явище самоорганізації в структурі відливання заготовок слід розглядати в тісному поєднанні із спадковими властивостями рідкого металу. Встановлено, що лише 25% властивостей шихти передається заготовці, а 75% формується під час заливки і затвердіння при охолодженні, яке може протікати порізнному. Так розмір зерна штампованої заготовки залежить від температури рекристалізації, ступеня та швидкості деформації. При критичній швидкості деформації розміри зерен різко збільшуються при падінні міцності матеріалу заготовки. При виникненні такої біфуркації, пов'язаної з закритичними швидкостями деформації, нова організація оцінюватиметься негативно і її недопущення повинне забезпечуватися обмеженнями. Якщо заготовки одержуються методами тиску з порошків різних матеріалів, то спадкові властивості окремих частинок виявляються достатньо чітко. Традиційний спосіб їх отримання пресуванням і спіканням не є раціональним через виникнення значних сил тертя між порошком і пуансоном з матрицею, що приводить до виходу з ладу штампового оснащення при незмінності механічних властиво-

стей заготовок. Біфуркацією в такому пристрої може бути явище зустрічної подачі матриці на пуансон, що переміщається. При певних режимах з'являється нова самоорганізація, при якій поліпшуються всі параметри штампування, а головне - якість заготовки. Пояснюється це значним зменшенням сили тертя між порошком і технологічним оснащенням. Наступною біфуркацією є введення в порошок змащувальних речовин, наприклад, кухонної солі, їдкого натрію, тощо. Самоорганізація системи проходитиме по інших закономірностях від пресування без мастила. Як і у попередньому випадку, необхідність введення обмежень очевидна. При формуванні заготовок методом прокатування можливі випадки, коли при її виготовленні відсутня організуюча сила, а в матеріалі немає тенденцій до зміни свого стану на рівні самоорганізації. Таким чином, в заготівельному виробництві підлягають дослідженню явища біфуркації в до- і пост-еволюційному розвитку системи, обмеження її стійкості з метою використання самоорганізації різних технологічних заготівельних систем для підвищення якості виготовлюваних заготовок.

При механічній обробці заготовок деталей процеси самоорганізації відносяться до їх розмірів, форми, взаємного розміщення поверхонь і особливо стану поверхневої варстви. Матеріал заготовок є суцільним середовищем з своєю геометричною формою, структурою і напругами. Основним бар'єром на шляху передачі спадкових властивостей є термічні операції, після яких проходить істотний їх перерозподіл. Виникає явище біфуркації, що приводить до появи нової структури, що самоорганізується, з новими властивостями. Дисипативні технологічні системи за певних умов можуть переходити від впорядкованого руху до хаотичного, коли перестає діяти причина, організуюча впорядкований рух. Такими причинами можуть бути сили і моменти, діючі в технологічній системі, а також зміна умов їх дії. Прикладів таких достатньо багато: спеціальна зміна режимів обробки і складання, виходжування, складання в системах, що самовстановлюються, адаптивна обробка та складання і т.п. Використання цих явищ в технологічних процесах виготовлення деталей та складання може значно підвищити експлуатаційні властивості виробів за рахунок їх технологічного забезпечення.

Технологічне забезпечення контактної жорсткості ґрунтується на рівняннях взаємозв'язку конкретних поверхонь деталей з умовами їх обробки. Теоретичні дослідження показують, що контактна жорсткість циліндричних з'єднань залежить від номінального діаметру та зазору, які формують номінальну площу контакту, а експериментальні – дають рівняння для їх визначення. Технологія має широкі можливості її підвищення за рахунок вибору правильних методів і видів обробки деталей. Так, контактна повторна жорсткість при чорновому точінні знаходиться в межах 0,38...27,63 Па/мкм, напівчистовому – 1,5...54,42, чистовому – 9,01...58,98, а при круглому шліфуванні для вказаних видів обробки відповідно 33,78...89,79, 46,63...100,34, 63,18...125,74 Па/мкм. При площинному шліфуванні ці значення будуть відповідно наступними: 8,2...60,3, 26,6...70,1, 48,2...76,2 Па/мкм. Підвищення контактної жорсткості можна досягнути також за рахунок оптимізації режимів різання та врахування технологічної спадковості.

Припущення, що технологічне забезпечення та підвищення динамічної поверхневої міцності деталей досягається за рахунок підбору дорогих матеріалів і їх термічної чи хіміко-термічної обробки, що не є правильним. Більш доцільно забезпечувати таку міцність правильним вибором обробки деталей, наприклад, застосування електрехімічної чи електрофізичної обробки звичайних матеріалів з управлінням їх поверхневими властивостями і динамічною контактною жорсткістю, наприклад, іонно-плазмовим напилюванням та лазерною обробкою. При іонно-плазмовому напилюванні на робочі поверхні деталі наноситься шар твердого матеріалу товщиною декілька мікрометрів. Ефективне застосування лазерної хіміко-термічної обробки чи лазерного легування, при якій в поверхневу шару вводяться різні елементи або матеріали з наступною їх обробкою пучком лазера, що дозволило отримати новий матеріал з унікальними властивостями. Це дає можливість заміни високолегованих сталей низьколегованими або звичайними вуглецевими з забезпеченням потрібної динамічної поверхневої міцності. Забезпечення та підвищення динамічної поверхневої міцності проводиться лазерним борируванням, дифузійним борохромуванням, іонною імплантацією, тощо.

Технологічне забезпечення та підвищення зносостійкості деталей досягається технологічним визначенням оптимальних параметрів якості поверхневої варстви, окресленими умовами експлуатації. Для цього застосовується викінчувально-зміцнювальна обробка, особливо нові методи поверхнево-пластичного деформування, наприклад електромеханічна обробка. Основою зміцнення поверхні є поєднання термічного та силового діяння на поверхневу шару оброблюваної деталі, а її суть полягає в тому, що через місце контакту інструмента та деталі пропускається струм великої сили і низької напруги, після чого виступи мікронерівностей нагріваються і під тиском інструмента згладжуються, а поверхнева шару зміцнюється.

Наступними способами є нанесення зносостійких покриттів, застосування самофлюсних покриттів різним поєднанням металів, комбіновані способи обробки (наприклад, комбінована антифрикційна обробка на основі застосування твердих нітридовмістких покриттів, одержаних катодно-іонним бомбардуванням в вакуумі з наступним алмазним вигладжуванням), накатування та обкатування роликками, пружними обкатниками, обробка інструментом ударної дії, віброобкатування, прошивки, дорнування, тощо.

Технологічне забезпечення та підвищення герметичності з'єднань проводиться шляхом призначення параметрів контактних поверхонь, які забезпечують потрібну герметичність, а потім розробкою технологічного процесу, що дозволить одержати вказані параметри. Основними способами обробки різних конфігурацій ущільнювальних поверхонь є точіння, шліфування та притирання. При цьому велике значення має вплив напрямку і параметру нерівності (поперечний, повздовжній), форма контактних поверхонь, схеми їх контакту. Тому при визначенні параметрів контактних поверхонь деталей та розробці технологічного процесу обробки необхідно володіти інформацією можливостей технологічних способів і методів забезпечення цих параметрів.

Технологічне забезпечення та підвищення корозійної стійкості деталей проводиться за рахунок створення відповідної якості поверхневих шарів при механічній та термічній обробці з використанням інгібіторів корозії та різних захисних металевих і неметалевих покриттів. При цьому корозійна стійкість деталей залежить як від якості поверхневої шару, так і властивостей корозійного середовища, умов кородування, виду використовуваного інгібітору, його концентрації, виду покриття, його якості, тощо. Корозія металів є гетерогенним процесом, який проходить через ряд стадій: дифузія частинок початкових речовин до поверхні розділу фаз, де протікає реакція, адсорбція вихідних речовин в пограничній шару, хімічна реакція в цій шару, десорбція частинок продуктів реакції, дифузія цих частинок від реакційної зони в глибину однієї з фаз. Тому швидкість кожної стадії визначатиметься зовнішніми і внутрішніми чинниками корозії. Корозія буває сухою, хімічною, електрохімічною, радіаційною, загальною чи місцевою. Технологічне забезпечення антикорозійності проводиться визначенням значень параметрів якості поверхневої шару, що забезпечують комплексний параметр якості шару, тобто вибором методу обробки поверхонь. Такий підхід найбільш переважний, але не має ще достатнього довідникового забезпечення, тому частіше використовується перший спосіб. Підвищення корозійної стійкості забезпечується неметалічними покриттями типу емалей, фарби, лаків, гуми, пластмаси, тощо. Вибір неметалічного покриття залежить від його властивостей та умов експлуатації. Причиною зменшення корозійної стійкості може бути недостатня адгезія покриття та підложки, тому при механічній обробці заготовок слід вибирати такі способи і методи, що забезпечують оптимальні значення розмірів макро- та мікровідхилень, а також відповідні режими різання для забезпечення комплексного параметру корозійної стійкості. Так, під захисні покриття оптимальним параметром шорсткості буде R_z40 , захисно-декоративні - $R_a2,5$, спеціальні - $R_a1,25$. Гострі країки повинні мати радіус округлення не менше 0,3 мм, а під тверді та анодно-оксидні – не менше 0,5 мм. Регламентуються і інші параметри.

Технологічне забезпечення та підвищення опору втомлюваності деталей, яке пов'язане з пластичною деформацією, при якій протікають різні взаємодії дислокацій скупчення вакансій та зародження втомної тріщини, полягає на застосуванні наклепу поверхневої шару, який підвищує втомну стійкість на 25...30% створенням перешкод збільшення існуючих і виникненню нових втомних тріщин. Відомий також позитивний вплив залишкових напружень стиску (збільшують границю витривалості сталей на 50%), а також шорсткості (для відпаленої сталі 45 зменшення границі витривалості з 285 до 200 МПа при збільшенні шорсткості $R_a3,2$ до 75 мкм). При цьому великий вплив мають розмір зерна, щільність дислокацій та рівень поверхневої екзоелектронної емісії. Поява втомних тріщин має дислокаційну природу, тому для розвитку методів технологічного управління втомною стійкістю деталей необхідні подальші дослідження закономірностей формування основних фізичних параметрів поверхневої шару під час виконання різних технологічних операцій. Вплив методів обробки деталей з сталі 45 на границю витривалості показує, що після 10^7 циклів витривалість не змінюється, що пояснюється розміром зерна та щільністю дислокацій. При шліфуванні велике значення має температура, алмазному вигладжуванню – деформація, а тонке точіння займає проміжне положення. Збільшення зусилля алмазного вигладжування з 100 до 900 Н не дає збільшення границі витривалості. Найбільша величина σ_{-1} відмічена при $P=400$ Н і рівна 440 МПа, а при $P=900$ Н σ_{-1} зменшилась до 410 МПа, що пояснюється високою щільністю дислокацій до $0,8 \cdot 10^{11}$ см² і відсутністю можливостей пластичного деформування металу та швидкого переходу до крихкого руйнування, ніж при менших зусиллях алмазного вигладжування. При поліруванні збільшення часу полірування до 20с різко збільшує границю витривалості з 615 до 680 МПа, потім вона падає і доходить до 665 МПа. Пояснюється це тим, що оптимальний час полірування відповідає такому знятті металу, при якому поверхнева шару формується з малих зерен, що забезпечує гальмування появи тріщин з щільністю дислокацій, залишаючи достатній запас пластичності. Збільшення зняття металу приводить до зняття такої структури і зменшення бар'єрних властивостей границь зерен. При шліфуванні на границю витривалості має вплив матеріал зерна шліфувального круга. При цьому границя витривалості при обробці алмазним кругом більша на 22%, ніж абразивним. Для технологічного забезпечення та підвищення опору втомлюваності повинна бути створена система розробки таких технологічних процесів, в яких методами чистової, тонкої та викінчувальної обробки є як традиційні загальновідомі, так і нові, що вимагатимуть досліджень. Алгоритм забезпечення опору втомлюваності деталей передбачатиме розрахунок розміру зерна при поверхневої шару небезпечного перерізу деталі, визначення рівня екзоелект-

ронної емісії, вибір кодів навантажень, матеріалів, рівня емісії за кодovими таблицями, розрахунок числа циклів навантаженої деталі до руйнування, вибір маршрутно-операційних процесів фінішної обробки.

Технологічним забезпеченням та підвищенням міцності з'єднань з натягом можна управляти за рахунок зміни коефіцієнту тертя в посадці та геометричних параметрів спряжуваних поверхонь деталей. Підвищення міцності з'єднань досягається різними способами і методами, один з яких є вібронакатування деталей з одержанням гвинтових мікрошліців. Зміною режимів процесу можна технологічно управляти міцністю з'єднань. Вібронакатування підвищує міцність пресових з'єднань на 20% в порівнянні з шліфуванням. Найбільший вплив на передаваний крутний момент має амплітуда осциляції, що зв'язано з появою на поверхні валу технологічної хвилястості. Збільшення такої амплітуди зменшує передаваний крутний момент. Великий вплив на величину крутного моменту має зусилля вібронакатування та діаметр кульок.

Висновки. Загалом можна відзначити вплив часто використовуваної та превалюючої лезвівної і абразивної обробки на експлуатаційні властивості деталей, які є основним джерелом забезпечення та підвищення якості виробів. Основними технологічними чинниками, які зумовлюють такий вплив є подача і жорсткість технологічної системи. При алмазно-абразивній - подача і зернистість, а при пластичній - робочий тиск і приведений радіус інструменту. Найбільшими можливостями підвищення експлуатаційних властивостей деталей наділені методи викінчувально-зміцнювальної обробки поверхнево-пластичним деформуванням, яке слід для цього ширше використовувати.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Рыжов Э.В.* и др. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. –М.: Машиностроение, 1979, -174 с., ил.
2. Конструирование машин: Справочно-методическое пособие. В 2 т. / *К.В.Фролов* и др. –М.: Машиностроение, 1994. -528+528 с., ил.
3. *Божидарнік В.В., Григор'єва Н.С., Шабайкович В.А.* Технологія виготовлення деталей виробів: Навч. посібник, -Луцьк, „Надстир'я”, 2006. -612с.
4. *Суслов А.Г.* и др. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений. –М.: Машиностроение, 2006. – 448 с., ил.

УДК 621.81.004.1

Забезпечення та підвищення експлуатаційних властивостей деталей та їх з'єднань / Н.С.Григор'єва, В.А.Шабайкович // Вісник ЖДТУ. 2006. -№ / Технічні науки. – С. –Бібліогр.:4 назв.

Викладені підстави технологічного забезпечення та підвищення експлуатаційних властивостей виробів, таких як контактна жорсткість, зносостійкість, міцність посадок, корозійна стійкість, статична та динамічна конструкційна міцність, фретінг-стійкість, теплопровідність. Такі властивості суттєво підвищують якість і конкурентоспроможність виробів.

УДК 621.81.004.1

Обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений. /Н.С.Григор'єва, В.А.Шабайкович // // Вестник ЖДТУ. 2006. -№ / Технические науки. – С. –Библиогр.:4 назв.

Изложены основы технологического обеспечения и повышения эксплуатационных свойств изделий, таких как контактная жесткость, износостойкость, прочность посадок, коррозионная стойкость, статическая и динамическая конструкционная прочность, фреттинг-стойкость, теплопроводность. Такие свойства существенно повышают качество и конкурентоспособность изделий.

Guaranteeing and increase operational properties details and joints / N.S.Grigoireva, V.A.Shabaykovitch // Grigorieva N.S., Shabaykovitch V.A. // Messenger ZSTU . 2006. -№ / Technical sciences.: -P. – Ref.: 4 titles

Give an account of essential principles of the technological securing and increase of operational properties details, such as contact harshness, wear resistance, durability of fits, corrosive firmness, static and dynamic construction firmness, the fretting- firmness, heat conductivity. Such properties substantially promote quality and competitiveness of products.

ГРИГОР'ЄВА Наталія Сергіївна – кандидат технічних наук, докторант Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

- технологія гнучкого та модульного виробництва;
- математичне модулювання;
- автоматичне складання виробів;
- технологічна спадковість і самоорганізація при виготовленні деталей та складанні виробів.

ШАБАЙКОВИЧ Віктор Антонович – академік транспортної академії України, доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування Жешовського технологічного університету.

Наукові інтереси:

- автоматичне складання виробів;
- застосування в виробництві *CALLS*-технологій;
- технологічна спадковість і самоорганізація при виготовленні деталей та складанні виробів.

Подано 28.10.2006