Запорізький національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Житомирський державний технологічний університет

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

Бойко Ігор Андрійович

УДК 621.9.06:621.9-112.6

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ЯКОСТІ ВИСОКОШВИДКІСНИХ

БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТІВ

05.03.01 – Процеси механічної обробки, верстати та інструменти

13 – Механічна інженерія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_І.А.Бойко

Науковий керівник: Івщенко Леонід Йосипович

доктор технічних наук, професор

Запоріжжя, 2018

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІКУМОВНИХСКОРОЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛСУЧАСНИЙСТАНДОСЛІДЖЕННЯДИНАМІЧНОЇЯКОСТІ

БАГАТОЦІЛЬОВИХВЕРСТАТІВ

Застосуванняпризначеннятаексплуатаційнівластивості

високошвидкіснихбагатоцільовихверстатів

Впливколиваньвтехнологічнійобробляючійсистемінаякістьобробкиі

стійкістьрізальногоінструменту

Поняттяіпоказникидинамічноїякостіверстатів

Видиколиваньвдинамічнійсистеміверстата

ОсобливостіобробкиважкооброблюванихматеріалівнаБЦВвумовах

авіадвигунобудівноговиробництва

ДинамічнийаналізелементівсистемибагатоцільовоговерстатаМетоди

дослідженнядинамічниххарактеристикБЦВ

Експериментальніметодивизначеннячастотвласнихколивань

МетодвизначенняЧВКзадопомогоюударногозбудження

МетодвизначенняЧВКзвикористаннямвіброзбудникаколивань

ВизначенняЧВКзадопомогоюметодаскінченихелементів

МатематичнемоделюванняімодальнийаналізБЦВ

Математичнемоделюваннятамодальнийаналізнесучихсистем

Математичнемоделюваннятамодальнийаналізвисокошвидкісних

шпиндельнихвузлів

Математичнемоделюванняіаналізповоротнихстолів

Структурнологічнасхемадослідження

ВИСНОВКИЗАРОЗДІЛОМ

МЕТАТАЗАВДАННЯДОСЛІДЖЕННЯ

РОЗДІЛОБ’ЄКТІМЕТОДИДОСЛІДЖЕННЯ

Загальніположеннядослідженнядинамічниххарактеристик

багатоцільовихверстатів



Програмноапаратнийкомплексдлядослідженнядинамічних

характеристикбагатоцільовихверстатів

Особливостіпобудовигеометричнихмоделей

ДинамічнийаналізБЦВметодомскінченихелементів

Динамічнийаналізнесучоїсистемибагатоцільовоговерстатаметодом

скінченихелементів

Конструктивнофункціональніособливостіщовраховуютьсяпри

динамічномуаналізішпиндельнихвузлівбагатоцільовихверстатів

Динамічнийаналізповоротногостолабагатоцільовоговерстатаметодом

скінченихелементів

Методикаекспериментальногодослідженнядинамічноїякості

багатоцільовоговерстата

Експериментальнаустановка

ПорядокпроведенняекспериментальногодослідженняЧВК

ВИСНОВКИЗАРОЗДІЛОМ

РОЗДІЛДОСЛІДЖЕННЯДИНАМІЧНИХХАРАКТЕРИСТИК

БАГАТОЦІЛЬОВОГОВЕРСТАТА

ДослідженнядинамічниххарактеристикнесучоїсистемиБЦВ

Визначенняамплітудиколиваньчастотіформвласнихколивань

БЦВ

ВпливзміниположеннярухомихвузлівБЦВнавеличинучастоти

власнихколиваньнесучоїсистеми

ВпливзміниположеннярухомихвузлівБЦВнаамплітудуколивань

передньогокінцяшпинделя

ВпливвагирухомихвузлівБЦВначастотувласнихколиваньнесучої

системи

ВпливзмінижорсткостіскладовихелементівнесучоїсистемиБЦВна

частотувласнихколивань

ВпливсхемивстановленняБЦВікількостіопорначастотувласних

коливаньіамплітудуколиваньпередньогокінцяШВ



Дослідженнядинамічниххарактеристикшпиндельнихвузлів

багатоцільовихверстатів

Розрахуноквеличинирадіальноїіосьовоїжорсткостірадіальноупорнихпідшипниківкочення

Розрахунокамплітудиколиваньчастотіформвласнихколивань

шпиндельноговузла

Спрощенняскінченоелементноїматематичноїмоделішпиндельного

вузла

Дослідженнядинамічниххарактеристикповоротногостола

багатоцільовоговерстата

Визначенняамплітудиколиваньчастотіформвласнихколивань

поворотногостола

ВпливзмінижорсткостіскладовихелементівповоротногостолаБЦВ

наЧВКдлядвохробочихположеньмоста

ВИСНОВКИЗАРОЗДІЛОМ

РОЗДІЛАНАЛІЗРЕЗУЛЬТАТІВДОСЛІДЖЕННЯДИНАМІЧНИХ

ХАРАКТЕРИСТИКБАГАТОЦІЛЬОВОГОВЕРСТАТА

Аналізрезультатівдослідженнядинамічниххарактеристикшпиндельних

вузлівБЦВ

Визначенняпараметрівпарирізальнийінструмент–оправканабазі

розробленоїскінченоелементноїматематичноїмоделізметоюспрощення

визначеннядинамічниххарактеристикшпиндельнихвузлів

Методикапідборупараметріврізальногоінструментуіоправкидля

визначеннямежзміниЧВКШВ

АналізрезультатіврозрахункумежзміниЧВКШВпривстановленні

інструментурізноготипу

Аналізрезультатівдослідженнядинамічноїякостінесучоїсистеми

багатоцільовоговерстата

Аналізрезультатівдослідженнядинамічноїякостіповоротногостола

БЦВ



ЕкспериментальнедослідженнядинамічниххарактеристикБЦВмоделі



ВИСНОВКИДОРОЗДІЛУ

РОЗДІЛЗАБЕЗПЕЧЕННЯПІДВИЩЕННЯПОКАЗНИКІВДИНАМІЧНОЇ

ЯКОСТІБАГАТОЦІЛЬОВОГОВЕРСТАТА

Конструкторськотехнологічнізаходизабезпеченнязаданихпоказників

шорсткостіобробленихповерхоньіточностіобробки

Методикавизначенняінтервалівчастотзбудженняколивань

Методикапідборуівизначеннярежиміврізання

Рекомендаціїщодошляхівавтоматизаціїпроцесупризначеннярежимів

різаннянаБВ

Розробкаспособузакріпленнязаготовкидляобробкискладнофасоннихдеталейнабагатоцільовихверстатах

Заходиконструктивногохарактерущодозменшеннякількостічастот

власнихколиваньбагатоцільовоговерстату

ПослідовністьвідборускладовихелементівБЦВдлявнесеннязмінуїх

конструкціюзметоювпливунапоказникидинамічноїякості

АналізможливостізвуженнямежоминанняЧВКБЦВзарахунок

зближеннядвохблизькорозташованихЧВК

АналізможливостізниженняАКокремихчастотвласнихколивань

виходячиізвеличиниіформиЧВК

Узагальнюючийпідхіддовизначеннясхемивстановленняверстатана

опориіїхкількості

ВИСНОВКИЗАРОЗДІЛОМ

СПИСОКВИКОРИСТАНИХДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ДодатокА

ДодатокБ

ДодатокВ

ДодатокГ



ДодатокД

ВИСНОВКИЗАРОЗДІЛОМ

ЗарезультатамидинамічногоаналізускладовихвузлівБЦВ

розробленометодикувизначенняінтервалівчастотзбудженняколиваньякі

необхіднооминатиприпризначеннірежиміврізаннядлязапобігання

виникненнюявищарезонансу

Розробленометодикупризначеннярежиміврізанняякабазуєтьсяна

результатахдинамічногоаналізувузлівбагатоцільовоговерстатумоделі

щодозволяєзабезпечитинеобхідніпоказники

шорсткостіобробленоїповерхніточностіобробкиістійкостірізального

інструментуВикористаннязапропонованоїметодикидозволилозбільшити

швидкістьрізанняприобробціжароміцногосплавуХНВМТЮБВИ

суцільнотвердосплавноюфрезоюзматеріалувразівдообхв

збільшитиподачувразівдоммхвізабезпечитизбільшення

стійкостірізальногоінструментувразів

Розробленоспосібзакріпленнязаготовкидляобробкискладнофасоннихдеталейщополягаєуприварцідоодногозторцівзаготовки

призматичноїабоциліндричноїформиабочастковообробленоїзаготовки

тримачаізхвостовикомякийзабезпечуєнадійнуфіксаціюцентруванняй

орієнтаціюдеталівспеціальномупристосуваннінаверстатіРозроблене

пристосуванняєдинамічнозбалансованимімаєрядсуттєвихпозитивних

якостейЗапропонованийспосібзакріпленнявпровадженоувиробництвона

АТМоторСічпривиготовленнібільшніжмагазиннихномерівдеталейі

вузлів

ЗапропонованошляхивідборучастотвласнихколиваньБЦВвплив

наякічереззастосуваннязаходівконструктивногохарактеруматиме

найбільшийвпливнапоказникидинамічноїякостіверстатаізабезпечать

необхіднийрівеньдоцільностіїхвикористанняЗаходибазуютьсяна

глибокомуівсебічномуаналізічастотіформвласнихколиваньамплітуди

коливаньскладовихелементівБЦВ



Запропонованоузагальнюючийпідхіддовизначеннясхеми

встановленняверстатанаопориікількостіопорякабазуєтьсянааналізі

частотіформвласнихколиваньнесучоїсистемиверстатаіпризначенадля

забезпеченняпідвищеннядинамічниххарактеристикБЦВЗастосування

розробленоїметодикидозволяєзменшитиамплітудуколиваньпереднього

кінцяшпиндельноговузланаокремихчастотахвласнихколиваньБЦВмоделі

навеличинудо