

Obviously, that for the decision of this problem the necessary instruments oriented to high-speed blade treatment.

As ceramics have increase red-hardness, she provides most speed of cutting. In addition, she chemically inert in relation to the processed material that matters very much at tooling of heatproof and non-rusting materials. Ceramics do not contain expensive alloying elements, that is why she is more cheap instrumental material. From ceramics equip butt-end milling cutters plates at milling of construction, alloyed and chromic steels. Very often ceramic plates are used on finish operations. A treat with their help surface, as a rule, it can at once polish, if herein there is a necessity. Ceramic plates occupied the niche even in space industry, where with their help details are processed from heatproof materials.

In the article the done attempt to show some aspects treatments of over hard ceramics, that consist in influence of some factors on treatment of material by a new method a vibro - magnetic - abrasive.

Keywords: *over hard ceramics, cutting plates, ceramic plates, oscillation treatment, cooling a liquid, instrument, closeness of satiation, abrasive.*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» Самотугін С. С.
Стаття надійшла 14.12.2020 р.*

УДК 621.91

Водзянский В. В., Потлов В. А., Бантюков В. В.

ОБРОБКА ТОЧНИХ (ПІДШИПНИКОВИХ) ШИЙОК ВАЛІВ НА ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ В УМОВАХ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розроблена, випробувана на підприємстві і теоретично обґрунтована технологія ремонту точних підшипникових шийок крупногабаритних "сирих" валів на токарних верстатах в якій наголос зроблено на використання незвичної методики при обробці таких поверхонь на важких токарно-гвинторізних верстатах, суть якої полягає в регулюванні верхніх санчат супорта верстата з врахуванням відстані між ремонтуємими шийками. Розроблена технологія у статті обґрунтована теоретичними викладками, які представлені як рішення поставленої задачі методом розмірних ланцюгів і ця методика була використана у нашій роботі з врахуванням методу підгонки і підтверджено що вона реальна і може бути застосована у ремонтному виробництві. Відомо що обробка на важких токарних верстатах виконується з використанням лезвійного інструменту, а тим паче в умовах ремонтного виробництва, то не завжди можливо одержати необхідні діаметральні і лінійні розміри з необхідною точністю тому що вони залежать від геометричної точності верстата, а також параметри поверхні по шорсткості $Ra = 0,8-0,4$ мкм, одержавши також необхідні на поверхні стискаючи остаточні напруження потрібної величини і напрямку, які можливо одержати якимсь конкретним засобом. Тому у роботі представлені результати проведених нами досліджень у вигляді графіків по виявленню залежності величин і напрямків стискаючих остаточних напружень від режимних характеристик обробки. Також нами було проведено аналіз і прийнято рішення щодо одержання необхідних параметрів по стискаючих

напруженням, які можливо одержати не різанням різцем, а методом торцевого шліфування, одночасно при цьому одержуючи необхідну шорсткість, розробивши при цьому необхідну конструкцію шліфувальної головки, змонтувавши її на верстаті і підбравши потрібну марку шліфувального круга, його форму, а дослідним шляхом підбрали необхідні режими шліфування (швидкість різання, глибину різання, поздовжню та поперечну подачі).

Ключові слова. Опори ковзання, геометрична форма шийок, напруження у поверхневому шарі, супорт, шорсткість, розмірні ланцюги.

Постановка проблеми. Крупногабаритні вали, це вали масою більше 1000 кг у народному господарстві використовуються дуже часто: в металургійній, енергетичній, вантажно-підйомній, транспортній та інших галузях. Під час ремонту крупногабаритних валів, суть якого частіше усього зводиться до ремонту, найбільш зношених відповідальних поверхонь, а конкретно їх підшипникових шийок – опор ковзання, які ніколи у таких випадках не гартуються, виникають складності, які носять, як виробничий, так і технологічний характер. Їх звичайно ремонтують на важких токарно-гвинторізних верстатах і їх геометрична точність не завжди відповідає необхідній точності деталі, яку ремонтують тому його потрібно додатково налагодити. До поверхонь шийок валів у цьому випадку завжди пред'являють достатньо високі вимоги до якості ремонтуємої поверхні, а конкретно, по відношенню до параметрів шорсткості поверхні ($R_a = 0,08 \dots 0,16$ мкм), а також по геометричній формі (різниці діаметрів шийок по усій довжині не більше 0,02 мм) при діаметрі і довжині шийки відповідно приблизно 250 мм і 300 мм і вище, а також остаточних напружень. У нашому випадку вали для металургійної промисловості (ексгаустери аглофабрики), виходячи з серійності виробництва (ремонтне – одиничне), а також розмірів ремонтуємих деталей ($D=500$ мм, $L=4000$ мм) ці вимоги можливо забезпечити без труднощів на круглошліфовальних верстатах, але круглошліфовальні верстати таких габаритів не виготовляє промисловість, тому ми змушені такого виду операції виконувати на важких токарних верстатах, які в силу своїх конструктивних і точностних характеристик, можуть забезпечити похибки форми шийок наших розмірів (різниця діаметрів по усій довжині до 0,15мм), а також шорсткості (не більше 1,6 мкм по параметру R_a) і позитивних остаточних напружень, тому трудомісткість процесу обробки підшипникових шийок на валу до необхідних параметрів якості становиться достатньо великою, але її можливо забезпечити. Крім цього пошук, будь-яких літературних пошуків по цій проблематиці не дав нам ніяких результатів. хоч і ця проблема не вирішена у цілому і нам прийдеться опираючись на існуючу технічну літературу вирішити поставлену виробництвом задачу. Достатньо важливим при обробці «сирих» валів також є наявність у поверхневому шарі напружень, їх знак, а також їх глибина при обробці лезвійним (різцем) інструментом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглядаючи технологічну можливість одержання підшипникових поверхонь, які необхідно відремонтувати, забезпечивши необхідні параметри точності, шорсткості і остаточних напружень з мінімальним зніманням металу, а також мінімальну трудомісткість, керуючись висновками і рекомендаціями викладеними у [1 – 7], а також при цьому враховуючи основні витікаючи з них положення:

1. Для одержання найбільшої точності, потрібно усі поверхні обробити, використовуємо принцип єдності баз, або кажучи по іншому з однієї установки;

2. Найвища точність досягається за допомогою розмірних або кінематичних ланцюгів, які мають у своєму складі найменшу кількість ланок;
3. Установка на верстаті додаткового приладдя з потрібною точністю і жорсткістю.
4. Розширення технологічних можливостей металорізального верстата.

Мета дослідження. У наданій праці поставлена мета - обґрунтувати рішення поставленої задачі теоретичними і практичними рекомендаціями, які забезпечують максимально можливу точність, мінімальну шорсткість та якісні характеристики поверхневого шару при мінімальній трудомісткості.

Основний матеріал дослідження. Аналіз розмірів представлених креслень деталей, які ремонтують на підприємстві "Метінвест", а також паспортних даних представленого токарного верстата мод. 1А660 показав, що довжина обробки шийок по усій номенклатурі ремонтіваних валів менше довжини ходу верхніх санчат, розміщених на поворотній частині супорта. Це дозволило нам виключити похибки, які виникають при переміщенні поздовжнього супорта по станіні та його фіксуванням у потрібному місці, при цьому здійснюючи подачу тільки за допомогою верхніх санчат супорта. З метою підвищення точності обробки шийок на токарній операції, нами на верстаті було проведено пришабрування направляючих верхніх санчат і поворотної частини верхніх санчат супорта, після цього відхилення від прямолінійності (допуск прямолінійності) переміщень санчат по усій довжині (500 мм), складав 0,003...0,004 мм, в ту чи іншу сторону, в залежності від напрямку переміщення. Симетричність зношення шийок валів при експлуатуванні в поперечному перетину (тому що по довжині вона нерівномірна), дозволила розробити методику вивірювання паралельності верхніх санчат лінії центрів верстата безпосередньо по шийці оброблюваного валу, з врахуванням теорії розмірних ланцюгів. Розробляємо теоретичне обґрунтування розмірного ланцюга використовуючи метод підгонки. Складемо схему розмірного ланцюга, яка має вид

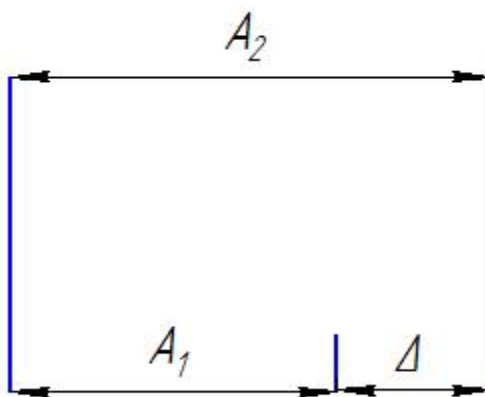


Рисунок 1 – Схема трьох ланкового розмірного ланцюга

Виходячи з схеми трьох ланкового розмірного ланцюга

$$\sigma_{A_2} - \sigma_{A_1} = \sigma_k,$$

тоді:

$$\Delta_k = \frac{\sigma_k}{2} + (\Delta_{A_2} + \Delta_{A_1}) - (\Delta_{A_1} + \Delta_{A_2}) \quad (1)$$

де:

Машинобудування і зварювальне виробництво

Δ_k – поправка до координати поля допуску компенсуючої ланки;

Δ_{A1}, Δ_{A2} – координати середин полів розширених допусків;

Координата середин полів допусків можуть збільшувати або зменшувати величину замикаючої ланки A_Δ нашого трьохланкового розмірного ланцюга $A1 + A_\Delta - A2 = 0$.

Тоді формулу (1) можна записати

$$\Delta_k = \frac{\sigma_k}{2} + (\pm \Delta_{0A2} \pm \Delta_{0A1}) - (\pm \Delta_{\Delta A1} \pm \Delta_{\Delta A2}) \quad (2)$$

Формулу (2) можна перетворити, враховуючи алгебраїчну суму координати середин полів допусків вказаних ланок, тоді:

$$\Delta_k = \frac{\sigma_k}{2} + (\pm \Sigma A_{d1} \pm \Sigma A_{d2}) - (\pm \Sigma \Delta_{d1} \pm \Sigma \Delta_{d2}) \quad (3)$$

де:

n – загальна кількість збільшуючих ланок ланцюга

m – загальна кількість усіх ланок ланцюга

Аналіз рівності (2) показує, що при симетричності допусків, або $\Delta_{\Delta A1} = 0; \Delta_{\Delta A2} = 0;$

$\Delta_{\Delta A3} = 0$, тоді рівняння (3) буде мати вигляд $\Delta_k = \sigma_k / 2$.

Враховуючи запропоновану методику розрахунку нами було виконана практична частина роботи, яка підтвердила теоретичні припущення вказані при розгляді положень теорії розмірних ланцюгів.

Вал встановлюється на верстат з базуванням по центровим отворам, що забезпечує при цьому мінімальне радіальне биття шийки. Мікрометром заміряємо діаметри шийки у трьох перетинах: по середині, а по краям на відстані 10 мм від бурта і торця відповідно. Верхні санчата верстата встановлюємо у середнє, по довжині направляючих, положення. Переміщенням поздовжнього супорту верстата, центр обертання поворотної частини супорта встановлюємо напроти середини шийки валу (рис. 2).

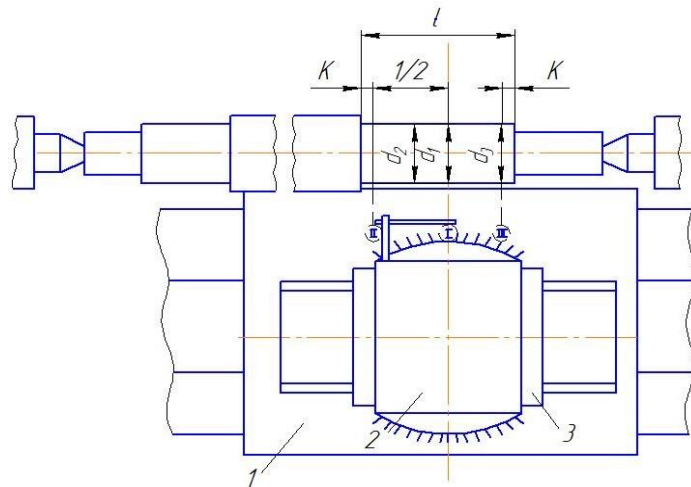


Рисунок 2 – Схема вивірення паралельності напрямлення переміщення верхніх санчат супорта відносно лінії центрів верстата:

Машинобудування і зварювальне виробництво

1 - поздовжній супорт; 2 - різцетримач; 3 - верхні санчата поперечного супорту

Індикатор годинникового типу ИЧ-10, з ціною градуювання 0,001 мм встановлюємо на верхніх санчатах таким чином, щоби головка вимірювального стрижня, у початковому положенні 1 знаходилась на лінії, перпендикулярній лінії центрів и проходила через середину шийки валу і центр обертання поворотної частини супорта. Перпендикулярність переміщення різцетримача по верхнім санчатам лінії центрів буде забезпечена, якщо індикатор, виставлений на нуль у положенні I, у положеннях II і III показує відповідно значення $\frac{d_2-d_1}{2}$ і $\frac{d_3-d_1}{2}$ з відповідними знаками.

Обточування шийки після зробленого вивіряння практично забезпечує одержання потрібної геометричної форми її, однак шорсткість, при цьому, виходить такою що і була ($R_a > 1,6$ мкм), також, що дуже важливо для нашого випадку, при обточуванні виникають розтягувальні напруження, які також негативно впливають у майбутньому на експлуатаційні характеристики ремонтуємої поверхні. Аналогічна операція виконується, по необхідності, і з іншими поверхнями, які цього потребують, при цьому деталь з верстата не знімають.

Для рішення питань пов'язаних з забезпеченням максимальної якості поверхні з точки зору остаточних напружень, їх знаку, глибини залягання і шорсткості поверхні, були проведені додаткові дослідження, які дозволили рішення задачу комплексно. Фізико-механічні властивості поверхневого шару, який лежить під обробленою поверхнею, як відомо, у багатьох випадках визначають експлуатаційні якості деталей любих машин. Так як у нашому випадку ми виконуємо обробку «сирих» валів, то ці властивості мають важливе значення.

Загально відомо, що найважливішими показниками при різанні лезвійним інструментом будуть: знак і глибина залягання остаточних напружень. Остаточні напруження які виникають у поверхневому шарі виникають внаслідок дії силового поля, яке виникає внаслідок дії сил різання і структурних перетворень. При обробці м'яких матеріалів утворюються розтягувальні напруження, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики поверхні. Величина, знак і глибина залягання остаточних напружень залежать від переднього кута різця, подачі (товщини зрізаного шару), товщини зрізаного кулі швидкості різання, ступені зношення різця [5]. Принциповий вплив S , V , γ з конкретними режимними характеристиками процесу різання на величину напружень і глибину їх залягання Δ представлено на рисунку 3 (а, б, в).

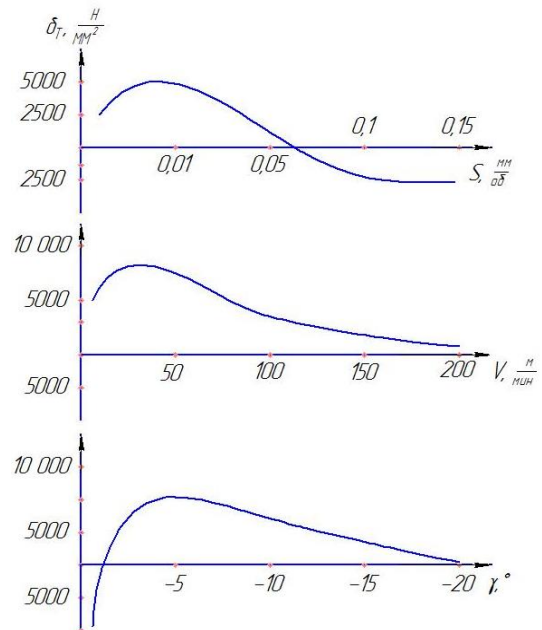


Рисунок 3 – Графіки впливу подачі S , швидкості різання V і переднього кута γ на величину напружень і глибину їх залягання

З представлених графіків видно, що при швидкостях різання, при обробці заданих «сирих» деталей вище $V \geq 150 - 170$ м/хвилину виникнення негативних напружень поверхневого шару стабілізується, значить обробку їх необхідно вести на $V \leq 120$ м/хвилину, збільшення величини подачі, також впливає на їх величину і глибину залягання розтягуючих напружень після $S \geq 0,05$ мм / об. Передній кут різця також сильно впливає на остаточні розтягуючих напруження, і нами було виявлено що передній кут повинен бути не більше $\gamma \geq -15^\circ$.

Крім остаточних напружень, при різанні створюється наклеп, який, у нашому випадку є позитивним. Наклеп поверхневого шару в основному пов'язаний з деформацією і зміцненням феритної фази обробляемого матеріалу. Глибина різання мало впливає на величину наклепу, але на наклеп суттєва впливає підвищення зносу ріжучого різця.

З метою досягнення потрібної шорсткості поверхні, нами було розроблено пристрій для шліфування шийки валу торцем абразивного чашкового круга по схемі, показаній на рисунку 4. Пристрій встановлюємо у різцетримач верстата (на поворотній частині супорта і затискаємо планкою, яку одіваємо на дві шпильки. Основу пристрою складає високоточний шпиндельний вузол з радіальним биттям базової конічної посадочної поверхні шпинделя не більше 3 мкм.

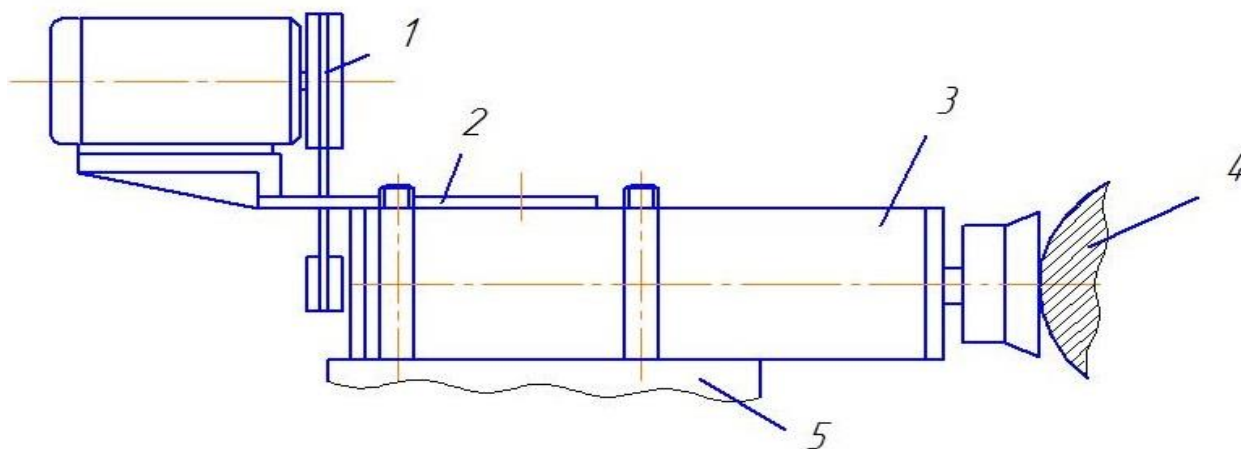


Рисунок 4 – Пристрій для шліфування шийок валу:
 1 - електродвигун; 2 - корпус пристрою; 3 - шпиндельний вузол;
 4 - шийка вала; 5 - різцетримач

Шліфувальний круг кріпиться на оправці, встановленій на посадочний конус шпиндельного вузла. Найменша величина биття робочих поверхонь шківів відносно осей їх обертання була забезпечена остаточною обробкою цих поверхонь у зібраному виді. Для передавання обертального руху від електродвигуна до шпинделю, використовувався плоский прогумований бавовняний ремінь, для погашення можливих вібрацій. Проведені досліді виявили, що для нашого випадку доцільно використовувати круги форми ЧК з характеристикою ЭБ 25СМ1К56, що дозволило нам одержати шорсткість поверхні шийок ($R_a = 0,2$ мкм).

Так як існує два варіанта установки шліфувального круга при торцевому шліфуванні, відносно шліфуємої поверхні, а саме: 1-коли круг орієнтують перпендикулярно оброблювальній поверхні; 2- коли круг орієнтується під нахилом $3-5^\circ$ до оброблювальної поверхні. При першому варіанті установки забезпечується мінімальна величина шорсткості поверхні по параметру R_a , але при цьому низька продуктивність процесу, що для нас не суттєво, а при другому варіанті продуктивність підвищується, а шорсткість погіршується; але у тому і другому випадку на оброблювальній поверхні створюються стискаючі напруження. Режим шліфування, який забезпечує необхідну якість оброблених поверхонь (ремонтуючих), наступний: частота обертання круга $n_k = 5000$ об /хвилину; частота обертання деталі $n_d = 40$ об/хвилину; поздовжня подача $S_{пр} = 1,68$ мм/об ($V_k = 35 - 40$ м/с; $V_d = 30$ м/хвилину; $S_{пр} = 1,68$ мм/об). Шліфування виконувалось за такої технології: круг що обертається підводився до шийки валу до торкання з валом, що обертається, і виконувалась обробка; подальша обробка виконувалась або без радіальної подачі, або аналогічно першому варіанту. За один прохід знімався припуск $0,005 - 0,05$ мм на сторону. Необхідна якість поверхні шийок валів ($R_a = 0,2...0,3$ мкм) була одержана за два подвійних хода без другої радіальної подачі.

Розроблений на кафедрі "Технологій машинобудування" Приазовського державного технічного університету та випробований на підприємстві "Метінвест" засіб ремонту шийок роторів ексгаустерів і компресорних машин дозволив одержати необхідну якість підшипникових шийок валу, при відносно низьких затратах.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена технологія ремонту підшипникових або любых інших точних поверхонь на валах важких машин дозволяє одержати любую потрібну якість ремонту.
2. Запропоновано засіб ремонту суттєво зменшує трудомісткість ремонту приблизно в 4 – 5 разів з одночасним поліпшенням якості ремонту
3. Розроблена технологія значно розширює технологічні можливості, завантажених не завжди, важких токарних верстатів.
4. Розроблені теоретичні передумови для вибору режимів різання при точінні лезвійним і абразивним інструментами.
5. Запропонована технологія, з нашої точки зору, підвищує технологічну культуру виробництва.

Список використаних джерел:

1. Балакишин, Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакишин. – М : Машиностроение, 1969. – 358 с.
2. Егоров, М. Е. Технология машиностроения : учебник для вузов / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. – М : Высшая школа, 1976. – 534 с.
3. Решетов, Д. Н. Точность металлорежущих станков / Д. Н. Решетов, В. Т. Портман. – Машиностроение, 1986. – 336 с.
4. Новиков, М. П. Основы сборки машин и механизмов / М. П. Новиков. – М. : Машгиз, 1955. – 507 с.
5. Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М. : Машиностроение, 1975. – 343 с.

Машинобудування і зварювальне виробництво

6. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / Б. М. Базров [и др.]. – М : Машиностроение, 2018. – 1574 с.

7. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. М. Дальского. – М : Машиностроение, 2003. – 910 с.

Водзянский В. В., Потлов В. А., Бантюков В. В.

ОТДЕЛКА ТОЧНЫХ (ПОДШИПНИКОВЫХ) ШЕЕК ВАЛОВ НА ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНОМ СТАНКЕ В УСЛОВИЯХ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Разработана, испытана на предприятии и теоретически обоснована технология ремонта точных подшипниковых шеек крупногабаритных "сырых" валов на токарных станках в которой упор сделан на использование необычной методики при обработке таких поверхностей на тяжелых токарно-винторезный станок, суть которой заключается в регулировании верхних салазок суппорта станка с учетом расстояния между ремонтируемых шейками. Разработанная технология в статье обоснована теоретическими выкладками, которые представлены как решение поставленной задачи методом размерных цепей и эта методика была использована в нашей работе с учетом метода подгонки и подтверждено что она реальна и может быть применена в ремонтном производстве. Известно, что обработка на тяжелых токарных станках выполняется с использованием лезвийного инструмента, а тем более в условиях ремонтного производства, то не всегда возможно получить необходимые диаметральные и линейные размеры с необходимой точностью так как они зависят от геометрической точности станка, а также параметры поверхности по шероховатости $Ra = 0,8-0,4$ мкм, получив также необходимы на поверхности сжимаемая окончательные напряжения нужной величины и направления, которые можно получить каким-то конкретным средством. Поэтому в работе представлены результаты проведенных нами исследований в виде графиков по выявлению зависимости величин и направлений сжимающих остаточных напряжений от режимных характеристик обработки. Также нами был проведен анализ и принято решение по получению необходимых параметров по сжимающим напряжением, которые можно получить не резкой резцом, а методом торцевых шлифовки, одновременно при этом получая необходимую шероховатость, разработав при этом необходимую конструкцию шлифовальной головки, смонтировав ее на станке и подобрав нужную марку шлифовального круга, его форму, а опытным путем подобрали необходимые режимы шлифования (скорость резания, глубину резания, продольную и поперечную подачи).

Ключевые слова. *Опоры скольжения, геометрическая форма шеек, напряжение в поверхностном слое, суппорт, шероховатость, размерные цепи.*

Vodzyansky V. V., Potlov V. A., Bantyukov V. V.

FINISHING PRECISE (BEARING) SHAFT NECKLES ON A HEAVY LATHE UNDER REPAIR CONDITIONS

Developed, tested at the enterprise and theoretically substantiated the technology of repairing precision bearing journals of large "raw" shafts on lathes in which the emphasis is placed

on the use of an unusual technique when processing such surfaces on a heavy screw-cutting lathe, the essence of which is to adjust the upper slide of the taking into account the distance between the repaired necks. The developed technology in the article is substantiated by theoretical calculations, which are presented as a solution to the problem by the method of dimensional chains, and this technique was used in our work taking into account the fitting method and it was confirmed that it is real and can be used in repair production. It is known that processing on heavy lathes is carried out using a blade tool, and even more so in a repair production, it is not always possible to obtain the required diametrical and linear dimensions with the required accuracy, since they depend on the geometric accuracy of the machine, as well as surface roughness parameters $Ra = 0.8-0.4$ microns, having also obtained necessary on the surface compressing the final stresses of the desired magnitude and direction, which can be obtained by some specific means. Therefore, the work presents the results of our studies in the form of graphs to identify the dependence of the magnitudes and directions of compressive residual stresses on the regime nature of processing. We also carried out an analysis and made a decision to obtain the necessary parameters for the compressive stress, which can be obtained not by a sharp cutter, but by the method of face grinding, while at the same time obtaining the necessary roughness, while developing the necessary design of the grinding head, mounting it on the machine and choosing the required the brand of the grinding wheel, its shape, and empirically selected the necessary grinding modes (cutting speed, depth of cut, longitudinal and transverse feed).

Keywords. *Sliding bearings, geometric shape of journals, stress in the surface layer, caliper, roughness, dimensional chains,*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» Анділахай О.О.
Стаття надійшла 05.11.2020 р.*

УДК 621.874.04:539.4.012.1

Іванов Є. І., Сергієнко Ю. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ ВІЗКА ВАГОНОШТОВХАЧА ВРПД 93-110 ЗА РАХУНОК ЗНИЖЕННЯ ПАРАЗИТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Для переміщення завантажених вагонів і передачі їх у вагоноперекидач використовується вагоноштовхач. Виникаючі навантаження при експлуатації цього устаткування діляться на корисні і шкідливі. Найбільш небезпечними є динамічні навантаження. Для вирішення цієї проблеми запропоновано застосувати активні пристрої-амортизатори. Ці пристрої повинні мати функції буфера, демпфера і адаптера. Застосовані два амортизуючі пристрої. Перший виготовляється з товстостінної труби і працює на стискуванні в осьовому напрямі. Другий забезпечує рівномірний розподіл контактної напруги по площі платформи. Застосовані пристрої стабілізують роботу машини і істотно підвищують довговічність її роботи. При цьому адаптер забезпечує рівномірний розподіл навантажень. Для всіх деталей які знаходяться між платформою і приводним валом колісної пари навантаження врівноважені. Адаптер виготовляють зі