

Додатково направлення забезпечується двома колонками і втулками 20. На верхній плиті 5 встановлені три прямокутні підкладні плити 22. Заготовка встановлюється і центрується в матриці 1. Видавлювання здійснюється пуансоном 11. Виштовхування виробу з матриці відбувається при зворотному ході повзуна преса за допомогою тяг 7, коромисла 18, штовхача 11, опорної плити 10 та виштовхувача 9.

Висновки

Моделюванням методом скінчених елементів визначена кінцева геометрія виробу, силові режими, питомі зусилля. Встановлений розподіл відносної інтенсивності напружень та ступеня використання ресурсу пластичності в здеформованому металі для прогнозування механічних властивостей по об'єму виробу.

По розрахунковим даним спроектовано штамп для реалізації комбінованого видавлювання на практиці.

Список літератури

1. Холодная объемная штамповка. Справочник. Под ред. Г.А. Навроцкого. М.: Машиностроение, 1973, - 496 с.
2. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т.; т. 3. Холодная объемная штамповка/ Под ред. Г.А. Навроцкого. – М.: Машиностроение, 1987. -384 с.

УДК 621.9.06-08

В.М. Пестунов, канд.техн.наук, проф., О.С. Стеценко, канд.техн.наук, доц., П.М. Єрьомін, асп.
Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна

ПРОБЛЕМИ ТЕРТЯ І СПОСОБИ ПРОЯВЛЕННЯ ЙОГО У ВЕРСТАТНИХ СИСТЕМАХ

В статті висвітлюється новий підхід до проблеми зменшення тертя і зношування рухомих частин і механізмів верстатних систем шляхом перерозподілу напрямків потоку потужності і навантаження. Зміна співвідношення цих сил сприяє підвищенню точності і надійності виконавчих органів верстатів. Приведені приклади схем розвантаження приводів подачі верстатів конкретних механізмів.

In the article lights up new approach to the problem of friction and wear of locomotive parts and mechanisms of the machine-tool systems by the redistribution of directions of streams power and lading. Changing of correlation of these forces is instrumental in the increase of exactness and reliability of executive branches of machine-tools. The examples of charts of unloading of drives of serve of machine-tools of concrete mechanisms are resulted.

Відомо, що тертя в елементах привода верстатних систем збільшує витрати енергії, знижує точність і надійність верстатів. Традиційно для зниження зношування і підвищення надійності використовують передачі і напрямні кочення, гідростатичні напрямні і передачі „гвинт-гайка”. Існуючі методи зниження шкідливого впливу тертя і використання його в приводах формоутворення зведені в класифікаційну таблицю (рис. 1).

На наш погляд проблеми тертя можна вирішувати кількома напрямками:

Перший напрямок – зміна напрямків потоку потужності і навантаження, який узагальнює структурна схема привода машин, приведена на рис. 2 [1]

Де М – електродвигун;

Зн – ланка настройки, або зміни швидкості;

Му – механізм розподілу потоків потужності по кінематичним ланцюгам формоутворення; U1, U2... Un – виконавчі органи, які здійснюють технологічний процес; Y1, Y2... Yn – управляюча дія на виконавчі органи.

Із схеми на рис. 2 витікає, що виконавчі органи привода, сприймаючи технологічне навантаження, знаходяться у рівновазі під дією сил механізму управління рухом і механізму розподілу потоків потужності. Зміна співвідношення цих сил відкриває широкі можливості привода по точності, надійності і інших параметрах.

Узагальнюючи відомі методи покращення вихідних характеристик верстатів і умов функціонування виконавчих органів верстатів по навантаженню, які визначають основні характеристики верстата, необхідно зазначити, що більшість із них зводиться до двох схем навантаження виконавчого органу привода подачі верстата, при яких виконавчий орган верстата навантажується таким чином, щоб:

по-перше – в процесі робочого руху його напрямні навантажувались рушійною силою (рис. 3), яка забезпечувала надійне базування і підвищення точності взаємного розташування виконавчих органів верстатів;

по-друге – щоб напрямні сприймали тільки перемінні складові технологічного навантаження і приводили до

зниження навантажувальних втрат, зношування і підвищення довговічності. Але відсутність механізмів попереднього натягу приводить до невизначеності у відносному розташуванні повзуна і напрямних, що знижує точність обробки (рис. 4)

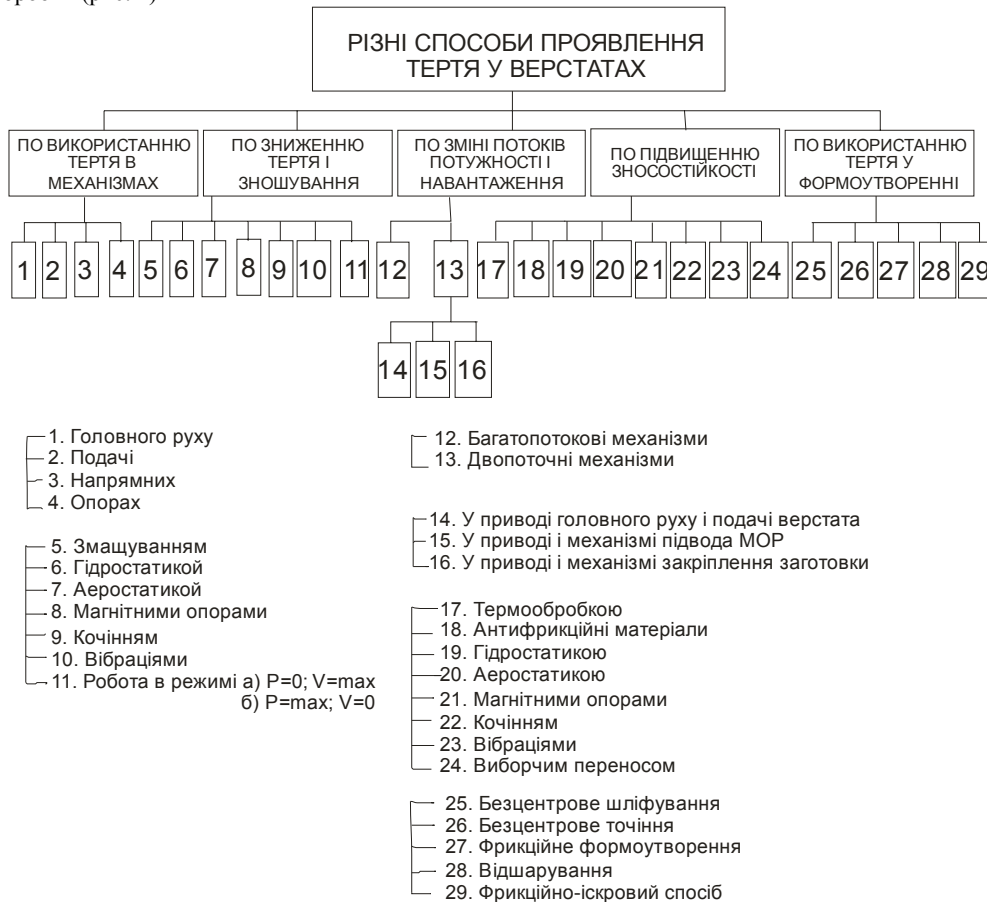


Рис. 1 Класифікаційна таблиця способів проявлення тертя у верстатах

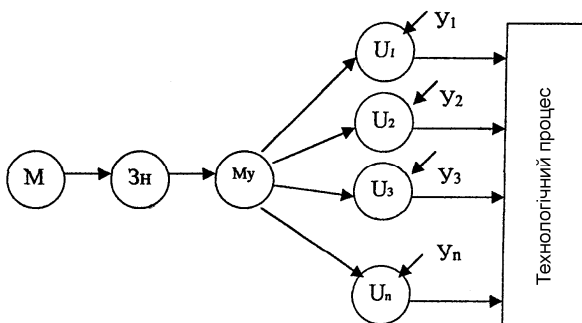


Рис. 2 Загальна структурна схема приводу машин

Таким чином, в межах розглянутих схем навантаження виконавчого органу приводу подачі верстата немає можливості вирішити задачу суттєвого зниження навантаження напрямних без змін відносного розташування виконавчого органу в процесі обробки. Вирішення цієї задачі можливе лише на структурній основі, що забезпечує зміну потоків потужності і навантаження в приводі верстата по схемі, приведений на рис. 2

Така структура дозволяє сумішувати задані параметри процесу обробки з оптимальними умовами функціонування по навантаженню виконавчих органів і кінематичних ланцюгів, які визначають основні вихідні характеристики і на цій основі вирішувати

задачі суттєвого зниження навантаження і тертя в напрямних найбільш чутливих елементів технологічної системи верстата, підвищити точність, надійність і довговічність. На рис. 5 показані структурні схеми приводу верстатів із загальним електродвигуном і з окремими електродвигунами для кожного кінематичного ланцюга. [2]

Схема 5а складається із:

1-електродвигуна; 2 – ланки настройки кінематичного ланцюга головного руху; 3- ланки настройки ланцюга подачі; 4 – механізму зміни потоків потужності; 5 – механізму перетворення обертового руху в поступальний.

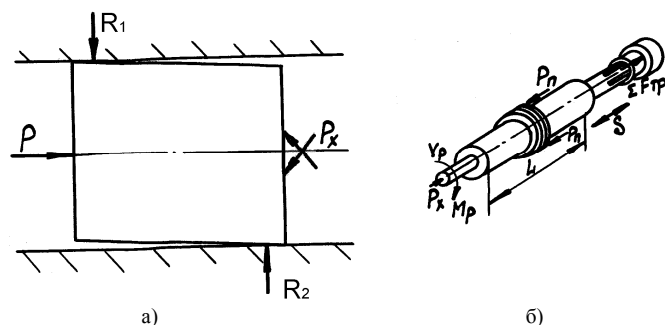


Рис. 3 Схема навантаження виконавчого органу приводу верстата: а) В загальному випадку; б) Механізму пінольного типу

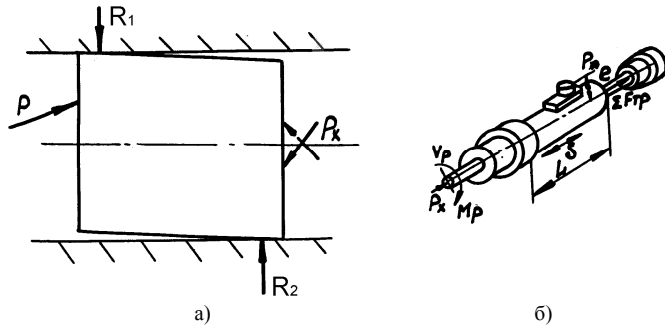


Рис. 4 Схема навантаження виконавчого органу привода верстата: а) в загальному випадку; б) механізму пінольного типу

привода показана на рис. 7. [4]

Вона містить привід головного руху 1, вихідною ланкою якого є шпindel 2, який встановлений на підшипниках у пінолі 3. Піноль 3 має вигляд штока, який зв'язаний з поршнем 4, розташованим у гідроциліндрі 5 гідравлічного механізму подачі.

На циліндричній поверхні поршня 4 утворено заглиблення 6 гідростатичної опори, яке каналом 7 з'єднане з напірною порожниною гідроциліндра 5. Інші елементи привода, що забезпечують його працездатність, на рис. 7 не показані.

Поставлена мета досягається таким чином: від електродвигуна через привід 1 обертається шпindel 2. Подачу інструменту, закріпленому у шпинделі, забезпечує гідравлічний механізм, вихідною ланкою якого є піноль 3. Тиском рідини у напірну порожнину гідроциліндра 5 поршень 4 забезпечує подачу пінолі 3. Одночасно, по каналу 7, рідина подається під тиском до заглиблення 6 гідростатичної опори. Оскільки заглиблення розташоване лише на секторі циліндричної поверхні поршня, створюється додаткова сила, яка притискує піноль 3 до напрямних і, як наслідок, забезпечується базування пінолі, а також підвищується жорсткість у стикку „піноль–напрямні” при мінімальних втратах навантаження.

Достатня величина додаткової сили, що притискує піноль 3 до напрямних, забезпечується при умові, що співвідношення між площиною заглиблення гідростатичної опори S і робочою площиною поршня S_p приймається із такого співвідношення $S \leq 0,1 \cdot S_p$, при умові, що гідростатична опора розташовується на секторі, центральний кут якого менше 340° (рис. 7б). Якщо система працює у реверсивному режимі, робоча рідина подається в іншу порожнину гідроциліндра 5. На рис. 7в показана схема пристрою перемикання, що виконаний у формі циліндричного каналу 8, в якому переміщується кулька 9.

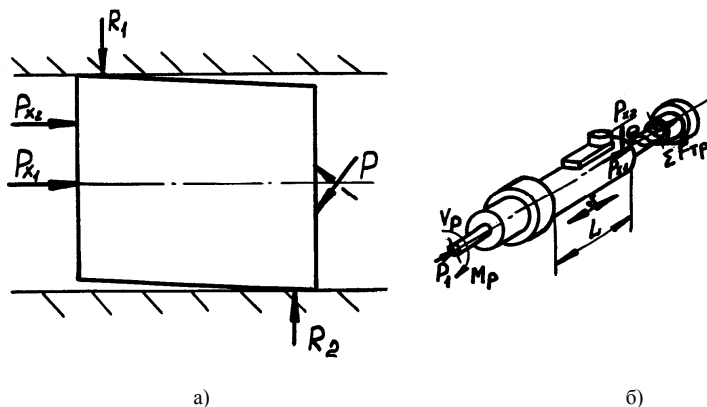


Рис. 6 Схема навантаження виконавчого органу привода верстата в умовах перерозподілу навантаження: а) – в загальному випадку; б) – механізму пінольного типу

Механізм, показаний на схемі 5б, складається: 1,4 – електродвигунів; 2,5 – ланок настройки відповідних кінематичних ланцюгів; 3 – механізму зміни потоків потужності; 6 – механізм перетворення руху.

Розроблена на цій основі схема привода показана на рис. 6. Вона має навантаження виконавчого органу привода у відповідності із структурою, приведеною на рис. 5.

Така схема навантаження, вирішуючи проблему підвищення точності, дає можливість знизити зношування і підвищити довговічність привода шляхом мінімальних витрат на тертя. Розроблена на цій основі схема

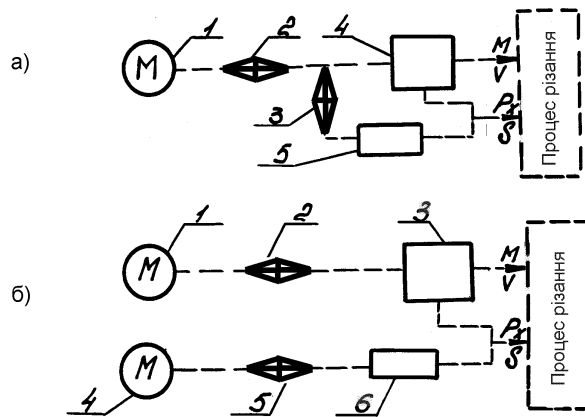


Рис. 5 Структурна схема привода верстатів: а) із загальним електродвигуном; б) з окремими електродвигунами для кожного із кінематичних ланцюгів

На рис. 7в показана схема пристрою перемикання, що виконаний у формі циліндричного каналу 8, в якому переміщується кулька 9. каналами 7 і 10 циліндричний канал 8 з'єднується з порожнинами гідроциліндра 5, а каналом 11 із заглибленням на гідростатичній опорі. При робочому русі пінолі рідина подається по каналу 7, переміщує кульку 9 по циліндричному каналу 8, перекриває канал 10 і відкриває канал 11 і рідина поступає у заглиблення 6, притискуючи піноль до гідростатичної опори. При зворотному русі пінолі все

відбувається аналогічно. Таким чином, при зміні напрямку руху пінолі додаткова сила, яка притискує піноль 3 до напрямних, не змінює свого напрямку і, тим самим, забезпечує точність роботи даної системи.

Проблема підвищення точності обробки шляхом базування по шпинделю оброблюваної втулки та закріплення її за допомогою сил тертя вирішується за допомогою встановлення заготовки на шпинделі револьверної головки, яка приведена на рис. 8

З цієї метою заготовка 1 подається в зону обробки і вертикальними рухами револьверної головки встановлюється по отвору на циліндричну поверхню проміжного елемента 2 до тих пір, поки не стане торцевою поверхнею на площину основи 3. Проміжний елемент 2 виконується у вигляді втулки, яка базується по циліндричній поверхні шпинделя 4 (рис. 8а). В нижньому положенні револьверної головки на основу 3 подається твердий наповнювач (вода) і теплообмінник 4, встановлений на столі верстата 5 здійснює заморожування наповнювача і закріплення заготовки. Ефект заморожування здійснюється термобатарейми постійного струму 6. Регулювання температури здійснюється струмом живлення термобатарей 6.

Після закріплення заготовки 1 на основі 3 револьверна головка 4 відводиться електродвигуном 8 у вертикальному напрямку (рис. 8б). Після цього відбувається поворот револьверної головки 7 в чергову позицію, де встановлено наступний інструмент. Обертання інструмента здійснюється електродвигуном 11 через зубчасту передачу 12-13. На шпинделі 14 встановлено розточувальний різець. Робоча подача здійснюється також електродвигуном 8, який після закінчення операції повертає револьверну головку 7 в початкове положення. Потім револьверна головка повертається в чергову позицію і готує до роботи черговий інструмент. Аналогічно здійснюється процес до повної обробки заготовки. Після закінчення обробки в робочу позицію револьверної головки 7 переводиться шпиндель з магнітним захватом, який разом із револьверною головою 7 підводиться до заготовки 1.

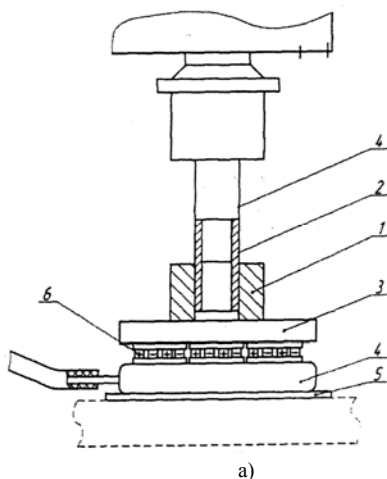
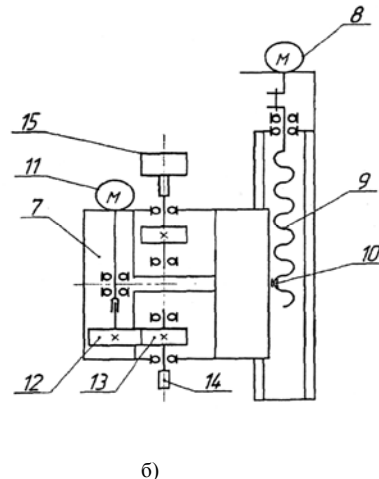
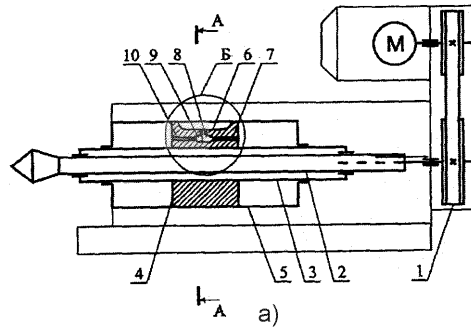


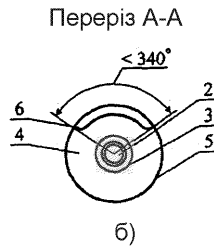
Рис. 8. Схема револьверної головки і способу закріплення втулки



б)

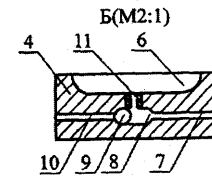


а)



б)

Схема пристрою перемикання



в)

Рис. 7. Схема привода пінольного типу із гідравлічним механізмом подачі, що забезпечує жорсткість у стикі „піноль-напрямні”

В цей період заготовка розморожується за рахунок зміни полярності струму живлення термобатарей. Захват 15 (рис. 8б) знімає заготовку з основи і поступовими рухами і поворотом револьверної головки переносить її в транспортну позицію верстата.

Із викладеного випливає, що технічна сутність способу полягає в тому, що наведене в описі поєднання взаємозв'язаних дій забезпечує якісно новий рівень підвищення точності. Спосіб установки заготовки дозволяє виключити вплив похибок пристрою на точність установки та обробки.

В технологічній системі заготовка–пристрій–верстат–інструмент завжди є погрішності, які впливають на точність обробки, якщо заготовку базувати в пристрої. Якщо заготовку базувати по шпинделю, то ці погрішності вдається компенсувати, адже заготовка не є кінцевою ланкою розмірного ланцюга з вказаними елементами. Що стосується поверхні, по якій базується заготовка по шпинделю, то це принципового значення не має. В даному випадку зовнішня поверхня може бути неробочою. Підвищення точності досягається за рахунок компенсації погрішностей пристрою.

Спосіб обробки отворів вирішує проблему підвищення точності шляхом позиціонування кондукторних втулок для глибокого свердління на верстатах з ЧПУ. На рис. 9 пояснюється спосіб установки, який забезпечує точність

обробки отворів. [5]

Поставлена мета досягається тим, що напрямну втулку спочатку встановлюють на супутник і базують по отвору, потім супутник встановлюють і закріплюють у шпинделі з базуванням по отвору шпинделя, після цього за допомогою шпинделя супутник з напрямною втулкою підводять до заготовки і фіксують на ній. Потім шпиндель відводять у вихідне положення, знімають супутник, на його місце встановлюють інструмент, здійснюють обробку і після зняття інструмента знову встановлюють у шпиндель супутник і з його допомогою знімають напрямну втулку із заготовки.

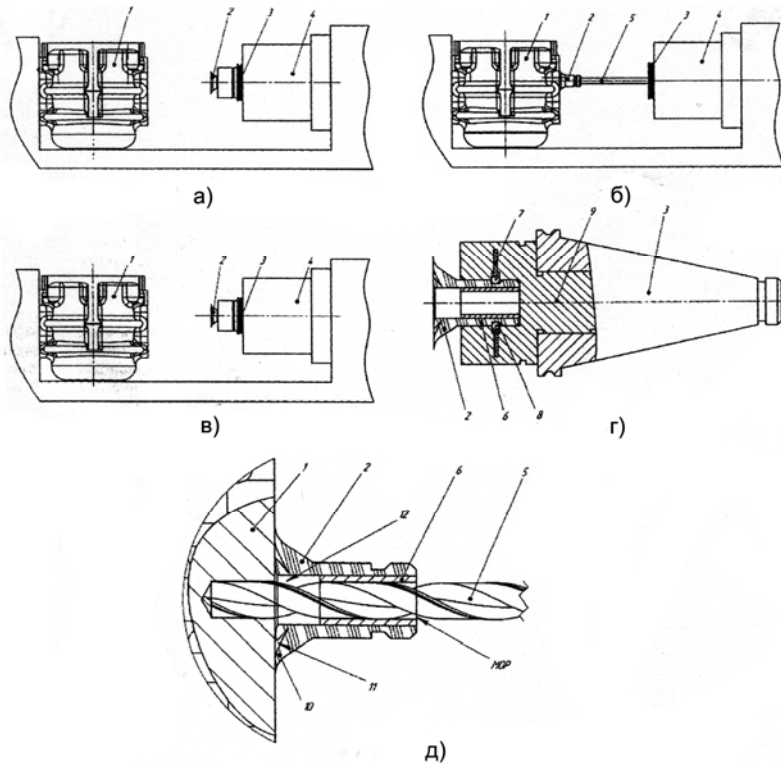


Рис. 9. Пристрій для обробки отворів з позицюванням кондукторних втулок

фіксується в технологічній системі верстата до закінчення процесу обробки. Потім напрямну втулку спочатку встановлюють на супутник 3 і базують по отвору, а після цього супутник встановлюють і закріплюють у шпинделі 4 з базуванням по отвору шпинделя (див. рис. 9а). Наступна дія – за допомогою шпинделя 4 супутник 3 підводять до заготовки 1 і фіксують напрямну втулку 2, після цього шпиндель 4 відводять у вихідне положення, встановлюють інструмент 5 (див. рис. 9б). І нарешті, здійснюють обробку, відводять шпиндель 4, змінюють інструмент 5 на супутник 3 і з його допомогою знімають напрямну втулку 2 із заготовки 1 (див. рис. 9в).

Кріплення напрямної втулки на супутнику здійснюється наступним чином:

Супутник 3 з'єднаний з перехідником 9, який вміщує пружини 7, на яких розташовані колеса 8. За допомогою пружини 7 та коліс 8 кріпиться напрямна втулка, яка безпосередньо складається з присоски 2 та втулки 6 (див. рис. 9г). Кріплення втулки 6 на заготовці 1 здійснюється за рахунок конфігурації присоски 2.

Коли супутник притискує напрямну втулку до заготовки 1, з камери 11 витискується повітря, що дозволяє закріпити напрямну втулку на заготовці 1. Наступна дія – підведення інструменту 5 і проведення механічної обробки.

Конфігурація присоски 2 дає можливість подавати в зону обробки змащувальну рідину і відведення стружки. Це досягається за рахунок утворення камери 12.

Після закінчення обробки підводиться супутник, затискує напрямну втулку. В цей час до камери 11 через клапан 10 подається повітря, після чого супутник з напрямною втулкою відводиться від головки 1 (див. рис. 9д). Описаний спосіб закріплення підвищує точність обробки на розточувальних верстатах з ЧПУ.

Проблему підвищення точності обробки на токарних верстатах з ЧПУ вирішує спосіб обробки, в якому зменшення зносу напрямних вирішується шляхом дискретних переміщень супорта на напрямних.

Запропонована схема обробки направлена на те, щоб розвантажити напрямні привода в процесі обробки. Для цього інст-

Спосіб здійснюється за допомогою пристрою зображеному на рис. 9, де на рис. 9а приведена схема базування супутника з напрямною втулкою в технологічній системі верстата; 9б – схема здійснення обробки; 9в – схема зняття напрямної втулки із заготовки; 9г – схема кріплення напрямної втулки на супутнику; 9д – схема кріплення напрямної втулки на заготовку.

Пристрій, яким здійснюється спосіб, складається із заготовки 1, яка закріплюється у технологічній системі верстата, напрямної втулки 2, яка кріпиться у супутнику 3 за допомогою перехідника 9, супутник 3 кріпиться у шпинделі 4, інструменті 5, втулки 6, пружин 7 та колеса 8, за допомогою яких напрямна втулка кріпиться на перехіднику 9, клапані 10, камери від'ємного тиску та камери 12.

Спосіб здійснюється наступним чином:

До заготовки 1 підводиться напрямна втулка 2 і

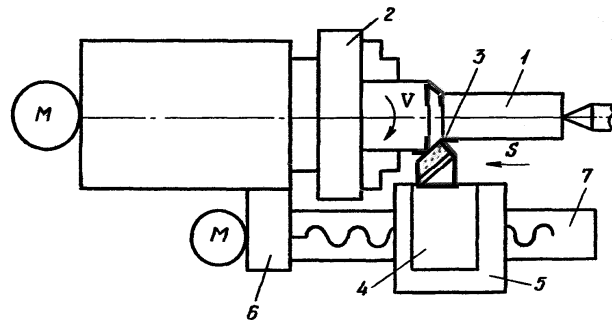


Рис. 10. Схема привода подачі токарного верстата з дискретним переміщенням супорта по напрямних

рументу надають відносний рух подачі і коливання у напрямку подачі. [3]

Оброблювану деталь 1 (рис. 10) закріплюють у патроні 2 і їй надають обертання з частотою $n=340$ об/с. Різець 3 закріплюють у вібруючому пристрої 4, встановленому на супорті 5. Супорт 5 за допомогою гвинта з'єднаний з приводом подачі 6. Вібруючий пристрій 4 налагоджують на амплітуду коливань $A_k=0,35$ мм і частоту $f=5,5$ Гц.

Під час обробки дискретні переміщення супорта 5 суміщають у часі з відведенням різця 3 від деталі за допомогою вібруючого пристрою.

Крок дискретних переміщень і параметри коливань вібруючого пристрою 4 приймають із співвідношення $S_{ш} < A_k$, де $S_{ш}$ – крок дискретних переміщень, мм; A_k – амплітуда коливань інструмента, або заготовки у напрямку руху подачі, мм.

При таких умовах забезпечуються дискретні переміщення супорта 5 по напрямних в період циклу, коли процес різання переривається. Напрявні 7 привода подачі розвантажуються від технологічного навантаження, що сприяє зниженню зношування, підвищенню довговічності і технологічну надійність привода подачі верстата.

Приведені приклади механізмів і передач показують, як можна нетрадиційними методами знижувати шкідливий вплив тертя на їх роботу. Особливо ефективно працюють механізми із зміною напрямків потоку потужності і навантаження або введення додаткових сил, які притискують робочі органи до напрямних усуваючи люфти, зазори і забезпечуючи високу точність їх роботи.

Список літератури

1. Пестунов В.М., Стеценко А.С., Коврышкин Н.А. Механические усилители мощности в приводе робототехнических комплексов// Вісник НТУУ „КПІ” Серія машинобудування.–К.:НТУУ „КПІ”–2009, с. 79-88
2. Пестунов В.М., Стеценко О.С. Підвищення ефективності механізмів подачі верстатних систем// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету/ Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ -вип. 21-Кіровоград: КНТУ, 2008, с. 197-206
3. А.с. №10888887, Пестунов В.М, Каринов Е.А. Способ обработки материалов резанием. Оpubл. 30.04.1984, бюл. №16
4. Декл. патент №66677 Крыжановский В.А., Пестунов В.М., Гречка А.И. Силовая головка. Оpubл. 17.05.2004, бюл. №5
5. Декл. патент №17470 Пестунов В.М., Павленко І.І., Кабулов К.Б. Спосіб обробки отворів. Оpubл. 15.09.2006, бюл. №9

УДК 532.53:629.784

В.А. Ковалев, канд.техн.наук, Н.Г. Кришук, д-р техн.наук, А.С. Конюхов, канд.техн.наук
НТУ України “Киевский политехнический институт” г.Киев, Украина

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ В ЕМКОСТЯХ С ПЕРЕГОРОДКАМИ

Описано методику проведення чисельного експерименту з моделювання течій в'язкої нестисливої рідини у модельних ємкостях з перегородками на основі рівнянь Нав'є-Стокса за допомогою методу скінчених елементів. Проводиться аналіз профілів компонент вектора швидкості та структури циркуляційних течій у меридіональних площинах, робиться висновок про коректність і вірогідність математичної моделі досліджених процесів.

The procedure of numerical calculations by finite-element methods of viscous incompressible flows in moving containers with baffles is described. The analysis of velocity profiles, circulation structures and effects on free space flows are made. There are conclusions of imitation models accuracy.

Введение

При полете космического аппарата (КА), начиная со старта до выхода на орбиту Земли, на него действуют разного рода внешние силы, например, от работающей двигательной установки, штатных маневров и т.д. Содержащиеся в его топливных баках жидкие горючее и окислитель, масса которых может составлять до 80 % массы всего объекта, могут двигаться в пространстве баков под действием сил инерции по неопределенному закону и оказывать заметное влияние на стенки баков и конструкции внутри-баковых демпфирующих устройств, выполненных в виде радиальных и кольцевых перегородок.

Исследование характера обтекания перегородок и распределения скоростей жидкости в их окрестности позволяет установить структуру течения, определить градиенты скоростей, конструктивные параметры перегородок и оптимизировать их влияние на инерционные течения жидкости не только в пристеночной области емкости, но и в пространстве, не охваченном перегородками. Это, в свою очередь, обеспечит оптимальное проектирование таких конструкций перегородок, которые будут достаточно эффективно влиять на течения в емкостях при меньшей массе