

**РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
ДОПОМІЖНИХ ОПОР ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ****Кушніров Павло Васильович**кандидат технічних наук, доцент
Сумський державний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5894-538X
p.kushnirov@tmvi.sumdu.edu.ua**Євтухов Артем Віталійович**кандидат технічних наук, доцент
Сумський державний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9428-403X
evtuhov.a@tmvi.sumdu.edu.ua**Дегтярьов Іван Михайлович**кандидат технічних наук, старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-8535-987X
ivan_dehtiarov@tmvi.sumdu.edu.ua**Денисенко Юлія Олександрівна**кандидат технічних наук, старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9816-2862
y.denisenko@tmvi.sumdu.edu.ua**Басов Богдан Сергійович**аспірант
Сумський державний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-0954-6184
b.basov@tmvi.sumdu.edu.ua

В статті розглядаються проблеми підвищення жорсткості при установленні в пристроях нежорстких заготовок, що мають великі розміри за довжиною або шириною. Прикладами таких деталей є різні корпуси, плити, рами, столи паперорізальних машин, тонкостінні деталі авіаційної техніки тощо. Верстатні пристрої для встановлення заготовок містять основні опори. Для збільшення жорсткості технологічної системи у верстатних пристроях застосовують додаткові допоміжні опори. Використовуються два види допоміжних опор – самоустановлювані та підвідні. Ці допоміжні опори містять клин, що має кут скосу до 8 градусів для забезпечення ефекту самогальмування.

Аналіз існуючих типів допоміжних опор дозволив виявити недоліки їх конструктивного виконання та напрями удосконалення. Показано, що підвідні опори, на відміну від самоустановлюваних, є більш жорсткими і тому більш рекомендованими. Допоміжні підвідні опори підводяться до заготовки вручну. Для того, щоб не перевищувати силу натиску на клин підвідної опори, застосовують пружину стиску, розташовану в глухому отворі клина між дном цього отвору та опорним стрижнем.

Для встановлення заготовок, що мають опорні поверхні криволінійної форми, рекомендовано використання допоміжних підвідних опор поворотного типу. Такі опори дозволяють не тільки змінювати кут нахилу опорного штиря в межах 0–90 градусів, але ще й здійснювати поворот опори навколо своєї осі на кут 360 градусів. Запропонований варіант поворотної допоміжної підвідної опори дозволяє також здійснювати нахил на різні кути. Це стає можливим завдяки виконанню сферичною основи опори. Використання сферичної основи в конструкції опори дозволяє спростити саму опору, зменшити габаритні розміри опори та її масу при збереженні можливості змінювати кут нахилу опорного штиря в просторі в різних напрямках.

Проведено зіставлення можливостей опорного штиря розглянутих допоміжних опор здійснювати лінійне переміщення або обертання в різних напрямках в тривимірній системі координат. Визначено, що найбільшу кількість можливостей руху опорного штиря мають підвідні поворотні допоміжні опори, максимум можливостей – запропонована поворотна допоміжна підвідна опора зі сферичною основою. Це свідчить про наявність в цій опорі найбільших технологічних можливостей, що дає змогу використовувати її для встановлення широкої номенклатури заготовок з криволінійними, похилими та важкодоступними опорними поверхнями.

Ключові слова: верстатний пристрій, нежорстка заготовка, допоміжна опора, самоустановлювана опора, підвідна опора, опорний штир, кут нахилу, сферична основа.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.1.7>

Вступ. Велике значення у розвитку машинобудівного комплексу країни відіграє вдосконалення технології оброблення заготовок, що мають великі розміри за довжиною або шириною і недостатню жорсткість. Прикладами таких великогабаритних заготовок є різні корпусні деталі, плити, рами, столи паперорізальних машин, тонкостінні деталі авіаційної техніки, елементи суден, станини верстатів тощо (Chai et al., 2021; Liu et al., 2021). Встановлення таких заготовок при механічному обробленні – це досить складне завдання, оскільки вони є нетехнологічними та маложорсткими. Верстатні пристрої для встановлення подібних заготовок, насамперед, містять так звані основні опори, що призначені для базування. З метою збільшення жорсткості технологічної системи в тих місцях, де можлива поява прогинів заготовок від дії сил різання або виникнення вібрацій в процесі оброблення, у верстатних пристроях застосовують додаткові допоміжні опори (Hao & Yang, 2020; Zhang & Li, 2020). При цьому використовують різні види допоміжних опор – як самоустановлювані, так і підвідні (Okpala & Ezeanyim, 2015). Оскільки технологічна система зі зниженою жорсткістю накладає обмеження з глибин різання та подач ріжучого інструменту, то актуальним є використання нової високоефективної технологічної оснастки, що дозволяє жорстко встановлювати заготовки і дає можливість здійснювати високопродуктивне механічне оброблення (Pandit, 2022). Від цього залежить подальше зростання технічного прогресу у низці базових галузей машинобудування – у верстатобудуванні, насособудуванні, важкому машинобудуванні, поліграфічній промисловості (Basov & Kushnirov, 2022; Basov et al., 2021).

Типові конструкції самоустановлюваних та підвідних допоміжних опор розглянуто в нормативній, довідковій і науковій літературі. На рис. 1 показана типова конструкція самоустановлюваної опори (Kushnirov et al., 2020). При установленні заготовки в пристрої опорний штир 2 опускається, стискаючи пружину 9. Штир 2 фіксується гвинтом 5 за допомогою пальця 3. До конструкції опори також входять: корпус 1, ковпачок 4, рукоятка 6, штифти 7 та 8.

Зазвичай допоміжна самоустановлювана опора містить вертикально розташований штир (плунжер), що має кут скосу в межах 6–8 градусів для забезпечення ефекту самогальмування (рис. 2). До цієї похилої поверхні здійснюється притиск штиря стопорним гвинтом. Сам же штир під дією пружини піднімається вгору до зіткнення з поверхнею заготовки, що попередньо встановлена на основні опори (Tertyshnyk & Kushnirov, 2018).

На рис. 3 показано варіант виконання допоміжної самоустановлюваної опори, що використовується як технологічна оснастка при механічному обробленні заготовок столів паперорізальних машин.

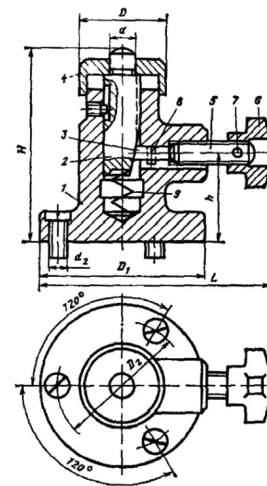


Рис. 1. Типова допоміжна самоустановлювана опора

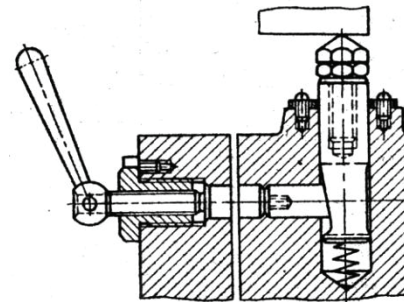


Рис. 2. Допоміжна самоустановлювана опора

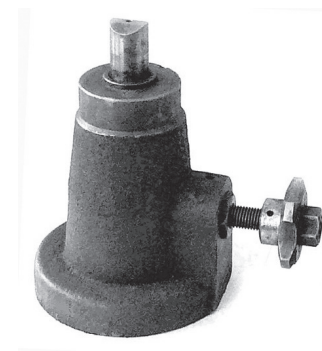


Рис. 3. Допоміжна самоустановлювана опора для верстатних пристроїв при обробленні заготовок столів паперорізальних машин

Одним з недоліків самоустановлюваних опор є їх недостатня жорсткість: при впливі на заготовку великих сил різання (наприклад, при обробленні струганням або чорновим фрезеруванням) механізм затиску штиря може дати просідання із заклинюванням, що призводить до невиконання опорою її безпосередньої функції. Методика оцінювання жорсткості верстатних пристроїв

розглянута в дослідженні (Ivanov et al., 2018), а прогнозування частотних характеристик маложорсткої системи «заготовка-пристрій» наведена в (Jia et al., 2021). В (Ivanov et al., 2022) рекомендована методика прийняття рішень щодо раціонального вибору установлюваної схеми в пристроях для деталей складної форми. Керування силою затиску в пристроях з плаваючими опорами також сприяє зменшенню деформацій протяжних заготовок (Zhu et al., 2022).

Збільшення жорсткості технологічної системи можна досягти, використовуючи підвідні допоміжні опори. У цих опор вертикальний штир має більш вигідні умови обпирання на переміщуваний вручну клин з кутом скосу до 8 градусів, оскільки вертикальна складова сил різання при обробленні заготовки тут сприймається всією опорною поверхнею клина. Допоміжні підвідні опори, на відміну від самоустановлюваних, підводяться до заготовки вручну. На рис. 4 показана підвідна клинова опора, в якій опорний штир здійснює контакт із заготовкою (після її установлення на основних опорах) шляхом переміщення клина. Після цього опорний штир фіксується обертанням рукоятки з гвинтом, при цьому кульки розсовують затискні кулачки (Borovyk, 2008; Kushnirov et al., 2020).

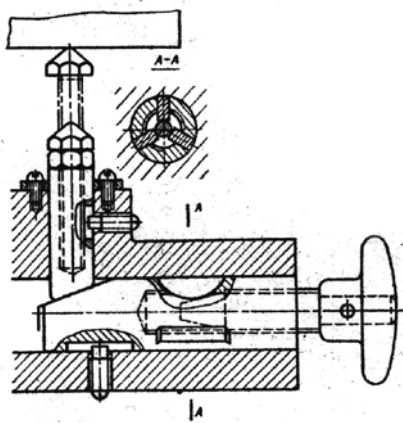


Рис. 4. Допоміжна підвідна опора

Однак даний вид допоміжних опор має і свої недоліки. Головний з них: клин переміщують вручну, і при такому переміщенні клина здійснюється не завжди контрольоване підняття опорного штиря до торкання з поверхнею заготовки. Існує небезпека того, що при дії надмірного ручного зусилля на клин заготовка може піднятися над основними опорами, і тому порушиться як точність базування, так і сама жорсткість технологічної системи. Цього недоліку позбавлена конструкція допоміжної підвідної опори, в якій зусилля на переміщення клина передається через таровану пружину стиснення (Kushnirov et al., 2020). Після встановлення заготовки на основні опори, клин переміщують, натискаючи на кнопку. При цьому опорний штир піднімається вгору і торкається заготовки. Коли зусилля переміщення опорного штиря досягає розрахункового значення, горизонтальне зусилля на клині зрівнюється із зусиллям пружини стиснення. При цьому кнопка зрушується відносно центрального стрижня, і вказане зміщення кнопки на величину

1–3 мм цілком відчутно працівником для припинення натиску на кнопку: головка центрального стрижня починає тиснути на долоню робочого-верстатника, сигналізуючи про необхідність припинення переміщення. У такому положенні клин фіксується. Конструкція підвідної опори дозволяє дозовано переміщувати клин без побоювання перевищення сили, яка могла б призвести до підняття заготовки над основними опорами (рис. 5).

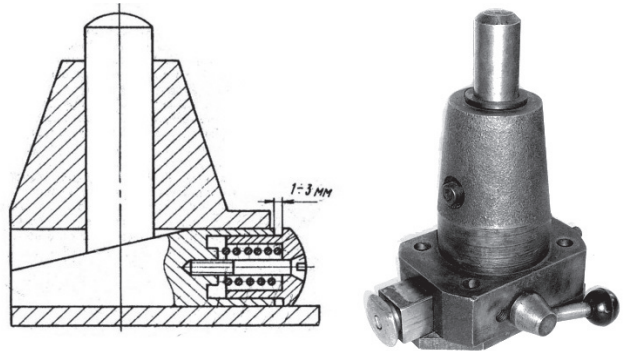


Рис. 5. Допоміжна підвідна опора

Але зазначена конструкція допоміжної підвідної опори має певний недолік: головка центрального стрижня, яка натискає на долоню робочого-верстатника, може викликати деякі неприємні больові відчуття. Щоб пом'якшити цей вплив і для покращення ергономічних властивостей допоміжну опору обладнують пружиною стиску, розташованою в глухому отворі клина між дном цього отвору та опорним стрижнем (Kosenko et al., 2012; Basov et al., 2022), рис. 6.

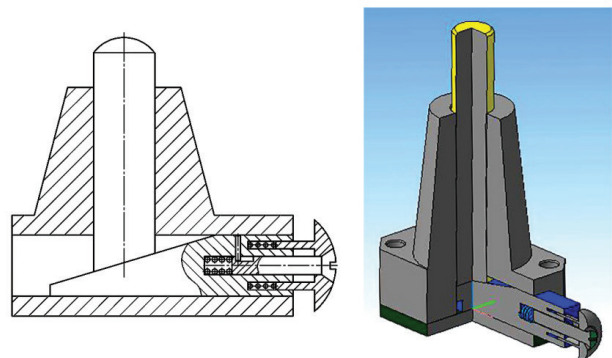


Рис. 6. Допоміжна підвідна опора

Наявність пружини між клином та стрижнем дозволяє значно зменшити силу тиску стрижня на руку, зробити більш м'яким контакт фіксуючої головки стрижня з рукою робітника і у такий спосіб знизити болючу дію на людину. При цьому жорсткість пружини між клином і стрижнем повинна бути більше жорсткості пружини стиску між клином і кнопкою, оскільки в іншому випадку робітник не зможе відчутти вплив фіксуючої головки стрижня на руку. Використані методи проектування опори на основі 3D-моделювання аналогічні наведеним у роботі (Li, 2020).

Розглянуті допоміжні опори мають загальний недолік: їх опорний штир може здійснювати тільки верти-

кальні переміщення (вгору – вниз), при цьому контактна поверхня заготовки має бути горизонтальною. Форма ж заготовок може бути досить різноманітною. Можливі випадки, коли поверхні, до яких необхідно підводити опори, можуть мати різне просторове розташування (наприклад, похилі або криволінійні). Відомі ж допоміжні опори не матимуть можливості бути підведеними до таких поверхонь. Це знижує технологічні можливості допоміжних опор, тому що зменшується кількість різновидів та конструкцій заготовок, що могли б бути встановленими на цих опорах. Таким чином, метою роботи є розширення технологічних можливостей допоміжних опор шляхом надання опорам властивості при настроюванні змінювати кут нахилу опорного штиря по відношенню до заготовки.

Матеріали і методи досліджень.

Для здійснення дослідження плануємо використання таких методів:

- проведення аналізу конструкцій допоміжних опор, узагальнення та систематизація отриманої в результаті аналізу інформації;
- синтез конструкцій технологічного оснащення на основі проведеного теоретичного аналізу;
- комп'ютерне моделювання;
- аналіз результатів, що отримані при дослідженнях.

Для удосконалення конструкції допоміжної підвідної опори з метою розширення її технологічних можливостей необхідно виконати допоміжну опору поворотною. Тобто, для встановлення заготовок, що мають криволінійні, похилі та важкодоступні опорні поверхні, найбільш ефективними можуть бути допоміжні підвідні опори такого поворотного типу. Саме для таких випадків призначена поворотна підвідна опора (Lukianenko et al., 2012), що дозволяє змінювати кут нахилу по відношенню до заготовки (рис. 7).

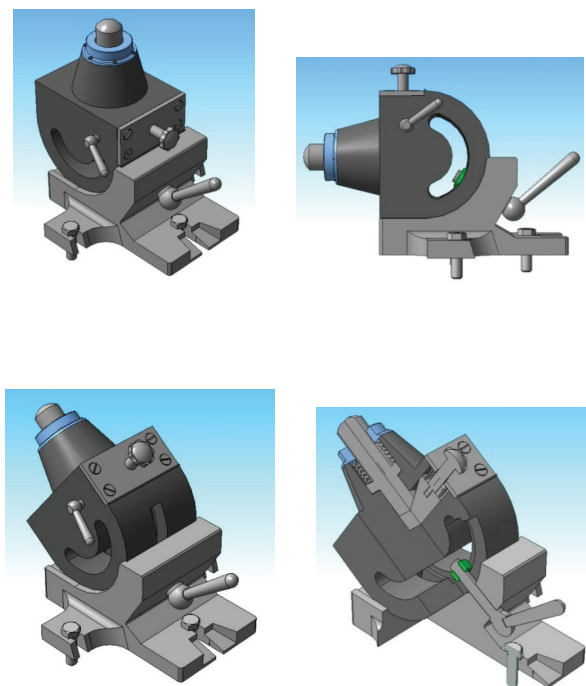


Рис. 7. Поворотна допоміжна підвідна опора

Поворотна допоміжна підвідна опора діє таким чином. Після встановлення заготовки на основні опори виставляють необхідний кут нахилу осі опорного штиря шляхом обертання поворотної частини корпусу відносно нерухомої частини корпусу. Необхідне положення куту нахилу фіксують за допомогою нарізного затискного механізму. Після цього, натискаючи на стрижень з голівкою, переміщують клин. При цьому опорний штир піднімається відносно клина і торкається заготовки. Це положення клина фіксують за допомогою бокового нарізного затискного механізму. Завдяки здатності опорного штиря нахилитися в діапазоні 90 градусів, на дану опору можна встановлювати більш широке коло різноманітних за формою заготовок, з похилими та важкодоступними поверхнями включно.

Інший варіант поворотної допоміжної підвідної опори згідно (Maltsev et al., 2015) дозволяє не тільки змінювати кут нахилу опорного штиря в межах 0–90 градусів, але ще й здійснювати поворот опори навколо своєї осі на кут 360 градусів (рис. 8).

На відміну від попередньої поворотної допоміжної підвідної ця опора містить поворотну базову частину корпусу (поворотний стіл), яка має можливість кругового обертання відносно вертикальної осі. Фіксацію необхідного положення цієї поворотної частини здійснюють за допомогою затискної рукоятки з конічною ділянкою та нарізним механізмом. Допоміжна опора дозволяє змінювати кут нахилу опорного штиря по відношенню до заготовки в різних напрямках, в горизонтальній площині включно. Це значно підвищує технологічні можливості опори, тому що з'являється можливість встановлювати на цій опорі більш широке коло різних за конструкцією заготовок з опорними поверхнями різної форми та конфігурації.

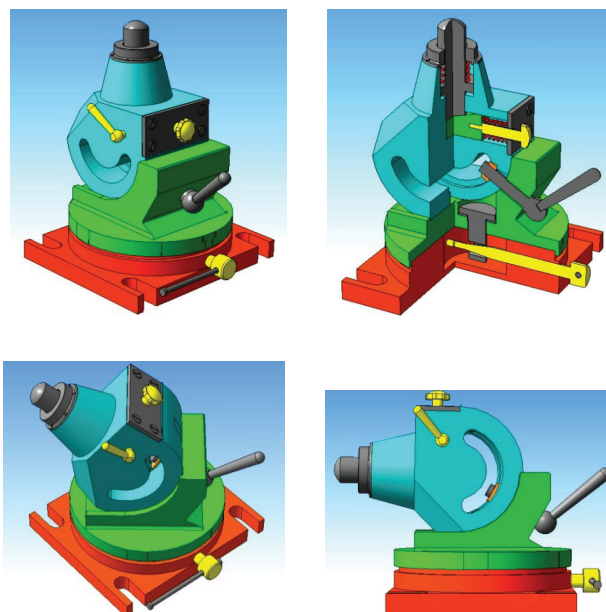


Рис. 8. Поворотна допоміжна підвідна опора

Результати досліджень. Проведемо порівняльний аналіз розглянутих поворотних опор. Так, остання

поворотна допоміжна підвідна опора (рис. 8) має переваги у порівнянні з технічним рішенням згідно з рис. 7, оскільки опорний штир має можливість не тільки змінювати кут нахилу, але ще й повертатися навколо власної осі. Однак недоліком цієї конструкції є достатня складність і, як наслідок, збільшення габаритних розмірів опори та її маси. Тому потрібно вирішити завдання вдосконалення поворотної допоміжної підвідної опори з метою спрощення її конструкції при збереженні можливості змінювати кут нахилу опорного штиря в просторі по відношенню до заготовки в різних напрямках.

Запропонований варіант поворотної допоміжної підвідної опори (рис. 9) дозволяє не тільки змінювати кут нахилу опорного штиря в межах 0–90 градусів, але і здійснювати поворот опори на різні кути. Конструкція цієї опори на відміну від конструкції (Maltsev et al., 2015) відрізняється тим, що контактуючі ділянки поворотної частини опори та нерухомої частини-основи виконані сферичними. Це дозволяє спростити конструкцію опори, оскільки відпадає необхідність використання додаткової базової частини з механізмом повороту та механізмом фіксації даного повороту. Як наслідок, зменшені габаритні розміри опори та її маса. При цьому зберігається можливість змінювати кут нахилу опорного штиря в просторі по відношенню до заготовки в різних напрямках.

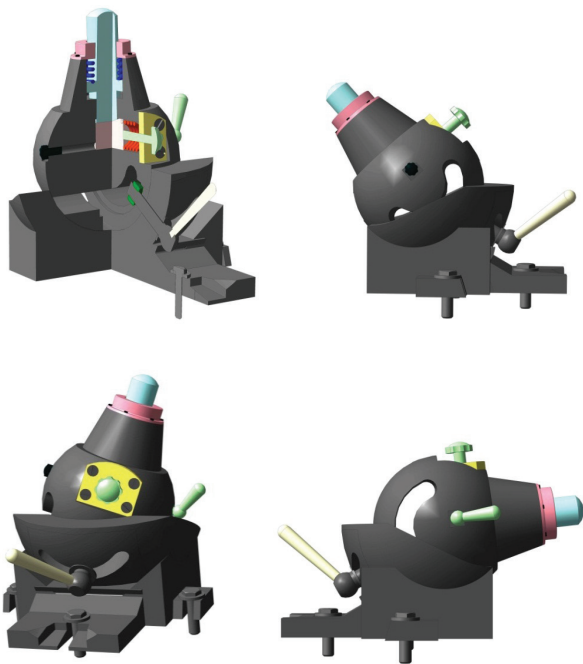


Рис. 9. Запропонована поворотна допоміжна підвідна опора

На рис. 10 наведено приклад технологічної системи, де використана запропонована поворотна допоміжна підвідна опора на фрезерній операції оброблення деталі «Плита».

Обговорення. Зробимо зіставлення можливостей опорного штиря розглянутих допоміжних опор здійснювати лінійне переміщення або обертання в різних напрямках в просторі. Тривимірна система координат

з трьома можливими лінійними переміщеннями (I, II, III) та трьома обертаннями (IV, V, VI) зображена на рис. 11.

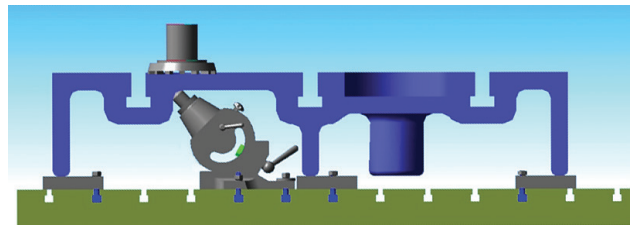


Рис. 10. Приклад використання запропонованої поворотної допоміжної підвідної опори при фрезеруванні маложорсткої деталі «Плита»

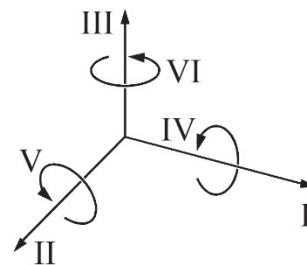


Рис. 11. Тривимірна система координат

В табл. 1 наведено зіставлення можливостей руху опорного штиря допоміжних опор, що представлені на рисунках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 та 9.

Як видно з табл. 1, найбільшу кількість можливостей руху опорного штиря мають підвідні поворотні допоміжні опори, максимум – запропонована поворотна допоміжна підвідна опора (рис. 9). Це свідчить про наявність в цій опорі найбільших технологічних можливостей, що дає змогу використовувати її для установлення широкої номенклатури заготовок з різними за формою опорними поверхнями.

Висновки. 1. Нежорсткі великогабаритні заготовки при механічному обробленні необхідно встановлювати в пристроях, що містять допоміжні опори. Це дозволяє збільшити жорсткість технологічної системи в тих місцях, де можлива поява прогинів заготовок від дії сил різання.

2. Аналіз існуючих типів допоміжних опор дозволив виявити недоліки їх конструктивного виконання та напрями удосконалення. Показано, що підвідні опори, на відміну від самоустановлюваних, є більш жорсткими і тому більш рекомендованими.

3. Технологічні можливості допоміжних підвідних опор можуть бути розширені шляхом надання опорам властивості при настроюванні змінювати кут нахилу опорного штиря по відношенню до заготовки, тобто допоміжні опори мають бути поворотними.

4. Використання запропонованої поворотної допоміжної підвідної опори зі сферичною основою дозволяє спростити конструкцію опори, зменшити габаритні розміри опори та її масу при збереженні можливості змінювати кут нахилу опорного штиря в просторі в різних напрямках.

Зіставлення можливостей руху опорного штиря допоміжних опор

| Тип допоміжної опори | | Можливість руху опорного штиря | | | | | |
|----------------------|--------|--------------------------------|----|-----|----|---|----|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| Самоустановлювана | Рис. 1 | + | + | + | | | + |
| | Рис. 2 | + | + | + | | | + |
| | Рис. 3 | + | + | + | | | + |
| Підвідна | Рис. 4 | + | + | + | | | + |
| | Рис. 5 | + | + | + | | | + |
| | Рис. 6 | + | + | + | | | + |
| Підвідна поворотна | Рис. 7 | + | + | + | | + | + |
| | Рис. 8 | + | + | + | | + | + |
| | Рис. 9 | + | + | + | + | + | + |

+

5. Отримані переваги допоміжної опори зі сферичною основою над традиційними кон-струкціями дозволяють розширити технологічні поверхнями.

Бібліографічні посилання:

1. Basov, B. S., & Kushnirov, P. V. (2022). Pidvyshchennia zhorstkosti tekhnolohichnoi osnastky dla obroblennia ploshchyn zahotovok [Increasing the rigidity of the technological equipment for processing the planes of the workpieces]. *Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system (KZlATPS – 2022)*. Natsionalnyi universytet «Chernihivska politehnika», 66 (in Ukrainian).
2. Basov, B., Dynnyk, O., Stupin, B., & Kushnirov, P. (2022). Improvement of Ergonomic Properties of Auxiliary Supports of Fixtures. Modern systems of science and education in the USA, EU and other countries '2022: SWorld&ProConference in conjunction with KindleDP, (9), 11–14. <https://doi.org/10.30888/2709-2267.2022-09-01-023>.
3. Basov, B., Moshna, A., & Kushnirov, P. (2021). Perevahy ta nedoliky samoustanovliuvanykh i pidvidnykh opor [Advantages and disadvantages of self-aligning and driven supports]. *Tekhnolohii XXI storichchia*. Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 176–177 (in Ukrainian).
4. Borovyk, A. I. (2008). Tekhnolohichna osnastka mekhanoskladalnoho vyrobnytstva [Technological equipment of mechanical assembly production]. *Kondor* (in Ukrainian).
5. Chai, S., Ouyang, L., Bi, Q., Yu, J., & Zhang, Y. (2021). An adaptive fixture for suppress vibrations and measuring workpiece deformation of thin-walled casings. *Procedia CIRP*, 101, 322–325. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.269>
6. Hao, Q., & Yang, Q. (2020). A self-adaptive auxiliary fixture for deformation control in blade machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111(5-6), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06171-3>
7. Ivanov V., Dehtiarov I., Denysenko Y., Malovana N., & Martynova N. (2018). Experimental diagnostic research of fixture. *Diagnostyka*, 19(3), 3–9. <https://doi.org/10.29354/diag/92293>
8. Ivanov, V., Botko, F., Kolos, V., Pavlenko, I., Hatala, M., Antosz, K., & Trojanowska, J. (2022). Locating Chart Choice Based on the Decision-Making Approach. *Materials*, 15: 3557. <https://doi.org/10.3390/ma15103557>
9. Jia, J., Sun, Y., & Niu, J. (2021). Prediction of Frequency Response Function for Cylindrical Thin-Walled Workpiece with Fixture Support Constraints. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, article ID 9946310, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2021/9946310>
10. Kosenko, O. A., Kushnirov, P. V., & Ivanov, V. O. (2010). Dopomizhna pidvidna opora [Auxiliary underpinning support] (Patent Ukrainy № 50482 U) (in Ukrainian).
11. Kushnirov, P., Evtuhov, A., & Dehtiarov, I. (2020). Tekhnolohichna osnastka [Technological equipment]. *SumDU* (in Ukrainian).
12. Li, Y. (2020). Research on Fixture Design of NC Machine Tool Based on UG 3D Modeling. *Machine Learning and Artificial Intelligence*, IOS Press, 272-277. <https://doi.org/10.3233/FAIA200792>
13. Liu, Q., Xu, J., & Yu, H. (2021). Experimental study on the reduction of process-induced deformation when milling a low stiffness structure made of Ti6Al4V titanium alloy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 116, 1975–1987. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07586-2>
14. Lukianenko, V. V., Kushnirov, P. V., & Nikolaiev, Ya. Yu. (2012). Povrotna dopomizhna pidvidna opora [Rotary auxiliary underpinning support] (Patent Ukrainy № 73454 U) (in Ukrainian).

15. Maltsev, O. S., Kushnirov, P. V., & Savchuk, V. I. (2015). Povоротna dopomizhna pidvidna opora [Rotary auxiliary underpinning support] (Patent Ukrainy № 97627 U) (in Ukrainian).
16. Okpala, C. C., & Ezeanyim, O. C. (2015). The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing. *Science Research*, 3(4), 213–219. <https://doi.org/10.11648/j.sr.20150304.19>
17. Pandit, H. C. (2022). Jigs and Fixtures in Manufacturing. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 12(10), 50–55. <https://doi.org/10.9790/9622-12105055>
18. Tertyshnyk, O. I., & Kushnirov, P. V. (2018). Dopomizhni opory verstatnykh prystroiv dlia vstanovlennia nezhorstkykh zahotovok [Auxiliary supports of machine tools fixtures for installation of non-rigid workpieces]. *Suchasni tekhnologii u promyslovomu vyrobnytstvi*. SumDU, 37 (in Ukrainian).
19. Zhang, H., & Li, Y. (2020). Optimal Design of Carrying Auxiliary Fixtures in an Automobile Production Line Based on Static Analysis Method. *Proceedings of the 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture*, 422–427. <https://doi.org/10.1145/3421766.3421779>
20. Zhu, B., Mu, Z., He, L., Zhao, G., & Yang, Y. (2022). Research on Clamping Action Control Technology for Floating Fixtures. *Materials*, 15(16): 5571. <https://doi.org/10.3390/ma15165571>

Kushnirov P. V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Sumy State University, Sumy, Ukraine

Evtuhov A. V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Sumy State University, Sumy, Ukraine

Dehtiarov I. M., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy, Ukraine

Denysenko Yu. O., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy, Ukraine

Basov B. S., Postgraduate, Sumy State University, Sumy, Ukraine

Expansion of technological capabilities of auxiliary supports of machine tools devices

The article considers the problems of increasing rigidity when installing non-rigid workpieces with large dimensions in terms of length or width in devices. Examples of such parts are various cases, plates, frames, tables of paper-cutting machines, thin-walled parts of aviation equipment, etc. Machine tools devices for setting workpieces contain main supports. To increase the rigidity of the technological system in machine tools devices, additional auxiliary supports are used. Two types of auxiliary supports are used – self-installing and underpinning. These auxiliary supports contain a wedge with a bevel angle of up to 8 degrees to provide a self-braking effect.

The analysis of the existing types of auxiliary supports made it possible to identify the shortcomings of their constructive implementation and directions for improvement. It is shown that underpinning supports, in contrast to self-installing ones, are more rigid and therefore more recommended. Auxiliary underpinning supports are brought to the workpiece manually. In order not to exceed the force of pressure on the wedge of the underpinning support, a compression spring is used, located in the blind hole of the wedge between the bottom of this hole and the support rod.

For the installation of workpieces with curved support surfaces, it is recommended to use auxiliary underpinning supports of the rotary type. Such supports allow not only to change the angle of inclination of the support pin within 0–90 degrees, but also to rotate the support around its axis by an angle of 360 degrees. The proposed variant of the rotary auxiliary underpinning support also allows tilting to different angles. This becomes possible thanks to the spherical base of the support. The use of a spherical base in the structure of the support allows to simplify the support itself, to reduce the overall dimensions of the support and its weight while maintaining the ability to change the angle of inclination of the support pin in space in different directions.

A comparison of the capabilities of the support pin of the considered auxiliary supports to perform linear movement or rotation in different directions in the three-dimensional coordinate system was carried out. It was determined that the greatest number of possibilities for the movement of the support pin are provided by underpinning rotary auxiliary supports, the maximum possibilities are the proposed rotary auxiliary underpinning support with a spherical base. This indicates the presence of the greatest technological capabilities in this support, which makes it possible to use it to installation a wide range of workpieces with curved, inclined and hard-to-reach support surfaces.

Key words: machine tool device, non-rigid workpiece, auxiliary support, self-installing support, underpinning support, support pin, angle of inclination, spherical base.