

УДК 621.941

Литвин О.В., канд. техн. наук, доцент,
Гаврушкевич Н.В., аспірант,
Ільчов А. В., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
gavrushkevichnataliya@gmail.com

ВПЛИВ ЖОРСТКОСТІ ЗАТИСКНОГО ПАТРОНА НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ

Жорсткість затискних патронів має великий вплив на точність обробки, на динамічну картину затискних зусиль, згинальних і перекидних моментів. Розробка методів і процесів, що дозволяють описати і визначити жорсткість затискних патронів, має велике практичне значення. Деформований стан та поведінка системи затискного патрона, як правило, повністю можуть бути описані дев'ятьма жорсткостями, що характеризують відповідні переміщення вздовж осей координат, і дев'ятьма кутовими жорсткостями (рис. 1).

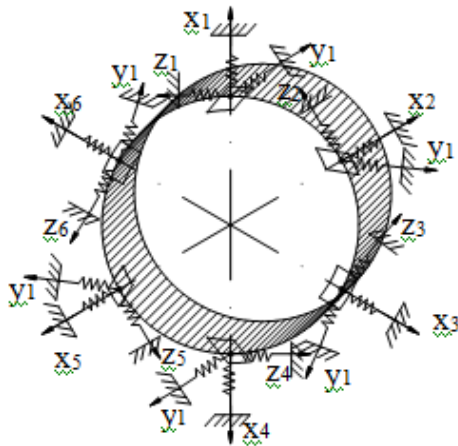


Рис. 1 – Система жорсткостей шестикулачкового патрона

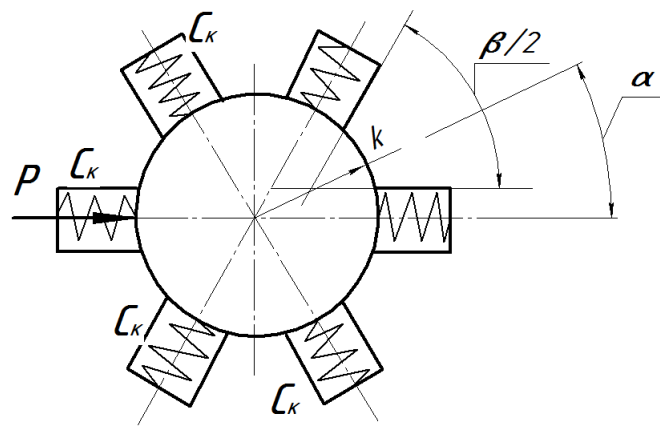


Рис. 2 – Розрахункова схема прикладення сил в патроні при обробці з врахуванням радіальної та кутової жорсткості

Серед цих жорсткостей радіальна та кутова при радіальному навантаженні мають найбільший вплив на динамічну зміну зусилля затиску. При затиску заготовки з певною стійкістю до деформації переміщення затискного елемента в процесі затиску визначається деформаціями і напрямком потоку потужності у відповідності з розташуванням деталей і вузлів та їх з'єднанням, і можуть бути розділені на наступні чотири підгрупи: переміщення основного кулачка через деформацію системи передачі зусилля (передавальсько-підсилюючої ланки) та її зв'язку з затискним кулачком і нахилом кулачка відносно корпусу патрона, власна деформація основного кулачка, переміщення затискного кулачка через з'єднання з основним кулачком, власна деформація затискного кулачка [1].

Використовувані затискні патрони дають похибку в вигляді періодичності поверхні від залишкових напружень, генеровані напругою вигину в заготовці, та від затискних елементів на краю зони затиску, і ці похибки накладаються. Ця похибка вище, коли радіальна сила розміщується між затискними кулачками, та зменшується, коли радіальна сила направлена на затискний кулачок. Крім того, аналіз частоти коливань сили різання вказує на коливання частоти обертання шпинделя, яка підтверджується коливанням жорсткості системи шпиндель - патрон за один оберт. Цей фактор можна визначити як кутову орієнтовану жорсткість, яка впливає на параметричну вібрацію, яка, в свою чергу, впливає на точність обробки.

В процесі обробки при обертанні закріпленої заготовки переміщення під затискними елементами більше, ніж в іншому місці на внутрішньому діаметрі. Під час процесу різання

створюється пластично деформований поверхневий шар, а інша поверхня знаходиться під дією розтягуючих залишкових напружень, що призводить до збільшення напруження в заготовці на певну величину. Ця неоднорідність матеріалу і пружна деформація (робота), що ведуть до утворення некруглості (похибки), викликана виключно зміною товщини стінки заготовки. Це призводить до похибки обробки кільця, які проявляються як некруглість, та частка загальної дисперсії форми точно може бути визначена з допомогою перетворення Фур'є. В якості міри впливу амплітуди використовується відповідні коефіцієнти. Розрахунки похибки обробки трьохкулачкового патрону (3 точки прикладення сили) повинні бути у відповідності з третім коефіцієнтом Фур'є.

У процесі обробки на деталь діє радіальна складова сили різання P (див. рис. 2), відносно напрямку дії якої напрямок максимального значення радіальних сил затиску від затискних елементів патрона постійно змінюється. Напрямок максимального значення радіальних сил затиску характеризується кутом α при обертанні шпинделя. Затискні елементи в кількості z створюють сили затиску, розміщені до деталі під кутами $2\pi/z$ (при рівномірному їх розташуванні по колу). Змінна складова радіальної жорсткості виникає, крім того, внаслідок крутильної податливості затискних елементів і зміни умов їх контактування з шпинделем і деталлю в процесі різання.

Коли сила прикладена на кулачок, то умова рівноваги всіх сил в проекції на вісь y :

$$F = C_k \cdot y \cos^2\left(\frac{1}{2}\beta - \alpha\right) + C_k \cdot y \cos^2\left(\frac{1}{2}\beta + \alpha\right), \quad (1)$$

де C_k - орієнтована (в даному випадку радіальна) жорсткість системи патрону в залежності від кута повороту, y – поточне переміщення в точці, β - кут дуги заготовки, яка не знаходиться в контакті з кулачками.

При прикладенні навантаження на кулачок жорсткість визначається відношенням:

$$\frac{P}{y} = C = C_k \cdot \left[\cos^2\left(\frac{1}{2}\beta - \alpha\right) + \cos^2\left(\frac{1}{2}\beta + \alpha\right) \right]. \quad (2)$$

Взявши першу похідну від зазначеного виразу, отримаємо залежність швидкості зміни направленої орієнтованої жорсткості патрону по куту (або швидкість зміни податливості деталі по куту):

$$\frac{dC}{d\alpha} = 4C_k \cdot \left(\sin^2 \frac{1}{2}\beta \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \cos^2 \frac{1}{2}\beta \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right). \quad (3)$$

Взявши другу похідну, отримаємо залежність для визначення знаку вищевказаного виразу, тобто розтягнення або стискання матеріалу деталі:

$$\frac{d^2C}{d\alpha^2} = -4C_k \cdot \cos 2\alpha \cdot \cos \beta. \quad (4)$$

Ці переміщення, зумовлені вищезазначеними факторами, призводять до залишкових напружень, також до переносу відхилень форми на зовнішній стороні кільцевої деталі на внутрішню поверхню. Тому при установці в шпиндель верстата затискних патронів останні необхідно орієнтувати по кутовій координаті таким чином, щоб напрямки найбільшою податливості системи «патрон-деталь» не збігалися з такими напрямками в системі «шпиндель-опори», а сумарні відтискання системи «шпиндель - патрон - деталь» були мінімальними у всіх напрямках.

У випадку використання декількох затискних патронів, підбір їх повинен враховувати послідовність використання відносно відхилень форми на обробленій деталі.

Список посилань

1. Рогов В. А. Влияние жесткости закрепления инструмента в патроне станка при сверлении стеклокерамики / В. А. Рогов, М. И. Шкарупа. // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. – 2009. – №2. – С. 52–58.

УДК 621.375.826:621

Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», romvvv@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГНУТИХ БІМЕТАЛІВ ПРИ З'ЄДНАННІ ПЛАСТИН ЗА ДОПОМОГОЮ ПОТУЖНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

В промисловості широко застосовуються біметали, що поєднують можливості двох металів: звичайних сталей основи та необхідних експлуатаційних параметрів робочого матеріалу покриття. В основному біметали виготовляються в вигляді листових матеріалів різних розмірів. При виготовленні із біметалів конструкцій замкнутого контуру є потреба в гнутих біметалах, що спрощує їх подальше використання при отриманні таких виробів.

Для отримання біметалів широко застосовується технологія з'єднання його пластин різними способами. Один із методів – зчеплення їх пластин потужним джерелом енергії. В якості такого джерела можливе використання енергії зварювальної дуги, лазерного випромінювання та ін.

В основу нашої розробки покладено задачу вдосконалити спосіб виготовлення гнутих біметалів потужним джерелом енергії, у якому забезпечується достатньо високий рівень міцності зчеплення пластин біметалу при значному здешевленні технології отримання таких біметалів.

Поставлена задача вирішується тим, що при виготовленні гнутих біметалів з'єднання пластини основи та робочої пластини біметалу відбувається за рахунок потужної енергії, наприклад, електричної дуги. Для потрапляння енергії для з'єднання пластин біметалу в місце їх контакту заздалегідь в пластині основи 1 в потрібних місцях виконують наскрізні технологічні отвори 2. Технологічні отвори 2 розміщують по можливості симетрично відносно лінії згинання 3 біметалу. В подальшому пластину основи 1 встановлюють на робочу пластину 4 біметалу (Рис. 1). При цьому робоча пластина 4 в напрямку перпендикулярному лінії згинання 3 повинна бути дещо довшою пластини основи 1 з урахуванням різного діаметру заокруглення цих пластин при спільному їх згинанні. Різниця в довжині цих пластин може бути легко розрахована.

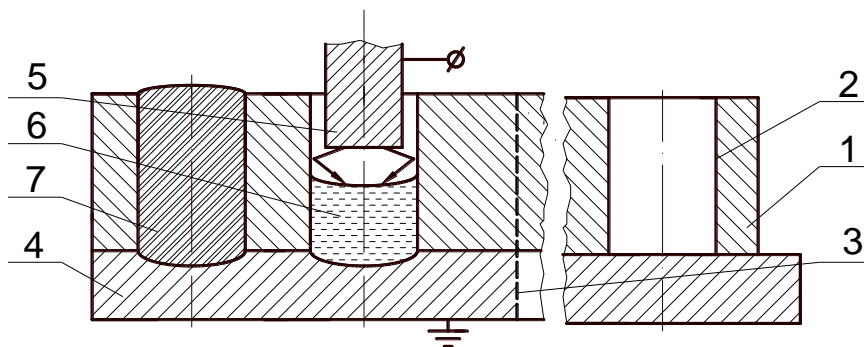


Рис. 1 – Зчеплення пластин біметалу на одному з його країв (до лінії згинання) за рахунок запалення електричної дуги між вставленим в технологічний отвір пластини основи електродом та робочою пластиною біметалу.

Для здійснення зварювання електрод 5 встановлюють в черговий технологічний отвір 2 до контакту з робочою пластиною 4. Відбувається утворення електричного розряду між