

Велика кількість вузлів машин працює за умови взаємного переміщення деталей двох типів: вал, отвір. В результаті відбувається зношення їх робочих поверхонь та, відповідно, втрата працездатності вузла. Ремонт таких вузлів може здійснюватися шляхом відновлення робочих поверхонь складових деталей. Відновлення поверхонь деталей типу – вал є досить простою задачею завдяки доступності її робочої поверхні для обробки. Накопичено також значний досвід ремонту отворів деталей, які мають великі діаметри, невелику довжину та є наскрізними [1, 2]. Значні труднощі виникають під час ремонту або відновлення отворів невеликих діаметрів, глухих, профільованих, у габаритних деталях та інших випадках, коли доступ до них ускладнений. В даній роботі розглядається можливість використання відомих методів в технологіях відновлення та ремонту вищевказаних отворів та обґрунтовується задача по розробці нових.

Відомі методи відновлення поверхонь отворів та порожнин можна умовно розділити на такі групи: механічні, гальванічні, електродугові, плазмові, електронно-променеві та спеціальні [3, 4].

Серед механічних методів відновлення поширені такі:

- встановлення додаткової ремонтної втулки у отвір зі зношеною поверхнею;
- розточування зношеного отвору із наступним застосуванням спряженої деталі ремонтного розміру.

Проте застосування ремонтних втулок можливе лише за умови роботи вузла з невеликими навантаженнями або з додатковою їх фіксацією, що не завжди є можливим та не забезпечує надійності конструкції. При підвищенні навантаження може відбутися відрив втулки та заклинювання вузла.

Метод розточування хоч і може відновити характеристики деталі, але даний метод обмежений кількістю таких розточувань (в середньому біля трьох). Суттєвим негативним фактором є підвищення вартості такого ремонту через необхідність виготовлення та застосування спряжених ремонтних деталей.

Гальванічні методи, що ґрунтуються на основі процесів електролізу, в окремих випадках можуть задовольнити вимоги, що ставляться до відновлених отворів. Типові технологічні процеси передбачають ретельне очищення поверхні від бруду та слідів мастил, хімічне травлення кислотами та їх нейтралізацію лужними розчинами. Потім на підготовлену поверхню з металовмісного розчину наносять необхідний шар покриття [5].

В якості прикладу розглянемо такий варіант. Отвір заглушується, в його порожнину по чергово подаються кислотний, лужний та металовмісний розчини. Кислотний розчин очищає поверхню отвору від окислів та активує поверхню для кращого зчеплення нанесеного шару з матеріалом деталі. Лужний розчин нейтралізує залишки кислотного розчину для запобігання подальшого руйнування матеріалу деталі та нанесеного шару. Після заповнення порожнини металовмісним розчином підводять струм певної щільності до даної системи, що забезпечує осадження на поверхні отвору шару металу.

Одним із методів нанесення гальванічних покриттів є електронатирання. Цей процес відноситься до таких, що не потребує ванни з електролітом. Суть його полягає в тому, що до деталі (катода) під'єднують провід, що йде від від'ємного полюса джерела постійного струму. Анодом служить вугільний або металевий стержень, обробляють його спеціальним адсорбуючим матеріалом, який насичують електролітом та з'єднують із додатним полюсом. Перехід металу з електроліту на відновлювану поверхню здійснюється під час переміщення анода по даній поверхні. На сорбент постійно подається електроліт, що забезпечує виникнення в місці його контакту з поверхнею електролітичної ванни, а при підведеному струмі починається процес електролізу.

Серед недоліків гальванічних методів відновлення слід виділити: складність забезпечення рівномірного нанесення покриття на профільовані поверхні отворів, що пов'язано з особливостями формування електростатичних полів на поверхнях деталей складної форми; неможливість нанесення шарів значної товщини; шкідливість компонентів даного процесу та ін.

Електродугові методи характеризуються використанням в якості джерела енергії електричної дуги. Найбільш поширеними є наплавлення зношених поверхонь отворів та приварювання стрічки або втулки.

Серед методів відновлення поверхонь отворів наплавленням потрібно відзначити метод, схема якого показана на рис. 1 [6].

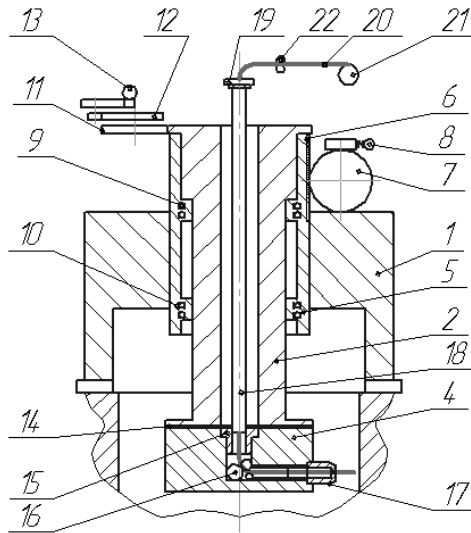


Рис. 1 – Схема наплавлення поверхнь отворів неповоротних деталей

Перевагою даного методу є можливість автоматичного наплавлення поверхнь отворів неповоротних деталей. Над відновлюваною поверхнею концентрично її вісі встановлюють напрямну опору 1 з встановленим в неї корпусом 5. В корпусі 5 встановлена на підшипниках 9 та 10 піноль 2. На торці пінолі закріплюється різальна головка для попередньої механічної обробки, що приводиться в рух механізмами переміщення 8 та обертання 12. Після попередньої механічної обробки замінюють різальну головку зварювальною 4 та виконують автоматичне багатозарове наплавлення безперервною дугою по спіральній лінії. Наплавлення здійснюють електродним дротом 20, що подається за допомогою механізму 21 та роликової системи 22 через канал 18. Після наплавлення виконують кінцеву механічну обробку.

Проте необхідність введення різальної та зварювальної головок безпосередньо у отвір накладають обмеження на широке використання даного методу, який може застосовуватись для відновлення поверхнь відносно великих отворів. Для відновлення отворів малих діаметрів вищенаведена конструкція неможливо застосувати. У цьому випадку бажаним є використання методів, що не потребують введення в отвір наплавлювальної головки.

Практично цікавим є використання для керування зварювальною дугою поперечного магнітного поля. При цьому швидкість руху дуги навколо центрального електроду пропорційна напруженості магнітного поля та силі струму в дузі і може досягати кількох тисяч радіан за хвилину [7].

Один із варіантів відновлення поверхні отвору малого діаметру приварюванням, при якому використовується даний ефект, показаний на рис. 2 а. Збудження електричної дуги відбувається в порожнині отвору, а її обертання забезпечується зовнішнім магнітним полем. Це дозволяє рівномірно приварювати матеріал, що попередньо був нанесений на ділянку поверхні, яка відновлюється. Поєднуючи осьове переміщення неплавкого електроду в отворі деталі з магнітним обертанням дуги навколо нього можна досягнути рівномірного та надійного приварювання ремонтної втулки або пасти на поверхню.

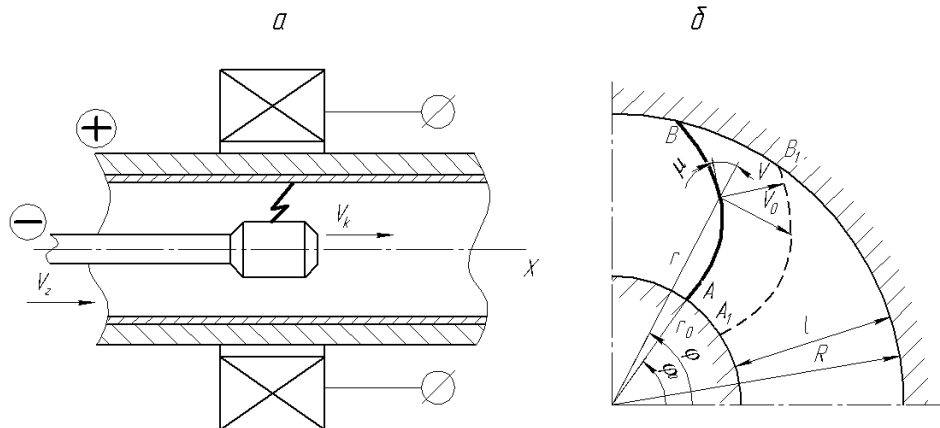


Рис. 2 – Схема методу відновлення поверхні отвору дугою, що обертається під дією магнітного поля (а) та схема дії сил, що спричиняють переміщення дуги (б)

Розглянемо більш детально механізм обертання дуги. Її обертання відносно центрального електроду можливо здійснити під впливом магнітного поля соленоїда, магнітні лінії якого проходять вздовж вісі отвору. Соленоїд розміщують навколо деталі. Взаємодія магнітного поля, що має вектор індукції в повздовжньому напрямку B_x , з радіальною складовою сили струму розряду I_r викликає силу ампера F_ϕ , яка і змушує зварювальну дугу обертатись навколо центрального електроду. При цьому дуга переміщується із положення АВ в положення A_1B_1 (див. рис. 2 б) із постійною кутовою швидкістю ω . Траєкторію переміщення можна описати в полярних координатах сімейством спіралей [8]:

$$\varphi = \varphi_0 + 2 \left(\sqrt{Ar^2 - 1} - \sqrt{Ar_0^2 - 1} - \arctg \sqrt{Ar^2 - 1} + \arctg \sqrt{Ar_0^2 - 1} \right). \quad (1)$$

Найбільш стійкою буде спіраль (дуга) мінімальної довжини, так як при збільшенні її довжини зростає внутрішній опір та зменшується струм. Це спричиняє обрив дуги.

При використанні даного методу виникають труднощі, що пов'язані із технічними складнощами забезпечення повторного пробою міжелектродного проміжку (електрод-деталь) та керування процесом. Окремою проблемою є необхідність забезпечення певного положення введеного електроду відносно деталі, що відновлюється.

Серед спеціальних методів відновлення поверхонь отворів слід відзначити метод нанесення покриття вибухом провідника. Один із варіантів даного методу показаний на рис. 3 [9].

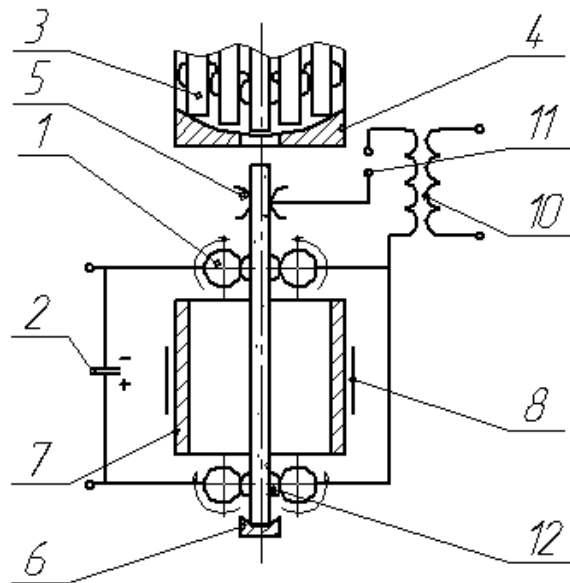


Рис. 3 – Схема відновлення поверхонь отворів вибухом провідника

Провідник виготовляється у вигляді циліндра із закритими торцями та наповнений частинками неелектропровідних домішок. З бункера 4 провідник 3 подається через напрямну втулку 5 та проходить між електродами 1 в приймач 6. Відновлювана деталь 7 кріпиться в базувальному пристрої так, щоб її вісь співпадала з віссю провідника 3. При натисканні на кнопку 11 керування із високовольтного трансформатора струм подається на електроди 1 та провідник 3, що спричиняє його вибух.

Використання даних методів обмежене умовою наскрізності отворів, що зумовлено конструкцією пристрою. Також має місце нерівномірність нанесеного шару через некерованість процесу осадження матеріалу, що випаровується, та утворення покриття.

Висновки

Аналіз вищезгаданих методів відновлення зношених поверхонь отворів деталей показує, що жоден із них не є універсальним. Вибір методу відновлення отворів зумовлюється технічними вимогами до відновлюваної поверхні, матеріалом деталі, її геометричними розмірами та отвору зокрема.

Якість поверхонь, відновлених з використанням розглянутих методів, одночасно залежить від багатьох параметрів процесів, що використовуються при цьому. Потреба у розробці нових методів відновлення отворів, що могли б забезпечити якість відновленого шару незалежно від геометрії та розмірів отвору залишається актуальною.

Література

1. Николаев Г.А. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х томах. - М: Машиностроение, 1978.
2. Патон Б.Е. Машиностроение. Энциклопедия. Оборудование для сварки. Т. 4-6. - М: Машиностроение, 1999. - 496 с.
3. Мальшев Г.А. Справочник технолога авторемонтного производства. - М: Транспорт, 1977. - 423с.
4. Токаренко В.М. Технологія автодорожного машинобудування і ремонту машин. – К.: Вища школа, 1996. - 127с.
5. Шлугер М.А. Гальванические покрытия в машиностроении: справочник в 2-х томах. - М: Машиностроение, 1985.
6. Пат. RU 2262432 С1, МПК В 23 Р 6/00. Способ восстановления внутренних цилиндрических поверхностей и устройство для его осуществления./ Угрюмов А.В. Оpubл. Бюл. № 29 20.10.2005.
7. Фролов В.В. Теория сварочных процессов. - М: Высш. шк., 1988. - 559 с.
8. Коротеев А.С., В.М.Миронов. Плазмотроны: Конструкции, характеристики, расчет. - М.: Машиностроение, 1993. – 296 с.
9. А.С. SU 1708917 А1, МПК С 23 С 14/32. Устройство для нанесения покрытия взрывом проводника./ Дудко Д.А. Оpubл. Бюл. № 4 30.01.92.