

## 2.4. Слюсарно-механічні способи обробки деталей

Особливості механічної обробки при відновленні деталей. На ремонтних підприємствах зустрічаються всі види механічної обробки (точіння, фрезерування, нарізінарізання, хонінгування, шліфування, притирання, полірування тощо), які застосовуються на машинобудівельних заводах. Але попередня обробка зношених і нарощуваних поверхонь деталей має свої особливості, які значно ускладнюють механічну обробку під час їх відновлення порівняно з обробкою при виготовленні нових деталей.

Вибір баз — суттєвий елемент відновлення розмірно-точносних характеристик деталі під час механічної обробки. Базами є поверхні, лінії, точки або їх сукупність, необхідні для орієнтації деталі на верстаті відносно інструменту. За призначенням бази поділяють на конструкторські, технологічні і вимірювальні.

Конструкторські бази — сукупність поверхонь, які використовуються для визначення деталей у складальній одиниці.

Технологічні бази — поверхні (лінії, точки), призначені для встановлення деталі на верстаті і орієнтації її відносно різального інструменту.

Вимірювальні бази — поверхні (лінії, точки), від яких вимірюють розміри.

Технологічні бази поділяють на основні і допоміжні.

Основна технологічна база — поверхня, яка використовується для орієнтації деталі на верстаті, у вузлі або машині. Наприклад, корінні шийки колінчастого вала, посадочні місця під маховик і шестерню використовують для орієнтації колінчастого вала у процесі складання відносно інших деталей. Вони ж можуть бути технологічними базами при чистовій обробці колінчастого вала на верстаті.

Допоміжні технологічні бази — спеціально створені поверхні, які визначають положення деталі під час обробки. Ці бази можуть бути у вигляді поверхонь центрових отворів, спеціальних поверхонь, поясків біля отворів тощо. Наприклад, центрові отвори колінчастого вала.

Пристрої, які застосовують при механічній обробці, поділяються на універсальні і спеціалізовані.

На токарних і круглошліфувальних верстатах використовуються універсальні пристрої для обробки у центрах і патроні.

До пристроїв для обробки у центрах відносяться: центри, хомутикові пристрої, центрові оправки і люнети.

На токарних і круглошліфувальних верстатах деталі закріплюються за допомогою дво-, три-, чотирикулачкових і цангових патронів.

На фрезерних верстатах деталі монтують за допомогою машинних лещат, поворотних пристроїв і столів.

На свердлильних верстатах застосовують кондукторні плити, поворотні пристрої, різні різцеві оправки.

Точінням відновлюють розмірно-точносні характеристики деталей, які ремонтували різними видами наплавлення. Різальну частину інструменту виготовляють із твердих сплавів Т5К10 і Т15К6 при твердості наплавленого шару HRC менше 40 і ВК8, ВК6 при HRC більше 40. Для загартованих статей застосовують різці з від'ємним переднім кутом  $\gamma_2 = -10 \dots -15^\circ$  (рис. 3.46). Обробку ведуть із застосуванням охолоджувальної рідини (5-8% емульсолу, 0,2% кальцинованої технічної соди, решта — вода). Широке застосування при точінні відновлених поверхонь одержують різці із надтвердих матеріалів (синтетичний алмаз типу балас, ельбор-Р, гексаніт-Р тощо).

Різці із синтетичних алмазів типу баланс (АСБ) забезпечують стабільність лінійних розмірів деталей, необхідну шорсткість поверхонь, високопродуктивне різання. Стійкість різців з АСБ при точінні порівняно з різцями з твердих сплавів вища у 2-3 рази.

Ельбор-Р (кубічний нітрид бору) має велику термостійкість і хімічну інертність до заліза. Все це дозволяє широко застосовувати його для важкооброблюваних сталей і сплавів, особливо у загартованому стані.

Гексаніт-Р (один з різновидів нітриду бору) — полікристалічний матеріал, який отримують при високоімпульсних тисках, ефективно використовують для холодної обробки наплавлених і загартованих сталей, чавунів, твердих сплавів.

Лейкосапфір представляє собою, як і рубін, синтетичний монокристал  $Al_2O_3$  у вигляді  $\alpha$ -модифікації, але на відміну від нього майже не має домішок. Застосовують його для виготовлення різців, шліфувальних кругів і паст.

Для точіння матеріалів, наплавлених електроконтактним приварюванням, застосовують різці з лейкосапфіру на режимі: швидкість точіння  $v = 50 \text{ м/хв}$ , подача  $S = 0,05 \text{ мм/об}$ , глибина різання  $t = 0,1 \text{ мм}$ .

Під час точіння осаджень електролітичного заліза у зоні різання

утворюється висока температура (1000-1050°C), яка сприяє інтенсивному зношуванню різального інструменту. Під час точіння м'яких осаджень температура у 1,2-1,7 рази вища, ніж при точінні твердих покриттів. Найкращі результати показують різці з твердого сплаву Т30К4. При точінні осаджень електролітичного заліза використовують такий режим: швидкість різання  $v = 56 \text{ м/хв}$ , подача  $S = 0,12 \text{ мм/об}$ , глибина різання  $t = 0,2 \text{ мм}$ , передній кут різця  $\gamma = 0^\circ$ , задній кут —  $\alpha = 10^\circ$ ; головний кут у плані  $\varphi = 60^\circ$ , допоміжний кут у плані  $\varphi_1 = 30^\circ$  (рис. 3.47).

Шліфуванням відновлюють розмірно-точності характеристики деталей, наплавлених твердими порошковими матеріалами або нарощених електролітичними покриттями. Шліфування також застосовують як фінішну операцію після точіння і для відновлення колінчастих валів до ремонтних розмірів.

Особливо складна обробка шліфуванням поверхонь, відновлених наплавленням або напиленням порошків, стійких проти зношування. Для їх обробки найефективніше шліфування абразивним (у тому числі алмазним) інструментом, а також за допомогою електрофізичних і електрохімічних методів обробки.

Залежно від використання абразивні матеріали виготовляють із: електрокорунду нормального — 12А, 13А, 14А, 15А, 16А, електрокорунду білого — 22А, 23А, 24А, 25А, електрокорунду хромистого — 32А, 33А, 34А, карбіду кремнію зеленого — 63С, 64С, тощо. Розміри абразивних матеріалів встановлюють у сотих долях міліметрів: шліфзерно — 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шліфпорошки — 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; мікропорошки (розмір зерна) у мікронах — М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5.

Абразивні круги за твердістю поділяються на м'які — М1, М2; середньом'які — СМ, СМ1, СМ2; середні — С1, С2, С; середньотверді СТ, СТ1, СТ2; тверді — Т, Т1, Т2; досить тверді — ВТ1, ВТ2; надзвичайно тверді — ЧТ1, ЧТ2.

Синтетичні алмази залежно від технології їх виробництва і використання можуть бути виготовлені у вигляді синтетичного алмазного порошку звичайної (АСЗ), підвищеної (АСП) і високої міцності (ДСВ).

Найвищі показники процесу обробки порошкових наплавлень наприклад - сормайтот УС-25, ФБХ-6-2, ПГХНСПЗ) досягаються при

сухому шліфуванні.

Попередньо обробляти сормайт доцільно шліфувальним кругом з хромистого електрокорунду 34A40CM16K, а обробку УС-25, ФБХ-6-2 – шліфувальним кругом з карбіду кремнію 64C25CM16K.

Основні режими чорнового шліфування такі: колова швидкість  $V_k=35\text{м/с}$ , колова швидкість деталі  $v_d = 11\text{м/хв}$ , швидкість знімання металу  $Q_m$  (для сормайту становить  $7\text{см}^3/\text{хв}$ , для УС 25 – 4, для ФБХ-6-2 — 4, 5, для ПГХН80СРЗ —  $3\text{см}^3/\text{хв}$ ).

Хонінгування застосовують для фінішної обробки внутрішніх поверхонь з метою поліпшення характеристик шорсткості, наприклад для обробки гільз циліндрів, нижньої головки шатуна тощо.

Попереднє хонінгування виконується брусками, з карбіду кремнію або електрокорунду зернистістю 16-12мкм, чистове — брусками зернистістю 4-3мкм. Колова швидкість хона становить 8-20м/хв при питомому тиску 0,6-1,4МПа.

Для попереднього хонінгування застосовують також алмазні бруски АС15250/200-М1-100 із стопроцентною концентрацією алмазу у бруску, для кінцевого — АСМ28/20-М1-100.

На ремонтних підприємствах під час хонінгування використовують мастильно-охолоджувальну рідину — суміш гасу з додаванням до 40% машинного масла. Але вона вогне небезпечна і токсична, тому для цього рекомендується масляна рідина ОСМ-І (температура спалаху не менше  $94^\circ\text{C}$ ).

Суперфінішування застосовують для кінцевої обробки зовнішніх поверхонь абразивними брусками, які мають осцилюючий і позадвжній рух відносно деталі, що обертається. При суперфінішуванні використовують бруски з білого електрокорунду або корунду зернистістю 3-4мкм на керамічній зв'язці твердістю МІ, СМ1. Амплітуда коливань брусків 2-4мм, кількість подвійних ходів 500-1500 за хвилину, колова швидкість обертання деталі 0,03-0,33м/с. Крім того, пристрій переміщується вздовж деталі зі швидкістю 0,1-0,15мм/об.

Шорсткість поверхні після суперфінішування  $R_a = 0,16-0,025\text{мкм}$ , точність обробки за 5-7 квалітетами.

Мастильно-охолоджувальними рідинами є ті ж, що й при хонінгуванні.

Полірування алмазними стрічками застосовується для одержання високого класу шорсткості поверхонь циліндричних, ексцентричних і фасонних деталей. Виконується на токарних або круглошліфувальних верстатах. Наприклад, полірують шийки і галтелі колінчастих валів.

Пристрій для полірування деталей типу тіл обертання безкінечною алмазною стрічкою встановлений на поздовжньому супорті верстату через плиту 11 (рис. 3.48). Безкінечна стрічка 1 надіта на ролик 2 та шків 7. Останній одержує обертання від електродвигуна 10 потужністю 1кВт через клинопасову передачу 9 і вібратор 8, який надає стрічці 1 (разом з роликом 2 і шківом 7) коливального руху паралельно осі деталі. Стрічку опускають на деталь за допомогою рукоятки 3 через пружну пластину 4, стержень 5 і кронштейн 6.

Для обробки деталей застосовують стрічку довжиною 1500-2200мм і шириною до 60мм. Застосовують алмазну стрічку типу АСО-100%-Р9 зернистістю 80/63-40/23мкм. Швидкість переміщення стрічки 35м/с, поперечний коливальний рух з амплітудою 2-6мм і частотою 300-900 коливань на хв за наявності обертального руху деталі і поздовжньої подачі стрічки від верстата.

У процесі обробки одержують шорсткість поверхні  $Ra\ 0,32-0,05\text{мкм}$  і точність обробки за 5-7 квалітетами.

Притирання пастами дає можливість одержати шорсткість поверхні від  $Ra\ 0,08-0,025\text{мкм}$  і точність у межах 1-3мкм. Його застосовують як фінішну операцію для одержання герметичності клапанів, плунжерних пар, підгонки однієї деталі до іншої.

**Випрямлення і рихтування.** Випрямлення застосовується для усунення згину, скручування і жолоблення валів, осей, шатунів, кронштейнів, балок, рам і облицювальних деталей сільськогосподарської техніки, виготовлених з тонколистового прокату. Його виконують з використанням пресів, домкратів, скоб, гвинтових пристроїв, кувалд, молотків (стальних, мідних, дерев'яних).

Залежно від ступеня деформації і розмірів деталей використовують механічний, термічний або термомеханічний способи випрямлення.

Механічне випрямлення валів діаметром до 200мм у холодному стані застосовують у тому випадку, якщо величина (стріла) прогину  $f$  не перевищує 1мм на 1м довжини вала.

Термічне випрямлення полягає у нагріванні обмежених ділянок вала з випуклого боку, унаслідок чого метал прагне розширитися, але протидія сусідніх холодних ділянок призводить до виникнення стискаючих зусиль, які є результатом пластичного зміцнення волокон. Ефективність випрямлення вала залежить від ступеня закріплення кінців: при жорсткому закріпленні прогин усувається у 5-10 разів швидше, ніж при незакріплених кінцях вала. Оптимальна температура нагрівання сталених деталей становить 750-850°C.

Термомеханічне випрямлення полягає у рівномірному прогріванні деталі по всьому деформованому перерізу з подальшим випрямленням зовнішнім зусиллям. Нагрівання здійснюється газовими пальниками або індуктором до температури відпалення (750-800°C). Індукційне нагрівання струмами промислової частоти відбувається так. Деталь ізолюють листовим азбестом і обмотують зварювальним кабелем перерізом 80-100мм<sup>2</sup>

(з розрахунку 16-20 витків на 1м довжини ділянки, що нагрівається). Зверху кабелю кладуть другий шар азбесту. Струм подається від зварювальних трансформаторів (напруга 50-60В, сила струму 800-1000А).

Рихтування застосовується для вирівнювання вм'ятин деталей, виготовлених з тонколистової сталі (капоти, крила, кабіни).

Процес попереднього вирівнювання вм'ятин шляхом вибивання ввігнутої частини панелі до одержання її правильної форми називають вибиванням. Процес кінцевого вигладжування поверхні після вибивання називають рихтуванням. При випрямленні вм'ятини під неї встановлюють підтримку, ударами вибивального молотка по вм'ятині вибивають її до рівня непошкодженої частини поверхні, потім підрівнують дерев'яною або гумовою киянкою залишені після вибивання нерівності. При випрямленні вм'ятин дотримуються таких вимог: глибокі вм'ятини без гострих загинів і складок вирівнюють, починаючи із середини і поступово переносячи удари до краю; вм'ятини з гострими кутами вибивають, починаючи з гострого кута або з виправлення складки; пологі вм'ятини виправляють із країв, поступово переносячи удар до середини.

При товщині металу більше 2мм вм'ятини виправляють із застосуванням газополуменового нагрівання. Деталі товщиною 2-3мм нагрівають у зоні виправлення до 650-700°C, товщиною 4-5мм — до

850-900°C. Ширина зони нагрівання не повинна перевищувати п'ятикратної товщини листа. Нагрівання ведуть із випуклого боку вм'ятини і смуги нагрівання розміщують по схилу випуклості на 80-100мм від її межі. При сферичній або овальній формі випуклості смуги нагрівання розміщують за її контуром, а при циліндричній формі — паралельно її твірній.

Зароблювання тріщин і пробоїн. У процесі експлуатації в деталях часто з'являються тріщини і пробоїни, які знижують їх міцність і порушують герметичність деталі. Тріщини у багатьох випадках виникають у корпусних деталях, виготовлених з чавуну, а пробоїни — в деталях з тонколистової сталі. Операцію забивання тріщин і пробоїн виконують слюсарно-механічними способами: встановленням металічних латок, заварюванням, фігурними вставками, штифтуванням.

Встановленням металічних латок відновлюють герметичність корпусних деталей. Крім того, латки використовують для зароблювання тріщин і пробоїн деталей оперення, рам тощо. Їх виготовляють з м'якої листової сталі товщиною 1,5-2мм, а інколи з листової міді або латуні. Для ремонту оперення беруть матеріал товщиною, рівною товщині деталі. Визначають межі тріщини, зачищають її і засвердлюють кінці. Розмір латки повинен бути таким, щоб вона виходила за краї пробоїни або тріщини на 15-20мм. Перед встановленням латку і місце тріщини промазують суриком, а при відновленні герметичності під латку ставлять прокладку з пароніту або полотна, а також промазують її суриком або герметизуючим мастилом. Кріплять латку гвинтами або заклепками на відстані 10-15мм одна від одної.

Заварювання тріщин у деталях з тонколистової сталі проводять газовим зварюванням або зварюванням у середовищі вуглекислого газу. Аналогічно проводять заварювання пробоїни, ставлять латку по формі пробоїни або накладають латку, яка перекриває дефектне місце на 50-60мм.

Тріщини і пробоїни у деталях з чавуну усувають електродуговим зварюванням у холодному стані методом відпалювальних валиків електродом ЦЧ-4, напівавтоматичним зварюванням у середовищі вуглекислого газу дротом Св-08Г2С, самозахисним дротом ПАНЧ-11, гарячим зварюванням при нагріванні деталі до 600-700°C чавунними електродами марки А.

Фігурними вставками ремонтують тріщини у корпусних деталях.

Цей спосіб дозволяє відновлювати не тільки герметичність деталі, але й її міцність. Тріщини ремонтують ущільнювальними і стягувальними фігурними вставками, виготовленими із сталі 20 або Ст. 3.

Технологія ремонту включає одержання в деталі спеціального паза і запресування в нього раніше виготовлених фігурних вставок. До основних деталей оснащення, від яких залежить якість роботи, відносяться кондуктор для свердління паза і сама фігурна вставка.

Ремонт тріщин ущільнювальними фігурними вставками (рис. 3.53, а і б) такий. Поверхню тріщини очищають від бруду і масла. За допомогою магнітного дефектоскопа або іншим способом визначають конфігурацію та межі тріщини і відмічають їх крейдою. Відступивши від кінця тріщини у бік її продовження на 4-5мм, накернюють і просвердлюють отвір діаметром 4,6мм на глибину 3,5мм (діаметр свердла 4,5мм). Потім за допомогою спеціального кондуктора, електродриля або на свердлильному верстаті свердлять такі ж отвори по всій довжині тріщини, а через кожні п'ять отворів — уперек тріщини так, як показано на рис. 3.53, є. Просвердлені отвори продувають стиснутим повітрям. Знежирюють поверхні фігурного паза і вставок технічним ацетоном. За допомогою бородка і молотка встановлюють спочатку поперечні, а потім поздовжні фігурні вставки. Перед встановленням бокові поверхні і торці вставок мастять клеєм на основі епоксидних смол. Відремонтовану ділянку зачищають врівень з деталлю і при необхідності перевіряють деталь на герметичність.

При зароблюванні тріщин у товстостінних корпусних деталях рекомендується встановлювати фігурні вставки із заклепками (4,8мм) у 2-3 шари.

Ремонт тріщин стягувальними фігурними вставками (рис. 3.53, в, г, д і є) подібний ремонту тріщин ущільнювальними вставками. Фігурний паз під стягувальну вставку виготовляють тільки уперек тріщини.

Спочатку за допомогою спеціального кондуктора свердлять шість отворів на глибину 10 мм: три з одного боку тріщини і три з другого. Спеціальним пробійником видаляють перемички між отворами. В одержаний паз запресовують фігурну вставку, попередньо знежиривши і змазавши її епоксидним клеєм. Стягування тріщини відбувається за рахунок різниці розмірів кроку між осями отворів фігурного паза і кроку фігурної вставки.

Стягувальними фігурними вставками рекомендується ремонтува-

ти тріщини в блоках циліндрів, розміщених у верхніх перегородках між циліндрами, а також тріщини у головках циліндрів, розміщених у перемичках між клапанними гніздами та між клапанним гніздом і гніздом під камеру згорання.

Штифтуванням заробляють тріщини у деталях, які потребують герметичності (корпуси коробок передач, задніх мостів, водяних сорочок блоків циліндрів). Тріщину по всій її довжині забивають нарізними штифтами. Спочатку засвердлюють кінці тріщини, нарізають у них нарізь і вставляють штифти. Потім у послідовності, наведеній на рис. 3.54, свердлять отвори і встановлюють решту штифтів. Кожний штифт повинен перекривати сусідній приблизно до  $1/3$  діаметра. Штифти виготовляють із червоної міді або бронзи.

Після встановлення верхні кінці штифтів розкарбовують, зачищають та інколи проपाюють м'яким припоєм. Цей спосіб дуже трудомісткий і потребує високої кваліфікації слюсаря.

Ремонт нарізних з'єднань. Зношені нарізі в деталях відновлюють двома методами: із зміною початкового розміру нарізі (спосіб ремонтних розмірів) і без його зміни (способи наплавлення і заварювання, встановлення додаткових деталей, заміною частини деталі). Відновлення нарізі без зміни розмірів застосовуються частіше, оскільки при цьому не порушується взаємозамінність і не зменшується міцність з'єднання.

Зовнішню нарізь відновлюють декількома способами. При зриванні менше двох ниток нарізі її калібрують за допомогою нарізінарізного інструменту.

Під час ремонту нарізі на валах замінюють зношену нарізну частину деталі або наплавляють метал на поверхню різними способами, потім виконують механічну обробку і нарізають нарізь нормального розміру. Основний недолік такого способу — зниження втомленої міцності деталі до 10-30% і можливість пропалювання тонкостінних деталей.

Болти бракують у випадку зношування головок і нарізі (зривання понад 2 ниток нарізі).

Нарізні отвори мають такі основні дефекти: зрив, забивання, зминання та викришування окремих витків, зношування за внутрішнім і середнім діаметрами нарізі. Для ремонту застосовують заварю-

вання з подальшим свердлінням і нарізанням нарізі номінального розміру, встановлення вкруток і спіральних вставок, нарізання нарізного отвору більшого розміру на новому місці.

Основним недоліком заварювання отворів з подальшим свердлінням і нарізанням нарізі номінального розміру є велика зона термічного впливу, що призводить до зміни структури основного металу, відбілення чавуну, утворення тріщин і жолоблення, зниження міцності нарізі майже в 2 рази,

Вкрутки вставляють у попередньо нарізаний отвір деталі. Для запобігання викручуванню ставлять стопорні шпильки або приклеюють компаундом.

Випускається комплект інструменту для ремонту нарізних отворів спіральними вставками. Він має свердла, мітчики, ключі для викручування спіральних вставок, бородки для видалення технологічного повідка, тригранні ключі для викручування бракованих вставок, набір спіральних вставок.

Технологія встановлення спіральної вставки складається із свердління отвору під потрібний розмір, нарізання нарізі з тим же кроком, встановлення спіральної вставки необхідного розміру технологічним повідком донизу в монтажний інструмент, закручування її у підготовлений отвір і видалення технологічного повідка із вставки спеціальним бородком. Вкручена спіральна вставка повинна заглиблюватись у поверхню деталі на 0,5-1мм.

Перевага цього способу полягає в тому, що завдяки рівномірному розподілу навантаження за витками і збільшенню діаметра значно підвищується міцність з'єднання, особливо в алюмінієвих і чавунних деталях. Цим способом можна відновлювати нарізні отвори у тонкостінних деталях.

Свердління отворів і нарізання нарізі на новому місці можна застосовувати тільки для окремих груп деталей, у яких розміщення нарізних отворів може бути змінене без порушення взаємозамінності (маточини, барабани, фланці тощо).

Видалення зламаних болтів і шпильок виконують за допомогою електроерозійної обробки, приварювання до зламаних болтів і шпильок гайок або пластин.

Електроерозійною обробкою бором і екстрактором видаляють зламані шпильки і болти, якщо зламаний кінець розміщений нижче

рівня поверхні деталі. Для цього деталь занурюють у ванну з гасом. Обламаний кінець болта або шпильки руйнують дією мідного електроду — інструменту на грубому режимі. Якщо діаметр зламаної шпильки великий, інструмент (електрод) беруть квадратного перерізу, а у шпильці прошивають квадратний отвір на глибину 10-15мм і потім пробковим ключем викручують її.

Бором (рис. 3.57, а) зламану шпильку викручують шляхом свердління ушпильці отвору, забиванням у нього бору, який представляє собою загартований конічний стрижень з гострими прямими зубами і головкою під ключ або вороток. Забитий бор щільно зчіплюється з тілом шпильки або болта, що дозволяє їх викрутити. Після видалення обломаної частини, нарізи отворів калібруються відповідними мітчиками.

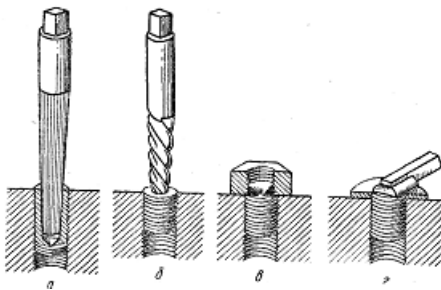


Рис. 3.57 - Інструменти і прийоми для викручування зламаних шпильок і болтів:

а — бор; б — екстрактор; в — приварювання гайки; г — приварювання дроту

Екстрактор (рис. 3.57, б) представляє собою конічний стержень, на якому нарізані п'ять лівих спіральних канавок. У центрі злому свердлять отвір на всю його довжину, забивають екстрактор у висвердлений отвір і викручують обломок із нарізного отвору.

Приварювання гайок і дротів до зламаних болтів і шпильок застосовують у тому випадку, коли зламаний кінець болта або шпильки знаходиться на рівні поверхні або вище її. Якщо він розміщений на рівні поверхні деталі (рис. 3.57, в), то на нього накладають гайку меншого розміру і приварюють. Обертаючи гайку, викручують обломок з нарізного отвору. Якщо зламаний кінець болта чи шпильки виступає над поверхнею деталей (рис. 3.57, г), то на нього надівають шайбу і приварюють сталевий дріт, за який викручують обломок.