

Кропивницький аграрний фаховий коледж

**ПРОЕКТУВАННЯ ЗНІМАЧІВ
ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ
РОЗБИРАЛЬНИХ ТА СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ**

Методичні вказівки
до конструкторського розділу
дипломного проектування
спеціальності 208
„Агроінженерія ”



Укладач: **Мединський Валентин Станіславович**, викладач спеціальних дисциплін, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист

Рецензент: **Бойко Сергій Леонідович**, викладач спеціальних дисциплін, спеціаліст вищої категорії

В роботі наведені методичні рекомендації на допомогу студентам при роботі над дипломним проектуванням при виконанні конструкторського розділу. Даються рекомендації по визначенню основних параметрів конструктивних елементів знімачів для розбирання і складання з'єднань з натягом.

ПРОЕКТУВАННЯ ЗНІМАЧІВ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ РОЗБИРАЛЬНИХ І СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ

Мета методичної розробки: допомогти студентам під час дипломного проектування визначати основні параметри конструктивних елементів знімачів для розбирання і складання з'єднань з натягом

1. ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

Для виконання конструкторського розділу дипломного проекту необхідно знати призначення розбиральних і складальних робіт у технологічному процесі технічного сервісу та вимоги при виконанні цих робіт. Також треба з'ясувати особливості розбирання з'єднань з натягом та технологічне обладнання та пристрої, які застосовують для цього.

Додатково потрібно знати вимоги до виконання розбиральних робіт при технічному сервісі техніки; технологічні документи які визначають послідовність виконання розбиральних та складальних робіт; фактори, які визначають міцність з'єднань з натягом; чим обумовлена різниця між величинами зусилля за пресування і розпресування з'єднань із натягом; технологічні способи застосовуються для складання з'єднань з натягом; види інструментів та пристроїв, які застосовують для розбирання та складання з'єднань із натягом.

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ

КОНСТРУКТОРСЬКОГО РОЗДІЛУ

2.1 Послідовність проектування знімача

2.1.1 Провести аналіз з'єднання, яке необхідно розібрати.

2.1.2 Сформулювати технологічні вимоги до пристрою, який необхідно запроектувати для розбирання заданого з'єднання.

2.1.3 Скласти принципову схему пристрою, який проектується.

2.1.4 Визначити конструктивні параметри основних елементів гвинтового пристрою.

2.1.5 Визначити конструктивні параметри гідравлічного або пневматичного пристрою.

2.1.6 Зробити порівняльну оцінку конструкцій, визначити доцільність застосування кожної з них

2.1.7 Виконати ескізне компонування обраного пристрою.

2.1.8 Сформулювати вихідні положення технічного завдання на виготовлення пристрою.

2.2 Теоретичні відомості

2.2.1 Загальні положення

У сучасних машинах з'єднання деталей за допомогою посадок з гарантованим натягом складають близько 20% від усіх з'єднань. Вони дуже надійні і дозволяють передавати значні осьові зусилля і крутні моменти. Крім того вони прості по конструкції і технології виготовлення (немає проміжних деталей, гарне базування в процесі розбирання і складання). Найчастіше в машинобудівних конструкціях посадки з натягом застосовуються в діапазоні розмірів від 18 до 120 мм

Основною ознакою при класифікації з'єднань з натягом (пресових з'єднань) є форма охоплюючої деталі, додатковими чинниками - ступінь досяжності для засобів розбирання і складання, фізичні властивості матеріалів, з яких виготовлені деталі з'єднання, тип поверхонь, що сполучаються, (циліндричні, конічні, еліптичні); наявність змащення на поверхні контакту. Усього виділяється 3 класи з'єднань, у яких охоплююча деталь, є тілом обертання, не круглим стрижнем (важіль, шатун) чи корпусом (рисунок 1).



Рисунок 1 Класифікація з'єднань з натягом

Для розбирання та складання з'єднань із натягом використовуються такі способи: механічний, гідравлічний, комбінований.

При механічному способі складання здійснюється так зване поздовжньо-пресове сполучення деталей, коли охоплювана деталь під дією сил, що прикладаються до неї, запресовується в охоплюючу. При цьому зовнішній діаметр охоплюваної деталі більше, ніж діаметр отвору охоплюючої. Процес запресовування здійснюється з контрольованим натягом, який створює на поверхні контакту значні сили тертя, що забезпечують відносну нерухомість деталей.

При розбиранні з'єднань механічним способом здійснюється зворотня операція - розпресовування. Зусилля розпресовування на 10-15% більше зусилля запресовування. Роз'єднання тугопосаджених деталей викликає значні

труднощі, і, крім того, при цьому можна легко пошкодити деталі, що роз'єднуються.

Щоб при розбиранні не ушкоджувати деталі, варто уникати застосування такого інструмента, як молотки, зубила, кувалди тощо.

Для механізації розбирання застосовується пресове технологічне устаткування: універсальні монтажно-запресовочні приводні преси, які випускаються промисловістю і спеціальні стаціонарні чи мобільні пристрої.

Пристрій — це додаткове оснащення до основного технологічного устаткування (наприклад, патрон, люнет, оправка верстата) або самостійний пристрій, який використовують з метою розширення технологічних можливостей устаткування, підвищення його продуктивності, заміни ручної праці. На ремонтних підприємствах застосовують різноманітні технологічні пристрої:

- монтажно-демонтажні — для підвищення продуктивності та інших оптимальних умов при розбиранні і складанні вузлів, агрегатів (знімачі, шарнірно-важільні механізми тощо);
- верстатні — для встановлення і закріплення різального інструменту, базування (орієнтації та закріплення) деталі щодо різального інструменту (оправки, патрони, люнети, кондуктори, притискачі, борштанги та ін.);
- контрольні — для перевірки (контролю) деталей при їх дефектуванні, відновленні та після нього, а також під час обкатування і випробування (шаблони, мікрометричні та індикаторні пристрої);
- ремонтно-технологічне оснащення — для реалізації різних операцій відновлення деталей (наприклад, електродотримачі, підвісні пристрої гальванічних ванн, наплавочні та металізаційні головки тощо).

Пристрої бувають універсальними, що використовуються на кількох операціях, і спеціальними. Вони можуть також входити до комплектів основного устаткування (його технологічне оснащення — патрон, центр, оправка) або бути самостійними пристроями (знімачі, гідравлічні, шарнірно-важільні механізми тощо).

При проектуванні пристроїв необхідно орієнтуватися на відомі аналоги, удосконалюючи та модернізуючи їх. Слід максимально використовувати стандартні й уніфіковані елементи.

З метою зменшення витрат на проектні роботи та досягнення необхідних показників пристроїв (заданої точності, потужності, продуктивності, мінімальної матеріало- та енергомісткості) їх розробку рекомендовано вести у такій послідовності:

- 1) обґрунтування необхідності розробки (модернізації) пристрою;
- 2) розробка кінематичної схеми (розрахункової моделі) пристрою;
- 3) розрахунок основних елементів;
- 4) ескізне компоновання пристрою;
- 5) опис будови та принципу роботи;
- 6) розробка технічних умов на виготовлення окремих деталей;
- 7) розробка складального креслення пристрою та його деталізація;

- 8) розробка технічних умов на складання, обкатування, випробування, фарбування тощо;
- 9) розробка правил експлуатації, техніки безпеки та протипожежної безпеки.

Для простих пристроїв частина операцій не виконується (наприклад, деяких, зазначених у п. 8 та 9).

Обґрунтування необхідності розробки (модернізації) пристрою. При обґрунтуванні необхідно показати, як вплине застосування розроблюваного пристрою на продуктивність праці, якість і точність обробки, трудомісткість та собівартість відновлення (обробки) деталі, складання складальної одиниці тощо. При цьому слід зазначити, які показники пристрою будуть поліпшені внаслідок удосконалення конструкції і як це вплине на собівартість виконаної операції. Розробляючи пристрій, треба також враховувати тип виробництва (кількість ремонтних об'єктів): в одиничному чи дрібносерійному виробництві застосовують прості, універсальні пристрої, у велико-серійному і масовому – складні, спеціальні.

Кінематична схема пристрою — це наочне зображення конструкції за допомогою умовних позначень структурних елементів в їх функціональному зв'язку. На схемі зображують приводи, механізми передачі руху, його обмеження (гальма), пристрої для зміни напрямку, швидкості (редуктори, мультиплікатори), передачі крутного моменту (зубчасті колеса, вали, підшипники, паси тощо). Графічне зображення кінематичних схем виконують відповідно до ГОСТ 2.770-88.

Розрахункова схема – це є спрощений графічний образ (модель) реальної конструкції із зображенням діючих сил (у вигляді векторів), моментів. Зображують з метою виконання конструкторських розрахунків.

2.2.2 Розрахунок основних елементів знімача

Основним устаткуванням для розбирання і складання посадок із натягом служать преси і пристрої, що зветься знімачами.

Застосування знімачів забезпечує високу якість роботи, зберігає деталі, що знімаються, а при використанні знімачів з механізованим приводом, крім того, підвищує продуктивність праці в порівнянні з ручним.

За конструкцією знімачі дуже різноманітні, тому що з їхньою допомогою роз'єднуються деталі, які мають різні форми і розміри.

Однак, незважаючи на велику розмаїтість конструкцій, у всіх знімачів є вузли і деталі, загальні по призначенню, а часто і за формою.

Конструкція найбільш широко розповсюдженого лапчастого знімача показана на рисунку 2.

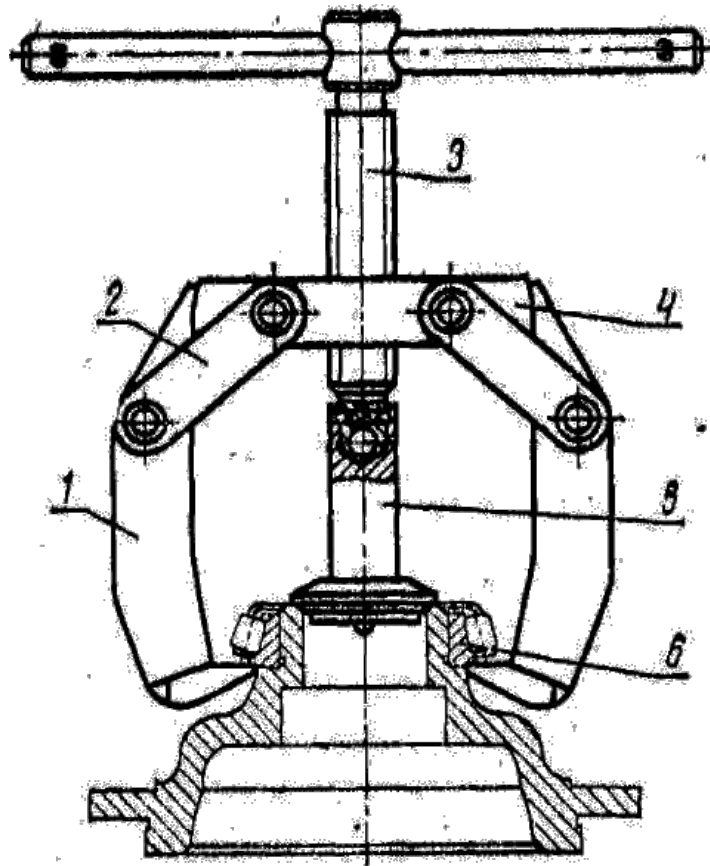


Рисунок 2 Гвинтовий знімач з лапчастими захватами

Основою знімача служить корпус 4, до нього приєднуються захвати 1, за допомогою яких знімач з'єднується з деталлю, яка спресовується, 6. Захвати іноді можуть складати одне ціле з корпусом, кріпитися на корпусі або безпосередньо з'єднуватися з ним за допомогою тяг 2.

Зусилля, необхідне для випресовування, створюється силовим гвинтом 3, який у конструкціях з гідравлічним чи пневматичним приводом може замінюватися штоком циліндра.

Іноді на кінці силового гвинта (чи штока) приладнують надставку 5, що дозволяє силовий гвинт робити коротшим і створювати більш зручний упор.

Захвати — найбільш відповідальні деталі знімачів. Кінці захватів у більшості конструкцій звичайно кінчаються гачком, що закріплює деталь, яка спресовується.

Захвати знімача працюють в умовах складного опору, розтягу і згину, тобто в умовах ексцентричного розтягу, тому виготовляти їх необхідно з великим запасом міцності, для того щоб виключити деформацію в роботі. Як матеріал для захватів застосовують низьколеговану сталь.

Силовий гвинт (шток) знімача витримує великі навантаження. Упорний кінець гвинта (штока) повинний бути циліндричної форми, діаметром трохи меншим за внутрішній діаметр різьби. Це робиться для того, щоб у випадку зминання торця гвинта його можна було б вивернути з гайки корпуса знімача.

Для зменшення зносу торця гвинта (штока) цей кінець варто гартувати чи цементувати з наступним загартуванням.

Осьове зусилля, передане від гвинта (штока) на деталі машин, може викликати змінання їхнього металу. Щоб уникнути цього звичайно застосовують додаткову деталь — п'яту силового гвинта. Її виконують іноді у вигляді окремої деталі, не зв'язаної з гвинтом. Однак, як показав досвід, це дуже незручно, тому частіше п'яту зв'язують із гвинтом тим чи іншим способом.

Конструкція кріплення п'яти вибирається з таких міркувань, щоб при обертанні гвинта п'ята була нерухома. Крім цього, п'ята служить для передачі зусилля гвинта (штока) по напрямку деталі. Хитна п'ята усуває вплив можливого перекосу, якщо торцева поверхня деталі, у яку упирається гвинт, буде не перпендикулярною осі гвинта знімача.

Матеріал п'яти повинний бути м'якшим за матеріал деталі, у яку упирається гвинт. З цією же метою іноді упорну поверхню п'яти обладнують прокладкою з м'якого матеріалу: латуні, міді, алюмінію чи фібри.

Розрахунок зусилля випресовування

Під час конструювання пристроїв знімачів для розбирання з'єднань із натягом розраховується зусилля випресовування для конкретного з'єднання.

При запресовуванні деталей зусилля запресовування залежить від цілого ряду умов: матеріалу, з якого зроблені деталі, наявності змащення на поверхнях запресованих деталей, чистоти обробки деталей з'єднання, розміру конуса кінцевої частини валу, який запресовується, тощо.

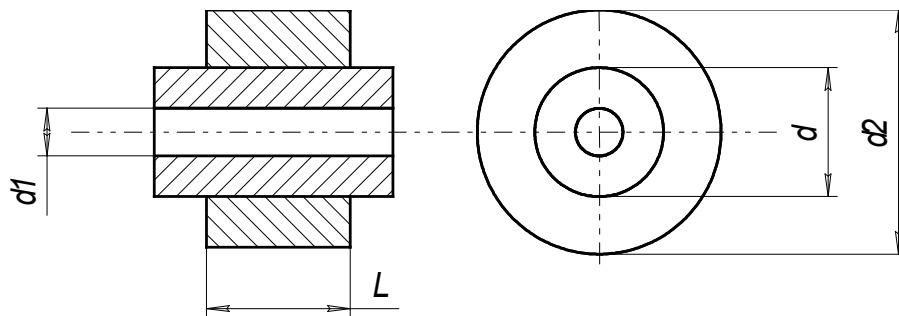


Рисунок 3 З'єднання валу з втулкою

Для визначення величини зусилля запресовування P , МПа можна скористатися формулою:

$$P = f_{\text{зап}} \cdot \pi d p L \quad (1)$$

де $f_{\text{зап}}$ - коефіцієнт тертя при запресовуванні, значення якого змінюється в широких межах залежно від матеріалу деталей, чистоти поверхні деталей, змащення і т.і. (сталь – сталь-0.20; сталь – чавун-0.14; сталь – бронза, латунь-0.10; чавун – бронза, латунь-0.08);

d - номінальний діаметр отвору, мм;

L - довжина отвору, мм;

p - питомий тиск на поверхню контакту, МПа .

Питомий тиск p можна визначити за формулою:

$$p = \frac{\delta}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) \cdot 10^3} \quad (2)$$

де δ - розрахунковий натяг, мкм;

E_1 і E_2 - модулі пружності матеріалу охоплюваного (валу) й охоплюючої (втулки) деталі, які дорівнюють для сталі $2,2 \cdot 10^5$ МПа, чавуну - $(1,2 \div 1,4) \cdot 10^5$ МПа, для бронзи - $1,1 \cdot 10^5$ МПа

C_1 і C_2 - коефіцієнти. Їх значення можна визначити з наступних співвідношень:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1, \quad (3)$$

$$C_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} + \mu_2, \quad (4)$$

де μ_1, μ_2 - коефіцієнти Пуассона, для сталі - 0,3, чавуну - 0,25 і бронзи - 0,33.

Для визначення зусилля випресовування також можна скористатися наближеними співвідношеннями для розрахунку зусиль запресування з наступним додатковим корегуванням:

для сталюї маточини і валу

$$P_3 = 20 \cdot 10^3 \delta L, \quad (5)$$

для чавунної маточини і сталюго вала

$$P_3 = 11,5 \cdot 10^3 \delta L, \quad (6)$$

де: L – довжина маточини, мм;

Зусилля випресовування Q приймають $(1.20 - 1.30) P_3$

Розрахунок гвинтового знімача

Розрахунок конструктивних параметрів основних елементів знімача рекомендується виконувати в такій послідовності: діаметр гвинта, висота гайки (різьби в корпусі), переріз захвата, довжина і діаметр рукояті.

При проектувальному розрахунку визначається середній діаметр різьби гвинта знімача:

$$d_{\text{сер}} = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot k_B \cdot k_p \cdot [q]}}, \quad (7)$$

де Q – зусилля розпресовування, Н;

k_B – коефіцієнт висоти гайки (для цільних гайок значення k_B приймається від 1,2 до 2,5);

k_p – коефіцієнт робочої висоти профільно різьби (для упорної різі $k_p = 0,75$);

$[q]$ - середній допустимий тиск в різьбі, МПа (для гвинтової пари «сталь-чавун» значення $[q]$ приймається 5 – 7 МПа).

Основні параметри, які характеризують профіль різі, визначаються за довідковими даними, крок різі приймається 4-10 мм.

Момент тертя в різьбі гвинтової пари знімача $M_{тр}$, Н·мм, який виникає під час розпресування і який треба подолати робітнику, розраховується за формулою:

$$M_{тр} = Q \cdot \frac{d_{сер}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi), \quad (8)$$

де γ – кут підйому середньої гвинтової лінії, град;

φ – приведений кут тертя, град

Значення γ та φ для гвинтової пари з упорною різьбою рекомендуються такі $\gamma = 3^\circ$, $\varphi = 7^\circ 25'$, тоді $\operatorname{tg}(3^\circ + 7,42^\circ) = 0,1840$

Довжина рукояті L , мм за допомогою якої робітник повертає гвинт знімача, визначається за формулою:

$$L = \frac{M_{тр}}{n_p \cdot F_p \cdot k}, \quad (9)$$

де: $M_{тр}$ - момент тертя в різьбі гвинтової пари знімача, Н·мм

n_p – кількість одночасно працюючих робітників, люд;

F_p – зусилля, яке створюється одним робітником на рукоятці, Н ($F_p \leq 300\text{Н}$);

k – коефіцієнт, який враховує незручність одночасної роботи двох або більше робітників, $k = 0,8$.

Діаметр рукояті розраховується за формулою:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{M_{тр}}{0,1[\sigma_3]}}, \quad (10)$$

де $[\sigma_3]$ – допустимі напруження на згин (для сталей марок Ст.3 та Ст. 4 $[\sigma_3] = 120 - 130$ МПа).

Розрахунок параметрів гідравлічного (пневматичного) пристрою

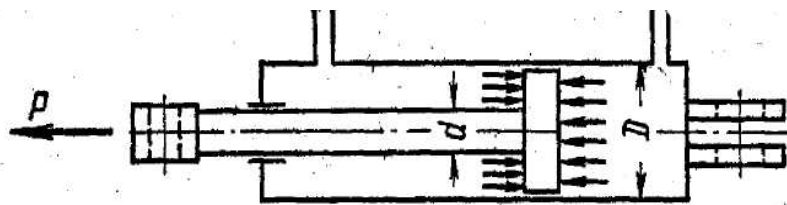


Рисунок 4 Схема до розрахунку силового циліндра знімача

Для розпресування деталі необхідно, щоб зусилля на штоку силового циліндра Q було більшим, ніж зусилля запресування P_3 , тобто $Q > P_3$.

Зусилля на штоку при подачі робочої рідини (повітря) в безштокову порожнину визначається за формулою:

$$Q_1 = p \frac{\pi D^2}{4} \cdot K_B, \quad (11)$$

де p - робочий тиск у циліндрі, МПа, ($p=10-14$ МПа);

D - діаметр (внутрішній) циліндра або поршня, мм;

K_B - коефіцієнт втрат, $K_B=0,96$.

Звідси діаметр циліндра (поршня):

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \cdot p \cdot K_B}}, \quad (12)$$

Зусилля на штоку при подачі робочої рідини (повітря) в порожнину з боку штоку визначається за формулою:

$$Q_2 = p \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot K_B, \quad (13)$$

де p - робочий тиск у циліндрі, МПа;

D - діаметр (внутрішній) циліндра або поршня, мм;

d - діаметр штока, мм ($d = 30; 45$ мм);

K_B - коефіцієнт втрат, $K_B=0,96$.

Таким чином, діаметр циліндра (поршня):

$$D = \sqrt{\frac{4Q_2}{\pi \cdot p \cdot K_B} + d^2}, \quad (14)$$

За діаметром поршня і робочим тиском у силовому циліндрі визначають його марку.

В гідравлічних знімачах, які розробляються в ремонтних майстернях, тиск робочої рідини найчастіше створюється гідравлічними насосами типу НШ, привод яких здійснюється електродвигунами. Для вибору електродвигуна попередньо визначають споживчу потужність N_n , кВт, за формулою:

$$N_n = Q_n p / (61,2\eta) \quad (15)$$

де Q_n - подача насоса, л/хв;

p - тиск робочої рідини, МПа;

η - ККД насоса, який дорівнює 0,8.

Подачу насоса Q_n , л/хв, орієнтовно можна визначити за формулою:

$$Q_n = qn\eta_o / 1000 \quad (16)$$

де q - подача за один оберт вала, см^3 ,

n - частота обертання вала насоса, хв^{-1} ,

η_o - об'ємний ККД насоса (приймається 0,9... 0,95)

Значення q , n та p вказані в технічній характеристиці насосу. Розрахувавши споживчу потужність, підбирають за каталогом марку електродвигуна.

Додатки

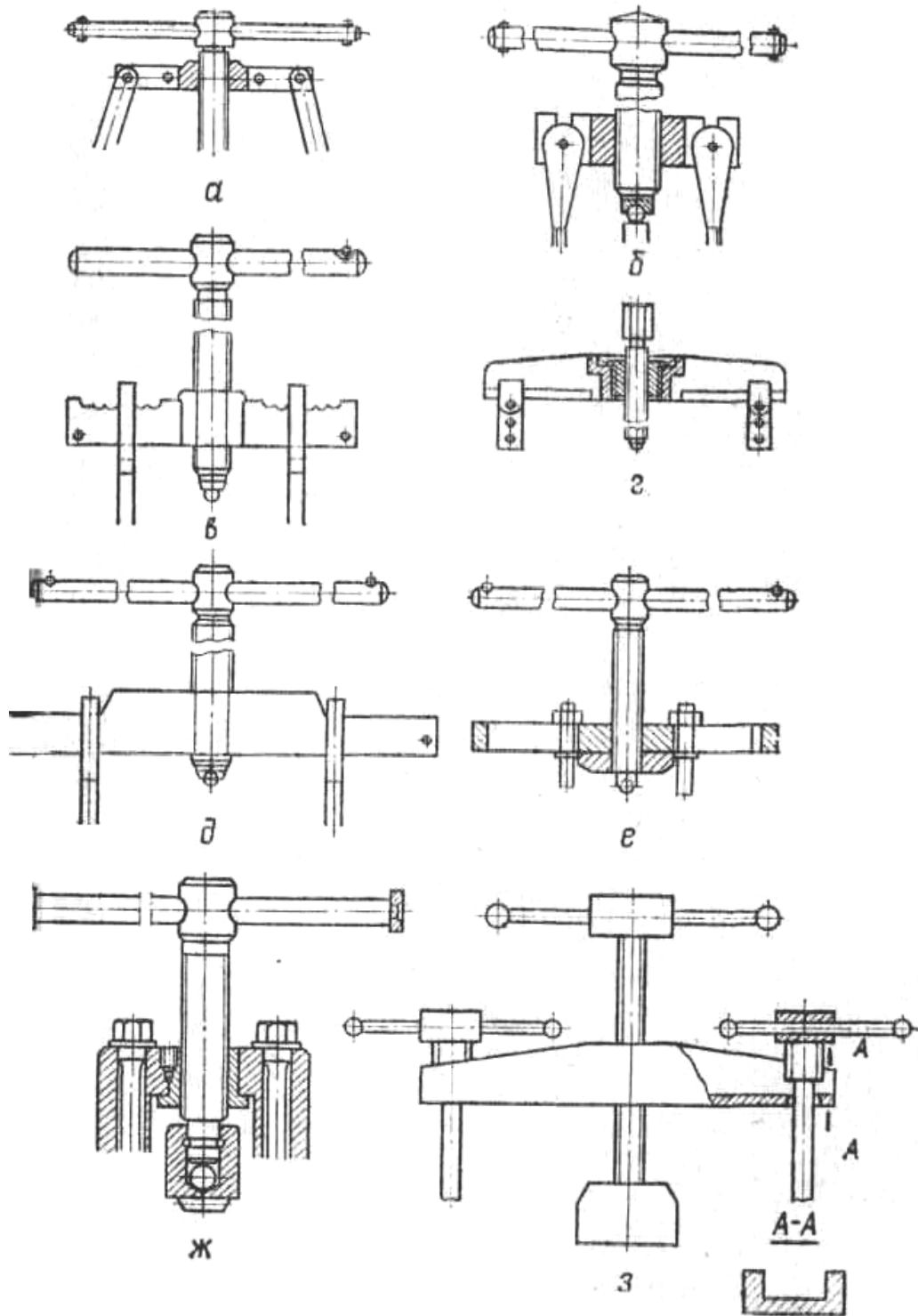


Рисунок 5 Способи з'єднання захватів з корпусом: а, б, в, г, д, е, ж, з – варіанти.

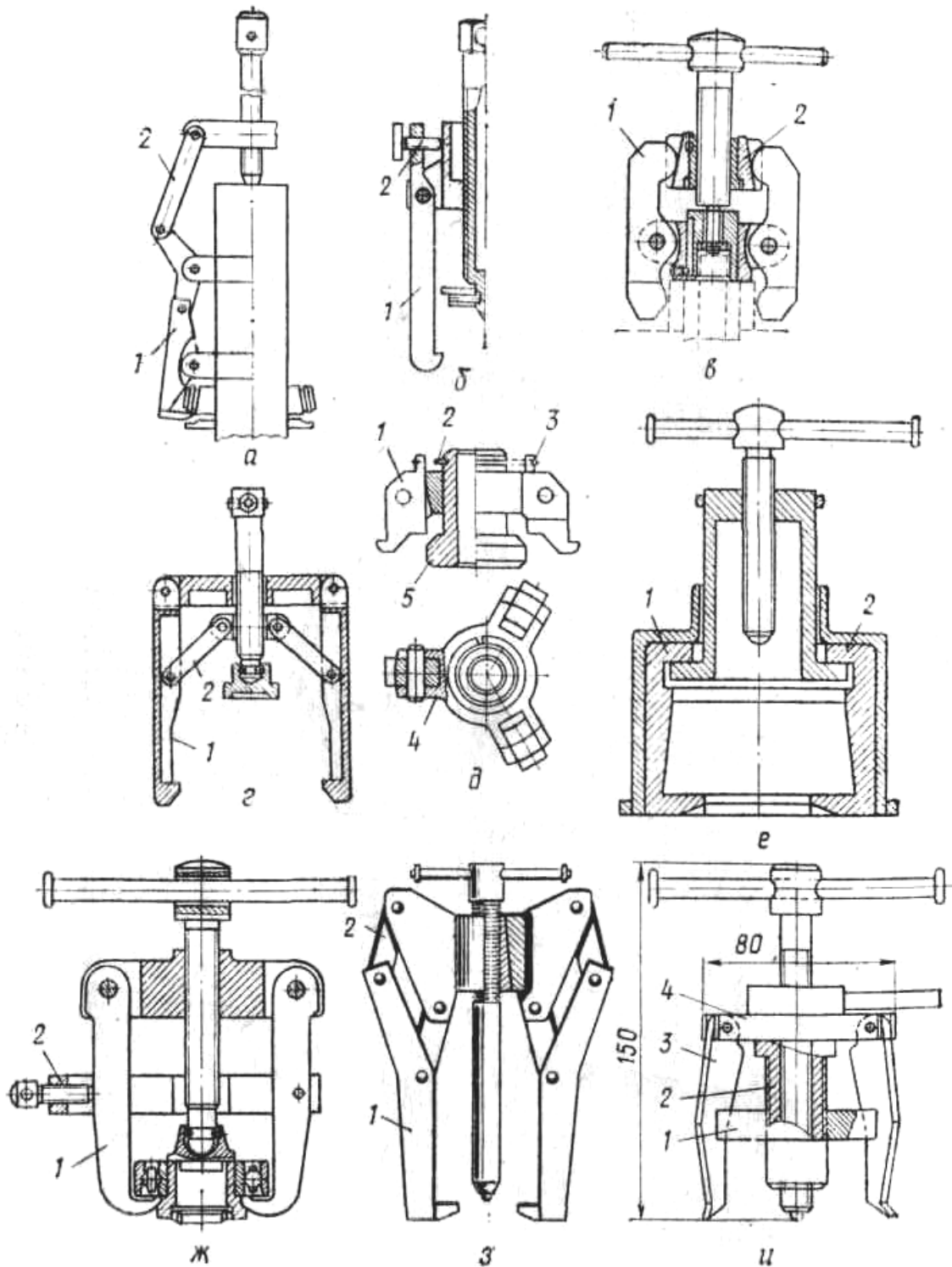


Рисунок 6 Способи притискання лапчастих захватів до деталі, яка знімається: *а, г, з* – системою тяг: 1-захвати, 2-тяги, *б* – гвинтом: 1-захват, 2-гвинт; *в* – конусом: 1-захват, 2-конус; *д* – пружиною: 1-захват, 2-запірне кільце, 3-пружина, 4-хрестовина, 5-втулка; *е* – обоймою: 1-обойма, 2-захват; *ж* - хомутом: 1-захват, 2-хомут; *и* – диском: 1-диск, 2-гвинт, 3-захват, 4-хрестовина.

Захвати – найбільш відповідальні деталі знімачів. Їх кінці в більшості конструкцій закінчуються гачком, яким закріплюють деталь, яка спресовується. Захвати знімача працюють в умовах складного опору, розтягу та вигину. Тому виготовляти їх потрібно з великим запасом міцності, з тим щоб запобігти деформацію при роботі. В якості матеріалу для виготовлення захватів застосовують низьколеговану конструкційну сталь.

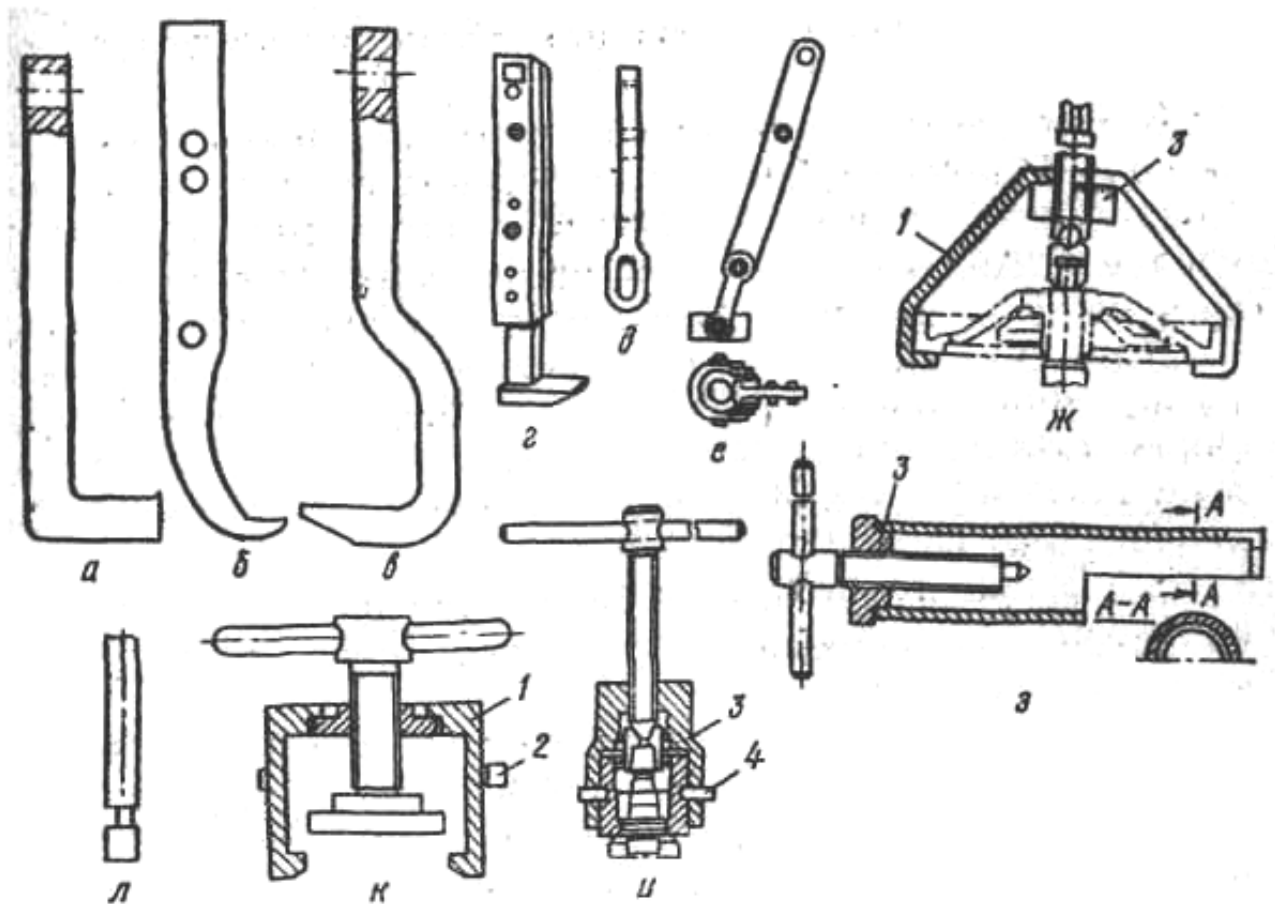


Рисунок 7 Захвати різної форми:

a, б, в – лапчасті захвати; *г* – лапчасті розсувні; *д, е* - захвати тяги; *ж, з* – захвати, жорстко з'єднані з корпусом; *и, к* – складові нерухомі; 1- захват; 2 – кільце; 3 – корпус; 4 – вилка; *л* – ексцентрикові.

Силовий гвинт – (шток) витримує великі навантаження. Упорний кінець гвинта (штока) повинен бути циліндричної форми, діаметром декілька меншим внутрішнього діаметра різьби. Це робиться для того, щоб у випадку змінання торця гвинта його можна було б вивернути з гайки корпусу знімача. Для зменшення спрацювання торця цей кінець потрібно гартувати або цементувати з наступним гартуванням і низьким відпуском. Іноді силовий гвинт роблять збірним з п'ятою.

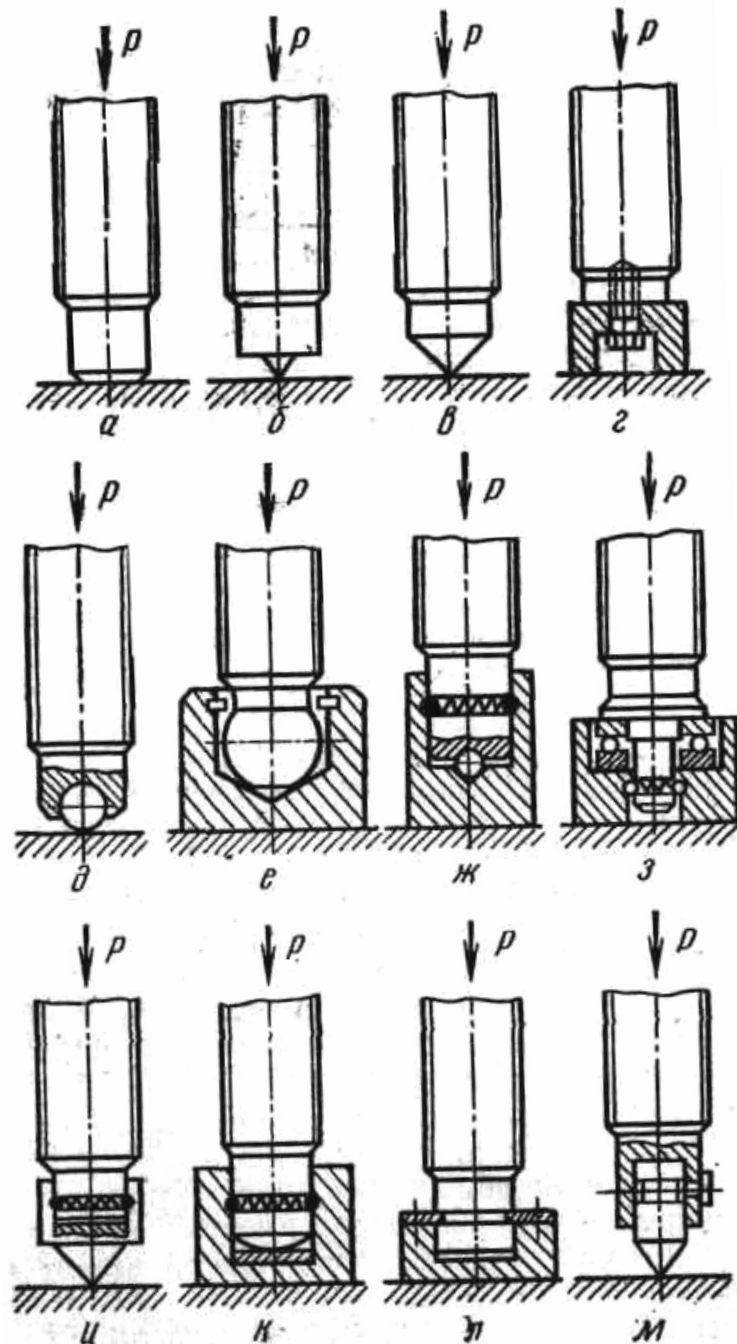


Рисунок 8 Опорна частина силових гвинтів (штоків) :
а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л, м – різні варіанти конструкцій.

Корпуси знімачів – за своєю конструкцією дуже різні. Корпус може бути зроблений у вигляді планки прямокутного перерізу на кінцях якого закріплені захвати, а в середній частині передбачений отвір з різьбою для силового гвинта (штока). У випадках, коли кількість захватів у знімача більше двох, форму корпусів роблять іншу: для трьох, чотирьох чи шести захватів

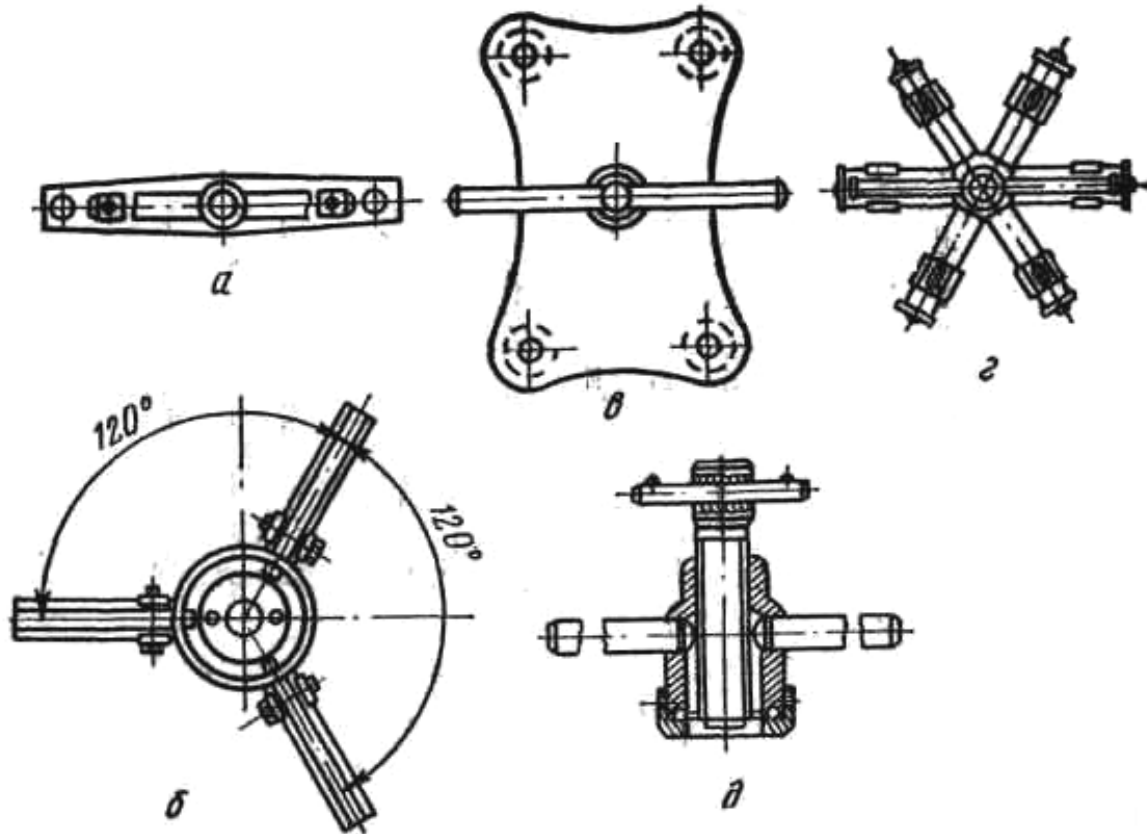


Рисунок 9 Корпуси знімачів для захватів:
a – двох; *б* – трьох; *в* – чотирьох; *г* – шести; *д* – з обертаючим корпусом.

Список використаних джерел

1. Семенов В.М. Нестандартный инструмент для разборочных работ. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 287.
2. Сідашенко О.І., Поліський А.Я. Ремонт машин - К.: Урожай, 1994. - С. 38-42.
3. Сірий І. С., Колісник В. С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. – К.: Урожай, 1995. – С. 162 – 167.