

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Технологічні основи машинобудування

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

денної форми навчання

Любешів 2021

УДК

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»
_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу
Бібліотекар _____ М.М. Деміх

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»
протокол № _____ від «____» _____ 2021 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів харчового
виробництва

протокол № _____ від «____» _____ 2021 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Кравченко Т.Ф.

Укладач: _____ Н.Г.Остапук, викладач другої категорії

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Кравченко Т.Ф., викладач вищої категорії, голова
циклової методичної комісії викладачів харчового виробництва

Технологічні основи машинобудування[Текст]: методичні вказівки до виконання практичних
робіт для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь
знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми
навчання/уклад. Н.Г.Остапук. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021.
– 21с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Технологічні основи
машинобудування» з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить
контрольні питання до кожної з тем та перелік рекомендованої літератури.

© Остапук Н.Г., 2021

Практична робота №1

Тема: «Формулювання службового призначення виробу»

Мета роботи: практичне використання студентом знань і вмінь при формулюванні службового призначення виробу (машини).

Теоретичні відомості

Машина як один із видів виробів - це механізм або сукупність механізмів, що виконують цілеспрямовані дії з метою виконання роботи або перетворення енергії чи інформації.

Створення нової машини завжди починається з глибокого вивчення завдань, для вирішення яких вона розробляється, і точного формулювання її службового призначення.

Під службовим призначенням машини розуміється максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для вирішення якого призначається машина.

Помилки, допущені при виявленні й уточненні службового призначення машини, призводять до створення недосконалих машин, до зайвих витрат праці на їх виготовлення, освоєння й експлуатацію.

Формулювання загального завдання, як правило, не викликає труднощів. Наприклад, для відомому виробу “токарний верстат”: “токарний верстат призначений для обробки заготовок типу тіл обертання”. Але крім формулювання такого завдання, потрібно визначити всі додаткові умови та вимоги, що максимально уточнюють і конкретизують загальне завдання. Необхідно уточнити розміри деталей, для виготовлення яких призначається верстат, ступінь автоматизації верстата (універсальний, з ЧПК і ін.), його продуктивність. Якщо верстат призначений для виготовлення виробів широкої номенклатури, то його конструкція повинна бути універсальною; якщо він призначений для масового випуску однакових виробів, то конструкція повинна бути спеціальною.

Ще одне уточнення службового призначення може бути пов'язане з вимогами до точності деталей, що будуть виготовлятися на цьому верстаті, - точність розмірів, відносного розміщення, форми і шорсткості поверхонь.

До кількості параметрів, що уточнюють службове призначення токарного верстата, належать також режими обробки, тип заготовок, їх матеріал, умови роботи верстата: можливі коливання температури навколишнього середовища, вологість і запиленість повітря та ін.

Таким чином, встановлюючи службове призначення конкретної машини, необхідно якнайточніше з'ясувати її функції і головне подати ці уточнення не тільки в якісній, але і кількісній формі.

Студент, отримавши завдання, по перше, повинен з'ясувати, до якого класу машин належить цей виріб (енергетична, робоча чи інформаційна).

Оскільки кожна машина створюється для виконання певного технологічного процесу, то визначення службового призначення необхідно починати з вивчення й опису самого процесу.

Під технологічним процесом, реалізованим машиною або за її допомогою, будемо розуміти сукупність послідовних дій, спрямованих на досягнення визначеного результату.

У зв'язку з цим формула службового призначення виробу повинна містити у собі таку основну інформацію:

а) вичерпні дані про технологічний процес (для чого конкретно призначений виріб): продукцію, її вид, розміри, якість, кількість;

б) умови, у яких буде працювати виріб: до них входять показники(із допустимими відхиленнями), що характеризують якість вихідного продукту, вид та кількість спожитої енергії, режими роботи машини і її вплив на стан навколишнього середовища;

в) вимоги до зовнішнього вигляду, безпеки роботи, зручності і простоти обслуговування та керування, рівня шуму, коефіцієнта корисної дії, ступінь механізації й автоматизації та ін.

Формулювання службового призначення виробу передбачає самостійну роботу студента з літературою, що пов'язана з конструюванням, виготовленням, експлуатацією та ремонтом аналогічних конструкцій.

Приклад опису службового призначення виробу

Редуктор РЧ-05 силовий, закритий, черв'ячний, одноступінчастий, нереверсивний, тихохідний, призначений для передавання обертання від електродвигуна на вал шнека транспортера відведення стружки із зони різання токарного модуля з пониженням частоти обертання і збільшенням крутного моменту.

Потужність, що передається:

номінальна 0,5 кВт, максимальна 1кВт;

передаточне відношення 21,82;

ККД - не менше 80 %;

Частота обертання вхідного вала:

- номінальна - 1200 хв^{-1} ;
- максимальна - 2000 хв^{-1} .

Крутний момент вхідного вала:

робочий - 23Нм;

холостого ходу - менше 5 Нм.

Частота обертання вихідного вала:

номінальна - 55 хв^{-1}

максимальна - $91,6 \text{ хв}^{-1}$.

Крутний момент вихідного вала:

номінальний - 510 Нм;

максимальний - 1000 Нм.

Редуктор призначений для роботи із верстатом усередині цеху в повітряному середовищі, що не містить парів агресивних

речовин. Допускається попадання на корпус редуктора стружки, крапель мастила і змащувальної охолоджуючої рідини (ЗОР).

Редуктор працює при температурі 17-35°C та відносній вологості до 80 %.

Рівень шуму при номінальних режимах не більше 40 дБ. Допускається нагрівання корпусу до 45°C.

Редуктор призначений для безперервної роботи при номінальному навантаженні.

Термін використання до ремонту не менше 30000 годин.

У міжремонтний період обслуговування не передбачено.

Маса редуктора 10 кг (+-) 0,5 кг.

Габаритні розміри 150 x 120 x 120 мм.

Звіт про практичну роботу повинен містити:

- назву, номер роботи та її мету;
- конспективний запис загальних положень щодо аналізу службового призначення виробів;
- опис службового призначення виробу харчової промисловості (виріб вибрати самостійно).

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під службовим призначенням машини?
2. Яку інформацію повинен містити опис службового призначення машини?

Практична робота №2

Тема: «Визначення типу виробництва табличним способом та його характеристик»

Мета роботи: навчитись визначати тип виробництва табличним способом

Теоретичні відомості

Тип виробництва - класифікаційна характеристика виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску виробів. У машинобудуванні розрізняють одиничне, серійне і масове виробництво.

Тип виробництва визначають на початку проектування технологічних процесів, оскільки від нього залежать усі наступні організаційно-технічні характеристики.

Одним із способів визначення типу виробництва є застосування певних таблиць.

Для його використання необхідно знати річний (N_p) або місячний (N_m) обсяг випуску виробів та деякі допоміжні показники. Це може бути трудомісткість складання виробу ($T_{скл}$) або його маса (M).

У даній роботі передбачено використання саме цих показників.

Порядок виконання роботи

а) визначити річний обсяг, шт., випуску виробів за формулою:

$$N_p = 100 + K \times 1000,$$

де N_p – річний обсяг випуску виробів;

K - номер прізвища студента за списком групи (уточнити у викладача).

Наприклад, при $K = 23$ $N_p = 100 + 23 \times 1000 = 23100$ шт.;

б) визначити обсяг випуску, шт., виробів за місяць N_m :

$$N_m = N_p / 12,$$

$$N_m = 23100 / 12 = 1925;$$

в) визначити орієнтовний час, необхідний для складання виробу Тскл (із діапазонів дивись таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 - Час на складання виробу (Тскл)

Час на складання виробу Тскл, годин					
До 0,25	0,25-2,5	2,5-25	25- 250	250-2500	Понад 2500

Для прикладу припустимо, що Тскл = 4 години.

г) визначити орієнтовно масу виробу.

Для цього необхідно вписати контур виробу у контур простішої фігури (циліндр, паралелепіпед, конус тощо). Визначити за відомими формулами її об'єм та масу. Визначити орієнтовно відсоток заповнення простої фігури безпосередньо конструкцією виробу і потім його масу.

Наприклад, виріб можна вписати у циліндр з розмірами: діаметр $D = \varnothing 80$ мм та довжина $L = 100$ мм. Об'єм такого циліндра дорівнює:

$$V = 3,14 \times D^2 / 4 \times L = 3,14 \times 80^2 / 4 \times 100 = 502400 \text{ мм}^3.$$

Маса циліндра $M_{\text{ц}}$ при питомій вазі матеріалу (наприклад, сталь $\rho = 7,8$ мг/мм³) дорівнює:

$$M_{\text{ц}} = V \times \rho = 502400 \times 7,8 = 3918720 \text{ мг, або } 3,9 \text{ кг.}$$

Враховуючи, що сам виріб займає в об'ємі циліндра близько 50% маса виробу становить $M = 0,5 M_{\text{ц}} = 0,5 \times 3,9 = 1,95 \text{ кг.}$

Після проведення попередніх розрахунків можна розпочати визначення типу виробництва.

д) визначити тип виробництва за обсягом випуску на місяць N_m та трудомісткістю складання Тскл.

Для цього використовуємо таблицю 2.2.

Для нашого прикладу: при $N_m = 1925$ шт. і Тскл = 4 години виріб буде виготовлятися в умовах великосерійного типу виробництва.

Таблиця 2.2 – Залежність типу виробництва від N_m та $T_{скл}$

$T_{скл}$, годин	Місячний випуск виробів N_m , шт.				
Понад 2500	до 1	2 – 4	Понад 5	-	-
250-2500	до 3	3 - 8	9 – 60	Понад 60	-
25-250	до 5	8 – 30	31 – 350	351 – 1500	Понад 1500
2,5-25	до 8	9 – 50	51 – 600	601 – 3000	Понад 3000
0,25-2,5	-	до 80	81 - 800	801 – 4500	Понад 4500
до 0,25	-	-	-	1000 - 6000	Понад 6000
Тип виробництва	Одиничне	Дрібно-серійне	Середньо-серійне	Велико-серійне	Масове

є) визначити тип виробництва за річним обсягом випуску виробів N_p та його масою M .

Для цього використовуємо таблицю 2.3.

Для нашого прикладу: при $N_p = 23100$ шт. і $M = 1,95$ кг виріб буде виготовлятися в умовах великосерійного типу виробництва.

Таблиця 2.3 – Залежність типу виробництва від N_p та M

Тип виробництва	Річний обсяг випуску виробів N_p , шт.		
	Важкі $M > 100$ кг	Середні $10 < M < 100$ кг	Легкі $M < 10$ кг

Одиничне	до 5	до 10	до 100
Дрібносерійне	5 - 100	10 – 200	100 -500
Середньосерійне	100 – 300	200 – 500	500 – 5000
Великосерійне	300 – 1000	500 - 5000	5000 – 50000
Масове	Понад 1000	Понад 5000	Понад 50000

Висновок: обидва способи дали один результат щодо типу виробництва – великосерійний.

Питання для самоконтролю

1. Що таке тип виробництва?
2. Які бувають типи виробництва у машинобудуванні?
3. Яка вихідна інформація необхідна для визначення типу виробництва табличним способом?
4. Які основні показники характеризують тип виробництва?
- 5 Охарактеризуйте одиничне, серійне та масове виробництва?
- 6 Як визначити розмір партії запуску виробів у виробництво?

Практична робота №3:

Тема: «Проектування маршруту обробки заготовки заданої деталі»

Мета роботи: ознайомитися з проектуванням маршруту технологічного процесу обробки заготовки заданої деталі

Теоретичні відомості

Одним з кроків роботи технолога при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі є визначення способів обробки її поверхонь. Сукупність способів, що дозволяють перевести поверхню із стану вихідної заготовки у стан, заданий у кресленні, називають **маршрутом обробки поверхні** (МОП). Склад конкретного МОП залежить від точності вихідної заготовки (способу її виготовлення) та вимог щодо якості готової поверхні. Чим ці вимоги точніші, тим більше способів обробки включають до МОП.

Як правило, існує деяка множина МОПі для обробки певної поверхні. Найбільш раціональний МОПі визначають на підставі економічних розрахунків.

Формування маршруту обробки заготовки починають із складання таблиці (дивись таблицю 3.1). У цій таблиці для кожної поверхні зазначають способи її обробки, починаючи з чорнових, а також параметри якості поверхні.

Для зменшення розміру таблиці однакові способи обробки, що використовують для декількох поверхонь, записують один раз і позначають відповідність їх використання до певних поверхонь умовною позначкою, наприклад, “Х” (див. таблицю 3.1).

Таблиця 3.1.- Множина способів обробки поверхонь заготовки

Способи обробки	Точність (квалітет) тощо	Шорст-кість	Номери елементарних поверхонь деталі			
			1	2	...	к
Штампуння	T4	Ra 50	X	X		X
Чорнове точіння	кв. 14	Ra 25	X	X		
Фрезерування	кв. 14	Ra 25		X		

Свердління	кв. 14	Ra 25			X	
...	...	...				
І так далі до завершення опису всіх МОП деталі						

Формування (проектування) маршруту обробки виконують у вигляді таблиці (дивись таблицю 3.2) у такій послідовності:

- першою операцією завжди є операція заготівельна (виготовлення вихідної заготовки). Вона має номер 005 і назву, що відповідає способу виготовлення вихідної заготовки, наприклад, для штампування – це “Обробка тиском” ;

- другою операцією технологічного процесу, якщо заготовка виготовлена методами лиття або обробкою тиском, як правило, повинна бути операція 010 “Термічна обробка”. Вона призначена для зняття внутрішніх напруг, що виникли при виготовленні вихідної заготовки, нормалізації структури металу тощо;

- потім формують операції механічної обробки, починаючи з чорнових способів обробки. При цьому до складу чергової операції включають способи обробки, які можна реалізувати на одному верстаті;

- за необхідності до технологічного процесу включають термічні, контрольні і подібні операції, що не належать до механічної обробки.

Таблиця 3.2- Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі

Номер операції	Код класу операції	Назва класу операції	Склад технологічних переходів (для операції механічної обробки)	Технологічні бази
005	2100	Обробка тиском		
010	5000	Термічна обробка		
015	4110	Токарна обробка	2 Підрізати торець 5	1,2

			начорно 3 Точити поверхню начорно 4 Свердли отвір 7	
020	0200	Технічний контроль		
...	...	...	...	...

Коди, назви операцій та переходів виконують згідно з ГОСТ 3.1702 (Правила запису операцій та переходів. Обробка різанням).

Така повністю заповнена для всіх поверхонь і способів обробки таблиця є вихідною інформацією для подальшого уточнення технологічного процесу.

Питання для самоконтролю

1. Що таке маршрут обробки поверхні?
2. З чого розпочинають формування маршруту обробки заготовки?
3. У якій послідовності виконують формування (проектування) маршруту виготовлення деталі?

Практична робота №4:

Тема: «Побудова технологічної схеми складання»

Мета: ознайомитись з принципом побудови технологічної схеми складання

Теоретичні відомості

Побудова процесів загальної і вузлової зборки може бути наочно представлене за допомогою технологічних схем. Ці схеми відображають структуру і послідовність комплектування виробів і вузлів.

Технологічна схема складання являє собою графічне зображення послідовності приєднання до базового виробу (деталі) інших деталей і складальних одиниць до перетворення базового виробу у готовий виріб. При розробці технологічної схеми складання необхідно обґрунтувати послідовність збирання. Критеріями вибору послідовності складання є:

1) поділ виробів на складальні одиниці, які зменшують кількість ланок у складальних розмірних ланцюгах і полегшують досягнення необхідної точності, а так само забезпечують більш зручне складання і розбирання;

2) послідовність регулювань положення деталей у виробі або складальній одиниці.

При розподілі виробу на складальні одиниці і деталі доцільно керуватися наступними рекомендаціями:

- складальна одиниця не повинна бути занадто великою за габаритними розмірами і масою або складатися зі значної кількості деталей і з'єднань;

- якщо в процесі складання потрібне проведення випробувань, обкатки або спеціальної слюсарної пригонки складальної одиниці, то вона повинна бути виділена в особливу складальну одиницю (наприклад, зубчаста пара заднього мосту легкового автомобіля);

- складальна одиниця при наступному монтажі її в машині не повинна піддаватися будь-якому розбиранню, але якщо це неминуче, то відповідні роботи з розбирання необхідно передбачити в технології (кришка з корпусом шестеренного насоса);

- більшість деталей машин, за виключенням її головних базових деталей (станина, рама тощо), а також деталей кріплення та різьбових з'єднань, повинні бути включені в ті чи інші складальні одиниці, з тим щоб скоротити кількість окремих деталей, які безпосередньо подаються на загальну складання;

- трудомісткість складання повинна бути приблизно однакова для більшості складальних одиниць;

- складальна одиниця не повинна розбиратися як в процесі складання, так і в процесі подальшого транспортування і монтажу;

- габаритні розміри складальних одиниць повинні встановлюватися виходячи з необхідності забезпечення можливості їх складання і з урахуванням наявності технічних засобів для їх транспортування;

- складальним операціями повинні передувати підготовчі та припасувальні роботи, пов'язані з різанням металу, які зводяться в окремі операції і повинні проводитися на спеціальному робочому місці або в механічному цеху на верстатах;

- виріб слід розбивати таким чином, щоб конструктивні умови дозволили здійснювати збірку найбільшого числа складальних одиниць незалежно одна від одної і без шкоди для експлуатаційних характеристик машин, що забезпечує кращу ремонтпридатність.

Побудова технологічної схеми складання є необхідним кроком, що передуює розробленню технологічного процесу складання. Вона являє собою графічне зображення послідовності приєднання до базового виробу (деталі) інших деталей і складальних одиниць до перетворення базового виробу у готовий виріб. З метою спрощення побудови схеми складання доцільно провести попереднє розбиття виробу на вузли, підвузли, складальні одиниці та деталі.

Структурний характер схеми складання залежить від конструкції виробу, такту складання, типу складання, типу виробництва і організаційної форми складання. При розробці технологічної схеми складання виріб умовно розбивають на складальні вузли, підвузли і деталі. У залежності від ступеня складності розрізняють вузли першої, другої і більш високих складностей. У свою чергу, кожний вузол складається з підвузлів першої, другої і більш високих ступенів складності. Вузол першого ступеня входить безпосередньо в

складуваний виріб. Вузол другого ступеня входить у вузол першого ступеня і т. п.

Технологічні схеми розробляють окремо для складання виробу і для складання кожного із його вузлів (підвузлів).

Розглянемо принцип розробки технологічних схем складання виробу на прикладі складання вузла муфти зчеплення (рис. 1).

Технологічна схема складання даного вузла показана на рис. 2, а. Цифрами на схемі складання муфти зчеплення позначені номери деталей.

На технологічних схемах складання муфти кожний елемент вузла позначений прямокутником, розподіленим на три частини. У верхній частині прямокутника вказана назва елемента, деталі, підвузла, у лівій нижній - індекс елемента, у правій нижній частині - число складальних елементів.

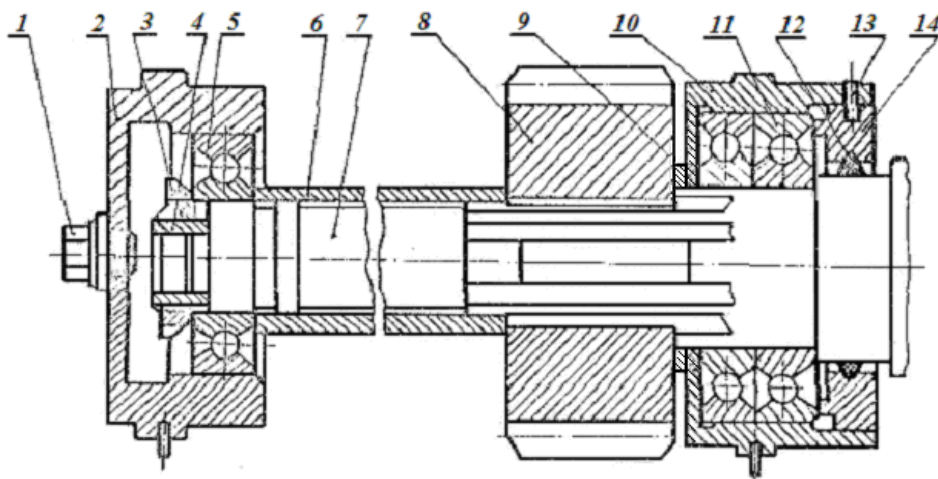


Рис. 1. Вузол муфти зчеплення

Індексація елементів виконується у відповідності з номерами і індексами, присвоєними деталям і вузлам (підвузлам) на складальних кресленнях виробу. Вузли (підвузли) позначаються літерами "Скл." (складання).

Технологічна схема складання підвузлів показана - на рис. 2, б і в.

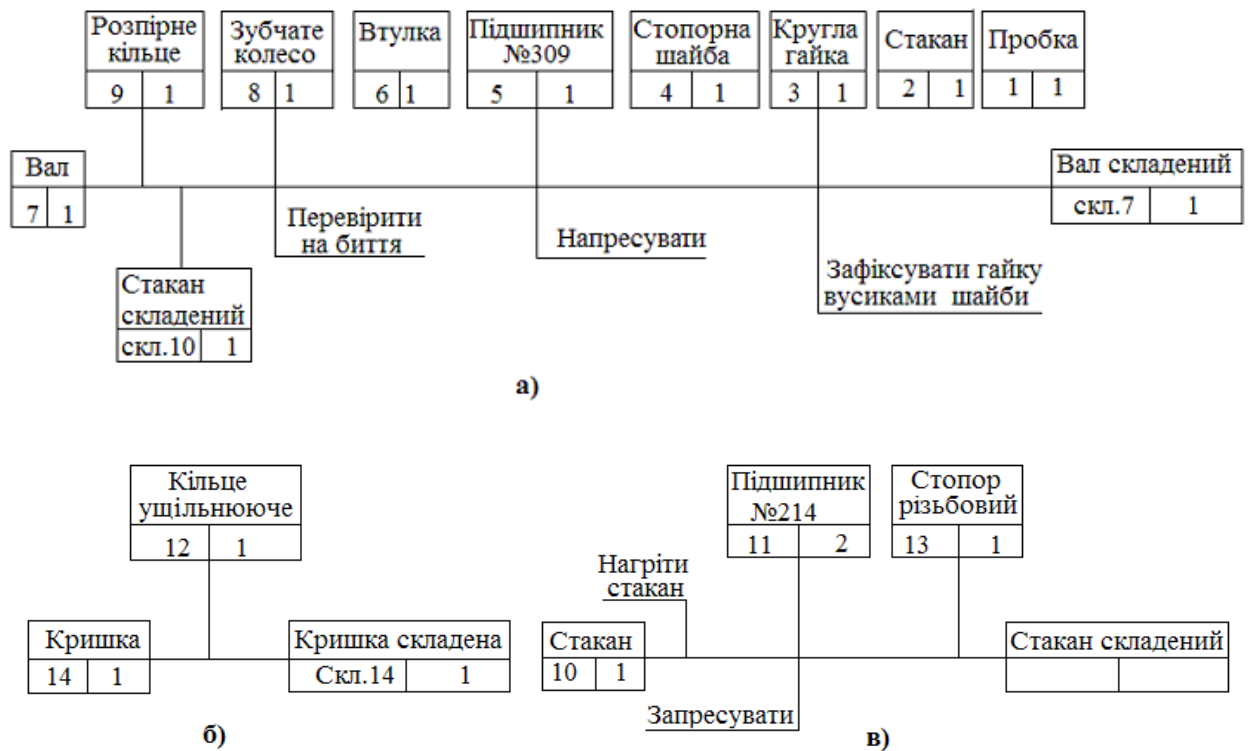


Рис. 2. Технологічна схема складання муфти зчеплення: а) – вузол муфти; б), в) - підвузли муфти

Базовим називається елемент (деталь, вузол або підвузол), з якого починається складання. Кожному вузлу присвоюється номер його базової деталі. Наприклад, "СКЛ.7" - вузол із базовою деталлю 7. Відповідну ступінь підвузла указують цифровим індексом перед літерним позначенням "Скл.". У розглядуваному прикладі стакан у складанні має індекс "1 Скл.10", що означає підвузол першого ступеня з базовою деталлю 10.

Технологічні схеми будують за таким правилом. У лівій частині схеми вказують базовий елемент (базову деталь або базовий вузол, підвузол), а в правій частині схеми - виріб (вузол, підвузол). В складанні ці дві частини сполучають горизонтальною лінією. Вище цієї лінії прямокутниками позначають всі деталі в порядку послідовного складання. У нижній частині прямокутниками вказані вузли, підвузли, що входять безпосередньо у виріб. На схемах вузлового складання позначають підвузли першого порядку (1 СКЛ.10), на схемі складання підвузла першого порядку - підвузли другого порядку (наприклад, 2 СКЛ.14) і т. д. Технологічні схеми складання вузла супроводжують підписами, якщо такі не очевидні із самої схеми, наприклад, «Запресувати», «Зварити» і т. д.

Розробка технологічних схем складання значно спрощується при наявності зразка виробу.

Питання для самоконтролю

1. Що являє собою технологічна схема складання?
2. Якими рекомендаціями слід керуватись при розподілі виробу на складальні одиниці і деталі?
3. Охарактеризуйте принцип побудови технологічної схеми складання на прикладі муфти щеплення?

Література

1. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування: підручник /М. Г. Чумак. - Київ : Либідь, 2000. - 368 с.
2. Богуслаєв, В. О. Основи технології машинобудування: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закладів / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. - Запоріжжя: Мотор Січ, 2003. - 336 с.
3. Бондаренко, С. Г. Основи технології машинобудування: навчальний посібник / С. Г. Бондаренко. - Львів: Магнолія 2006, 2007. - 500 с. - (Вища освіта в Україні).
4. Григурко, І. О. Технологія машинобудування: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. / І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. - Львів: Новий світ - 2000, 2007. - 768 с.
5. Жигуц, Ю. Ю. Технологія машинобудування: навчальний посібник для студ. вищих навч. закладів: рек. МОНУ / Ю. Ю. Жигуц, В. Ф. Лазар. - Київ: Кондор, 2013. - 352 с.
6. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю. В. Технологія машинобудування. Підручник.: ЖДТУ, Житомир.–2005, 835 с.

Зміст

Практична робота №1. Формулювання службового призначення виробу ...	3
Практична робота №2. Визначення типу виробництва табличним способом та його характеристик	7
Практична робота №3. Проектування маршруту обробки заготовки заданої деталі	11
Практична робота №4. Основи проектування технологічних процесів ...	14
Література.....	19

Технологічні основи машинобудування [Текст]: методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання / уклад. Н.Г.Остапук. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021. – 21 с.

Комп'ютерний набір і верстка : Н.Г. Остапук

Редактор: Н.Г.Остапук

Підп. до друку _____ 2021 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. _____

Обл. вид. арк. _____ Тираж 15 прим.