

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лабораторний практикум
для студентів напрямку підготовки
6.050604 «Енергомашинобудування»

Київ 2014

VIVERE!
VINCERE!
CREARE!

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лабораторний практикум
для студентів напряму підготовки
6.050604 «Енергомашинобудування»

Київ 2014

УДК 669.017.002.3:621.7

ББК К430я7

Т 384

Укладачі: В.О. Краля, А.М. Хімко,
О.Є. Якобчук, В.М. Бородій

Рецензенти:

Затверджено методично-редакційною радою Національного авіаційного університету (протокол № від _____20__ р.)

Технологія конструкційних матеріалів: лабораторний
Т384 практикум/ Уклад.: В.О. Краля, А.М. Хімко, О.Є. Якобчук, В.М. Бородій, та ін. – К.: НАУ, 2014. – 40 с.

Розглянуто обробку металів литтям, тиском, електрохімічними, фізичними методами, зварювання металів, паяння алюмінію та обробка матеріалів абразивним інструментом. Подано короткі теоретичні відомості і порядок виконання робіт.

Для студентів напряму підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування».

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Вивчення характеру деформації металу при пресуванні	5
Лабораторна робота 2. Вивчення характеру деформації металу при листовому штампуванні	8
Лабораторна робота 3. Вплив режимів обкатування кулею	13
Лабораторна робота 4. Електроіскрова обробка металів	17
Питання для самостійної підготовки до модульної контрольної роботи 1	21
Лабораторна робота 5. Вивчення технології і обладнання холодного зварювання	22
Лабораторна робота 6. Вивчення технології і обладнання електричного контактного зварювання.	26
Лабораторна робота 7. Вивчення технології і обладнання зварювання пластмас	33
Лабораторна робота 8. Вибір основних параметрів ріжучого абразивного інструменту	37
Питання для самостійної підготовки до модульної контрольної роботи 2	46
Список літератури	48

ВСТУП

Розвиток авіації потребує постійного поповнення авіапідприємств кваліфікованими інженерними кадрами.

Мета лабораторного практикуму, що відповідає програмі курсу “Технологія конструкційних матеріалів”, – закріпити і поглибити знання лекційного матеріалу, набуття навиків проведення самостійних дослідів, необхідних для рішення завдань майбутніми інженерами-механіками при виробництві, технічному обслуговуванні та ремонті повітряних суден на авіапідприємствах.

Перед виконанням лабораторної роботи проводиться опитування студентів з теми завдання. При незадовільному знанні теми студент до виконання лабораторної роботи не допускається, але він зобов'язаний після відповідної підготовки виконати завдання з другою групою.

Кожне виконане завдання потрібно оформити у вигляді звіту.

Тільки після затвердження звіту викладач допускає студента до виконання наступної лабораторної роботи. Студенти, які не здали лабораторні роботи відповідно до навчальної програми, до контрольних модульних робіт не допускаються.

Лабораторна робота 1

ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛУ ПРИ ПРЕСУВАННІ

Мета – вивчити характер деформації металу при пресуванні, зміну будови металу та його механічних властивостей після пресування, практично ознайомитись зі способами одержання пресованих профілів.

Завдання

1. Відпресувати свинцеві заготовки.
2. Вивчити характер деформації металу з різним ступенем деформування.

Обладнання та інструмент

Для виконання роботи необхідні литі заготовки зі свинцю для пресування, гідравлічний прес на 4÷10 т, контейнери для пресування, тарувальні графіки, манометр, набір зразків з координатними сітками, шаблон для нанесення координатної сітки, штангенциркуль та мірильна лінійка, креслярка.

Короткі теоретичні відомості

На процес пресування металу і його механічні властивості найбільшого впливу завдають температура пресування, ступінь деформування, швидкість пресування та виток металу, зовнішнє тертя металу об стінки контейнера.

При вивченні процесу пресування в лабораторних умовах для полегшення роботи використовується свинець, оскільки він відрізняється високою пластичністю. Температура початку рекристалізації свинцю мінус 36 °С.

Свинець пресують в контейнерах, які складаються з двох половин, з'єднаних кільцем 3 (рис. 1). Контейнери мають різні діаметри вихідних отворів матриць d , які забезпечують ступінь деформації при пресуванні в межах від 30 до 90 %.

Пресування виконують, як правило, на гідравлічних пресах. Загальний вид такого преса, пристосованого для виконання роботи, показаний на рис. 2. На пресі встановлено манометр середнього тиску (до 25 МПа), необхідний для визначення зусилля пресування.

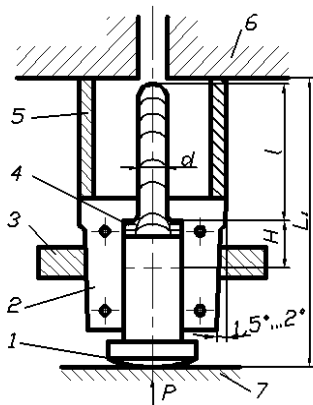


Рис. 1. Контейнер для прямого способу пресування:

1 – пуансон; 2 – сам контейнер; 3 – натяжне кільце; 4 – метал для пресування; 5 – стальна труба; 6 – траверса преса; 7 – робочий поршень

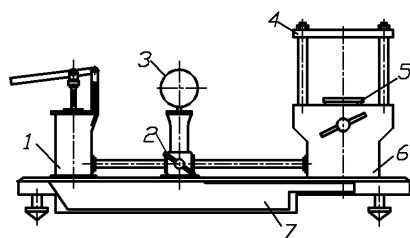


Рис. 2. Гідравлічний прес:

1 – ручний насос; 2 – запірний кран; 3 – манометр середнього тиску; 4 – траверса; 5 – робочий поршень; 6 – корпус робочого циліндра; 7 – кришка масляного бака

Порядок виконання роботи

1. Відлити зі свинцю заготовку для пресування діаметром $D=20$ мм і висотою $h=20$ мм у вигляді двох напівциліндрів.

2. Нанести кресляркою на площину розніму одного із напівциліндрів сітку із стороною квадрата 4 мм.

3. Виміряти діаметр вихідного отвору матриці d (в міліметрах) для визначення ступеня деформації у кожному контейнері за формулою

$$\varphi = \frac{D^2 - d^2}{D^2} \times 100\%.$$

4. Скласти разом обидві половинки заготовки, помістити їх в контейнер і вставити в пуансон 1 (рис. 1).

5. Встановити підготовлений контейнер на площину робочого поршня преса 7 пуансоном вниз (рис. 1).

6. Поставити трубу 5 з вирізом на боковій поверхні на верхню частину контейнера так, щоб отвір матриці був проти отвору в траверсі преса 6 (рис.1).

7. Провести пресування прутка зі ступенем деформації до 90% на гідравлічному пресі.

8. Закрити кран 2, насосом 1 накачувати мастило в робочий циліндр до початку руху стрілки манометра 3 (рис. 2).

9. Виміряти штангенциркулем відстань між площадкою робочого поршня і траверсою.

10. Приймавши переміщення пуансона рівним 10 мм, поставити на штангенциркулі розмір L_1 , який повинен бути на 10 мм меншим за відстань між поршнем і траверсою.

11. Заміряти, продовжуючи подачу мастила в робочий циліндр, тиск мастила P в манометрі в момент, коли відстань буде наближатися до позначки на штангенциркулі.

12. Відкрити кран зливу мастила з циліндра преса, натиснути на робочий поршень і зняти контейнер.

13. Розібрати контейнер, зняти одну його половину і виміряти довжину відпресованого прутка l .

14. Розрахувати витяжку металу при даному ступені деформації за формулою $\lambda=l/L$.

15. Визначити швидкість пресування $V_{пр}$ і швидкість витoku $V_{вит}$ металу при живленні преса від мастильної магістралі з постійним тиском:

$$V_{пр}=L/t,$$

де L – шлях, пройдений пуансоном, см; t – час пресування, с;

$$V_{вит}=V_{пр} \cdot \lambda,$$

де λ – витяжка металу під час пресування.

16. Визначити характер течії металу з різним ступенем деформації за зміною координатної сітки методом виміру вигину α (рис.4) лінії сітки біля торця прес-залишку.

17. Визначити за зміною схематичного зображення литої макроструктури вплив пластичної деформації на структуру металу в результаті прикладення до литої заготовки всебічного нерівномірного стиснення.

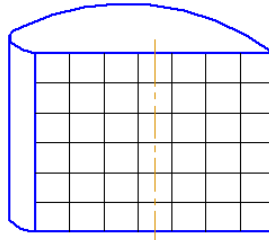


Рис. 3. Заготовка для пресування з координатною сіткою

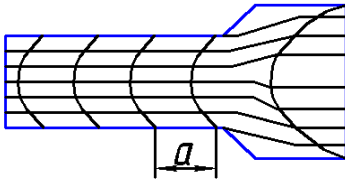


Рис. 4. Характер течії металу під час пресування

18. Записати отримані показники в таблицю.

19. Побудувати графіки зміни швидкості витoku і величини згину лінії координатної сітки залежно від ступеня деформації і зробити висновки.

Звіт

Звіт повинен мати розрахунок головних параметрів пресування, найменування оброблюваного матеріалу, температуру рекристалізації, температуру пресування, графіки зміни головних параметрів пресування залежно від ступеня деформації, вигляд координатної сітки до і після пресування і висновки.

Лабораторна робота 2

ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛУ ПРИ ЛИСТОВОМУ ШТАМПУВАННІ

Мета – практично розглянути характер деформації металу при витяжці, ознайомитись з головними розрахунками операцій штампування-вирубубання і глибокого штампування-витягування.

Завдання

1. Засвоїти основні теоретичні положення за матеріалами лекцій та рекомендованою літературою.

2. Вивчити обладнання, що використовується, питання технології штампування-вирубубання і штампування-витягування, а також головні положення з техніки безпеки на пресовому обладнанні.

3. Розрахувати за вихідними даними, одержаними у викладача (марка і товщина листового матеріалу, розміри готового виробу), головні параметри операцій і провести штампування-вирубубку заготовки і штампування-витяжку деталі.

Обладнання та інструмент

Для виконання роботи необхідні: стрічка листового

матеріалу для вирубування, прес для вирубування і витягування, вирубний і витягувальний штампи, креслярка, штангенциркуль.

Короткі теоретичні відомості

Холодне листове штампування проводиться із листового прокату до 20 мм на пресах і дозволяє одержувати деталі мінімальної маси при заданій міцності, жорсткості, високій точності розмірів і якості поверхні. Простота процесів листового штампування дозволяє забезпечити високу продуктивність за рахунок можливості повної автоматизації процесів, є економічно доцільною як в масовому, так і дрібносерійному виробництві.

При листовому штампуванні пластичне деформування, як правило, одержує лише частину заготовки, яка забезпечує характерну зміну форми. Розрізняють формозмінні операції, в яких заготовка не повинна руйнуватись в процесі деформування, і відокремлені операції, в яких етап пластичного деформування обов'язково закінчується руйнуванням.

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі листовим штампуванням головним завданням є вибір найбільш раціональних операцій і послідовність їхнього використання, при одержанні деталі з заданими службовими властивостями при мінімальній собівартості і добрих умовах праці.

Порядок виконання роботи

1. Розрахувати діаметр заготовки за заданими розмірами виробу d (рис. 5), виходячи із умови рівності поверхні виробу і заготовки за формулою:

$$D = \sqrt{d^2 + 4d(h + \Delta h)},$$

де D – діаметр заготовки, мм; d – зовнішній діаметр виробу, мм; h – висота виробу, мм; Δh – припуск на обрізування, мм (табл. 1).

Штампування проводити без стоншування стінок. Товщина заготовки має бути рівною товщині стінки виробу δ .

2. Розрахувати головні розміри виробного штампа. Розрахунковий діаметр заготовки є номінальним діаметром матриці (рис. 6), а діаметр пуансона вибирати з умови забезпечення зазору між матрицею в межах 5...8% товщини штампованого металу. Ширину циліндричної частини виробної матриці вибрати в межах від 3 до 5 мм.

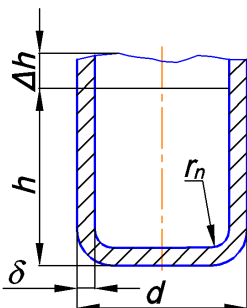


Рис. 5. Ескіз штампованого виробу з припуском на обрізку

3. Розрахувати зусилля вирубубвання за формулою:

$$P = \pi D \delta \tau_{зр},$$

де D – діаметр вирубленої заготовки, м; δ – товщина заготовки, м; $\tau_{зр}$ – опір металу зрізу, МПа.

4. Провести штампування-вирубку заготовки.

5. Нанести на один бік заготовки радіально-кільцеву сітку для вивчення характеру деформації металу в процесі штампування-витягування (рис. 7).

Таблиця 1

Припуск Δh залежно від висоти виробу

Висота виробу h , мм	Припуск Δh при відносній висоті виробу h/d , мм			
	0,5...0,8	0,8...1,6	1,6...2,5	2,5...4
10	1,0	1,2	1,5	2,0
20	1,2	1,6	2,0	2,5
50	2,0	2,5	3,3	4,0

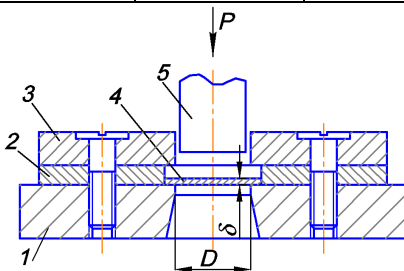


Рис. 6. Вирубний штамп:
1 – матриця; 2 – направляюча заготовки; 3 – направляюча пуансона; 4 – смуга листового металу; 5 – пуансон

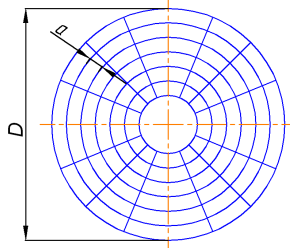


Рис. 7. Вирублена заготовка з радіально-кільцевою сіткою

6. Визначити за табл. 2 кількість операцій, необхідних для витягування виробу заданих розмірів з розрахунку відносної глибини витягування $(h + \Delta h)/d$ і відносної товщини заготовки δD , які виключають можливість руйнування металу. Необхідний ступінь деформування заготовки задати коефіцієнтом витягування K_b (табл. 2), який являє собою при першій операції відношення:

$$K_B = d/D,$$

при подальших операціях

$$K_{Bn} = d_n/d_{(n-1)},$$

де D – діаметр заготовки, мм; $d_1 \dots d_n$ – діаметри пуансонів для $1 \dots n$ -ї операції, мм; $d_{(n-1)}$ – діаметр пуансона для $n-1$ операції, мм.

7. Розрахувати діаметри пуансонів для кожної операції:

$$d_1 = K_B \cdot D; \quad d_n = K_{Bn} \cdot d_{(n-1)}.$$

Для металу з товщиною меншою ніж 1,5 мм взяти більші значення, а для металів більше 1,5 мм – менші значення.

Таблиця 2

Вибір коефіцієнта витягування

Відносна товщина заготовки (δD) • 100%	Відносна глибина витягування ($h + \Delta h$)/ d , якщо кількість операцій витягування		
	1	2	3
2,0...1,5	0,94...0,77	1,88...1,40	3,52...2,70
1,5...1,0	0,84...0,55	1,60...1,32	2,82...2,20
1,0...0,6	0,70...0,57	1,36...1,10	2,30...1,80
0,6...0,3	0,62...0,50	1,13...1,34	1,90...1,50
0,3...0,15	0,52...0,45	0,96...0,83	1,60...1,30
0,15...0,08	0,46...0,38	0,90...0,70	1,30...1,10

8. Розрахувати діаметр матриці d_m , та діаметр виробу. При цьому до розрахункового діаметра пуансона d (рис. 8) додати подвійну величину зазору між пуансоном та матрицею. Зазор при витяжці без стоншення стінки визначити з формули:

$$S = \delta_{\max} + c \delta$$

де δ_{\max} – максимальна товщина металу (беручи до уваги припуск на прокат), мм; c – коефіцієнт для першої операції $c=0,3$, для другої – $c=0,1$; δ – номінальна товщина металу, мм.

Радіус закруглення матриці r_m вибирати залежно від товщини металу і розміру виробу; при розмірах $\delta=1$ мм та $D-d=30 \dots 40$ мм радіус закруглення матриці $r_m=4,5 \dots 5,0$ мм. Радіус закруглення пуансона r відповідає $(0,7 \dots 1,0) r_m$.

9. Провести першу операцію витягування в штампі (рис. 8) на гідравлічному пресі, до якого виготовити нову траверсу 1, призначену для кріплення матриці.

Після витягування отримати стаканчик (заготовку) для другої операції і за зміною радіально-кільцевої сітки (рис. 9) встановити характер деформації металу при витягуванні.

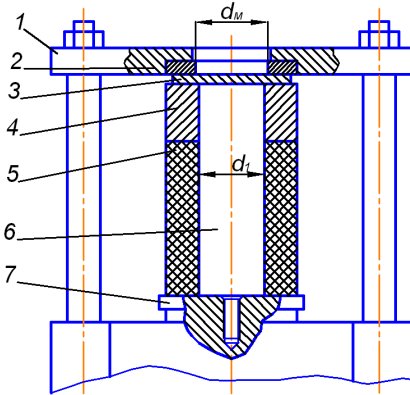


Рис. 8. Витяжний штамп для першої операції:

1 – траверса матрицетримача; 2 – матриця; 3 – заготовка; 4 – тримач заготовки; 5 – гумовий притискач; 6 – пуансон; 7 – поршень преса

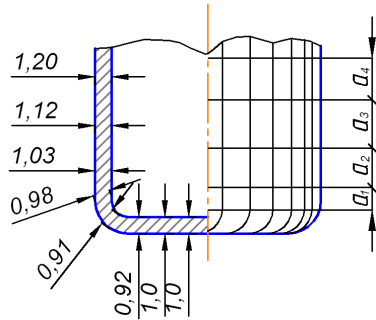


Рис. 9. Зміна радіально-кільцевої сітки і товщини стінки стаканчика при штамповці-витяжці

Плоска заготовка в процесі витягування один раз вигинається на закругленій ділянці пуансона, а на закругленій ділянці матриці деформується вся решта об'єму металу, який знаходиться під притиском за виключенням ділянки, довжина якої трохи більша зазору між пуансоном та матрицею.

10. Порівняти зміни, які відбулися в розташуванні радіусних і кільцевих ліній на дні і на циліндричній частині стаканчика після першої операції. Відстані між кільцевими лініями на циліндричній частині визначають витяжку металу за висотою. Підраховують величину витягування за відношеннями:

$$\lambda = a_1/a; \lambda_2 = a_2/a; \lambda_n = a_n/a,$$

де λ – величина витягування; a – відстань між концентричними кільцями на плоскій заготовці, мм; a_1, a_2, \dots, a_n – відстань між колами на циліндричній частині стаканчика, мм (рис. 9).

11. Виміряти відштампований стаканчик, порівняти його розміри з проведеними розрахунками.

Звіт

Звіт повинен містити ескіз виробу, назву металу, його марку та опис стану, розрахунок діаметра заготовки, ескіз вирубного

штампа, розрахунок необхідного зусилля вирубування, розрахунок діаметра пуансонів і матриць, ескіз витяжного штампа для першої операції, розрахунок зусилля преса і зусилля притиснення, схему зміни координатної сітки при штампуванні-витяжці, висновки.

Лабораторна робота 3

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ОБКАТУВАННЯ КУЛЕЮ

Мета – вивчити вплив режимів обкатування кулею на шорсткість і мікротвердість оброблювальної поверхні.

Завдання

1. Виконати обробку деталі на верстаті з метою отримання різної шорсткості поверхні і провести оцінку шорсткості.
2. Провести формування якості поверхні деталі за рахунок поверхневого пластичного деформування.
3. Виміряти параметри шорсткості, твердості і зробити необхідні висновки.

Короткі теоретичні відомості

Чистову обробку деталей машин разом з обробкою різанням часто здійснюють методами пластичного деформування в холодному стані.

При обробці зовнішніх поверхонь широко використовується обкатування кулею і роликками. Під дією деформуючого елемента (куля, ролик та ін.), твердість якого вище твердості оброблюваного матеріалу, відбувається деформування виступаючих нерівностей оброблюваної поверхні: метал виступів мікронерівностей розтікається в обидва боки, заповнюючи суміжні заглибини, шорсткість поверхні при цьому зменшується.

Зі схеми деформації нерівностей при обкатуванні кулею (рис. 10) видно, що при пластичному деформуванні мікронерівностей утворюється не тільки новий мікрорельєф, але й змінюється розмір деталі.

Одночасно з цим відбувається зміцнення поверхневого шару деталі, що призводить до зміни якісних показників поверхневого шару металу, твердості, меж текучості і міцності.

Таким чином, чистову обробку деталі методами пластичного

деформування можливо провести не тільки для зменшення шорсткості поверхні, але і для зміцнення поверхневого шару, а також для того і іншого одночасно.

Якісні показники поверхні, отриманої обкатуванням кулею, в основному визначається режимами обкатування. Від режимів обкатування (сили обкатування, подачі, діаметра кулі і кількості проходів) залежать шорсткість поверхні, ступінь зміцнення, фізичні властивості поверхневого шару, а також продуктивність обробки.

Найбільший вплив на шорсткість поверхневого шару мають тиск на деформуючий елемент і подача. Орієнтовні значення подач при обробці однокульовим обкатником (рис. 11), що забезпечують потрібну шорсткість поверхні залежно від діаметра кулі і вихідної шорсткості поверхні, наведені в табл. 3.

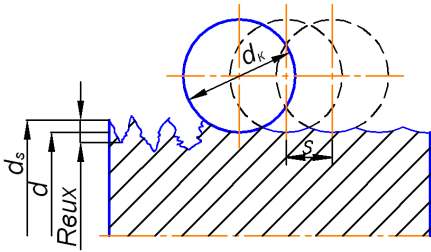


Рис. 10. Схема деформування поверхні кулею

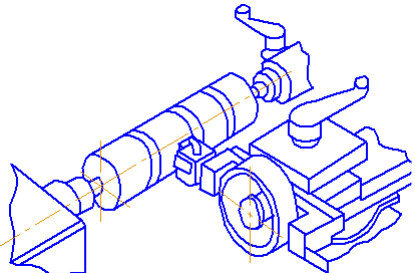


Рис. 11. Схема установки заготовки і однокульового обкатника на верстаті

Менший вплив на шорсткість поверхні деталі мають кількість проходів і швидкість обкатування.

Таблиця 3

Шорсткість поверхні залежно від подачі і діаметра кулі

Шорсткість поверхні R_a , мкм		Подача для діаметрів кулі, мм/об				
вихідна	необхідна	6	10	20	40	100
5,0	0,63	0,20	0,25	0,35	0,50	0,80
2,5	0,32	0,14	0,20	0,25	0,35	0,60
2,5	0,16	0,10	0,15	0,20	0,25	0,40
1,25	0,08	0,07	0,10	0,12	0,20	0,30
0,63	0,04	0,05	0,05	0,09	0,12	0,20

Обладнання та інструмент

Для виконання лабораторної роботи необхідний токарно-гвинторізний верстат, кульовий обкатник, профілометр, пристрій для вимірювання мікротвердості (ПМТ-3), круглі заготовки із сталі 45.

Порядок виконання роботи

1. Закріпити в центрах верстата заготовку, а в різцетримачі супорта – різець.

2. Встановити за нормативами режими різання, забезпечивши отримання шорсткості поверхні $Ra=2,5...0,63$ мкм.

3. Проточити з однієї установки всі пояски заготовки (або декілька заготовок).

4. Виміряти мікрометром діаметри всіх поясків у двох взаємно перпендикулярних перерізах.

5. Виміряти середнє арифметичне відхилення профілю Ra на всіх поясках, для чого після перевірки настроювання перетворювача і встановлення перемикачем потрібної межі вимірювання встановити перетворювач на досліджувану поверхню так, щоб вимірювальний механізм і корпус перетворювача були паралельні площині деталі, що перевіряється, (щоб не допустити поломки алмазної голки, вимірювальний механізм датчика необхідно попередньо припідняти рукою, а потім обережно опустити на поверхню деталі) далі натиснути кнопку ПУСК і провести відлік за шкалою показуючого пристрою.

6. Встановити на станку режими обкатування (V і S), а в різцетримачі замість різця закріпити однокульовий обкатник (див. рис.11).

7. Встановити для першого пояска заданий тиск обкатки P_0 , для чого між навантажуючим гвинтом і штовхачем закріпити кільцевий динамометр з ціною поділки 1,4 МПа, підвести обкатник до дотику кулею поверхні першого пояска і обертанням навантажуючого гвинта за показниками індикатора динамометра встановити потрібний тиск обкатки.

8. Обкатати поясок за один прохід.

9. Повторити пп. 7 і 8 для обкатки інших чотирьох поясків, послідовно змінюючи зусилля обкатки, задане викладачем.

10. Виміряти діаметри поясків після обкатки (п. 4).
11. Виміряти шорсткість поверхні на всіх поясках (п.5).
12. Повторити пп. 1...5.
13. Встановити режими обкатки (V і P_0).
14. Обкатати пояски з різною швидкістю подачі S (задається викладачем).
15. Виміряти діаметри поясків і шорсткість поверхні.
16. Виміряти мікротвердість вихідної і обкатаної поверхні, для чого на призмі пристрою встановити деталь, що контролюється, так, щоб найвища точка циліндра розташовувалась над алмазною пірамідою, досліджувану частину поверхні шляхом повороту столика на 180° встановити під об'єктив мікроскопа і провести фокусування. Далі на штоці встановити вантаж і повільно і плавно (без ривків) повернути предметний столик проти годинникової стрілки до кінця під алмазну піраміду. Повільним поворотом ручки проти годинникової стрілки опустити шток так, щоб алмазна піраміда торкнулася досліджуваної деталі. Після витримки під навантаженням від 5 до 10 с повернути ручку за годинниковою стрілкою в початкове положення і виміряти діагональ відбитку окулярним мікрометром. Виміряти мікротвердість кожної з досліджуваних ділянок не менше трьох-п'яти разів. Скласти звіт.

Звіт

Звіт повинен містити назву роботи, модель і характеристику верстата, марку оброблюваного матеріалу і його характеристику, ескіз конструкції обкатника, схему установки заготовки і обкатника, дані про вимірювальні пристрої (динамометр, мікрометр, профілометр), розрахунок теоретичної висоти мікронерівностей за формулою $R=S^2/4d_{ш}$ для всіх режимів обкатування, графіки залежності шорсткості поверхні Ra від вихідної висоти мікронерівностей, $R_{вих}$ від зусилля обкатки і подачі (на графіках повинні бути горизонтальні лінії, що відповідають границям класів шорсткості поверхні), висновки.

Лабораторна робота 4

ЕЛЕКТРОІСКРОВА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

Мета – вивчення технології електроіскрової обробки і дослідження впливу імпульсного електричного розряду на продуктивність і точність обробки.

Завдання

Ознайомитись з технологією електроіскрової обробки і дослідити вплив електричної ємності, напруги, сили струму на продуктивність, а також на шорсткість оброблюваної поверхні.

Короткі теоретичні відомості

Метод полягає в спрямованому руйнуванні металу під дією імпульсних іскрових розрядів між електродами: електроіскрова обробка металів можлива при іскровій формі електричного розряду, який відбувається в рідкому діелектричному середовищі. Іскрова форма електричного розряду характеризується високою щільністю струму близько $10^5 \dots 10^6$ А/мм², високою температурою в іскровому каналі, яка досягає 10000 °С і більше, малою тривалістю розряду (менше 10^{-3} с). При таких високих параметрах іскрового розряду вся енергія спрямованих електронів, що летять, виділяється в поверхневих шарах анода (деталі). В момент гальмування електронного пучка відбувається викид розплавленого металу оброблюваної деталі, що супроводжується звуковим ефектом, подібним вибуху.

Принципова схема верстата для електроіскрової обробки показана на рис. 12. Вона складається із джерела постійного струму, регулятора опору R і змінної ємності конденсаторної батареї C , яка ввімкнута паралельно з електродами. Схема забезпечує одержання енергії великої потужності від малопотужних джерел струму і дозволяє легко регулювати величину імпульсу струму залежно від потрібної точності, в тому числі шорсткості оброблюваної поверхні. Загальна ємність батареї конденсаторів становить близько 500 мкФ і складається із декількох груп для регулювання режиму.

Оброблювану заготовку 5 (анод) у верстатах електроіскрової обробки (рис. 12) закріплюють через ізолюючу прокладку на столику 1. Інструмент (катод) 3 закріплюють в шпинделі 4 верстата, який може переміщуватись у вертикальній площині. Спеціальне реле підтримує при заданій напрузі відстань між електродами і, залежно від зняття металу, автоматично переміщує шпиндель разом із закріпленим в ньому інструментом, забезпечуючи вертикальну подачу. В електричній схемі застосовують електродвигун-регулятор постійного струму з незалежним збудженням. При великій відстані між електродами, тобто коли відсутній електричний розряд, напрям електричного струму буде таким, що якор електродвигуна почне обертатись в напрямку, який забезпечує зближення електродів. Під час дотику електродів напрям електричного струму в якорі зміниться, внаслідок чого зміниться напрям обертання якоря і електрод почне підніматись. Таким чином в процесі електроіскрової обробки напрям струму безперервно змінюється як за величиною, так і за напрямком, і якор електродвигуна підтримує деяку середню величину міжелектродної відстані. При цьому відбувається безперервний процес зарядки і розрядки конденсаторів C , що за-

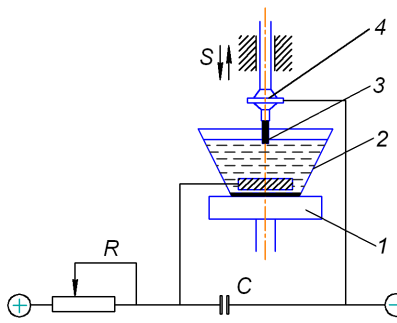


Рис. 12. Принципова схема верстата для електроіскрової обробки ЛК3-57

безпечує максимальне зняття металу за одиницю часу.

Необхідність застосування регуляторів пояснюється тим, що процес руйнування металу починається з іскрового розряду на ділянці, де виникає найменша відстань між електродами. Після руйнування цієї ділянки розряд надходить на сусідню ділянку і т.д. Так послідовно відбувається зняття металу з поверхні анода (оброблюваної поверхні) доти, поки напруга виявиться недостатньою для виникнення розрядів, тоді процес автоматично закінчується. Для його відновлення за допомогою вищезгаданого електродвигуна-регулятора відбувається зближення електродів.

Заготовку і інструмент розміщують у ванні 2 (див. рис. 12) з

діелектричною рідиною (гасом, мінеральним маслом). Рідина при електроіскровій обробці необхідна для захисту інструмента від налипання на нього частин металу і різкої зміни потужності іскрових розрядів на бокових стінках оброблюваного отвору. Точність і шорсткість оброблюваної поверхні залежить від потужності імпульсних розрядів і їх тривалості в часі. Чим менша енергія імпульсів і більша частота розрядів, тим менш шорсткою буде поверхня.

Електрод-інструмент виготовляють із латуні або міднографітової суміші. Сучасні електроіскрові верстати дозволяють обробляти досить малі розміри отворів (приблизно 0,15 мм) з точністю до 0,01 мм. Перевага даного методу порівняно з обробкою різанням полягає в можливості обробки дуже твердих і міцних струмопровідних (в тому числі загартованих) сплавів, які не піддаються обробці іншими методами. При цьому способі обробки значно знижується силовий вплив на заготовку. До недоліків електроіскрової обробки відносять порівняно невисоку продуктивність праці і недостатньо високу точність обробки.

Обладнання і інструмент

Для проведення лабораторної роботи необхідні: електричний верстат типу ЛКЗ-57; секундомір; електроди; зразки шорсткості для порівняння шорсткості оброблювальної поверхні; заготовки у вигляді пластин із загартованої сталі; вимірювальний пристрій для вимірювання діаметра прошитих отворів.

Порядок виконання роботи

Електроіскрова обробка в лабораторії складається з прошивки отворів в сталій загартованій пластині. Продуктивність обробки залежно від режиму навантаження буде визначатися тривалістю (у хвилинах) прошивки одного отвору. Експеримент відбувається в такій послідовності:

1. Закріплюється в електродотримачі електрод-інструмент 3 (див. рис. 12) при вимкненому загальному вимикачеві.
2. Встановлюється і закріплюється за допомогою прихватів на столі 1 оброблювана деталь.
3. Переводиться загальний вимикач в положення ВКЛ.
4. Опускають правий вимикач в нижнє положення ПОДАЧА.

При цьому електродвигун-регулятор почне перемішувати електрод-інструмент до деталі. Не відпускаючи руки від вимикача, слідкують за відстанню між електродами і, коли вона буде не менше 4...5 мм, переводять вимикач в нейтральне положення, вимикаючи електродвигун. Після чого загальний вимикач переводять в положення ВИКЛ.

5. Обертаючи ручку супорта, встановлюють електрод-інструмент над місцем прошивки отвору оброблюваної деталі.

6. Піднімають ванну 2 (за обидві ручки) на таку висоту, щоб оброблювана деталь була занурена в рідину на глибину не менше 20 мм від її поверхні.

7. Обертаючи ручку РЕЖИМ ОБРОБКИ, встановлюють перший режим згідно з програмою досліджень.

8. Переводять загальний вимикач у положення УВІМКНЕНО, а правий вимикач – в нижнє положення ПОДАЧА. При цьому електродвигун-регулятор переміщує електрод і через деякий час з'являється електричний розряд, потім другий, третій і починається електроіскрова обробка. Стабільність роботи верстата характеризується рівномірними електричними розрядами, які сприймаються на слух.

9. Переводячи тумблер в нижнє і верхнє положення обертами ручки потенціометра НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА в той чи інший бік, регулюють стабільність роботи верстата.

10. Після закінчення прошивання, коли закінчиться звуковий ефект, переводять правий вимикач в положення ВІДВЕДЕННЯ, а потім в нейтральне положення. Переводять загальний вимикач в положення ВИМКНЕНО.

11. Прошивку слід виконати на різних режимах, повторюючи пункти 3...6 та 8...10. При цьому слід заміряти час прошивання за секундоміром.

12. Потім слід провести обчислення впливу параметрів імпульсного електричного розряду на точність, шорсткість поверхні та продуктивність.

Для цього треба:

– провести вимір діаметра електрода-інструмента та діаметра прошитих отворів з точністю до 0,01 мм;

– вирахувати об'єм видаленого за хвилину металу для кожного отвору;

- визначити шорсткість поверхні кожного отвору за еталонами шорсткості або на мікроскопі МІС-11;
- навести дані замірів в графічному вигляді.

Звіт

Звіт по лабораторній роботі повинен містити матеріали з теоретичними основами електроіскрової обробки металів, характеристику оброблюваної заготовки (марка сталі, твердість), характеристику товщини, характеристику електрода (матеріал, діаметр), діелектричне середовище, дані дослідів і обґрунтування одержаних результатів (висновки).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 1

1. **Ливарне виробництво.** Переваги і випадки застосування цього способу виготовлення деталей. Класифікація способів виготовлення виливків. Технологічний процес виготовлення найпростішого вилівка методом лиття в земляну форму. Призначення моделі. Формувальні суміші. Сутність і переваги лиття в металеві форми. Призначення ливарної форми і види ливарних форм. З яких елементів складається ливарна форма. Одержання виробів методом відцентрового лиття (сутність, переваги і недоліки). Лиття по виплавлених моделях. Матеріали, що застосовуються для виготовлення моделі. Процес одержання виливок в оболонкові форми. Основні дефекти лиття. Види лиття під тиском.

2. **Обробка металів тиском.** Сутність обробки металів тиском. Види обробки металів тиском. Мета застосування нагріву при обробці металів тиском. Нагрівання металу при обробці тиском. Зона теплового нагрівання. Що таке наклеп. Гаряча і холодна обробка металів тиском. Основні види нагрівальних пристроїв при обробці металів тиском. Сутність прокатки. Основні схеми прокатування. Сортамент прокату. Холодне і гаряче прокатування металів. Характеристика процесу пресування. Методи пресування. Пряме та зворотне пресування металів. Суть процесу і технологічні операції вільного кування. Об'ємне штампування. Переваги та недоліки об'ємного штампування. Види штампів. Штампування в закритих та відкритих штампах. Сутність листового штампування і

його види. Холодне листове штампування. Сутність процесу волочіння та область його застосування. Характеристика процесу волочіння.

3. Композиційні матеріали. Пластмаси. Гуми. Що називається композиційними матеріалами. Одержання заготовок із композиційних матеріалів методом холодного, гарячого і гідростатичного пресування. Виробництво деталей з металевих порошків. Способи одержання деталей із пластмас. Перелічіть характерні властивості пластмас як конструкційних матеріалів. За якими ознаками щодо нагрівання класифікують пластмаси. Основні компоненти пластмас. Переробка пластмас у в'язкотекучому стані. Перелічіть основні компоненти, які входять до складу гумових матеріалів, їх призначення. У чому сутність вулканізації гумової суміші. Назвіть найбільш поширені способи виготовлення виробів з гуми.

4. Поверхнева обробка деталей. Формування якості поверхневого шару методами технологічного впливу. Які основні методи обробки деталей поверхневим пластичним деформуванням. Дайте характеристику обробки циліндричних поверхонь обкатуванням.

5. Електрофізичні методи обробки поверхонь. Які ви знаєте електрофізичні методи обробки. Суть і особливості електроіскрової обробки. Суть і особливості електрохімічної обробки. Суть і особливості електроімпульсної обробки. Суть і особливості електроконтактної обробки. Суть і особливості анодно-механічної обробки. Суть і особливості ультразвукової обробки. Суть і особливості променевої обробки.

Лабораторна робота 5

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ХОЛОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Мета – вивчити обладнання і засвоїти технологічні прийоми виконання холодного зварювання.

Завдання

Виконати холодне стикове зварювання алюмінієвих або мідних дротів. На розривній машині МП-100 розірвати зварене з'єднання з

метою визначення місця його руйнування і зробити висновок про міцність зварного з'єднання, виконаного холодним зварюванням.

Короткі теоретичні відомості

Сутність процесу холодного зварювання металів

Холодне зварювання виконується, здебільшого, без нагріву. З'єднувальні деталі підлягають високому питомому стисненню, яке викликає в металі значну пластичну деформацію. Метал у зоні зварювання тече, при цьому атоми площин зіткнення зближуються, між ними виникають сили міжатомної взаємодії і проходить процес схоплення з утворенням міцного монолітного з'єднання. При цьому у місці зварювання проходить зменшення зерен металу і їх зміцнення. Тому при досліді на розрив руйнування зварювального з'єднання проходить поза зоною зварювання.

Холодним зварюванням добре зварюються пластичні метали як однорідні, так і різнорідні (алюміній, мідь, титан, нікель, золото, срібло та ін.).

Холодне зварювання має такі переваги перед іншими видами зварювання:

➤ так як холодне зварювання виконується без нагріву, то у зварному з'єднанні відсутня зона термічного впливу, внаслідок чого не відбувається знеміцнення металу, а навпаки, за рахунок пластичних деформацій відбувається зміцнення металу у зварному з'єднанні на 15...20%;

➤ холодним зварюванням можна зварювати не тільки однорідні метали і сплави, а також і різнорідні, наприклад, алюміній з міддю, мідь із титаном, алюміній з титаном, алюміній з нержавіючою сталлю та ін.;

➤ холодне зварювання можна виконати у польових умовах при відсутності електроенергії та інших джерел тепла;

➤ сумарна витрата електроенергії при холодному зварюванні у 20...30 разів менша ніж при електроконтактному зварюванні.

Обладнання і матеріали

Верстат СНЗ-3 і кліщі КЗ-6 для холодного стикового зварювання дротів, кусачки-бокори́зи для зачищення дротів перед зварюванням, розривна машина МП-100, алюмінієві і мідні дроти різного перерізу.

Порядок виконання роботи

Існують такі види холодного зварювання: точкове; роликве або шовне; стикове; зварювання зсувом.

Схема холодного точкового зварювання

Першим за часом був розроблений спосіб точкового холодного зварювання особливо зручний для з'єднання листового металу (рис. 13).

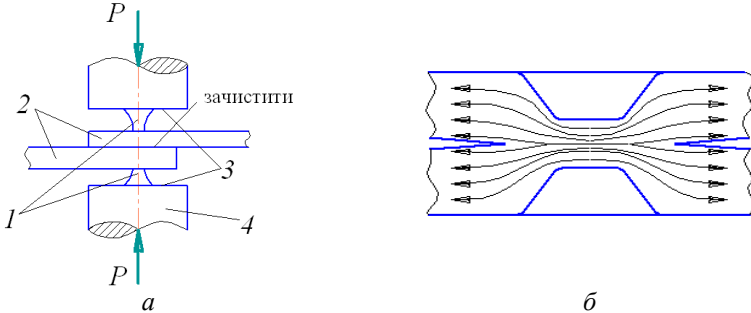


Рис. 13. Холодне точкове зварювання: *а* – схема холодного точкового зварювання, *б* – розріз точки зварного з'єднання

Листи металу 2, з ретельно зачищеними і обезжиреними місцями для зварювання, розміщують між пуансонами 4 з робочою частиною – виступом або зубом 1. Під дією преса, який стискає пуансони зусиллям P , виступи 1 входять у метал на всю їх висоту, поки опорні площини пуансона 3 не будуть стикатися з поверхнею металу і не закінчать подальше вдавлювання виступів 1. Глибина вдавнення залежить від металу зварюваних деталей і становить 70...90 % від їх товщини.

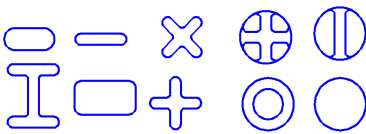


Рис. 14. Різні форми зварних точок

(рис. 14). Діаметр зварної точки становить 4...8 мм.

Точковим зварюванням з'єднуються листи товщиною від 0,1...0,2 до 12...15 мм.

На рис. 13, *б* зображений розріз точки зварного з'єднання, де схематично стрілками показані напрями пластичної течії металу при вдавненні робочої частини пуансона.

Форма і розміри зварних точок можуть бути зовсім різними

Замінивши точкові пуансоны сталевими роликми відповідної конфі-гурації, які котяться по металу, можна здійснити шовне холодне зварювання.

Холодне стикове зварювання

Стикове зварювання (рис. 15, *а*) здійснюється стисканням попередньо знежирених (обрізаних) деталей і надійно закріплених у затискачах 2 з виступом l , рівним, приблизно, діаметру деталі. При стисканні деталей силами P , формується стикове зварне з'єднання і одночасно відсікаються залишки видавленого металу – грат 5 (рис. 15, *б*) за допомогою ріжучої частини 3 затискачів 2, загострених під кутом $\alpha = 70...75^\circ$. Здеформований і текучий, подібно рідині, метал стрижнів заповнює насічки 4. Ці насічки відіграють роль утримувача, який не дозволяє витікати металу і зміщуватись у затискачах 2.

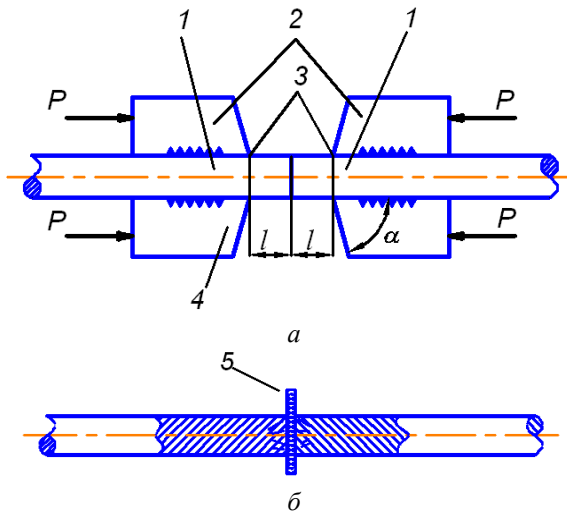


Рис. 15. Холодне стикове зварювання: *а* - схема холодного стикового зварювання; *б* - поперечний переріз стикового зварного з'єднання

На рис. 15, *б* показано розріз зварного стикового з'єднання, стрілками вказані напрями пластичної течії металу, відсічний грат 5.

Встик зварюються стрижні і дріт круглого і прямокутного перерізу, смуги і т.д.

Наприклад, ручні кліщі типу КЗ-6 використовують для стикового зварювання, алюмінієвих дротів площею 2,5...10 мм², мідних – площею 2,5...4 мм², а також алюмінієвих з мідними.

Холодне зварювання зсувом

Зварювання зсувом (рис. 16) здійснюється за рахунок використання нормальних зусиль N , які стискають зварювальні деталі, накладені одна на одну, і тангенціальних сил, які здійснюють невеликий зсув однієї деталі відносно другої. При зсуві деталей виникає пластична деформація металу, що викликає процес схватування і утворення зварного з'єднання. Як правило, нормальні зусилля набагато менші тангенціальних.

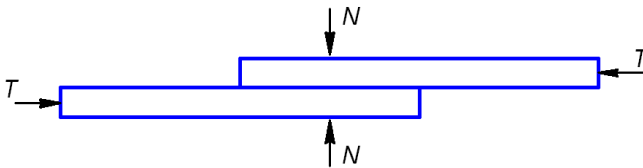


Рис. 16. Схема холодного зварювання зсувом

Звіт

Результати виконаної роботи оформити у вигляді звіту, який містить у собі: назву лабораторної роботи, мету роботи, обладнання, що використовується, інструменти і матеріал, який використовується для зварювання, принципові схеми точкового, стикового зварювання і зварювання зсувом, опис технологічного процесу виконання стикового зварювання заданих зразків, ескіз з указуванням місця руйнування одного із зварених зразків і перелік факторів, які впливають на руйнування.

Лабораторна робота 6

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Мета – вивчення конструкції і принципової електричної схеми точкової конденсаторної машини ТКМ-15. Оволодіти навиками налаштування ТКМ-15 на зварювання заданих матеріалів, прийоми і технологію точкового контактного зварювання на даній машині.

Завдання

Зварити зразки із листового матеріалу на машині ТКМ-15, випробувати їх на зріз і заповнити протокол. За даними протоколу побудувати графік залежності зусилля зрізу від режиму зварювання і зробити висновки про вибір оптимального режиму зварювання даного матеріалу.

Короткі теоретичні відомості

Електричне контактне зварювання має кілька видів і різновидностей. Існує три основні види контактного зварювання: стикове, точкове і шовне. Окрему групу складає конденсаторне зварювання, яке здійснюється за рахунок електроенергії, накопиченої у батареях конденсаторів.

Контактне стикове зварювання

Цей спосіб (рис. 17) має два різновиди: зварювання опором та зварювання опаленням.

У першому випадку деталі, які закріплені в мідних токопровідних затискачах машини за допомогою механізму стискання доводять до дотику.

Після чого вмикають струм і витримують до тих пір, доки місце контакту не нагріється до пластичного стану (для сталі – більше 1200°C). після цього до

зварюваних деталей прикладається зусилля стискання P з одночасним вимиканням струму. Стикове зварювання опором використовують для з'єднання дротів або прутків до $\varnothing 20\text{ мм}$.

При зварюванні опаленням, зварювальний струм вмикають до моменту зближення торцевих поверхонь деталей, які зварюються. При нещільному або переривчастому зближенні торців, між ними виникає багато мікродуг, які доводять до опалення. Після того,

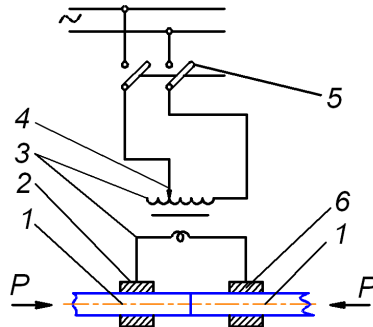


Рис. 17. Схема стикового зварювання:

1 – зварювальні стержні, 2 – нерухомі затискачі, 3 – зварювальний трансформатор, 4 – перемикач кількості ступенів трансформації, 5 – вимикач, 6 – рухомі затискачі

як вся поверхня стику рівномірно оплавиться, до зварюваних деталей прикладають зусилля стискання з одночасним вимкненням струму. Під дією зусиль стискання розплавлений метал видавлюється із стику і при цьому утворює досить міцне з'єднання. Більшість деталей, які з'єднуються встик, зварюються оплавленням.

Контактне точкове зварювання

Даний процес полягає в нагріванні до розплавлення електричним струмом місця дотику двох або декількох листів металу, які стиснуті між двома електродами (рис. 18).

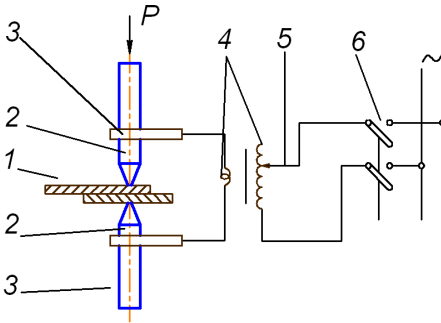


Рис. 18. Схема точкового зварювання: 1 – зварювальні деталі; 2 – мідні електроди; 3 – електродотримачі; 4 – трансформатор; 5 – перемикач кількості ступенів трансформації, 6 – вимикач

з'єднання утворюється зона, яка має литу структуру.

Режими точкового зварювання залежать від сили зварювального струму, тиску на електроди, діаметра робочої частини електроду і часу зварювання.

Шовне, або роликове, зварювання

Застосовують для одержання міцних і щільних швів при виготовленні тонкостінних посудин, призначених для зберігання і транспортування рідини, газів та інших продуктів, а також при виробництві тонкостінних плоскоскручених труб.

Зусилля стиснення між електродами повинно забезпечити чіткий дотик деталей в місці зварювання. Воно залежить від товщини зварюваних деталей ($\delta=0,5 - 12$ мм) та типу зварювального матеріалу. Час утворення зварювальної точки змінюється від 0,1 до декількох секунд.

Електроди виготовляють з холоднокатаної електролітичної міді, спеціальної бронзи та мідних сплавів.

Після охолодження розплавленого металу, у місці

У шовному зварюванні (рис. 19) листи 1 завтовшки 0,3...3 мм складають внапусток і потім затискають зусиллям P між двома мідними роликми 2, до яких підводять електричний струм від зварювального трансформатора 3. Одному чи обом роликми надає примусового обертання спеціальний привід. При ввімкненні струму і одночасному обертанні роликів відбувається переміщення і нагрівання до розплавлення контактних поверхонь зварюваних виробів, які під дією стискальних зусиль зварюються.

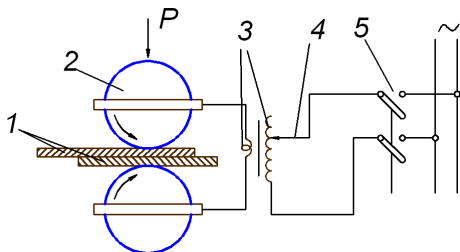


Рис. 19. Схема шовного зварювання: 1 – зварювальні деталі; 2 – мідні роликми; 3 – трансформатор; 4 – перемикач кількості ступенів транс-формації; 5 – вимикач

Конденсаторне зварювання

Конденсаторне зварювання є різновидністю контактного зварювання. Воно використовується у більшості випадків для зварювання деталей малої товщини (від 0,01 до 2,0 мм).

При конденсаторно-му зварюванні зварне з'єднання утворюється за рахунок енергії, накопиченої у конденсаторах, які постійно заряджаються і періодично розряджаються через первинну обмотку зварювального трансформатора на зварювальні деталі (рис. 20).

Машини для конденсаторного зварювання можуть бути виконані у вигляді точкових, шовних, або стикових. Вони споживають потужність у 50 – 100 раз меншу, ніж звичайні контактні машини. Час утворення зварювальної точки

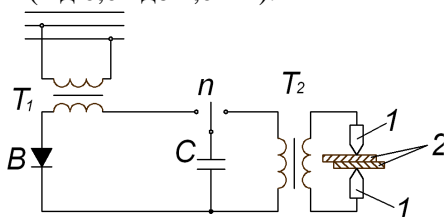


Рис. 20. Принципова схема конденсаторного зварювання: B – випрямляч; T_1 – підвищувальний трансформатор;

C – батарея конденсаторів; n – вмикач;

T_2 – зварювальний трансформатор;

1 – електроди; 2 – зварювальні деталі

10 с і не залежить від товщини зварюваного металу.

Обладнання, прилади і матеріали

При виконанні лабораторної роботи використовують: точкову конденсаторну машину ТКМ-15 і розривну машину МП - 100.

Для зварювання використовують зразки із листової сталі товщиною 0,2 мм, довжиною 30 – 40 мм і шириною 6 – 7 мм.

Налагодження точкової конденсаторної машини ТКМ-15

Основними параметрами режиму точкового конденсаторного зварювання є: ємність конденсаторів, коефіцієнт трансформації, зусилля стиску, діаметр і довжина робочих кінців електродів.

1. Настроювання машини ТКМ-15 на зварювання матеріалу заданої марки і товщини починається із підбору рекомендованих розмірів робочих кінців електродів (табл. 4).

Таблиця 4

Орієнтовні дані для вибору режиму точкового, конденсаторного зварювання і розмірів робочого кінця електродів з міді і її сплавів

Товщина зварюваних між собою листових матеріалів, δ_1, δ_2 , мм	Орієнтовні режими зварювання при $U=600$ В		Рекомендовані розміри робочих кінців електродів (рис. 21), мм	
	зусилля осаджування P , Н	ємність конденсаторів C , мкФ	діаметр, d_e	довжина, l , мм
0,02 – 0,08	до 30	10 – 50	1,0 – 1,25	1,5 – 2,0
0,08 – 0,15	30 – 60	50 – 100	1,25 – 1,50	2,0 – 2,5
0,15 – 0,25	60 – 90	100 – 200	1,50 – 1,75	2,5 – 3,0
0,25 – 0,35	90 – 150	200 – 300	1,75 – 2,0	3,0 – 3,5
0,35 – 0,50	150 – 250	300 – 400	2,0 – 2,25	3,5 – 4,5

2. Після встановлення електродів у машину необхідно перевірити їх справність і правильність встановлення (рис. 22).

Співвісність електродів у напрямках вправо і вліво досягається переміщенням траверси, а в напрямку вперед і назад від робочого місця переміщення тримача нижнього електроду в розрізаному гнізді траверси.

3. Потім необхідно перевірити паралельність контактних

площин електродів.

Якщо контактні площини не паралельні, то потрібно проложити між злегка стисненими електродами бархатний напилочок і декількома крутячими рухами запилити контактні площини. Потім таким же способом, проклавши між електродами сталю пластину з паралельними шліфованими площинами, відполірувати електроди.

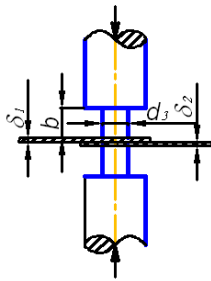


Рис. 21. Електроди для машини ТКМ-15

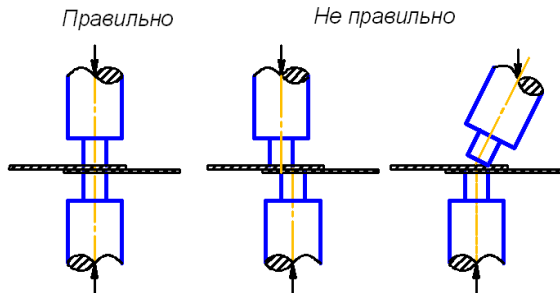


Рис. 22. Правильне і неправильне положення електродів при точковому конденсаторному зварюванні

4. Встановити робочу ємність і коефіцієнт трансформації зварювального трансформатора відповідно до табл. 5 орієнтовних режимів. У випадку зварювання металів і сплавів, для яких режими зварювання невідомі, їх необхідно підібрати дослідним шляхом.

Таблиця 5

Рекомендовані тиск на електроди та режими зварювання

Товщина листа, мм	Діаметр електрода, мм	Тиск на електроди, Н	Час зварювання, с	Зварювальний струм, $\times 10^3$, А
до 0,5	2...3	80...120	0,1...0,2	2...3
1,0	4...5	120...180	0,2...0,3	4...6
1,0	5...6	180...250	0,3...0,4	6...8

5. За допомогою штепсельної вилки підключити машину до джерела змінного струму напругою 220 В.

6. Встановити перемикач меж випрямного трансформатора на межу, що відповідає фактичній напрузі мережі.

7. Увімкнути вимикач мережі вольтметра.

Примітка.

Вольтметр не слід залишати весь час увімкненим. Перевірку напруги на конденсаторах і їх розрядку рекомендується проводити періодично.

Технологія зварювання на точковій конденсаторній машині ТKM-15

1. Всі деталі, що потребують зварювання, повинні бути попередньо обезжирені і промиті в ацетоні. Деталі з залишками фарби, масла, лаку, а також із задирками до зварювання не придатні. Неможна також зварювати деталі, які мають ум'ятини і деформовані ділянки у місцях, які потребують зварювання.

2. Правильно з'єднані руками або зібрані у зварювальному пристосуванні зварювані деталі необхідно накласти на контактну площину нижнього електрода – місце, де передбачена зварювальна точка.

3. Натиснути на педаль машини. Натиснення провести повільно до упору пружини, а потім різко до кінцевого упору. При цьому відбудеться зварювання деталей в одній точці.

4. Відпустити педаль, провести зняття або перестановку зварюваних деталей для зварювання нової точки.

Останні три прийоми потрібно повторювати при зварюванні кожної нової точки.

Техніка безпеки при контактному зварюванні

Основні заходи безпеки при роботі на контактних машинах зводяться до захисту від ураження електричним струмом і від бризок розплавленого металу.

Щоб уникнути небезпечних наслідків ураження первинної обмотки, необхідно щоб корпус машини був заземлений. При тривалих перервах у роботі, будь-якому ремонті і наладці механічної частини машини необхідно вимкнути машину з мережі живлення.

Щодо запобігання ураження бризками розплавленого металу стикові, точкові і шовні машини з боку обслуговування повинні бути обладнані відкидними прозорими екранами із оргскла, які дозволяють безпечно вести спостереження за процесами зварювання. Для цієї мети можна використовувати також окуляри з безкольоровим склом.

Звіт

Результати виконаної роботи оформляються кожним студентом у вигляді звіту, який містить: назву лабораторної роботи, мету, обладнання, прилади, що використовуються і матеріал, що має бути зварений (марка, товщина, кількість зварних точок), обґрунтовані висновки.

Лабораторна робота 7

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС

Мета – ознайомитись з обладнанням і технологічними приладами, які використовуються при зварюванні пластмас.

Завдання

Вивчення класифікації, властивостей, структури та областей застосування пластмас. Вивчення різних способів зварювання пластмас і вживаного устаткування, вибір технологічних параметрів режиму зварювання, оцінка якості зварювання пластмасових деталей

Вивчити сутність процесу зварювання пластмас. Ознайомитись з конструкцією апарату для зварювання пластмас. Виконати зварювання деталей із пластмас. Виконати контроль місця паяння на мікроскопі МБС-2

Короткі теоретичні відомості

Пластичними масами, або пластмасами, називають складні за складом системи на основі природних або синтетичних полімерів, здатних при нагріванні розм'якшуватися, а під тиском приймати задану форму і стійко зберігати її після охолодження. Деталі з пластмас менш трудомісткі у виготовленні, мають меншу вартість, тому ними часто замінюють вироби з металу. Прості пластмаси складаються з одних полімерів (без добавок). Складні пластмаси крім полімерів включають добавки, наповнювачі, пластифікатори, барвники, отвердники, каталізатори, стабілізатори, інгібітори, антистатика та ін.

Залежно від використовуваних джерел нагріву способи зварювання пластмас діляться на дві групи:

а) способи зварювання , в яких використовується теплота сторонніх джерел нагріву : нагрітим газом , нагрітим інструментом, нагрітим присадковим матеріалом;

б) способи зварювання, в яких теплота генерується усередині пластмаси при перетворенні різних видів енергії: тертя, струмів високої частоти (СВЧ), ультразвукових коливань.

Зварювання нагрітим газом застосовують при з'єднанні товстостінних листових матеріалів з полівінілхлориду, вініпласту, поліетилену, поліпропілену, поліамідів, полістиролу і т.д. Зварювання вініпласту, полістиролу та інших жорстких термопластів виконують з використанням присадочного матеріалу. Без присадочного матеріалу зварюють м'які термопласти (поліетилен, полівінілхлоридний пластикат у вигляді тонких листів) шляхом розм'якшення і здавлювання роликми кромки деталей, що з'єднуються внахлест (шовна і точкове зварювання). Газом-теплоносієм найчастіше служить повітря, а при зварюванні поліетилену, поліпропілену та інших термопластів, схильних термоокислювальної деструкції, застосовують азот. У процесі зварювання в зону з'єднання зварювальних деталей з сопла спеціального зварювального пістолета під певним кутом направляють струмінь гарячого газу.

Одночасно до місця зварювання під тиском подається присадний матеріал у вигляді прутка, виготовленого з того ж матеріалу, що і зварювані деталі. Пруток розплавляється, утворюючи зварний шов. Діаметр прутка залежить від товщини заготовок і способу розбирання кромки; якість зварюваного шва – від температури нагрітого газу, діаметра прутка, відстані наконечника зварювального пістолета до шва, швидкості укладання прутка, кута його нахилу і т.д.

Зварювання нагрітим інструментом застосовують для з'єднання труб, плівок і листів. Зварювані поверхні нагрівають до в'язкотекучого стану металевим інструментом (рис.22), після чого з'єднують (спресовують) під невеликим (0,1-0,5 МПа) тиском, а потім охолоджують. Залежно від виду з'єднуються деталей застосовують різні конструкції нагрівальних інструментів (металеві бруски, пластини, диски та ін.) При з'єднанні довгих заготовок використовують обертові ролики, для зварювання коротких заготовок (наприклад, поліетиленових мішків) – інструменти у

вигляді ножів.

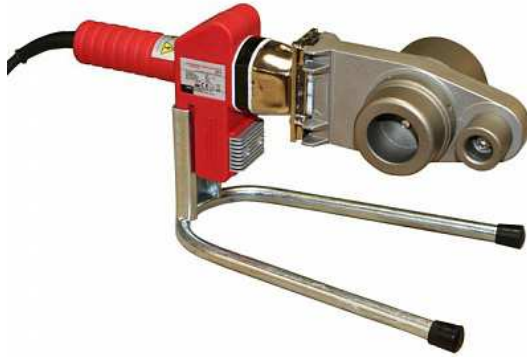


Рис. 22.Зварювальна машина для пластикових труб.

Для виключення прилипання пластмаси до інструменту застосовують розділові прокладки з фторопласту або целофану.

Зварювання нагрітим присадочним матеріалом полягає в безперервній подачі розплавленого присадочного матеріалу в зону зварювання. За рахунок теплоти, що віддається присадочним матеріалом з'єднуються деталі, їх поверхні оплавляються, утворюючи міцний безперервний шов. Даний спосіб використовують для з'єднання деталей встик, нахлистом і з'єднання плівкових матеріалів. При зварюванні плівок з'єднання виконують шляхом тиску обертових роликів.

Зварювання тертям використовують для з'єднання товстостінних пластмасових деталей, мають форму тіл обертання (труб, прутків і т.д.). Нагрівання відбувається в результаті виділення теплоти при терті дотичних поверхонь. Так як пластмаси мають низьку теплопровідність; від зони фрикційного контакту деталей відводиться незначна кількість теплоти, що забезпечує швидке нагрівання деталей. Внаслідок теплоти, що виділяється при терті пластмаса переходить у в'язкотекучий стан і під дією прикладеного при цьому зусилля частина розплаву витікає в процесі тертя (оплавлення) зварюваних деталей. При створенні в стик необхідної кількості розплаву процес тертя припиняють,

деталі стискають (осаджують), що забезпечує отримання нероз'ємного з'єднання. Зварюють на спеціальних зварювальних установках з обертанням однієї або двох з'єднаних деталей або з обертанням вставки. Можна використовувати також для зварювання токарні верстати.

Зварювання СВЧ засноване на нагріванні зварюваних ділянок заготовки високочастотним електричним полем, створюваним спеціальними генераторами зварювання і забезпечується розігрівом матеріалу в результаті поглинання ним енергії електричного поля. Матеріал знаходиться між металевими електродами, утворюючи конденсатор, підключений до джерела високочастотної електричної енергії. Під дією електричного поля матеріал - діелектрик поляризується. У разі змінного електричного поля в діелектрику відбувається мінлива поляризація, внаслідок якої матеріал нагрівається. Зварюють або на машинах типу пресів, або на установках роликowego типу.

Обладнання і інструмент

Зварювальна машина для пластикових труб, бінокулярний мікроскоп МБС-2, пластикові труби.

Порядок виконання роботи

1. Перед вмиканням машини, перевірити чи немає на ній пошкоджень.

2. Розташувати машину на плоскій поверхні.

3. Під'єднати машину до електромережі 220В, 50Гц.

4. Підготувати зразки: обезжирити і висушити

5. Вставити зразки для зварювання.

6. Перевірити, що зварювальні зразки дотикаються між собою.

7. Увімкнути машину. Повернути основний вимикач, після чого почне нагріватися зварна панель машини. Процес нагрівання машини фіксується лампочкою. Як тільки температура нагріву досягне заданої величини, лампочка погасне.

8. Закрити кришку, повернути регулятор температури вниз на 90, 100, 120, 180 градусів. Зачекати 2 секунди та, повернувши в протилежну сторону регулятор температури, відкрити кришку. Кришка відкриється самостійно.

9. В залежності від використаних матеріалів (ПП-110, ПП-80, ПЕ-30...) встановлюють необхідну температуру нагріву. Збільшити чи зменшити температуру можливо за допомогою

кнопки регулювання.

10. Визначити енергетичні витрати P [Вт•год.]

11. Побудувати та проаналізувати графік залежностей $P=f(T)$.
Для детального визначення дефекту у лотку зробити отвір. Через цей отвір заповнити лоток водою.

По протіканню води визначити дефект зварювання.

12. Зробити висновки по роботі.

Звіт

Результати виконаної роботи подати у вигляді звіту з доданою схемою конструкції для зварювання пластмас.

Лабораторна робота 8

ВИБІР ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЖУЧОГО АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Мета – вивчити основні параметри, що характеризують ріжучий абразивний інструмент (абразивний матеріал, зернистість, зв'язка та твердість круга, структура, форма і т. д.).

Завдання

Провести вибір ріжучого абразивного інструменту для виконання заданої операції технологічного процесу обробки заготовки.

Короткі теоретичні відомості

Абразивна і алмазна обробка завойовує все нові позиції в різних галузях промисловості і вже не є лише способом отримання необхідного класу чистоти поверхні деталей, а стає одним з найпродуктивніших методів обробки різноманітних металів, успішно замінюючи операції, що виконуються на металоріжучих верстатах. Це обумовлюється все зростаючими вимогами до чистоти, точності і взаємозамінності деталей, а також розширенням області використання високоміцних і важкооброблюваних металів, сплавів і матеріалів. Широке вживання нових методів формоутворення (лиття під тиском, лиття за витоплюваними моделями, штампування, видавлювання, формоутворення вибухом та ін.) дозволяє наблизити розміри заготовок до розмірів готових

виробів. При цьому заготовки, минувши операції точіння, стругання або фрезерування, поступають безпосередньо на абразивну обробку.

Абразивна обробка у ряді випадків застосовується як єдино можливий метод обробки, наприклад, тонке шліфування і полірування листової сталі, у тому числі нержавіючої, шліфування, полірування і розрізання тонкостінних труб з нержавіючої сталі, зачистка зварних швів, отримання деталей з шорсткістю поверхні до 0,020 – 0,008, абразивна пневмо- і гідрообробка мініатюрних деталей вільним зерном, обробка деяких криволінійних поверхонь і т.п.

Прогрес технології шліфування дозволяє вирішувати проблему створення автоматичних ліній, на яких вся обробка заготовок до необхідної геометричної точності і шорсткості поверхні проводиться абразивними і алмазними інструментами. Величезне значення при обробці твердих сплавів і різноманітних зносостійких матеріалів, а також дерева, пластмас, скла, каменя і інших матеріалів мають алмазні інструменти в поєднанні з абразивними.

Абразивний інструмент має маркування у вигляді умовних позначень характеристик, заводу-виробника, окружну максимальну швидкість та ін. Приклад маркування наведений нижче (рис. 24).

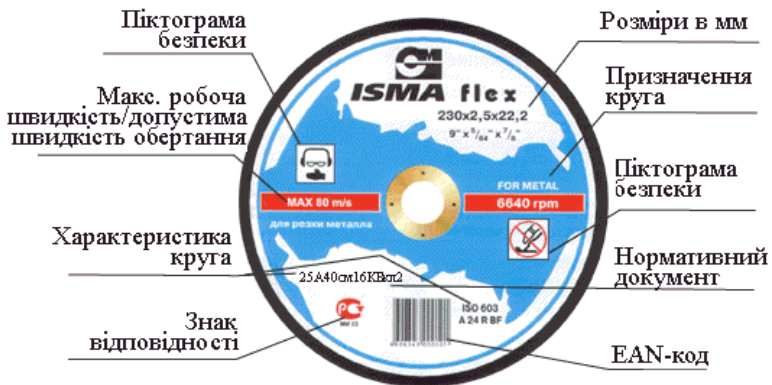


Рис. 24. Маркування абразивного інструменту

Використання абразивних і алмазних інструментів дозволяє механізувати процеси обробки, у багато разів збільшити продуктивність і полегшити працю робітників. Парк верстатів, оснащених абразивними і алмазними інструментами, становить в

даний час біля 20% загального верстатного парку. В підшипниковій і у ряді інших галузей промисловості питома вага верстатів для абразивної обробки досягає 60% і більше.

Таблиця 6

Розшифровка основних характеристик круга.

Характеристика	Абразивний матеріал	Зернистість	Твердість	Структура	Зв'язка
Маркування	25A	40	СМ1	6	К

Абразивний матеріал

Штучний електрокорунд нормальний – 13A, 14A

Це матеріал високої міцності з широкою областю використання. Він містить 94,5 – 96,7% Al_2O_3 , TiO_2 – 1,8 – 2,6% і 1 – 2% інших компонентів. Виготовляють шляхом плавки бокситів.

Штучний електрокорунд білий – 24A, 25A

Містить Al_2O_3 – 99,4 - 99,7%, при незначній наявності інших оксидів (Fe_2O_3 , CaO , SiO_2). Чистий матеріал використовується в основному для кругів з керамічною зв'язкою. Виготовляють шляхом плавки дуже чистого глинозему.

Карбід кремнію чорний – 53C, 54C

SiC складає 96 – 99%. Карбід кремнію чорний виготовляють шляхом відновлення двоокису кремнію в печах опору. Карбід кремнію чорний широко використовується для шліфування неметалевих матеріалів.

Карбід кремнію зелений – 63C, 64C

Карбід кремнію зелений подібний карбиду кремнію чорному, але з більш високою чистотою. Область використання карбиду кремнію зеленого та ж; в основному для кругів з середньою і малою зернистістю.

Карбід кремнію завдяки високій твердості і ріжучій здатності застосовується для виробництва абразивних інструментів і для вільного шліфування. Він використовується для шліфування чавуну, твердих сплавів, кольорових металів, каменя, скла.

Вибір застосування абразивного матеріалу наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Вибір абразивного матеріалу залежно від оброблюваного матеріалу і виконуваної операції

Характеристика оброблюваного матеріалу і виконуваної операції	Марка абразивного матеріалу							
	13A	14A	24A	25A	53C	54C	63C	64C
Обробка матеріалів з високим опором розриву. Це – обдирання сталевих відливок, поковок, прокату, сталистих високоміцних і вибілених чавунів, ковкого чавуну, напівчистова обробка різних деталей машин з вуглецевих і легированих сталей в незагартованому і загартованому стані, марганцевистої бронзи, нікелевих і алюмінієвих сплавів	✓	✓						
Обробка загартованих деталей з вуглецевих, швидкоріжучих і нержавіючих сталей, хромованих і нітрованих поверхонь			✓					
Обробка тонких деталей і інструментів, коли відведення тепла, що утворюється при шліфуванні, ускладнено (штампи, зуби, шестерні, різьбовий інструмент, тонкі ножі, леза, сталеві різці, свердла, деревообробні ножі і т.п.)			✓	✓				
Обробка деталей (плоске внутрішнє і профільне шліфування) з великою площею контакту між кругом і оброблюваною деталлю, що супроводжується великим теплоутворенням. Обробне шліфування (хонінгування, суперфінішування і т.д.)				✓				
Обробка твердих матеріалів з низьким опором розриву (чавун, бронзові і латунні виливки, тверді сплави, коштовні камені, скло, мармур, твердий каучук і т.п.), а також дуже в'язких матеріалів (жароміцних сталей, сплавів, міді, алюмінію, гуми)					✓	✓	✓	✓

Зернистість

Зернистість абразивного матеріалу – це показник, що визначає вміст і розмір даного шліфувального матеріалу. В Росії позначення зернистості і їх склад визначено ГОСТ 3647-71.

Визначальною характеристикою зернистості є її основна фракція. Розмір основної фракції зерна визначається розмірами комірок двох сіток; через першу з яких всі зерна основної фракції проходять і затримуються на другій. За зернистість приймається номінальний розмір сторони комірки в світлі сітки, на якій затримується зерно. Наприклад, для основної фракції розміром 500-400 мкм зернистість буде 40.

Таблиця 8

Порівняння маркування розміру зерна залежно від стандарту

Шліфзерно				Порошки			
<i>ГОСТ</i>	<i>FЕРА</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>FЕРА</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>FЕРА</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>FЕРА</i>
200	F10	50	F36	12	F100	6	F180
160	F12	40	F40	10	F120	5	F220
160	F14	40/32	F46	8	F150		
125	F16	32	F54	Мікропорошки			
100	F20	25	F60	M63	F230	M40	F360
80	F22	20	F70	M63/M50	F240	M28	F400
80/63	F24	20/16	F80	M50	F280	M20	F500
63	F30	16	F90	M50/M40	F320	M14	F600

Вибір зернистості круга виконують у відповідності з табл. 9.

Таблиця 9

Зернистість круга залежно від виду обробки

Зернистість	Вид обробки
200-80	Обдирні операції з великою глибиною різання, зачистка заготовок, відливок. Обробка матеріалів, які викликають засалювання поверхні круга (латунь, мідь, алюміній)
80-50	Плоске шліфування торцем круга, заточування різців, правка абразивного інструменту, відрізка
63-25	Попереднє і комбіноване шліфування, заточування ріжучого інструменту
40-5	Плоске шліфування

Продовж. таблиці 9

32-16	Чистове шліфування, обробка профільних поверхонь, заточування дрібного інструменту, шліфування крихких матеріалів
12-6	Фінішне шліфування, доведення твердих сплавів, доведення ріжучого інструменту, сталевих заготовок, заточування тонких лез, попереднє хонінгування
6-4	Фінішне шліфування металів, скла, мармуру і т.п., різбошліфування, чистове хонінгування
M63-M14	Суперфінішування, остаточне хонінгування, доведення тонких лез, різбошліфування виробів з дрібним кроком, полірування

Твердість

Поняття твердості абразивних інструментів за значенням не співпадає з аналогічним поняттям, що визначає властивості металу і інших твердих тіл. Твердість абразивного інструменту характеризує міцність утримання зерна в зв'язці круга. Тому із зерен найтвердішого абразивного матеріалу можна виготовити м'які абразивні інструменти і, навпаки, з абразивного матеріалу малої твердості можна виготовити тверді інструменти. М'якими абразивними інструментами на відміну від твердих називають такі, з яких абразивні зерна легко викришуються.

Розрізняють такі групи абразивів (табл. 10).

Таблиця 10

Групи твердості абразивного круга

ЧТ	(V)	Надтвердий
ВТ	(Т)	Дуже твердий
Т1, Т2	(R, S)	Твердий
СТ1, СТ2, СТ3	(O, P, Q)	Середньотвердий
С1, С2	(M, N)	Середній
СМ1, СМ2	(K, L)	Середньом'який
М1, М2, М3	(H, I, J)	М'який
ВМ1, ВМ2	(F, G)	Дуже м'який

Вибір твердості круга виконують у відповідності з табл. 11.

Отримання абразивних інструментів необхідної твердості досягається відповідною технологією їх виготовлення, що встановлює співвідношення шліфзерна і зв'язки, тиском при пресуванні, температурою і тривалістю термічної обробки.

Твердість круга залежно від виду обробки

Твердість	Вид обробки
BT-CT	Правка абразивного інструменту, обдирні операції, шліфування кульок для підшипників
CT2-T2	Обдирні операції, кругле зовнішнє шліфування, безцентрове шліфування, відрізання, прорізання канавок, шліфування переривчастих поверхонь, профілю
C2-CT2	Попереднє кругле зовнішнє і безцентрове шліфування сталей, ковкого чавуну. Профільне шліфування, обробка переривчастих поверхонь, хонінгування і різьбошліфування деталей з крупним кроком
C1-CT1	Плоске шліфування сегментами і кільцевими кругами, різьбошліфування кругами на бакелітовій зв'язці
CM1-C2	Чистове і комбіноване кругле, зовнішнє безцентрове і внутрішнє шліфування сталі, плоске шліфування, різьбошліфування, заточування ріжучих інструментів
M3-CM2	Заточування і доведення ріжучого інструменту, оснащеного твердим сплавом, шліфування важкооброблюваних спеціальних сплавів, полірування

Структура

Під структурою прийнято розуміти співвідношення шліфматеріалу, зв'язки і пор в крузі.

На практиці ж показник структури жорстко пов'язують з об'ємним вмістом зерна в крузі(табл.12).

На наш погляд структуру круга треба враховувати, оскільки на операціях загального шліфування (не обдирних і не полірувальних) поєднання твердості і структури визначають експлуатаційні показники круга.

Основне правило: щільна структура (0-4) – мале знімання металу в одиницю часу, засалювання, але висока стійкість круга; відкрита структура (8-12) – великий об'єм, самозаточування, але підвищений знос.

Розрізняють таку структуру круга: 0, 1, 2, 3, 4 – закрита, 5, 6, 7 – середня, 8, 9, 10 – відкрита, 11, 12 – високопориста.

Таблиця 12

Вміст зерна відповідно до структури круга

Вміст зерна, %	Структура												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	✓												
58		✓											
56			✓										
54				✓									
52					✓								
50						✓							
48							✓						
46								✓					
44									✓				
42										✓			
40											✓		
38												✓	
36													✓

Вибір структури круга виконують у відповідності з табл. 13.

Таблиця 13

Структура круга залежно від виду обробки

Вид обробки	Номер структури					
	1-3	3-4	5-6	7-9	8-10	11-12
Чистова обробка твердих і крихких матеріалів при великому тиску	✓					
Шліфування фасонних поверхонь при необхідності зберегти профіль круга, шліфування при великих, а також змінних навантаженнях, відрізка		✓				
Кругле зовнішнє шліфування, безцентрове шліфування, плоске шліфування периферією круга і заточування інструменту			✓			
Плоске шліфування торцем круга, внутрішнє шліфування				✓		
Шліфування і заточування інструменту					✓	
Різьбошліфування дрібнозернистими кругами						✓

Зв'язка

Вид зв'язки абразивного інструменту має велике значення для його міцності і режиму роботи. У виробництві абразивних інструментів застосовуються два види зв'язок: неорганічні (мінерального походження) і органічні.

До органічних зв'язок відносяться бакелітова, вулканітова, гліфталева, епоксидна та ін..

Неорганічні (керамічні) зв'язки частіше за все є багатокомпонентними сумішами, складеними в певних пропорціях з подрібнених сирих матеріалів: вогнетривкої глини, польового шпату, борного скла, тальку і ряду інших матеріалів. З метою підвищення пластичності і формоутворення в абразивно-керамічні маси додають клеєві речовини: розчинне скло, декстрин та ін.

Керамічні зв'язки мають високу вогнестійкість, водостійкість, хімічну стійкість і відносно високу міцність. Залежно від поведінки в процесі термічної обробки вони поділяються на плавкі (склоподібні) і спечені (фарфороподібні). Плавкі зв'язки після охолодження перетворюються на скло, спечені розплавляються тільки частково і своїм складом і станом близькі до фарфору.

Абразивний інструмент на керамічній зв'язці в даний час має дещо більше використання, ніж інструмент на органічній зв'язці, хоча технологія його виготовлення складніше і відрізняється більш тривалим циклом в порівнянні з технологією виготовлення інструменту на інших зв'язках. Недоліком керамічної зв'язки є її висока крихкість, внаслідок чого круги на цій зв'язці не можуть використовуватися при ударних навантаженнях (обдирне і силове шліфування). Відносно низька межа міцності при вигині обмежує використання таких кругів для відрізних робіт, оскільки вони тонкі (менше 3 мм) і можуть легко руйнуватися від бічного навантаження.

Вибір зв'язки круга виконують у відповідності з табл. 13.

Обладнання і інструмент

Для виконання лабораторної роботи необхідні набір абразивних матеріалів, мікроскоп МБС-2, шліфувальні круги, хонінгувальні бруски, шліфувальна шкурка, технологічна карта обробки деталі.

Зв'язка круга залежно від виду обробки

Позначення		Зв'язки	Вид обробки
К	(V)	Керамічна	Інструмент на керамічній зв'язці застосовують для всіх видів шліфування, окрім обдирання (через крихкість зв'язки), розрізання і прорізки вузьких пазів, плоского шліфування сегментними кругами, шліфування жолобів кілець шарикопідшипників
Б	(B)	Бакелітова	Інструмент на бакелітовій зв'язці застосовують для грубих обдирних робіт, виконуваних вручну і на підвісних верстатах, плоскому шліфуванні торцем круга, відрізки і прорізці пазів, заточуванні інструментів. при обробці тонких виробів, де небезпечний припік. <i>Недолік бакелітової зв'язки - невисока стійкість до лужних рідин.</i> Бакелітова зв'язка надає поліруюче дію
БУ	(BF)	Бакелітова із зміцнюючими елементами	
Б4	(B4)	Бакелітова з графітним наповнювачем	

Порядок виконання роботи

1. Вивчити основні параметри, які характеризують ріжучий абразивний інструмент.
2. Вивчити область впливу складових абразивного інструменту на елементи режиму обробки та якість поверхні.
3. Виконати обґрунтований вибір параметрів (елементів характеристики) абразивного інструменту.

Звіт

Звіт повинен містити короткі теоретичні дані про абразивний ріжучий інструмент, записи про мікроскопічні дослідження абразивних матеріалів та технологічну карту обробки заготовок, з записом маркування вибраного абразивного інструменту з його характеристикою.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 2

1. З'єднання деталей. Що називається зварюванням? Які способи зварювання ви знаєте? Класифікація способів дугового

зварювання. Зварювальна дуга і її властивості. Ручне дугове зварювання. Види зварних з'єднань. Вибір режиму зварювання. Види зварних швів. Які речовини входять до складу електродних покриттів? Суть способу зварювання під флюсом. Флюси для автоматичного зварювання. Переваги і недоліки зварювання під флюсом. Дугове зварювання в захисних газах. Аргонодугове зварювання. Зварювання у вуглекислому газі. Плазмове зварювання. Електронно-променеве зварювання. Лазерне зварювання. Газове зварювання. Зберігання кисню. Зберігання ацетилену. Властивості ацетилену та його добування. Технологія газового зварювання. Схема зварювального газового пальника. Газове різання. Термітне зварювання. Основні види контактного зварювання. Конденсаторне зварювання. Холодне зварювання. Зварювання тертям. Зварювання ультразвуком. Зварювання вибухом. Фізична суть паяння. Види припоїв. Дефекти зварних з'єднань і причини їх утворення. Методи контролю якості зварних з'єднань. Руйнівні методи контролю якості зварних з'єднань. Неруйнівні методи контролю якості зварних з'єднань. Які флюси і припої застосовуються при паянні? Як проводять паяння алюмінію? Зварювання в закритих газових середовищах.

2. Механічна обробка матеріалів . Основні методи обробки різанням. Основні частини і елементи різця. Елементи режиму різання. Матеріали для виготовлення різальних інструментів. Класифікація металорізальних верстатів. Типи токарних верстатів. Токарні різці. Обробка заготовок на фрезерних верстатах. Обробка заготовок на протяжних верстатах. Зубонарізання. Суть і призначення обробки шліфуванням. Схеми круглого і плоского шліфування. Порошки й інструменти із синтетичного алмазу. Елементи токарного прохідного різця. Характеристика шліфувального круга. Випробування на міцність і балансування шліфувального круга. Дефекти шліфування. Абразивний інструмент. Абразивні матеріали. Зв'язка абразивного інструменту. Твердість абразивного інструменту. Структура абразивного інструменту. Правка шліфувальних кругів. Чистові методи обробки. Хонінгування. Суперфініш. Притирання. Полірування. Мазильно-охолоджувальні рідини. Застосування мазильно-охолоджувальної рідини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Технологія* конструкційних матеріалів: підручник /М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін. – К.: Вища шк., 2002.- 374 с.
2. *Сологуб Н.А., Ильин Б.Н., Ипатов К.А.* Лабораторные работы по технологии металлов. – К.: Машгиз, 1961. – 120 с.
3. *Конструкційні та функціональні матеріали: навч. посіб.: У 2 ч. ч.1.* Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали. /В.П.Бабак, Д.Ф.Байса, В.М.Різак і ін. – К.: Техніка, 2004. – 344 с.
4. *Технология* конструкционных материалов: /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.
5. *Технология* конструкционных материалов: /А.Г. Алексеев – СПб.: Политехника, 2005. – 597 с.
6. *Шатерин М. А.* Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2005, – 354 с.
7. *Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г.* Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лабораторний практикум
для студентів напрямку підготовки
6.050604 «Енергомашинобудування»

Укладачі: КРАЛЯ Віталій Олексійович
ХІМКО Андрій Миколайович
ЯКОБЧУК Олександр Євгенійович
БОРОДІЙ Віктор Миколайович

Технічний редактор А.І. Лавринович
Коректор Л.М. Романова

Підп. до друку . .14. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 3,44. Обл.-вид. арк. 3,5.
Тираж 100 пр. Замовлення № 000-0. Вид. № 77/III.

Видавництво НАУ
03680. Київ-680, проспект Космонавта Комарова, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002.