**Приклад виконання практичної роботи 1**

**Практична робота 1**

**Практична робота 1. Вибір обладнання та розрахунок режимів наплавлення.**

**Мета роботи**: Ознайомитись із конструкціями машин, принципом дії та особливістю експлуатації машин для наплавлення металу; вивчити методики розрахунків та видів наплавлення металу.

**Завдання** **роботи** - отримати знання, сформувати уміння та навички, які перелічено нижче.

**Знання**:

* особливості обладнання до наплавлення металу;
* методі наплавлення металу;
* особливості розрахунку наплавлення металу різними методами.

**Уміння**:

* аналізувати методи руйнування деталей та їх вузлів;
* визначити оптимальний метод наплавлення металу;
* провести розрахунок параметрів для наплавлення металу.

**Порядок виконання роботи**

**Заняття 1 (2 години):**

* - викладання необхідного для виконання роботи теоретичного матеріалу – 60 хв.;
* вибір та обґрунтування методу наплавлення металу – 20 хв.;
* вибір даних для розрахунку – 10 хв..

**Заняття 2 (2 години):**

- опитування із раніше отриманого матеріалу та перевірка готовності до подальшого виконання роботи – 25 хв.;

- розрахунок метода дугової наплавки металу під шаром флюсу – 25хв.;

- розрахунок методом наплавлення в середовищі вуглекислого газу та методом електроконтактне наплавлення стрічкою – 20 хв.;

- оформлення звіту з роботи – 10 хв.;

- захист роботи – 10 хв.

**Контрольні питання до практичної роботи 1:**

1. Наведіть класифікацію методів наплавлення металу.
2. Які апарати використовуються для наплавлення металу.
3. Які параметри розраховуються при застосуванні наплавлення металу.
4. Наведіть алгоритм розрахунку основних параметрів, які необхідно розрахувати.
5. **Вибір обладнання та розрахунок режимів наплавлення**
   1. **Дугове наплавлення під шаром флюсу**

Для наплавлення під шаром флюсу використовують голівки для наплавлення А—384, А—409, ABC, які встановлюють на звичайні токарські верстати або спеціалізовані наплавочні напівавтомати типів А580М, А1408, А1409 і ін. (табл. 1).

***Таблиця 1 —*** Апарати для автоматичного наплавлення

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Апарат | Діаметр  дроту,  мм | Струм Iзв,  А | ПВ,  % | Швидкість подавання дроту, Vдр, м/год | Джерело живлення |
| А580М  А1408  А1409 | 1,0...3,0  1,6...3,0  1,6...3,0 | 400...100  500  300 | 65  100  100 | 48...408  50...500  50...500 | ПСО-500  ВДУ-504  ВДУ-504 |

З застосуванням апаратів А 1408 та А 1409 використовуються верстати для наплавлення, технічна характеристика яких наведена в таблиці 2.

***Таблиця 2 —*** Технічна характеристика верстатів для наплавлення з

уніфікованих вузлів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | У 651 | У 652 |
| Апарат для наплавлення  Поверхня, що наплавляється  Параметри деталі, що наплавляється:  діаметр *d*, мм  довжина *l*, мм  маса *m*, кг  Діаметр дроту для наплавлення *dдр*, мм:  під флюсом  порошкового  Габаритні розміри верстата, мм  Маса верстата , кг | А 1408  Зовнішні поверхні валів, шліци  20…150  1300  150  —  2...3  2720х1800х1050  1580 | А 1409  Корінні та шатунні шийки колінчастих валів  100  1300  150  1...2  2...2,5  2720х1800х2900  1630 |

Апарат А580М встановлюється на супорті будь-якого токарського верстата, який відповідає габаритам відновлюваних деталей і оснащеного редуктором для зниження частоти їхнього обертання. Подовжнє переміщення голівки здійснюється за допомогою супорта верстата.

Спеціальні наплавочні верстати, що створені в інституті електрозварювання ім Е. О. Патона (табл. 3), використовуються для наплавлення деталей типу "вал", пласких поверхонь, шліців валів, а також деталей складного профілю (зубці зірочок і т.п.).

***Таблиця 3 —***  Технічні характеристики верстатів для наплавлення

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | У-465 | У-427 |
| Діаметр деталі, що наплавляється *d*, мм  Довжина деталі, що наплавляється *l*, мм  Діаметр дроту, що наплавляється під шаром флюсу *dдр*, мм  Діаметр порошкової дроту *dдр*, мм  Зварювальний струм *Iзв*, А  Швидкість подачі електроду Vпр, м/год  Швидкість зварюванняVн, м/год  Крок наплавлення s, мм/об  Габаритні розміри, мм  Маса , кг | 25...100  2000  1,6...2,0  2,0...2,8  до 600  24...240  20...80  1,0...12,0  2330х520х1120  880 | 40...100  1800  1,6...2,0  2,0...2,8  до 600  24...240  20...80  2,0...12,0  3000х1330х2980  1783 |

Кількість проходів визначається за формулою:

 (9)

де *D* — діаметр, до якого наплавляють деталь, мм; *d* — діаметр поверхні, що наплавляється, мм; *t* — товщина шару , що наплавляється за один прохід, мм.

Сила зварювального струму *Iзв* визначається за таблицею 4.

***Таблиця 4 —*** Залежність сили струму від діаметра деталі

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Діаметр деталі, мм | Сила струму Iзв (А) при діаметрі електродного дроту, мм | |
| 1,2...1,6 | 2,0...2,5 |
| 50...60  65...75  80...100  150...200  250...300 | 120...140  150...170  180...200  130...250  270...300 | 140...160  180...220  230...280  300...350  350...380 |

Напруга U (В) визначається за формулою:

 (10)

Коефіцієнт наплавлення Кн (г/А·ч), показник що характеризує питоме значення швидкості наплавлення визначається за наступною формулою:

 (11)

де — діаметр електродного дроту, мм, визначається за таблицею 5.

***Таблиця 5 —*** Залежність довжини шару, що наплавляється від діаметра електродного дроту

|  |  |
| --- | --- |
| Товщина шару, що наплавляється, мм | Діаметр електродного дроту, мм |
| 1  2  3 | 1,6  2,0  2,5 |

Швидкість переміщення дуги, або швидкість наплавлення *Vн* (м/год) обумовлюється шириною валиків і глибиною проплавлення:

 (12)

де *F* — площа поперечного перетину наплавленого валика, см2, ( при *dдр*=1,2...2 мм, *F* =0,06...0,2 см2); γ — щільність металу шва, г/см3.

Швидкість подачі електродного дроту визначається можливістю її повного розплавлювання:

 (13)

При збільшенні вильоту електродного дроту підвищується електричний опір ланцюга, що призводить до зростання коефіцієнту розплавлювання, зниженню струму наплавлення, а отже, і глибини проплавлення. Але при збільшенні даного параметра погіршується геометрія наплавлених валиків, тому виліт електрода:

 (14)

Крок наплавлення визначається перекриттям валиків і впливає на рівномірність наплавленого шару:

 (15)

При зсуві електрода *l* із зеніту убік, протилежний обертанню деталі, з одного боку, погіршуються умови формування наплавленого шару, а з іншого боку — зменшується глибина проплавлення, тому:

 (16)

**1.2. Наплавлення в середовищі вуглекислого газу**

Устаткування для напівавтоматичного та автоматичного дугового зварювання та наплавлення в середовищі вуглекислого газу наведені в таблиці 6.

***Таблиця 6 —*** Апарати для зварювання і наплавлення

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Модель | | | |
| 3441212  107 | 3441212  005 | 3441221  212 | 3441221  292 |
| Тип  Призначення  Напруга U, В  Номінальний зварювальний струм при ПР 60% I, А  Діаметр електродного дроту dпр, мм  Швидкість подачі електродного дроту Vпр, м/год | Автомат | | Напівавтомат | |
| Низьковуглецева і низьколегована сталь  380  630  1,2...3,0  120...960 | Низьковугле-цева сталь  300  500  1,2...2,0  120...720 | Низьковугле-цева сталь  220 або 380  315  1,2;1,4;1,6  120...960 | Низьковуглецева і низьколегована сталь  220 або 380  315  1,0...1,4  75...960 |

Сила струму і напруга вибирається в залежності від діаметра деталі, товщини шару, що наплавляється і діаметра електрода (табл. 7).

***Таблиця 7 —***  Сила струму та напруга

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Діаметр деталі  *d*, мм | Діаметр електрода *dдр*, мм | Сила струму  *I*, А | Напруга на дузі *U*, В |
| 10...20  20...30  30...40  40...50  50...70  70...90  90...120 | 0,8...1,0  0,8...1,0  0,8...1,0  1,0...1,2  1,2...1,4  1,4...1,6  1,6...2,0 | 70...95  90...120  110...140  130...160  140...175  170...195  195...225 | 18...19  18...19  18...19  18...20  19...20  20...21  20...22 |

Швидкість наплавлення, частота обертання деталі, швидкість подачі електродного дроту, крок наплавлення, зсув електрода визначаються за тими же формулам, що і при наплавленні під шаром флюсу.

Коефіцієнт наплавлення при наплавленні на зворотної полярності *αн* = 10...12 г/Ач. Виліт електрода для наплавлення 8...15 мм.

Нормування режимів наплавлення в середовищі СО2 розраховується аналогічно розрахунку наплавлення під шаром флюсу.

**13. Електроконтактне наплавлення стрічкою**

До 70 % деталей сільськогосподарської техніки мають зношення, не більше 0,5 мм. Застосування для їхнього відновлення процесів, заснованих на дуговому зварюванні (наплавлення під шаром флюсу, у середовищі захисних газів, вібродугове), не зовсім доцільно, оскільки значне збільшення розмірів (2...3 мм і більше) вимагають великих витрат на наступну механічну обробку. Крім того, значне нагрівання деталей може викликати їх деформацію. Для електроконтактного приварювання характерні висока продуктивність (до 100 см2/хв), мінімальні втрати присаджувального матеріалу (до 5 %) і припуск на наступну механічну обробку за рахунок можливості регулювання товщини навареного шару (0,3...1,5 мм). При мінімальному термічному впливу на деталь (до 0,3 мм) можна відновлювати як зовнішні, так і внутрішні поверхні деталей з різних марок сталей, чавунів, кольорових металів і сплавів.

Від вибору матеріалу стрічки залежить твердість навареного шару. Для сталевої стрічки твердість в залежності від кількості вуглецю наведена в таблиці 8.

***Таблиця 8 —*** Твердість навареного шару

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Матеріал стрічки | Сталь 20 | Сталь 40 | Сталь 45 | Сталь 55 | Сталь 40Х | Сталь 65Г |
| Твердість, HRCэ | 30...35 | 40...45 | 45...50 | 50...55 | 55...60 | 60...65 |

Частота обертання деталі, подовжня подача зварювальних кліщів і частота проходження імпульсів є важливими параметрами процесу, що визначають його продуктивність. Співвідношення цих величин підбирають так, щоб забезпечити шість або сім крапок на 10 мм довжини звареного шва. Рекомендується наступний режим приварки стрічки товщиною до 1 мм.

Сила зварювального струму *Iзв*, кА 16,1…18,1

Подача зварювальних кліщів *S*кл, мм-1 3…4

Зусилля стиску електродів *F*ст, кН 1,3…1,6

Ширина робочої частини зварювальних роликів *В*рол,мм 4

Продуктивність процесу *Q*, см2/хв. 80

Швидкість наплавлення визначається за формулою:

 (17)

де *W —* продуктивність процесу см2/хв; *S* – крок наплавлення мм-1.

Частота обертання деталі визначається за формулою (8).

Основний час наплавки *Т*0, (хв) визначається за наступною формулою:

 (18)

де *F*н — площа поверхні, що наплавляється.

Наближений час, що витрачають на наплавлення, розраховується за формулою:

 (19)

де **f** – коефіцієнт використання наплавочної установки (0,5...0,6)