

1.1. СЪЕДИНЕНИЯ, ПОЛУЧЕНИ ЧРЕЗ ЗАВАРЯВАНЕ

Заваряването е технологичен процес за получаване на неразглобими съединения, осъществен чрез междуатомни или между-молекулярни връзки и дифузия. За да се създадат тези връзки, е необходимо атомите или молекулите от контактните повърхнини на заваряваните части да се доближат приблизително на междуатомното разстояние. При това приближаване се образува обща електронна система в мястото на контакта.

Най-често заваряваните машинни части се изработват от метали или техните сплави. Заваръчните съединения имат редица предимства, които определят широкото им използване: могат да се получат възли със сложна конфигурация, осигуряват херметичност, процесът на заваряване лесно се автоматизира, съединенията са евтими. Основни недостатъци са въздействието на въздуха върху качествата на шева и понижаването на якостта в околосшевната зона под влияние на високата температура, необходима за заваряването. Последният недостатък не е особено съществен във фината механика, тъй като елементите на уредите, инструментите и приспособленията в уредостроенето са изтоварени с незначителни сили и якостта им може да бъде по-малка.

Класификация на методите на заваряване. За целта се използват общи признаци, които ги характеризират, например източник на енергия, състояние на заваряваните повърхнини и др. В диаграмата на заваряемост на чистото желязо и на някои други метали има два участъка на заваряване — с налягане и с разтопяване. Поради това заваряването бива два вида: пресово заваряване (заваряване чрез налягане) и заваряване чрез разтопяване. Пресовото заваряване от своя страна бива заваряване без нагряване (студено пресово заваряване) и заваряване с нагряване без разтопяване (електросъпротивително заваряване). Класификацията, направена на този принцип, по-пълно отразява физичната същност на процеса.

Пресово заваряване. При този вид заваряване нагряването на свързаните части ги довежда само до тестообразно състояние и за да се осъществи връзката, се налага прилагането на допълнителна сила.

Електросъпротивително заваряване. То е най-използуваното пресово заваряване във фината механика. При него съединяваните части се включват в електрическа верига с трансформатор като източник на енергия и под действието на силен токов импулс в мястото на контакта се отделя топлина Q , която може да се определи по закона на Джаул — Ленц:

$$(1.1) \quad Q = 0,24 I^2 R t, \text{ J.}$$

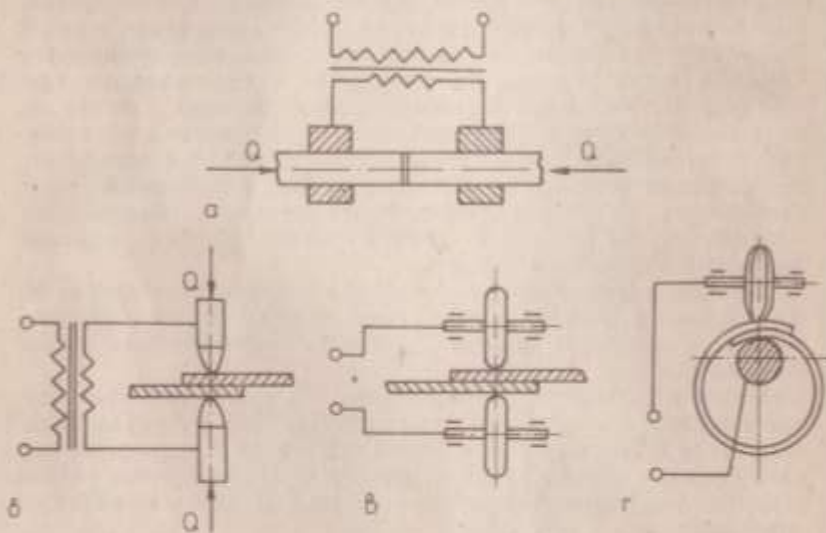
където I е големината на тока, A, R — електрическото съпротивление на материала на свързаните части, Ω, t — времето, през което електрическата верига е включена, s .

Електросъпротивителното заваряване може да бъде челно, точково, ролково.

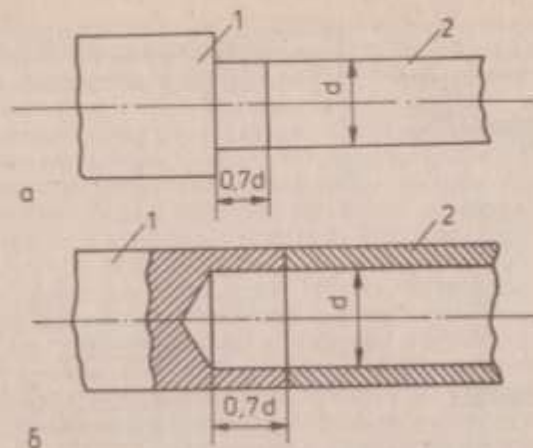
Челното заваряване (фиг. 1.2 а) се извършва в следната последователност: заваряваните части се захващат в челюсти, които се свързват с вторичната намотка на трансформатор. Частите се допират челно, по електрическата верига протича ток, отделя се топлина, която загрева контактните повърхнини и ги довежда до тестообразно състояние. След това електрическата верига се прекъсва и двете части се притискат една към друга до получаване на обща кристална решетка. След изстиването е налице хомогенна връзка.

Освен големината на тока и продължителността на загрева (както се вижда от формула 1.1) върху количеството отделена топлина оказват влияние материалът на заваряваните части и техните размери. Връзката между тези фактори най-често се уточнява практически. Ако се налага заваряване на части 1 и 2 с различно напречно сечение в мястото на контакта, те се изравняват чрез външно обстъргване (фиг. 1.3 а) или чрез пробиване на отвор (фиг. 1.3 б).

Точковото заваряване (фиг. 1.2 б) е най-разпространеният начин за заваряване във фината механика. Свързаните



Фиг. 1.2. Видове електросъпротивително заваряване



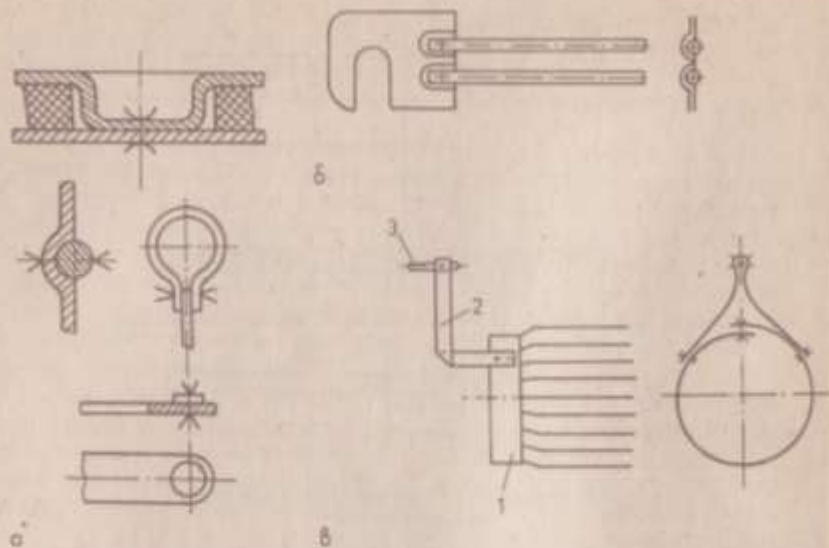
Фиг. 1.3. Изравняване на размерите в мястото на заваряването

части обикновено се припокриват. Електродите са изработени от електролитна мед, с цилиндрична форма и конусен край. Последователността на процеса е аналогична на тази при челното заваряване, като към вторичната намотка на трансформатора се включват електродите, а частите се свързват в отделни «точки» чрез притискане на електродите върху тях.

Точковото заваряване има широко приложение в уредостроенето поради ниската си себестойност, голямата производителност, възможността да се автоматизира, голямата мобилност на машините и приспособленията, с които се извършва процесът. Времето за заваряване е сравнително кратко — от 0,1 до 0,2 s, а нагряването е в много малка зона: температурата в точката е около 1400°C , а на 5–6 mm от нея — под 200°C .

Недостатъци на начина са ограниченията за дебелината на свързаните части, неестетичният външен вид на изделието (под електродите се получават малки вдлъбнатини). Последното може да се избегне, като се използват електроди с плоски краища, но се увеличава времето за заваряване и мощността на източника на електрически ток.

На фиг. 1.4 са показани примери за приложение на точковото заваряване: закрепване на сребърна контактна пъпка към контактна пластина (фиг. 1.4 а), ламелен предпазител (фиг. 1.4 б), заваряване на различните части на радиолампа (фиг. 1.4 в). На последната фигура цилиндърът 1 е изработен от тантал или молибден и към него е заварен никеловият държач 2. Тяжката медна жичка 3 е закрепена към държача също чрез точково заваряване.



Фиг. 1.4. Приложение на точково електросъпротивително заваряване

На фиг. 1.2 и 1.3 е показана схемата на ролково (шевно) електросъпротивително заваряване. Тук ролките служат за електроди, като същевременно притискат свързаните части (разстоянието между двете ролки е по-малко, отколкото е сумарната дебелина на частите). Постъпателното преместване на заваряваните елементи се дължи на триенето между тях и ролките, които имат непрекъснато въртливо движение в различни посоки. Този начин се прилага при заваряване на части с по-голяма дебелина, полученият шев е непрекъснат, с по-добри якостни качества и по-добра херметичност, но продукцията е скъпа, машините са стационарни.

Студено пресово заваряване. То намира широко приложение във фината механика. При него частите се притискат в мястото на допирането със специален поансон, получава се голямо относително налягане, което разрушава кристалната структура на металите, формира се нова и съединението се оформя след рекристализацията. Така се свързват алуминиеви проводници, екрани на високочестотни бобини, части от мед, титан, олово, калай, сребро и др. Съединенията, получени чрез студено пресово заваряване, имат голяма якост, но в мястото на натиска върху повърхността на елементите се получава дълбока вдлъбнатина (80—90% от дебелината им).

Термопластичните пластмаси със сравнително ниска температура на топене (около 80—120°C) също могат да се заваря-

ват. Топлината в зоната на заваряването се получава от електрически нагревател или от загрят въздух. Тя довежда частите до тестообразно състояние и връзката се осъществява след натисково усилие (както при електросъпротивителното заваряване).

Заваряване чрез разтопяване. Според източниците на топлина то бива газово (окисително), електродъгово (електроженно), електроннолъчево, електрошлаково, плазмено, лазерно и др.

Газово заваряване. При него в мястото на свързване частите се загряват до разтопено състояние. Необходимата топлина се получава от изгарянето на газ (ацетилен, бутан-пропан и др.) в среда от кислород. Използват се специални заваръчни горелки за получаването на газо-кислородната смес, изгарянето ѝ и изпълнението на заваряването. Температурата в най-горещата зона на пламъка (ядрото) е 3000—3200°C. Наличието на кислород в зоната на заваряването довежда до окисляване на контактните повърхнини на нагретите метални части, окисите затрудняват свързването в съединение и трябва да се използват редукционни средства. Това са химични съединения, които имат голям афинитет към кислорода и разрушават окисите. Много често за тази цел се използва боракс.

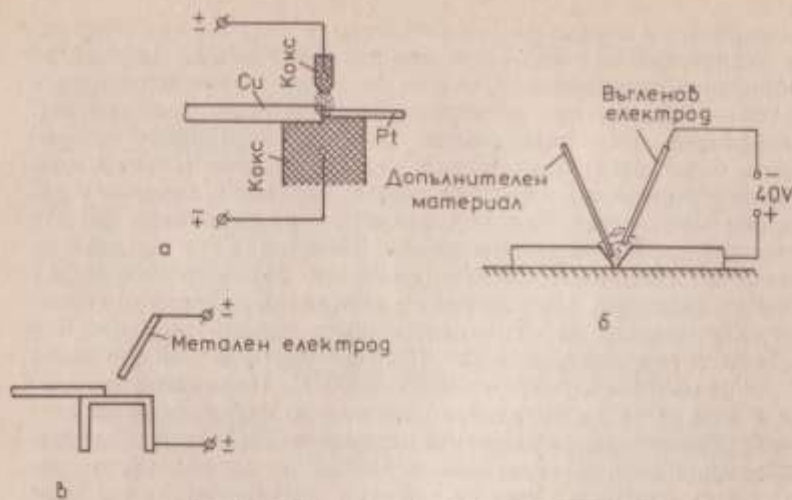
Шевът може да се оформи с допълнителен материал или без използването на такъв. Това зависи от дебелината на частите.

Газовото заваряване има ограничено приложение във фината механика поради високата температура, която се развива в мястото на връзката. Използува се предимно за заваряване на части от труднотопими метали: платина, волфрам и др. с елементи от мед, никел.

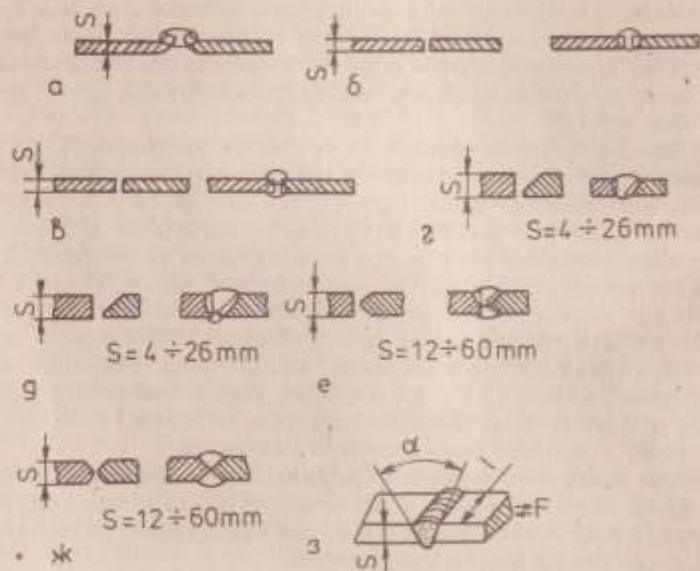
Електродъгово заваряване. То се дължи на разтопяването на свързаните части по контактните повърхнини под действието на волтова електрическа дъга. Процесът може да се осъществи по три схеми: дъгата е между два графитни електрода (фиг. 1.5 а), между един въгленов електрод и заваряваните части (фиг. 1.5 б) и между метален електрод и заваряваните части (фиг. 1.5 в). Използват се източници на постоянен и променлив ток. Заваряването с два графитни електрода (метод на Перенер) гарантира най-голяма чистота на шева, могат да се свързват части от различни метали, но е много скъп. Най-евтин и най-универсален е методът с един метален електрод, но качеството на шева е най-лошо и производителността — най-ниска.

Видове заваръчни шевове и съединения. Според избрания вид заваряване и в зависимост от изискванията, на които трябва да отговаря заваръчното съединение, се използват различни видове заваръчни шевове и съединения.

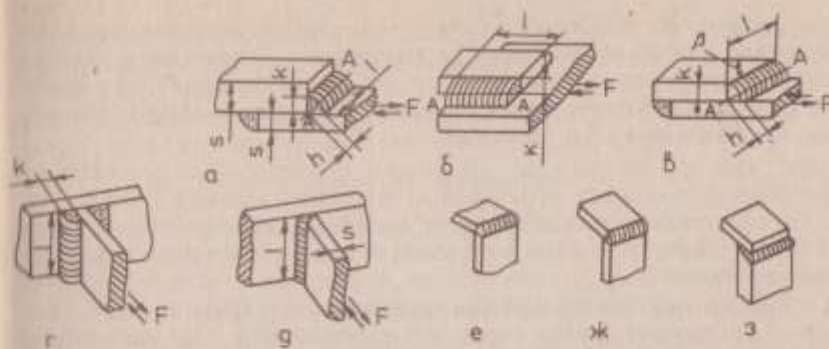
При конструирането на заваръчни изделия трябва да се има предвид, че якостта и качеството на шевове зависят в голяма степен от взаимното проникване на разтопения метал на съединяваните части и на допълнителния метал.



Фиг. 1.5. Схеми на електродъгово заваряване



Фиг. 1.6. Челни заваръчни съединения



Фиг. 1.7. Заваръчни съединения с припокриване, Т-образни и ъгови

Изборът на най-подходящия шев е свързан преди всичко с дебелината и взаимното разположение на заваряваните части.

Най-разпространени са челните съединения, съединенията с припокриване, Т-образните и ъговите.

Челните заваръчни съединения (фиг. 1.6) осигуряват добра връзка между частите и якост на съединението. Ако дебелината на заваряваните елементи е под 3 mm, краищата им се огъват предварително, както е показано на фиг. 1.6 а. При по-голяма дебелина се прави предварително скосяване, за да се даде възможност на топлината да проникне до пълната височина на шева и да се гарантира здрава връзка (фиг. 1.6 г, д, е, ж).

В зависимост от посоката на действие на външните сили съединенията с припокриване се изпълняват с челни, странични или под наклон ъгови шевове (фиг. 1.7 а, б, в). Те имат по-добри якостни качества от челните шевове, но издържат по-малки ударни и знакопроменливи натоварвания. Освен това са и по-неикономични, тъй като припокриването води до преразход на основен материал.

Заваръчните съединения, при които двата елемента са разположени в две взаимноперпендикулярни равнини, се наричат Т-образни съединения (фиг. 1.7 г, д). Ако частите не са скосени, съединяването става с два ъгови шева. Якостта на съединението е добра, но в мястото на допирането на частите няма заваръчен шев и това намалява якостта при ударни и знакопроменливи натоварвания. При такива изисквания е необходим пълен провар и той се осигурява чрез скосяване на краищата.

Ъговите съединения са разновидност на Т-образните (фиг. 1.7 е, ж, з). Те имат малка якост, почти не поемат външни натоварвания и се използват само за свързване на части.

При технологически правилно изпълнен процес на заваряване якостните качества на шева и на основния метал трябва да