

©Кравцов М.К., Оболенська Т.О., Білецька І.В.

СКЛАДАННЯ З'ЄДНАНЬ ІЗ ПРОМІЖНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ

1. Актуальність проблеми

Постійно зростаючі вимоги до статичної і особливо втомної міцності з'єднань з натягом призводять до необхідності пошуків нових методів і технологій складання, що відповідають вимогам сучасного рівня розвитку техніки. Тому найбільш раціональний напрям пошуку повинний полягати в знаходженні такого способу з'єднання деталей, який би поєднував в собі простоту і зручність його застосування із забезпеченням високої надійності та довговічності експлуатації вузла.

2. Основний матеріал

Процес скріплення з'єднання відбувається через зменшення посадкового отвору втулки в результаті її охолодження та через збільшення посадкового діаметра валу за рахунок його нагріву. Час скріплення деталей залежить не тільки від теплофізичних властивостей матеріалів покриття і деталей, що сполучаються, але й від величини первинного складального проміжку $\Delta_{сб}$. Це пояснюється тим, що повітряний прошарок між поверхнями, які контактують, має найбільший термічний опір. Тому правильний вибір необхідного складального проміжку при тепловому складанні з'єднань із наявністю на валу в'язкого покриття має визначальне значення для запобігання передчасного скріплення деталей.

Загальне збільшення посадкового діаметра з урахуванням товщини проміжного шару для здійснення складання становитиме:

$$\Delta d = \delta_{\max} + \Delta_{сб} + h$$

де h – товщина нанесеного шару, що приймається як подвоєна величина дисперсності часток композитної суміші;

δ_{\max} – максимальний натяг.

У зв'язку з тим, що контакт валу з нагрітою втулкою відбувається вже в початковому періоді складання, необхідно ввести деяку поправку в загальне розширення посадкового діаметра втулки, а саме:

$$\Delta d = \delta_{\max} + \Delta_{c\bar{o}} + 2(a + \Delta a)$$

де a – дисперсність часток;

Δa – збільшення дисперсності часток у результаті контакту з нагрітою деталлю, що охоплює, при складанні з'єднання, яке може бути визначене наступною залежністю

$$\Delta a = \alpha_{cm} \cdot a \cdot T$$

де α_{cm} – усереднений коефіцієнт теплопровідності суміші

$$\alpha_{cm} = \frac{1}{n} \sum \alpha_i$$

T – температура нагріву втулки, що визначається звичайним розрахунком для теплового складання з'єднань без покриття.

З урахуванням проведеної поправки на збільшення посадкового діаметра втулки необхідна температура її нагріву для вільного складання з валом:

$$T = \frac{\delta_{\max} + \Delta_{c\bar{o}} + 2(a + \Delta a)}{\alpha_{cm} \cdot d}$$

Основна частина експериментальних досліджень була виконана на з'єднаннях з посадковим діаметром 40 мм, виготовлених зі сталі 45. Види покриттів, діапазон натягів, кількість з'єднань і температура нагріву втулки приведені в таблиці 1.

Зміну температур деталей після їх з'єднання визначали за допомогою хромель-копельових термопар із записом на 12-му точковому потенціометрі типу ЕПП-09, що має швидкість протягання діаграмного паперу 160 мм/хв. Схема розташування термопар у втулці й на валу показана на рис. 1. Термопари встановлювалися у просвердлінні діаметром 1,2 мм, а для забезпечення

надійного контакту з матеріалом деталей і поліпшення теплопровідності отвори щільно забивалися мідними ошурками й заливалися сумішшю рідкого скла з порошком азбесту. Нагрівання втулок здійснювалося в індукційному нагрівачі.

Таблиця 1 – Параметри з'єднань, досліджуваних на складання

Вид покриття	Натяг з'єднання, мм	Кількість з'єднань	Температура нагріву втулки, °С
Без	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	
Гліцерин	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	
Гліцерин + Cu + Sn	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	

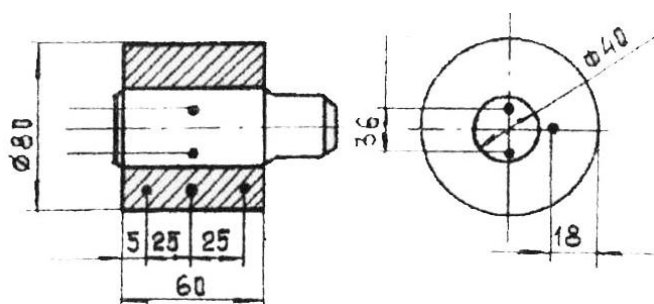


Рис. 1 – Схема розташування термопар у втулці й на валу

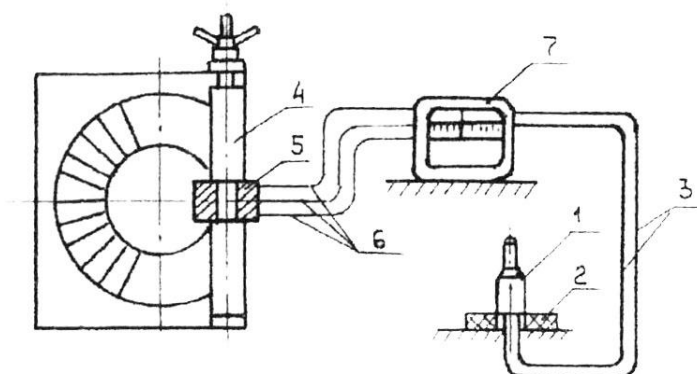


Рис. 2 – Схема складання деталей з'єднань із вбудованими термопарами

Складання з'єднань здійснювалася таким чином (рис. 2). Вал 1 установлювався вертикально торцем на азбестову плиту 2, що має поздовжній

крізний паз для виходу термопар 3, які приєднувалися до потенціометра 7 типу ЕПП-09. Нагріта в індукторі 4 втулка 5 із приєднаними термопарами 6 спеціальним захватним пристроєм вільно насаджувалася на вал. Відразу ж після остаточної її посадки на вал, що відповідало упору втулки в азбестову плиту, вмикався секундомір для фіксації моменту скріплення деталей у вузол. Момент «схоплювання» визначався шляхом періодичного зворотного провертання вала на $5-10^\circ$ відносно втулки.

На рис. 3 а, б, в лініями 1, 2, 3 показані зміни (зменшення) температури втулки в часі для з'єднань із різними натягами після введення в отвір нагрітої втулки вала відповідно без покриття (1), з покриттям гліцерином (2) і композитною сумішшю гліцерин + Cu + Sn (3); лініями 1', 2', 3' – те ж для валу після введення його в отвір втулки. При цьому температура валу спочатку різко зростає, потім у процесі утворення натягу з'єднання вирівнюється з температурою втулки. Як видно з графіків, інтенсивність теплообміну суттєво залежить від натягу з'єднання, виду покриття та від температури нагріву втулки, що визначає величину складального проміжку.

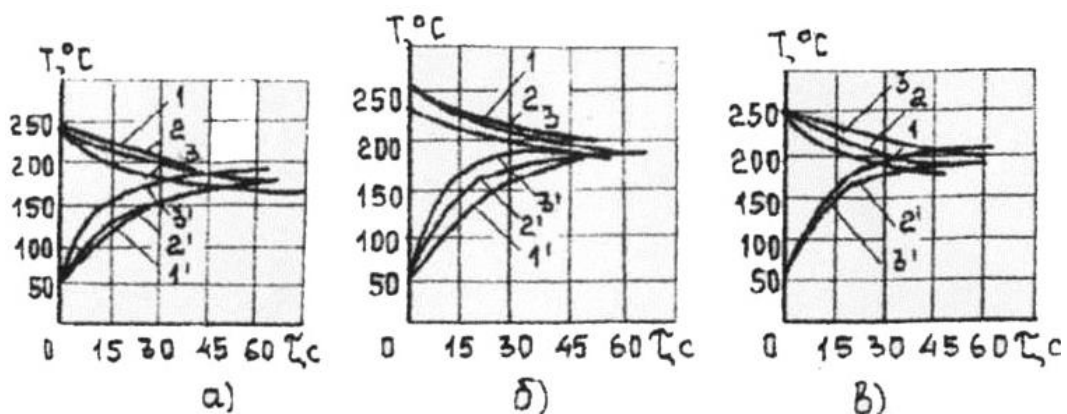


Рис. 3 – Зміна температур деталей з'єднання після складання:

а) при натягу $\delta = 0,015$; б) при натягу $\delta = 0,025$; в) при натягу $\delta = 0,050$

Графіки часу «схоплювання» деталей з'єднання залежно від натягу при початковій температурі втулки 250°C і різних умов складання наведені на рис. 4.

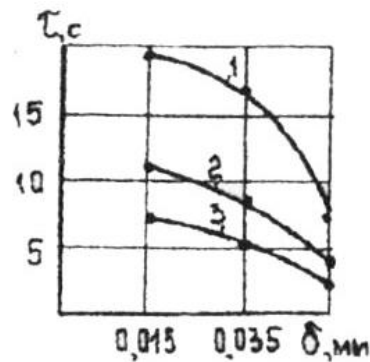


Рис. 4 – Графік часу скріплення деталей від натягу: 1 – без покриття; 2 – з покриттям гліцерином; 3 – з покриттям гліцерин + Cu + Sn

З аналізу наведених графіків виходить, що для забезпечення гарантованого запасу часу вільного складання біля 3-5 с, тобто складання без «схоплювання» в процесі з'єднання деталей з покриттям валу композитною сумішшю, досить мати температуру деталі, що охоплює, на 20-30 °С вище проти теплового складання з'єднань без покриттів.

Висновки

Застосування в якості покриттів композитних сумішей і порошків м'яких і пластичних металів дозволяє, поряд зі збільшенням міцності, зберігати при розпресовуванні необхідну якість сполучених поверхонь, забезпечуючи тим самим багатократне використання деталей. При цьому в результаті фрикційного осадження на сполучуваних поверхнях матеріалу суміші при розпресовуванні з'єднань повторні складання (до 3-х разів) не потребують додаткового нанесення покриттів. Установлено, що при використанні в якості покриття розчину рідкого скла в зоні контакту деталей, після прикладення навантаження відбувається багатоточкове мікрозварювання, що сприяє виникненню підвищеної фрикційності.

Це дозволяє одержати після теплового методу формування особливо міцні з'єднання, що практично не дають відносного зсуву деталей навіть у діапазоні мінімального натягу нерухомих стандартних посадок. Використання композитних сумішей в якості покриттів при складанні з'єднань із натягом значно спрощує технологічний процес їх нанесення в порівнянні з іншими

видами (гальванічні, лакові, клейові та ін.), тому що практично не потребує спеціальної підготовки поверхонь, що сполучаються.

Список використаних джерел:

1. Гречищев Е. С. Соединения с натягом. Расчёты, проектирование, изготовление / Е. С. Гречищев, А. А. Ильяшенко. – М.: Машиностроение, 1981. 240 с.

2. Святуха А.А. Прочность неподвижных соединений узлов шахтных конвейеров, собранных тепловым способом с применением промежуточных сред / А. А. Святуха, В. О. Галета, М. К. Кравцов, В. А. Белостоцкий // Прочность и долговечность горных машин : [сб. статей] / Укр. заоч. политехн. ин-т. – М., 1984. – Вып. 6. – С. 126–132.

3. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / А. Г. Суслов, В. П. Фёдоров, О. А. Горленко [и др.] / под общ. ред. А. Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.

Кравцов М.К., Оболенська Т.О., Білецька І.В. «Складання з'єднань із проміжними середовищами»

У статті розглядається експериментальне визначення зміни температур деталей, що сполучаються, часу «схоплювання» й оцінка можливості вільного з'єднання деталей.

Ключові слова: з'єднання, середовище, натяг, шар.

Кравцов М.К., Оболенская Т.А., Белецкая И.В. «Собираемость соединений с промежуточными средами»

В статье рассматривается экспериментальное определение изменения температур сопрягаемых деталей, времени «схватывания» и оценка возможности свободного соединения деталей.

Ключевые слова: соединение, среда, натяг, слой.

Kravtsov M.K., Obolenskaya T.A., Beletskaya I.V. “Assembling of joints with intervening mediums”.

In the article the experimental determination of temperatures change of the conjugated components, “setting” time and estimation of possibility of free details connection are examined.

Key words: joint, medium, interference, layer.

Стаття надійшла до редакції 11 травня 2012 р.