

А. А. СВЯТУХА, канд. технических наук, доц., УИПА, Харьков;

И. Б. ПЛАХОТНИКОВА, ст. препод., УИПА, Харьков

СОБИРАЕМОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ ПРИ ТЕПЛОВОЙ СБОРКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКРЫТИЙ

Рассмотрены вопросы собираемости соединений с натягом при тепловой сборке с использованием вязких композитных покрытий. В результате проведенных экспериментальных исследований даны рекомендации температурных режимов нагрева охватываемых деталей для осуществления сборки без схватывания деталей в процессе их соединения.

Ключевые слова: Сборка, соединения, собираемость, покрытия, перемещение

Использование покрытий на валу в виде вязких композитных смесей из мелкодисперсных металлических порошков при сборке его с нагретой охватываемой деталью способствует существенному повышению прочности и качества соединений по сравнению с обычной тепловой сборкой без покрытия, либо с другими видами известных покрытий (гальваническими, лаковыми и др.) [1].

Кроме того, в случае необходимости соединение можно разобрать распрессовкой, не вызывая повреждений посадочных поверхностей сопряженных деталей. Это позволяет повторно использовать разобранные детали без дополнительной механической обработки. Следует отметить, что в результате фрикционного осаждения материалов композитной смеси на сопрягаемых поверхностях при распрессовке, повторные сборки осуществлялись без дополнительного нанесения покрытий.

Однако наличие вязкого покрытия на валу при сборке его с нагретой охватываемой деталью обуславливает некоторое изменение теплообмена между ними по сравнению с обычной тепловой сборкой без покрытия. Усиление либо уменьшение теплообмена определяется термическим сопротивлением на границе контактирующих деталей, которое в свою очередь зависит от теплофизических свойств материалов промежуточной среды, концентрации наполнителей и др. [2].

Одним из условий, определяющих качество процесса тепловой сборки является отсутствие "схватывания", то есть свободное перемещение деталей относительно друг друга в процессе соединения. После соединения начинается интенсивный теплообмен между нагретой до температуры 200-320 °С втулкой и валом, имеющей температуру окружающей среды, а затем их скрепление.

Процесс скрепления соединения происходит в связи с уменьшением посадочного отверстия втулки в результате ее остывания и увеличением посадочного диаметра вала за счет его нагрева. При этом время скрепления деталей зависит не только от теплофизических свойств материалов покрытия и сопрягаемых деталей, но и в значительной степени от величины первоначального сборочного зазора $\Delta_{сб}$. Это объясняется тем, что воздушная прослойка между контактирующими поверхностями обладает наибольшим термическим сопротивлением. Поэтому правильный выбор необходимого сборочного зазора при тепловой сборке соединений с наличием на валу вязкого покрытия имеет определяющее значение для предотвращения преждевременного скрепления деталей. Использование предложенных аналитических зависимостей либо их нахождение для определения сборочного зазора из условия

"несхватывания" в течение времени соединения деталей (практически 2-4 сек) с вязкими покрытиями крайне затруднительно в связи с необходимостью учета большого количества теплофизических факторов.

Общее увеличение посадочного диаметра нагреваемой охватывающей детали с учетом толщины промежуточного слоя для осуществления сборки составит

$$\Delta d = \delta_{\max} + \Delta cб. + h,$$

где h - толщина нанесенного слоя, принимаемая как удвоенная величина дисперсности частиц композитной смеси;

δ_{\max} - максимальный натяг.

В связи с тем, что контакт вала с нагретой втулкой происходит уже в начальном периоде сборки, необходимо ввести некоторую поправку в общее расширение посадочного диаметра втулки, а именно :

$$\Delta d = \delta_{\max} + \Delta cб + 2(a + \Delta a)$$

где a - дисперсность частиц

Δa - приращение дисперсности частиц в результате контакта с нагретой охватывающей деталью при сборке соединения, которое может быть определено следующей зависимостью

$$\Delta a = \alpha_{см} \cdot a \cdot T,$$

где $\alpha_{см}$ - усреднённый коэффициент теплопроводности смеси

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

T - температура нагрева втулки, определяемая обычным расчетом для тепловой сборки соединений без покрытия.

С учетом проведенной поправки на увеличение посадочного диаметра втулки необходимая температура ее нагрева, для свободной сборки с валом составит

$$T = \frac{\delta_{\max} + \Delta cб + 2(a + \Delta a)}{\alpha_{см} \cdot d} + T_0,$$

где T_0 - температура окружающей среды, °С

Целью данного исследования являлось экспериментальное определение изменения температур сопрягаемых деталей, времени «схватывания» и оценка возможности свободного соединения деталей по всей длине их сопрягаемых поверхностей.

Экспериментальные исследования выполнены на соединениях с посадочным диаметром 40 мм, изготовленных из стали 45. Виды покрытий, диапазон натягов, количество соединений и температура нагрева втулки приведены в таблице.

Таблица - Параметры соединений, исследуемых на собираемость

Вид покрытия	Натяг соединения, мм	Количество соединений	Температура нагрева втулки, °С
Без покрытия	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	
Глицерин	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	
Глицерин + Cu +Al	0,015	5	250-300
	0,035	5	
	0,050	5	

Изменение температур деталей после их соединения определяли с помощью хромель-копелевых термопар с записью на 12-ти точечном потенциометре типа ЭПП-09. Схема расположения термопар во втулке и на валу показана на рис. 1.

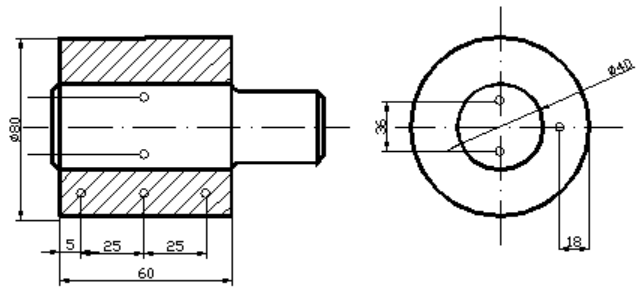


Рис. 1 - Схема расположения термопар во втулке и на валу

Термопары устанавливались в сверления диаметром 1,2 мм, а для обеспечения надежного контакта с материалом деталей и улучшения теплопроводности отверстия плотно забивались медными опилками и заливались смесью жидкого стекла и с порошком асбеста.

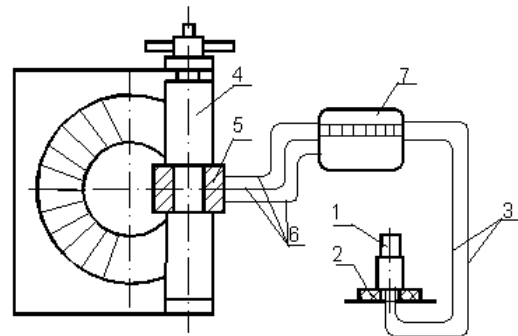


Рис.2 - Схема сборки деталей соединений со встроенными термопарами

Нагрев втулок осуществлялся в индукционном нагревателе. Сборка соединений осуществлялась следующим образом (рис. 2). Вал I устанавливался вертикально торцом на асбестовую плиту 2, имеющую продольный сквозной паз для выхода термопар 3, которые присоединялись к потенциометру 7 типа ЭПП-09. Нагретая в индукторе 4 втулка 5 с подсоединенными термопарами 6 специальным захватным устройством свободно насаживалась на вал.

Сразу же после окончательной её посадки на вал, что соответствовало упору втулки в асбестовую плиту, включался секундомер для фиксации момента скрепления деталей в узел. Момент "схватывания" определялся путем периодического возвратного проворачивания вала на 5-10° относительно втулки.

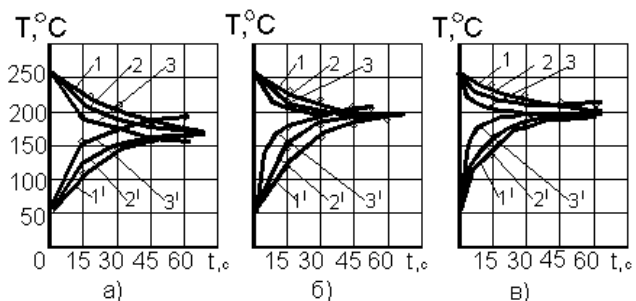


Рис. 3 - Изменение температур деталей соединения после сборки: а) при натяге $\delta = 0,015$ мм; б) при натяге $\delta = 0,025$ мм; в) при натяге $\delta = 0,050$ мм

На рис. 3.(а,б,в) линиями 1,2,3 показаны изменения (уменьшения) температуры втулки во времени для соединений с различными натягами после введения в отверстие нагретой втулки вала соответственно без покрытия (1), с покрытием глицерином (2) и композитной смесью глицерин + Cu + Al + Sn (3); линиями 1¹,2¹,3¹ то же для вала после введения его в отверстие втулки. При этом

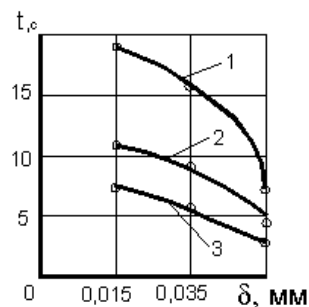


Рис.4 - График времени скрепления деталей от натяга: 1 - без покрытия; 2 - с покрытием глицерином; 3-с покрытием глицерин + Си +Al+Sn.

температура вала вначале резко возрастает, а затем в процессе образования натяга соединения выравнивается с температурой втулки.

Как видно из графиков, интенсивность теплообмена существенно зависит от натяга соединения, вида покрытия и от температуры нагрева втулки, которая определяет величину сборочного зазора.

Графики времени "схватывания" деталей соединения в зависимости от натяга при начальной температуре втулки 250 °С и различных условий сборки приведены на рис.4.

Выводы

Из анализа приведенных графиков следует, что для обеспечения гарантированного запаса времени свободной сборки порядка 3-5 сек, то есть сборки без "схватывания" в процессе соединения деталей с покрытием вала композитной смесью, достаточно иметь температуру охватываемой детали на 20-30 °С выше против тепловой сборки соединений без покрытий.

Список литературы: 1. *Кравцов М. К.* Промежуточные среды в соединениях с натягом / М.К. Кравцов, А. А. Святуха, В. В. Чернов. -Харьков: Изд-во Штрих. 2001.-200 с. 2. *Попов В. М.* Теплообмен через соединения на клеях. М.Энергия, 1974. 302с.

Надійшла до редколегії 20.01.2013

УДК 621.792.8

Собираемость соединений с натягом при тепловой сборке с использованием покрытий/ А. А. Святуха, И. Б. Плахотникова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 4 (978). – С. 27-30. – Бібліогр.:2 назв.

Розглянуті питання збираємості з'єднань з натягом при тепловому складанні з використанням покриттів. Завдяки проведеним експериментальним дослідженням даються рекомендації режимів нагріву охоплюючих деталей для здійснення складання без схоплювання деталей у процесі їх з'єднання.

Ключові слова: Складання, з'єднання, збираємість, покриття, переміщення

The problems of collection connection with interference with heat assembly with viscous composite coatings. As a result of experimental research recommendations temperature heating modes covering parts of the building without setting items in their compounds.

Keywords: Assembly, connection, collection, cover, movement