

## УНИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ- РАЗБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

### Введение

Характерной чертой современного научно-технического процесса является коренная модернизация действующих производств, появление и развитие новых отраслей промышленности, внедрение более эффективных технологий и автоматизация процессов труда, что требует больших капиталовложений.

Уже сегодня в передовых промышленно развитых странах 3-4% их национального дохода идет на исследование и модернизацию технологий.

Одним из направлений модернизации технологий является совершенствование сборочно-разборочных операций неподвижных соединений с использованием индукционного нагрева, основателем которого был д.т.н., профессор Андреев Г.Я.

Основной проблемой, стоящей перед машиностроением Украины, является повышение качества продукции при снижении трудоемкости и энергоемкости изготовления. Наиболее остры эти вопросы в сборочном производстве, которое занимает в некоторых отраслях машиностроения до 40 % от общей трудоемкости изготовления изделий.

В тяжелом, энергетическом и транспортном машиностроении, судостроении, горном машиностроении при сборке изделий ответственного назначения и их разборке для ремонта и профилактики, применяется нагрев деталей. В большинстве – это крупногабаритные детали: бандажи и колеса рельсового транспорта, колеса насосов, полумуфты, маховики и другие охватывающие детали соединений с натягом. По удельному весу в структуре сборочных работ они составляют до 18 %.

Поскольку технологии сборки соединений с нагревом деталей позволяют улучшить такую качественную характеристику как прочность соединений и следовательно, их надежность и долговечность, а технологии разборки с нагревом, в некоторых случаях, единственно возможные для разъединения деталей, их совершенствование является актуальным. Совершенствование возможно при использовании технических решений, основанных на научных принципах унификации, энергоэффективности, качества, надежности и экологической чистоты.

## **Принципы создания унифицированных технологий сборочно-разборочных соединений**

Процессы сборки и разборки соединений с натягом, в которых используется индукционное тепловое воздействие на детали, характеризуется рядом общих закономерностей: временное изменение размеров деталей в соответствии с законами нагревания и охлаждения твердых тел, переменность цикла из-за различной длительности процесса скрепления деталей при сборке и раскрепления соединения при разборке, свободное сопряжение или разъединение деталей вследствие наличия термического зазора между ними.

Энергоемкость процессов зависит не только от уровня нагрева деталей, но и от структуры технологического процесса (ТП). Качество получаемых соединений при сборке, или деталей в результате разборки, определяется стабильностью во времени лимитирующих качество параметров технологического процесса.

Наиболее продуктивная форма организации производственных процессов, особенно с низким уровнем механизации и автоматизации, это унификация технологического процесса и групповая специализация оборудования и оснастки. Унификация технологического процесса на основе типизации или группирования получаемых изделий выполняется благодаря высокоэффективным рабочим процессам однородного типа и быстро переналаживаемому оборудованию и оснастке. При этом учитывают тип цикла изготовления – законченный или незаконченный. Законченный цикл - это такой, который начинается и заканчивается на одном и том же оборудовании, а незаконченный когда часть операций выполняют на другом оборудовании.

Унифицировать технологический процесс для соединений с натягом при нагреве целесообразно на основе типизации. Как известно, типовые технологические процессы разрабатываются для конструктивно и технологически подобных изделий, которые соответственно и объединяют в группы. Для технологии с индукционным нагревом соединения имеют общий технологический признак – детали соединяют или разделяют без распрессовочного усилия с использованием термовоздействия. Общий конструктивный признак у всех соединений – имеется охватываемая деталь (вал, ось, палец и т.д.) и на ней с гарантированным натягом установлена охватывающая (колесо, маховик, шкив, бандаж и т.д.).

В основе унификации технологического процесса лежит общность его элементов (операций, переходов), определяющих рациональность организации производства. Технологический процесс для сборочной единицы, имеющей соединения с натягом, в зависимости от ее сложности, может состоять из одной или нескольких операций нагрева и

сборки, или нагрева с разборкой, а также из операций (переходов) по подаче, ориентации, закреплению деталей (или сборочной единицы) и их раскреплению и удалении.

Унифицированные операции характеризуются законченным циклом. Они могут различаться в зависимости от того, какая из деталей является базовой, как расположена ее ось в пространстве, качество направление детали при ее движении, какая используется сила (тяжести или специальная). С учетом этих технологических особенностей можно классифицировать типовые операции сборки и разборки по следующим пяти основным отличительным признакам:

- базирование деталей (базовой деталью является вал или втулка);
- расположение оси базовой детали (вертикальное или горизонтальное);
- направление монтажа или демонтажа (сверху, снизу, боковое);
- вид силового воздействия для сборки или разборки (сила тяжести или от привода);
- последовательность сборки или разборки многоэлементной сборочной единицы (одновременно с двух сторон, или поочередно, насаживают или снимают детали).

На основании выполненного анализа возможных схем сборки и разборки сборочных единиц соединений с натягом при индукционном нагреве, разрабатываются унифицированные ( типовые) технологический процесс. Их основу составляют типовые операции сборки или разборки, которые приводятся в табл. 1.

Как видно, для разборки не используются схемы типовых операций для трехэлементных (многоэлементных) сборочных единиц в которых предлагается одновременный съём деталей в разные стороны, поскольку в таком случае необходимо иметь два одновременно работающих индукционных нагревателя.

Рассмотрим циклы операций унифицированных технологический процесс сборки. Унифицированная операция нагрева представляет собой группу переходов по установке детали в нагревателе, ее закреплению, нагреву, раскреплению и съему. Унифицированная операция сборки представляет собой группу переходов установке, ориентации деталей, их сборки, скреплению и съему собранного узла. Транспортные операции представляют собой захват и подачу деталей на позицию нагрева и на позицию сборки.

Такт выпуска изделия определяется самой длительной группой переходов, производимых либо на позиции нагрева, либо на позиции сборки, поскольку транспортирование деталей всегда меньше по времени. Очевидно, следует соблюдать принцип совмещения транспортных работ с другими работами: когда нагревается охватываемая деталь, устанавливают на сборочную позицию охватываемую, а когда происходит сборка и скрепление деталей в

соединение, устанавливают деталь в нагреватель. Обозначим время операции по нагреву  $t_H$  (длительность загрузки позиции нагрева), операции по сборке –  $t_{сб}$  (загруженность позиции сборки), и время не совмещенной операции по транспортировке –  $t_{тр}$  (загруженность транспортного средства).

**Таблица 1**

**Схемы типовых технологических операций сборки и разборки соединений с натягом**

№ п/п	Сборочная единица	Базовая деталь	Расположение оси базовой детали	Последовательность	Направление движения присоединяемой или отделяемой детали	Вид силового воздействия	Вид операции	
							Сборка	Разборка
1	двухэлементная	вал	горизонтальная	односторонняя с кантовкой вала	боковое	от привода	+	+
			вертикальная	односторонняя	вверх	от привода	+	+
						сила тяжести		
			вниз	от привода	+	+		
		горизонтальная	односторонняя	боковое	от привода	+	+	
		втулка	вертикальная	односторонняя	вверх	от привода	+	+
					вниз	от привода	+	+
			горизонтальная	односторонняя	боковое	от привода	+	+
2	трехэлементная	вал	вертикальная	двухсторонняя	вверх и вниз	от привода	+	-
				сила тяжести				
			односторонняя с кантовкой вала	вверх	от привода	+	+	
					сила тяжести			
			вниз	от привода	+	+		
			горизонтальная	двухсторонняя	боковое	от привода	+	-
		односторонняя с кантовкой вала		боковое	от привода	+	+	
		втулка	вертикальная	односторонняя с кантовкой вала	вверх	от привода	+	+
вниз	от привода				+	+		

Тогда для цикла сборки двухэлементного соединения имеем

$$\tau_{ц} = \tau_{н} + \tau_{тр} + \tau_{сб}. \quad (1.1)$$

Для многоэлементного соединения, собираемого с нагревом, когда на охватываемую деталь устанавливается несколько охватывающих, имеем ряд последовательных сборок охватываемой детали с одной или одновременно несколькими одинаковыми охватывающими – одновременная насадка двух колес на ось, фланцев на вал и т.д. Цикл сборки каждого соединения рассчитывается по 1.1. Здесь следует иметь в виду, что ранее установленные нагретые детали на вал, отдают ему тепло, вследствие чего вал расширяется, и далее устанавливаемые детали должны иметь избыточную температуру, компенсирующую это увеличение размеров.

### Выводы

Унификация технологических процессов сборки-разборки соединений с натягом и применением индукционного нагрева сопрягаемых деталей с целью коренного изменения сложившейся практики создания новых машин и механизмов отвечает высокой производительности, качеству, надежности и долговечности и обеспечивает возможность быстрой переналадки в эксплуатационных условиях при смене объектов производства. Этим повышается роль последующих параметрических стандартов и технических требований, предусматривающих прогрессивные показатели технологических процессов. Способ сборки с предварительным нагревом повышает прочность соединения в 2-2,5 раза и переводит сборку из области натягов в область зазоров. Последние снижают трудоемкость и позволяют автоматизировать процесс.

### Список использованных источников

1. Резниченко Н.К. Якість та енергозбереження в процесах складання та розбирання з'єднань індукційним нагрівом / Н. К. Резниченко. - УІПА-Горлівка: «Видавництво Ліхтар», 2009. - 180 с.
2. Басовский Л.Е. Управление качеством / Л.Е. Басовский. - М. : Инфра, 2001. - 212 с.