

ственных процессов; 2 - оценить различные варианты специализации цехов и участков; 3 - скомпоновать группы сходных по конструктивно-технологическим признакам сборочных единиц при создании многомен-клатурных поточных линий агрегатной сборки; 4 - установить опти-мальный уровень специализации при проектировании цехов, рациональ-но организовать производство при запуске нового изделия и реконст-рукции цехов.

Расчет целесообразно проводить на ЭВМ.

УДК 629.735

Д.Н.Лысенко, В.Д.Аксютин, Л.Г.Гладышева

СВЕРЛИЛЬНО-КЛЕПАЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

В соответствии с прогнозом развития авиационных конструк-ций на период до 1990 года заклепочные и болтовые крепежные элемен-ты останутся основными видами соединений в самолетостроении. Ориен-тировочное количество заклепок на одно изделие составит для само-летов:

тяжелого и сверхтяжелого класса - от 1,5 до 2,5 млн шт.

15 - 20% из титановых сплавов;

среднего класса - от 600 тыс. до 1,0 млн.шт. 12-15% из тита-новых сплавов;

легкого класса - от 50 до 150 тыс.шт. 40-50% из титановых сплавов.

Проблема повышения экономической эффективности, качества и надежности самолетов связана с совершенствованием существующих и разработкой новых конструкций и технологических процессов. Основ-ными направлениями совершенствования процессов выполнения закле-почных соединений в настоящее время являются: значительное увели-чение ресурса изделий клепальных конструкций (особенно самолетов тяжелого и сверхтяжелого классов); существенное повышение произ-водительности труда, снижение трудоемкости и улучшение условий труда рабочих-сборщиков; резкое сокращение объема ручной ударной клепки.

В связи с этим возникает острая необходимость комплексной механизации и автоматизации выполнения заклепочных соединений.

Технологический процесс клепки включает следующие основные операции: образование отверстия и гнезда под потайную головку заклепки; вставку заклепки в отверстие; образование замыкающей головки заклепки.

Время, затрачиваемое на выполнение этих операций, составляет оперативное время клепки. В связи с огромным количеством заклепок в современных самолетах трудоемкость сборочно-клепальных работ составляет 20-35% общей трудоемкости изготовления планера самолета.

Уменьшить оперативное время клепки можно путем автоматизации и механизации отдельных операций или автоматизации комплексной, при которой автоматизируются все операции.

При частичной автоматизации, когда из всех операций процесса производительность повышается только по одной-двум, общая производительность процесса клепки изменяется незначительно. Так, если производительность операции клепки, доля трудоемкости которой в общей трудоемкости процесса клепки составляет 0,3 при автоматизации увеличится в 10 раз, то производительность всего процесса увеличится только в 1,37 раза.

Для более значительного повышения производительности клепальных работ необходима комплексная автоматизация процесса одновременно по всем входящим в него операциям.

Эта задача решается путем создания и внедрения в производство сверлильно-клепальных автоматов, на которых все операции процесса получения заклепочного соединения от скатки планета и образования отверстия под заклепку до расклепывания заклепки и зачистки выступающей части потайной закладной головки осуществляется за один рабочий цикл.

Процесс автоматической клепки практически не зависит от квалификации исполнителя. Следствием этого является высокая стабильность качества клепки швов, лучшее качество поверхности клепаного шва, незначительные местные и общие деформации склепываемого изделия в связи с более равномерной и стабильной осадкой заклепок. Наиболее важно это для ответственно-критических зон конструкции планера самолета: обшивки и панелей крыла, стрингеров, полсов лонжеронов и т.п. В лабораторных условиях фирмой "Бойнг" на испытательных стендах для самолета Бойнг-747 достигнут ресурс в 75 000 часов. Этот результат говорит о высоком уровне производства, совершенстве конструкции и применении прогрессивных технологических процессов, в том числе и автоматической клепки.

Фирма "Джемкор" (Дивизион электромеханикал корпорейшен, США, г. Буффало, штат Нью-Йорк) более 40 лет занимается исследованиями и разработкой сверляльно-клепальных автоматов и признана ведущей в этой области.

Постоянными заказчиками фирмы "Джемкор" являются основные компании США, Канады, Англии, Франции, ФРГ, Японии, Италии, Австрии и Аргентины.

Все автоматы фирмы "Джемкор" выполняют соединения заклепками или стержнями в непрерывном автоматическом цикле. На рис. 1 показаны этапы процесса выполнения потайного соединения стержневой заклепкой.

Последовательность и продолжительность выполнения этапов цикла программируется применительно к каждому типу автомата с учетом размеров и конфигурации склепываемого изделия.

Точность работы автомата и возможность почти одновременно сверлить отверстия, вставлять и расклепывать заклепки позволяют выполнять эти операции с высокой эффективностью.

Клепальный автомат модели 6400ВНН-48 [1] автоматически ставит заклепки диаметром от 2,38 мм до 6,35 мм, выполняя весь цикл меньше, чем за 3 с.

Автоматы фирмы "Джемкор" универсальны. На них можно выполнять как отдельные операции, так и комбинации сверления и клепки. Практически они могут охватить всю номенклатуру панелей клепаных конструкций летательных аппаратов.

Для клепки панелей крыла самолета-гиганта Боинг-747 используется система "Джемкор" из 5 крупногабаритных клепальных автоматов с ЧПУ, которые устанавливают 31 000 заклепок со скоростью 7,5 шт. в мин. [2].

Обычно работают одновременно 4 автомата, 5-й-резервный. Он вступает в работу в случае выхода из строя одного из работающих автоматов.

Система рельсовой сети позволяет любому автомату продвигаться на любую позицию. Обрабатываемая панель, габариты которой 33,5 м × 5,152 м и масса 3720 кг, в линии неподвижна, а автоматы перемещаются с двух сторон вдоль панели. Перемещение их на шаг заклепочного шага обеспечивается числовым программным управлением (ЧПУ).

Выравнивание панели относительно рабочих органов автомата осуществляется с помощью датчиков (нупов). Каждый автомат имеет габариты 8,5 × 8,5 × 6,7 м и весит около 86 т. Скорость перемещения.

вдоль панели - 5 м/мин;

в поперечном направлении - 2,5 м/мин;

перпендикулярно панели - 1,27 м/мин.

Система занимает участок величиной 91,4 x 48,8 м и расположена около стеллажей для панелей крыла. 24 раздвижных опорных стойки с промежуточным расстоянием 1,5 м поддерживают панель крыла в надлежащей позиции для клепки. Каждая стойка автоматически отодвигается, чтобы обеспечить автомату свободное рабочее пространство вдоль всей панели крыла.

Почти все автоматы фирмы "Джемкор" могут работать как с выравнивающими устройствами, оснащенными системой ЧПУ, так и без них. В последнем случае управление циклом постановки крепежа осуществляется оператором, который вручную устанавливает изделие в рабочее положение, перемещая изделие до совпадения разметки под отверстие с центром светового луча оптического центроискателя и включает автомат в работу нажатием на педаль пульта управления.

В первых автоматах управление было в основном механическим [3]. Настройка осуществлялась так: после установки панели на столе автомата регулировался механизм, управляющий шагом заклепок; затем поворотом кольца с делениями задавалась нужная глубина зенкования. Для установки панели перпендикулярно оси рабочего инструмента служили три регулируемых ролика. Переход на другой диаметр заклепки или изменение ее длины осуществлялись путем смены бункера, нижнего плунжера и сверла. Количество бункеров определялось количеством типоразмеров заклепок.

На смену чисто механическому управлению пришло фотоэлектрическое. Фирмой "Норд Америкен" в 1953 г. был применен фотоэлектрический копир, который представлял собой металлический лист с просверленными отверстиями. Луч света, проходящий через отверстие, попадал на фотоэлемент, давая импульс на прекращение движения панели и начало производственного цикла.

В дальнейшем клепальные автоматы начинают работать по принципу программного управления с ленточным программноносителем, в качестве которого используется бумажная перфолента. Считывание производится фотоэлементом. Кроме информации о распределении заклепок по шагу на ленту наносятся отверстия, дающие команду на включение автоматического цикла головки, а также звуковых сигналов оператору, извещающих о необходимости смены инструмента, об окончании обработки одного

ряда заклепок и т.п. Все эти дополнительные сведения наносятся на ленту для уменьшения возможности ошибки со стороны оператора и сокращения простоя автомата. Кроме бумажной перфоленды используется стандартная 16 мм или 35 мм кинолента, а также магнитная лента.

Фирмой "Крако" (Аркадия, штат Калифорния) изготовлена гигантская многокоординатная клепальная машина, где применено числовое управление компьютерами (специальными "мини" ЭЕМ) [4].

Компьютер необходим для управления непрерывным контролем качества клепки. Он позволяет:

измерять диаметр и эксцентриситет каждого отверстия и в случае отклонения от допустимых размеров давать команду на прекращение выполнения дальнейшей операции вставки заклепки;

контролировать конечное усилие при расклепывании каждой заклепки, причем усилие расклепывания каждой заклепки записывается;

следить дуплами за кромкой элементов жесткости обрабатываемой панели для обеспечения заданной перемалки.

Для управления этим автоматом применяется компьютер с объемом памяти 12К (одно К содержит 512 ячеек по 9 бит каждая).

Перфоленда является частью системы управления. Однако лента лишь вызывает диалы из запоминающего устройства компьютера. Кроме того, имеется числовой преобразователь, позволяющий оператору с помощью ручного управления производить запись программ на перфоленду по первой детали.

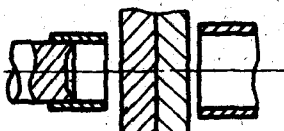
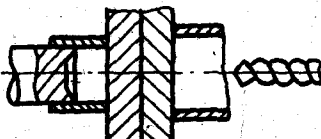
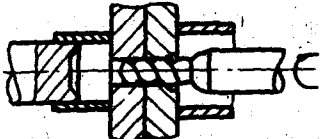
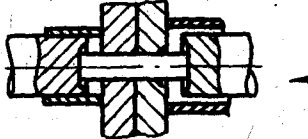
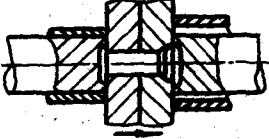
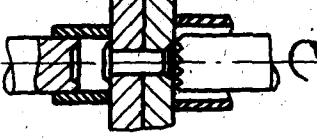
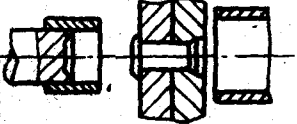
Качество клепки позволяет отказаться от применения герметизирующих материалов при сборке топливных отсеков.

В нашей стране проводится большая работа по созданию отечественных сверильно-клепальных автоматов и внедрению их на предприятиях.

По типу автоматов фирмы "Джепкор" (рис.1) создается гамма сверильно-клепальных автоматов: АК-16,0-3,0; АК-2,2-0,5; АК-5,5-2,4 и АКЗ-5,5-1,2 [5,6].

АК-16,0-3,0 предназначен для одиночного выполнения соединений стержнями или заклепками в панелях плоских, конических, одинарной и двойной кривизны в автоматическом цикле с перемещением в очередную рабочую позицию по программе.

АК-2,2-0,5; АК-5,5-2,4 и АКЗ-5,5-1,2 предназначены для одиночного выполнения соединений заклепками из алюминиевых сплавов в плоских каркасных узлах и панелях из алюминиевых сплавов. Автоматы укомплектованы технологической оснасткой для выполнения

	Этап процесса
	<p>Прижимы отведены. Мадалие перемещается и устанавливается в исходное положение</p>
	<p>Сжатие пакета. Быстрый подвод сверла.</p>
	<p>Сверление и зенкование отверстия с регулируемой подачей. Быстрый отвод инструмента</p>
	<p>Перемещение в положение для клепки. Верхний плунжер идет вниз, вставка стержня-заклепки, нижний плунжер идет вверх, чтобы начать расклепывание.</p>
	<p>Нижний плунжер продолжает движение вверх до окончательного образования головки. Верхний остается неподвижным. По мере образования головки мадалие слегка поднимается.</p>
	<p>Перемещение инструментов в положение для зачистки головки. Быстрый подвод инструмента, зачистка и отвод инструмента.</p>
	<p>Отвод зажимов и перемещение в следующую позицию</p>

Р и с. 1. Схема образования потайного соединения стержневой заклепкой на автомате "ДЖЕТОР"

заклепочных соединений заклепками, указанными в табл. 1. Техническая характеристика автоматов приведена в табл. 2.

Автоматы обеспечивают выполнение операций, указанных в табл. 3, как комплексно, так и раздельно в соответствии с требованиями технологического процесса.

Технологический процесс клепки узлов на автоматах исключает промежуточную разборку узла и снятие заусенцев внутри пакета в связи с жесткой фиксацией зоны клепки и постоянным сжатием пакета в течение всего автоматического цикла. Исключается также снятие заусенцев на выходе сверла: качество кромок обеспечивается режущим инструментом и режимами резания.

Настройка режимов работы автомата производится раздельно для каждой операции. При правильной настройке технологические дефекты клепки на автомате практически исключаются.

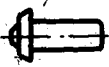
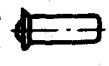

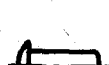
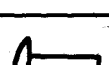



Подготовка исходной информации для программной обработки панели на автомате с ЧПУ подразделяется на три основных этапа работ:

1. Разработка карты маршрутно-технологической информации (КМТИ).

2. Разработка расчетно-технологической карты (РК).

Таблица 1

Заклепки, применяемые при клепке на автоматах

Тип заклепки		—	ЗПК
		—	ЗУКМ
		ОСТ 34039-79	ЗК
		ОСТ 34036-78	ЗВУ
		—	ЗЕ
		ОСТ 34035-78	ЗП
		ОСТ 34038-78	ЗУ 120°
		ОСТ 34037-78	ЗУ 90°
Отраслевой стандарт			
Условное обозначение			

Техническая характеристика автоматов

Технические параметры	Модель автомата			АК-16,0-3,0 с ЧПУ
	АК-2,2-0,5	АК3-5,5-1,2	АК-5,5-2,4	
Вылет скобы, мм	500	1200	2400	3000
Диаметр захлопок, мм	3,0 - 4,0	3,0 - 6,0	3,0 - 6,0	4,0 - 8,0
Усилие клепки, кгс	2200	5500	5500	16000
Усилие скатки пакета, кгс	44 - 220	22,5 - 160	22,5-160	до 1200
Число циклов в минуту	15 - 24	4 - 15	4 - 15	5 - 6
Скорость вращения шпинделя, об/мин.	500-6000	до 9000	до 9000	до 6000
Наибольшие размеры обрабатываемых панелей и узлов, мм:				до 10000 до 2500
длина	-	-	-	-
ширина	до 900	до 2000	до 4000	до 10000
Габаритные размеры автомата, мм	1800x1300x1830	2600x1350x2570	3600x10x2560	3000x9800x x5230

Перечень операций, выполняемых на автоматах

Наименование технологических операций	Модель автомата			
	AK-2,2-0,5	AK3-5,5-1,2	AK-5,5-2,4	AK-16,0-3,0с ЧПУ
I. На автоматическом цикле				
Смазка пакета в зоне клепки	+	+	+	+
Сверление отверстий	+	+	+	+
Сверление и зонкование отверстий	+	+	+	+
Подача смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ)	-	-	-	+
Распыление гунта или герметика	-	+	-	+
Вставка заклепки в отверстие	+	+	+	+
Вставка стержня в отверстие	-	-	-	+
Образование закладной и замыкающей головок (для стержня)	-	-	-	+
Образование замыкающей головки	+	+	+	+
Защипка потайной головки	-	+	-	+
Отвод прижимов	+	+	+	+
Перемещение на шаг	-	-	-	+
II. Вручную				
Установка узла в позицию выполнения операций на автоматическом цикле совмещением светового луча с разметкой на изделии	+	+	+	-
Перемещение на шаг	+	+	+	-
III. При помощи системы ЧПУ				
Выраживание узла, подвод в зону выполнения операций на автоматическом цикле	-	-	-	+
Перемещение на шаг и от шага к шагу	-	-	-	+

3. Составление рабочей карты оператора (РКО).

КМТИ разрабатывается по чертежу панели и эталону с учетом обеспечения качества выполнения заклепочных соединений, минимального количества переналадок и оптимального маршрута обработки.

В качестве эталона принимаются панели с направляющими отверстиями в деталях силового набора. Панели, предназначенные для сборки изделий, должны подаваться на автомат без направляющих отверстий.

В ходе составления маршрута обработки панели выбирается нулевая точка, от которой начинается цикл обработки программы.

Весь маршрут разделяется на зоны, характеризующиеся постоянством размеров заклепок и перемычек, опорными точками. В КМТИ вносится информация, определяющая координаты опорных точек и зоны обработки панели.

На основании эталона панели, схемы маршрута обработки и карты маршрутно-технологической информации разрабатывается РТК, непосредственно с которой записывается программа на перфоленту. В РТК указываются координаты всех заклепок относительно нулевой точки и функции автомата.

На основании РТК составляется РКО, с помощью которой оператор управляет процессом программной обработки.

РКО содержит информацию о необходимости всех ручных переналадок, связанных со сменой зоны в опорной точке.

Следует отметить, что трудоемкость подготовки исходной информации была бы значительно сокращена, если бы КМТИ и РТК разрабатывались непосредственно с чертежа, минуя эталон. Однако пока это невозможно, т.к.:

в сборочных чертежах, выпускаемых ОКБ, нет полной информации о положении заклепок на панелях относительно всех конструктивных элементов;

значительны отклонения собираемых панелей от теоретического контура из-за нежесткости конструкции и сборки ее элементов в широких пределах допусков (в отличие от механообработки), что приводит к отклонениям от заданного маршрута обработки.

Выводы

1. Применение технологического процесса автоматической клепки позволяет повысить качество заклепочных соединений за счет стабильности выполнения технологических операций и сократить цикл сборки.

2. Для успешного решения задачи комплексной автоматизации процесса клепки необходимо: создавать клепальные автоматы с ЧПУ, повышать технологичность изделий клепаной конструкции в соответствии с требованиями автоматической клепки, совершенствовать методы подготовки исходной информации и записи программ, повышать качество режущего инструмента, заклепок; улучшать организацию участков автоматической клепки.

Л и т е р а т у р а

1. Каталог клепального оборудования фирмы "Джемкор".
2. *Product Engineering*, 1967, т. 38, № 20, pp. 138-140.
3. *Metal Industry*, 1953, т. 82, № 9, pp. 168-169.
4. *Iron Age*, 1970, т. 205, № 18, pp. 72-73.
5. РТМ 1.4.599-79. Выполнение соединений заклепками на сверильно-клепальных автоматах АК-2,2-0,5; АК-5,5-2,4 и АКЗ-5,5-1,2.
6. РТМ 1.4.158-76. Выполнение соединений стержневыми заклепками в панелях на клепальных автоматах с ЧПУ.

УДК 629.735

В.А.Манашиков, Ю.В.Акимов, Д.В.Плауцин

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА КЛЕПАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТОНКОЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В современных летательных аппаратах большое применение находят обшивки с малой толщиной листа от 0,8 мм до 1,5 мм. Основным элементом соединения таких обшивок с каркасом конструкции по-прежнему остается заклепка.

Высота закладных головок потайных заклепок с компенсатором ЗУК по ОСТ 1.120.20-75 [1] и обычных потайных заклепок ЗУ по ГОСТ 14798-75, применяемых для соединения тонколистовых обшивок, превышает их толщину. Поэтому при заклепывании гнезда под закладную головку происходит полное прорезание листа и частично заклепывается элемент каркаса (рис. 1,а). При клепке усилие между закладной и замыкающей головками, стягивающее пакет, замыкается на элементе каркаса (рис.1,а) и обшивка остается не притянутой.