

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РСФСР
ПО ДЕЛАМ НАУКИ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

А. С. ГОРЯЧЕВ Г. Н. ОРЕШИН

САПР АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕПКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Учебное пособие

САПР автоматической клепки летательных аппаратов:
Учеб. пособие /А. С. Горячев, Г. Н. Орешин, Куйбышев. авиац. ин-т. Самара, 1991. с. ISBN 5—230—16884—6.

Рассмотрены конструкции современных сверильно-клепальных автоматов, даны технические характеристики и область их применения. Представлена методика автоматизированного проектирования технологического процесса на клепальных автоматах с применением ЭВМ.

Учебное пособие предназначено для студентов авиационных специальностей высших учебных заведений, слушателей ФПК ИТР, а также может быть полезно для инженерно-технических работников авиационной промышленности. Работа подготовлена на кафедре производства летательных аппаратов.

Табл. 3. Ил. 22. Библиогр.: 12 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Куйбышевского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С. П. Королева

Рецензенты: В. В. Чернов, Е. Н. Борисов

ВВЕДЕНИЕ

В конструкции современных самолетов широко применяются клепаные соединения — до двух миллионов заклепок в одном самолете тяжелого класса.

При неуклонном возрастании использования новых видов соединений (клеевых, сварных и др.) основным соединением на ближайшие 15—20 лет остается заклепочное — 50—90% общего объема соединений. Требования повышения экономической эффективности, качества, надежности и ресурса самолетов делают настоятельно необходимым совершенствование заклепочных соединений и технологии их выполнения. Качество клепаных соединений (усталостная прочность, герметичность и др.) в значительной степени зависят от технологии их выполнения. Процессы ручной клепки с помощью пневматических молотков не обеспечивают высокого и стабильного качества соединений.

Одним из главных направлений совершенствования процессов выполнения заклепочных соединений является их комплексная автоматизация. Созданы и внедряются на предприятиях авиационного машиностроения сверльно-клепальные автоматы (СКА), в которых все операции образования заклепочного соединения осуществляются за один рабочий цикл.

Процесс автоматической клепки обеспечивает высокую стабильность выполнения всех его составляющих операций, повышение производительности в 2—2,5 раза и сокращение цикла сборки.

Вследствие высокой стабильности процесса повышается качество и ресурс клепаного соединения в 1,5—2 раза, улучшается качество поверхности, уменьшаются местные и общие деформации конструкции в целом.

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. Исключе-

чается также снятие заусенцев на выходе сверла; качество кромок обеспечивается режущим инструментом и режимами резания.

Однако эффективность использования автоматического сверлильно-клепального оборудования (АСКО) остается длительное время невысокой. Уровень автоматической клепки не превышает 11%, а загрузка оборудования — 25—30%.

Среди причин невысокой эффективности использования автоматического оборудования можно отметить несовершенство технологической подготовки для обработки узлов планера самолета на АСКО, которая является более сложной, чем при ранее применявшемся в сборочном производстве неавтоматическом оборудовании, и базируется на традиционных «ручных» методах, а также низкая технологичность изделий, спроектированных без учета особенностей обработки на АСКО. Технологическая подготовка производства отстает от современных темпов интенсификации производства.

На современном этапе развития машиностроения, и в частности, авиастроения, совершенствование технологической подготовки производства (ТПП) идет по пути автоматизации инженерно-технических работ на базе широкого применения электронно-вычислительной техники и математической формализации решаемых задач.

Применение ЭВМ для решения технологических задач обуславливает необходимость постановки и решения ряда дополнительных задач:

разработать модель, позволяющую с помощью системы формальных правил дать информацию об объекте проектирования в буквенно-цифровом виде;

организовать формализованное представление и ввод информации в ЭВМ об оборудовании, ее характеристиках, оснастке, нормативно-технических материалах и т. д.;

разработать и формализовать множество типовых решений и алгоритмы их выбора, а также правила печати результатов проектирования.

Технологическая подготовка производства для обработки сборочных единиц (СЕ) на АСКО включает в себя решение таких основных задач, как определение возможности обработки, проектирование технологических процессов и отработка СЕ на технологичность.

Система автоматизированного проектирования технологической подготовки автоматической клепки (САПР ТПАК) значительно снижает трудоемкость и сокращает цикл ТПП, повышает качество технологической документации, улучшает условия труда технологов, обеспечивает гибкость и мобильность ТПП.

В основном производстве внедрение САПР ТПАК способствует увеличению объемов автоматической клепки, обеспечивает более интенсивную работу и повышение уровня загрузки АСКО. Первое достигается при положительных результатах отработки клепаных узлов на технологичность, второе — путем задания такой последовательности обработки заклепочных швов узла на АСКО, при которой сокращается суммарное время межоперационных наладок оборудования.

1. ПАНЕЛИ И УЗЛЫ, ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ НА СКА

При клепке на автоматах узлы, небольшие по габаритам и массе, поддерживаются и перемещаются оператором вручную. Предельные значения габаритов и массы узла определяются физиологическими возможностями оператора. Установлено, что ширина узла не должна превышать 700 мм, а масса — более 5 кг. Узлы больших размеров и массы поддерживаются с помощью какого-либо поддерживающего устройства (ПУ) или выравнивающего устройства (ВУ). В этих устройствах перемещение узла относительно рабочих органов автомата на шаг от одной позиции заклепки к другой в шве или от шва к шву осуществляется оператором вручную.

Узлы массой свыше 34 кг сложной геометрической формы поддерживаются, выравниваются и перемещаются при обработке на АСКО с помощью специальных устройств — позиционеров, в которых все действия автоматизированы и применяется программное управление (например, ЧПУ).

Крупногабаритные панели и узлы для автоматической клепки, как правило, требуют создания специальных комплексов и поддерживающих устройств.

2. КОНСТРУКЦИЯ СКА

2.1. АВТОМАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ КАРКАСНЫХ УЗЛОВ И ПАНЕЛЕЙ

Для обработки клепаных соединений каркасных узлов и панелей из алюминиевых сплавов, ширина которых не превышает 500 мм, предназначен СКА модели АК-2,2—0,5 (рис. 1). Автомат выполняет в автоматическом цикле операции по сжатию пакета, сверлению и зенкованию отверстий, установке заклепки

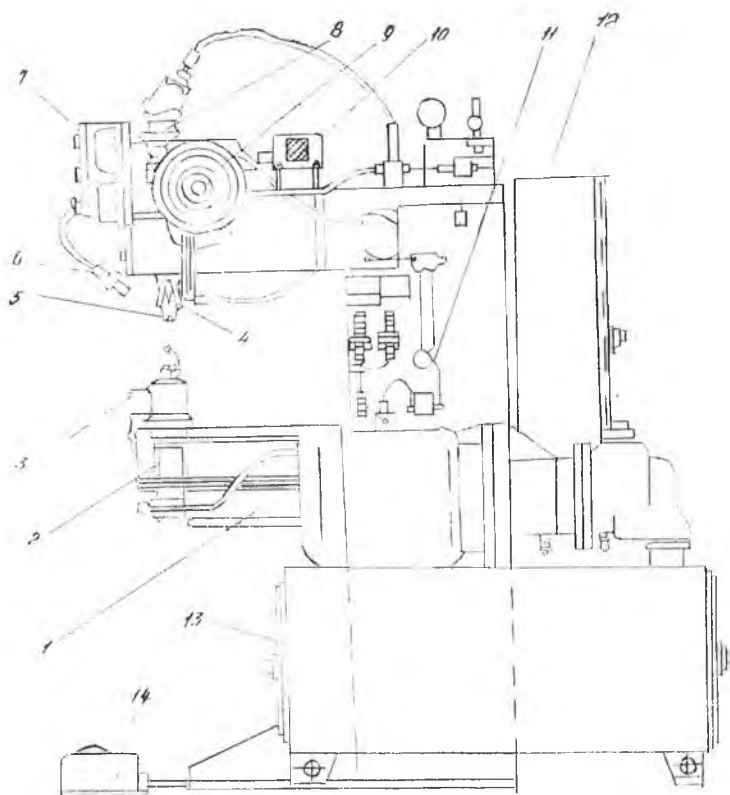


Рис. 1. Клепальный автомат АК-2,2-0,5

в просверленное отверстие и образованию замыкающей головки заклепок.

Автомат также может производить операции «только сверление» или «только клепка». Автомат позволяет расклепывать заклепки с потайной, плоской и плосковыпуклой головками.

Технические характеристики СКА АК-2,2-0,5

Диаметр расклепываемых заклепок из алюминиевых сплавов, мм	3,0; 3,5; 4,0
Усилие прессования, кН (кгс)	до 21,6 (2200)
Толщина пакета, мм	3
Усилие сжатия пакета, кН (кгс)	0,43—2,16 (44—220)
Частота вращения шпинделя, об/с (об/мин)	500—5000

Скорость рабочей подачи сверла, мм/об	0,02—0,25
Наибольшие размеры обрабатываемых узлов, мм:	
длина	определяется ПН
ширина	700
Количество бункеров	1
Габаритные размеры автомата, мм ($L \times B \times H$)	1800 × 1300 × 1830
Цикл, с	3
Вылет скобы, мм	500
Зев скобы, мм	450
Высота плоскости кленки, мм	1350
Масса, кг	1700
Источники питания:	
пневмосеть: давление, МПа (кг/см ²)	0,5 ^{+0,1} _{-0,05} (5,0 ^{+1,0} _{-0,5})
расход воздуха, м ³ /с (м ³ /мин)	0,0041 (0,25)
электросеть: мощность, кВт	15
напряжение, В	220
частота, Гц	50

Конструктивно автомат состоит из станины (скобы) 1, верхней головки 10, сверлильного шпинделя 8, силовой головки 2 с муфтой 3, бункера для заклепок 9, механизма вставки заклепки 5, оптического устройства 6, системы управления, пневмооборудования 11, гидрооборудования с насосной станцией 13 и электрооборудования 12, пульта управления 7 и педалей управления 14.

Станина 1 автомата представляет собой сварную скобу, закрепленную на сварном постаменте. К торцевой части верхней консоли скобы крепится верхняя головка 10 с неподвижным опорным прижимом 4. Назначение отдельных узлов автомата и его работу рассмотрим на кинематической схеме (рис. 2).

Верхняя головка 7 служит для сверления и зенкования отверстия, установки заклепки в отверстие и восприятия через опорный режим 5 усилия расклепывания. Головка включает в себя три основных узла: сверлильный агрегат 8, блок шпинделей 10 с передаточными механизмами 11 и цилиндр смены шпинделей 12. Сверлильный агрегат 8 монтируется вертикально в корпусе блока шпинделей 10. Агрегат имеет гидропривод 9, соединяемый с валом агрегата с помощью разъемной муфты. В нижней части вала имеется зажимная цапга для крепления режущего инструмента 4.

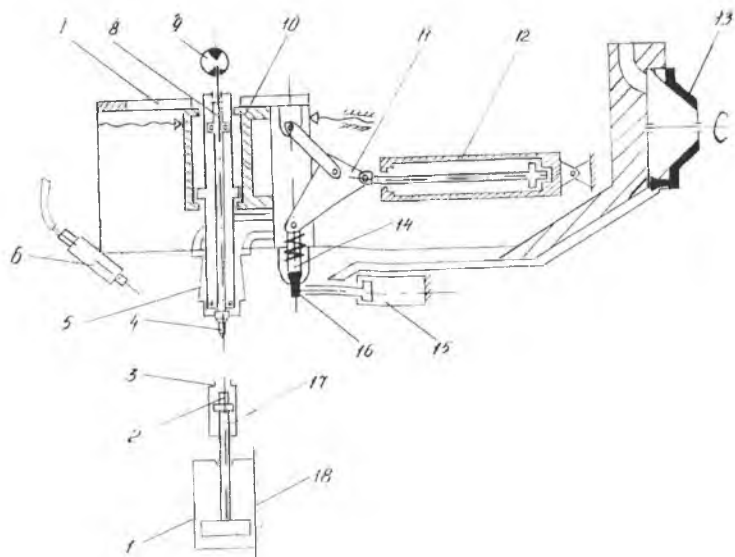


Рис. 2. Кинематическая схема автомата АК-2,2—0,5

Смена сверлильного шпинделя 8 на механизм вставки 14 осуществляется с помощью рычажного механизма 11 блока шпинделей 10, приводимого в движение пневматическим цилиндром 12. По окончании смены сверлильного шпинделя на механизм вставки этот же рычажный механизм автоматически производит проталкивание заклепки 16 в просверленное ранее отверстие. На верхней головке с лицевой стороны смонтирован пульт управления циклом и выбора режима работы автомата.

Силовая головка 18 служит для осуществления сжатия пакета и образования замыкающей головки заклепки с помощью гидроцилиндра 1. Силовая головка закрепляется на торцевой части нижней консоли скобы станины автомата.

Головка представляет собой гидроцилиндр 1, на штоке которого смонтирован пневмоцилиндр 17 для сжатия пакета. На верхней части пневмоцилиндра установлена втулка нижнего прижима 3, к которой прикреплена трубка сдува стружки. В поршень пневмоцилиндра ввернут палец, являющийся основанием нижней обжимки 2.

Бункер 13 служит для автоматической подачи заклепок 16 в механизм вставки 14 с помощью толкателя 15 во время работы автомата. Бункер крепится с правой стороны верхней головки. Бункер — сменный. Для каждого типоразмера заклепок устанавливается свой бункер.

Оптическое устройство 6 служит для совмещения размеченной точки постановки заклепки в обрабатываемом узле с центральной осью автомата (ось сверления и клепки). Оптическое устройство монтируется на верхней головке. Устройство проецирует световой луч, который дает световое пятно на поверхности обрабатываемого узла, когда узел прижат оператором к верхней прижимной втулке. Установка оптической трубки устройства производится таким образом, чтобы центр светового пятна совпадал с центральной осью автомата.

В процессе работы оператор может прервать цикл, отпустив правую педаль управления. Путем нажатия левой педали оператор возвращает все механизмы в исходное положение.

Из электрооборудования на автомате установлены шкаф с электроаппаратурой, пульт палладочный, электрооборудование, гидростанция и блок индикации скорости. В шкафу смонтирована пусковая и защитная аппаратура (пускатели, автоматы, предохранители).

На палладочном пульте размещены органы управления (кнопки, переключатели, тумблеры).

Блок индикации скорости предназначен для визуального контроля частоты вращения шпинделя сверлильной головки. В блоке используется стрелочный прибор — микроамперметр, ток в цепи которого пропорционален частоте вращения шпинделя. Суммарная мощность трех электродвигателей автомата — 15 кВт.

Электрическая схема обеспечивает два режима работы автомата: палладочный и автоматический. Питание автомата электроэнергией осуществляется от заводской электросети.

Гидрооборудование автомата разделяется на следующие составляющие: насосную станцию, гидросистему возвратно-поступательных перемещений шпинделя сверла, гидросистему привода вращения сверла и гидросистему возвратно-поступательных перемещений клепающего плунжера. Насосная станция осуществляет питание гидросистемы, создавая давление масла необходимой величины и его охлаждение. С помощью гидросистемы и возвратно-поступательных перемещений шпинделя сверла осуществляются следующие переходы: быстрый подвод сверла вниз, рабочая подача сверла и отвод в исходное положение вверх.

Гидропривод вращения сверла обеспечивает регулирование скорости вращения от 500 об/мин до 5000 об/мин. С помощью гидросистемы и возвратно-поступательных перемещений клепающего плунжера (привод клепки) осуществляется осадка стержня заклепки с усилием, регулируемым в зависимости от его диаметра. В качестве рабочего тела в гидросистеме используется масло марки «Турбинное-22».

Пневмосистема автомата выполняет следующие функции: поддув заклепок в направляющей, верхний и нижний сдвиг стружки, отсос утечек масла из цилиндра подачи сверла, поворот делительного барабана бункера, подача заклепок в направляющую, смена шпинделей, прижим пакета.

Питание системы осуществляется сжатым воздухом давлением $0,5 \begin{smallmatrix} +0,1 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$ МПа ($5 \begin{smallmatrix} +1,0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ кг/см²) из заводской пневмосистемы.

Особенности эксплуатации автомата

К работе на СКА модели АК-2,2—0,5 допускается персонал, прошедший специальную подготовку. При работе на автомате необходимо соблюдать все общие правила техники безопасности, установленные для металлорежущего и кузнечно-прессового оборудования. Необходимо периодически проверять правильность работы блокировочных устройств. При работе на автомате обязательно применять защитные очки, предохраняющие глаза от попадания стружки.

Работу по подладке, регулировке, чистке и обтирке необходимо производить на остановленном и отключенном от электросети автомате.

2.2. АВТОМАТЫ ДЛЯ КЛЕПКИ СРЕДНЕГАБАРИТНЫХ КАРКАСНЫХ УЗЛОВ И ПАНЕЛЕЙ

2.2.1. СКА модели АК3-5,5—1,2

Автомат предназначен для клепки прочноплотных швов и может расклеивать наряду с заклепками стержни-заклепки. Для обеспечения минимального выступа заклепки над поверхностью обшивки на автомате имеется зачистной шпindel, который с помощью режущего инструмента—торцевой зенковки—зачищает выступающую часть закладной головки. Кроме того, автомат снабжен специальным устройством подачи герметика и грунта в зону клепки. Автомат работает совместно с поддерживающе-выравнивающим устройством, оснащенным ЧПУ.

Технические характеристики АК3-5,5—1,2

Усилие прессования, кН (кгс)	до 53,9 (5500)
Усилие сжатия пакета, кН (кгс)	0,22—1,57 (22,5—160)
Диаметр расклеиваемых заклепок из алюминиевых сплавов, мм	от 3,0 до 6,0
Толщина пакета, мм	3
Частота вращения шпинделей, об/с (об/мин):	
сверлильного	100 (6000)
зачистного	100 (6000)

Скорость рабочей подачи, мм/об:	
сверла	0,02—0,25
торцевой зенковки	0,02—0,25
Наибольшие размеры обрабатываемых панелей и узлов, мм:	
длина	определяется ПУ
ширина	1200
Количество бункеров с двух сторон	8
Вылет скобы, мм	1250
Зев скобы, мм	560
Высота плоскости клепки, мм	1215
Габаритные размеры автомата $L \times B \times H$, м	$2,6 \times 1,35 \times 2,75$
Цикл, с	3,75—4

Автомат АКЗ-5,5—1,2 (рис. 3) состоит из скобы-станции 20, верхней 12 и нижней (силовой) 4 головок, бункеров 17 для заклепок с приводом 16, каретками, направляющими и путевого-

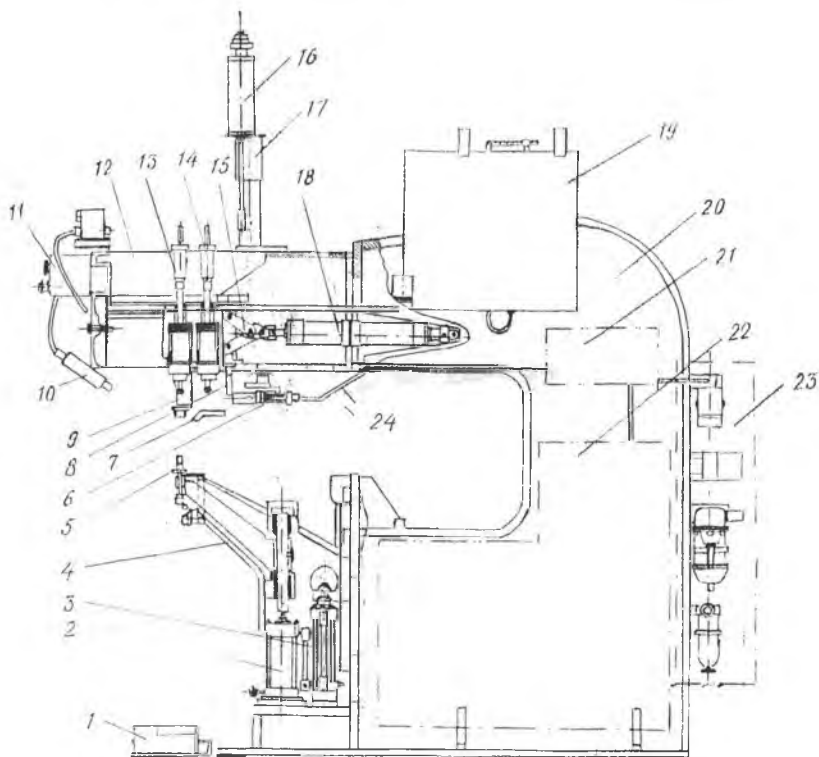


Рис. 3. Клепальный автомат АКЗ-5,5—1,2

дами 24, механизма нанесения герметика 7, пневмо-, гидро- и электрооборудования, оптического устройства 10 и органов управления.

К торцам консолей скобы-станины 20 автомата сварной конструкции крепятся верхняя 12 и нижняя силовая 4 головки.

На верхней головке размещены механизмы: для сверления и зенкования отверстий под заклепку (сверлильный шпиндель 13), нанесения герметика 7, установки заклепки в отверстии 6, восприятия усилия клепки 8 при расклепывании и для зачистки выступающей части потайной закладной головки заклепки (зачистной шпиндель 14), а также щиток управления 19 и неподвижный пружим 9.

Возвратно-поступательные перемещения сверлильного и зачистного шпинделей осуществляются с помощью рычажного механизма 15 и гидравлического цилиндра 18. Силовая головка 4 предназначена для осуществления сжатия пакета и формирования замыкающей головки заклепки. Сжатие осуществляется пневмоцилиндром 2, осаживание заклепки — гидроцилиндром 3, установленным на основании станины.

Силовая головка 4 представляет собой сварной корпус в виде консоли, имеющей вертикальные прямоугольные направляющие. Внутри корпуса смонтированы силовые цилиндры для сжатия склепываемого пакета 2 и формирования замыкающей головки заклепки 3.

Бункер 17 предназначен для обеспечения заклепками нужного типоразмера в процессе клепки и является местом хранения необходимого количества заклепок. Имеется специальный механизм подачи заклепок 21.

На каретках, смонтированных на направляющих с двух сторон верхней головки автомата, устанавливается по 4 бункера для различных типоразмеров заклепок.

Привод 16 предназначен для забора заклепок из бункера, которые по трубопроводу 24 доставляются в заклепкодержатель 6 механизма вставки.

Осадка замыкающей головки заклепки производится гидроцилиндром 3 и обжимкой 5. Необходимое для этого давление в гидросистеме обеспечивается мультипликатором.

Подача герметика в раззенкованную часть отверстия перед вставкой заклепки осуществляется специальным механизмом 7.

При подаче воздуха в пневмоцилиндр с помощью байонетного валика наконечник с соплом опускается вниз, поворачивается на 90° и устанавливается в зенкованную часть отверстия. В этом положении нажимается нижний микропереключатель и подается порция воздуха в баллон. Под действием поршня из баллона по трубе в отверстие выталкивается порция герметика,

после чего законченный трубки возвращается в исходное положение и нажимает верхний микровключатель.

Оптическое устройство 10 служит для совмещения размеченной точки постановки заклепки в изделии с центральной осью автомата (ось сверления и кленки). Оптическое устройство представляет собой генератор светового потока — лампа накаливания с охлаждающим вентилятором. Передача концентрированного светового потока осуществляется через стекловолоконный жгут, световое пятно проецируется на изделие, когда оно прижато к верхней прижимной втулке.

Управление автоматом осуществляется с пульта управления 11 пожной pedalью 1.

С помощью пневматики 23 на автомате выполняются: поддув заклепок в бункере и подача заклепок из бункера в направляющие, и передача заклепок в зону кленки, вращения сверлильного и зачистного шпинделя и их вертикальная подача и смена, управление процессом кленки, сжатие пакета, верхний и нижний сдув стружки, сдув неправильно установленной заклепки. На левой стороне скобы-станции размещается панель управления кленкой 22.

2.2.2. СКА модели АК-5,5—2,4

Автомат АК-5,5—2,4 предназначен для комплексного выполнения заклепочных соединений в условно плоских панелях и плоских каркасных узлах.

Автомат работает вместе с ПУ, которое будет рассмотрено ниже. Общий вид автомата АК-5,5—2,4 показан на рис. 4, вкладка.

Технические характеристики АК-5,5—2,4

Диаметр расклепываемых заклепок из алюминиевых сплавов, мм	3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0
Вылет скобы, мм	2400
Зев скобы, мм	670
Высота линии кленки (над полом), мм	1215
Усилие кленки максимальное, кН (кгс)	до 53,9 (5500)
Усилие сжатия регулируемое, кН (кгс)	0,22—1,57 (22,5—160)
Наибольшая толщина пакета, мм	15
Число бункеров, шт	8
Наибольшая длина заклепок, мм	23
Частота вращения шпинделя, об/с (об/мин)	100 (6000)
Скорость рабочей подачи сверла (регулируемая), мм/об	0,02—0,25
Точность настройки глубины зенкования, мм	0,015
Отвод нижнего штампа (наибольший), мм	138

Давление воздуха в сети, МПа (кг/см ²)	0,5 $\begin{smallmatrix} +0,1 \\ -0,07 \end{smallmatrix}$ (5,0 $\begin{smallmatrix} \pm 1,0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$)
Расход воздуха, м ³ /с (м ³ /мин)	0,025 (1,5)
Электросеть:	
напряжение, В	380
частота, Гц	50
Габариты $L \times B \times H$, мм	3600 \times 810 \times 2560
Цикл, с	4—7,5

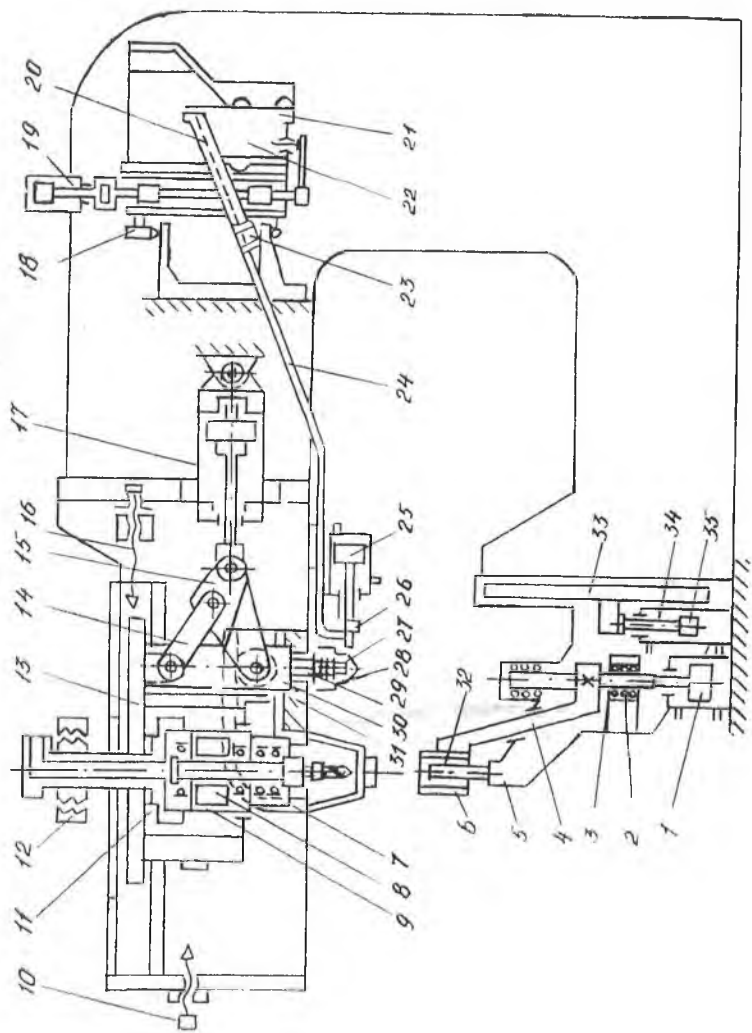
Автомат оснащен оптическим устройством для поиска позиции местоположения заклепки на поверхности обрабатываемого узла.

Привод главного движения (вращения сверла) осуществляется от пневмодвигателя 8 (рис. 5), смонтированного в сверлильном агрегате 9. Поступательное движение сверла (вертикальная подача) обеспечивается путем подачи сжатого воздуха в воздушную полость 11 корпуса блока цилиндров. На штоке сверлильного агрегата крепится зубчатая гайка — кулачок 12 для установки и регулировки глубины зенкования. Блок шпинделей 13 перемещается по направляющим корпуса верхней головки 16 с помощью цилиндра смены шпинделей 17, который посредством рычажного механизма, состоящего из двух серег 14 и 15, связанных ползуном 30 и опорными роликами 31, устанавливает блок в крайнее положение, определяемое упорами 10. При движении блока вперед ролики 31, закрепленные на оси серьги 15, перемещаются по направляющим 7 сначала по горизонтальному участку, а затем по криволинейному. При этом происходит установка в зону клепки механизма вставки заклепки 29 с приемными губками 28 и верхним пуансоном 27, закрепленным на ползуне 30 и воспринимающим усилие расклепывания.

При опускании роликов по криволинейному участку ползун 30 движением вниз вместе с пуансоном 27 проталкивает заклепку в просверленное отверстие и запирается рычажным механизмом на восприятие усилия расклепывания.

Нижняя силовая головка 5 предназначена для сжатия пакета и образования замыкающей головки. Для сжатия пакета используется рычаг 4, закрепленный на скалке 3, перемещающейся на шариковых опорах 2 под действием пневмоцилиндра 1. На конце рычага устанавливается втулка прижима 6. Гидроцилиндр 35, предназначенный для создания силового усилия расклепывания, посредством штока 34 приподнимает корпус головки (по направляющим 33), на консольной части которой установлен клепальный пуансон 32, заключенный внутри втулки нижнего прижима 6.

Заклепки в приемные губки 28 механизма вставки поступают из бункера 22, представляющего собой контейнер, в нижней



Р и с. 5. Кинематическая схема автомата АК-5,5—2,4

части которого монтируется планка 21, перемещающаяся вертикально под действием пневмоцилиндра 19 до упора 18. В верхнем наклонном торце планки имеется паз 20, в который попадают стержни заклепок. Под действием силы тяжести заклепки скользят вниз с накопителя 23, в нижнем торце которого установлен отсекающий, направляющий одну заклепку в путепровод 24. Давлением воздуха заклепка подается в приемную часть толкателя 26, откуда посредством пневмоцилиндра 25 проталкивается в пружинные губки 28. Автомат оснащен двумя блоками, левым и правым, с четырьмя бункерами в каждом, установленными на каретках 18.

На верхней головке крепятся путепроводы для соответствующих заклепок. Во время работы устанавливается только один путепровод для выбранного диаметра.

Предварительно на поверхности верхней детали пакета должны быть размечены точки (позиции) расположения заклепок.

Управление работой автомата при различных режимах производится с помощью левой и правой педали блока. При клепке узлов больших габаритов автомат может быть оснащен специальным ПУ.

2.3. АВТОМАТЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПАНЕЛЕЙ

2.3.1. СКА модели АК-16,0—3,0

Технические характеристики

Диаметр расклепываемых заклепок из алюминиевого сплава, мм	4,0; 5,0; 6,0; 7,0
Диаметр расклепываемых стержней, мм	4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0
Усилие прессования, кН (кгс)	19,6—157 (2000—16000)
Усилие сжатия пакета, кН (кгс)	1,18—11,76 (120—1200)
Частота вращения шпинделей, об/с (об/мин)	83—100 (500—6000)
Скорость рабочей подачи еверла, мм/об	0,025—0,25
Скорость рабочей подачи торцевой зенковки, мм/об	0,025—0,25
Наибольшие размеры обрабатываемых панелей и узлов, мм:	
длина	100000
ширина	2500
Габаритные размеры автомата, м	3,0 × 9,8 × 5,23
Цикл, с	10—12

АК-16,0—3,0 с системой ЧПУ предназначен для образования соединений заклепками или стержнями в панелях одинарной и двойной кривизны.

Перемещение изделия при обработке осуществляется под управлением системы ЧПУ.

При необходимости можно нанести герметик в просверленное отверстие. Эта операция осуществляется после сверления, перед вставкой заклепки. Постановка заклепок или стержней на данном автомате позволяет получить более качественное высокоресурсное соединение и резко повышает производительность труда при клепке.

Основные составные части автомата: скоба, головка верхняя, головка силовая, устройство бункерное для стержней, устройство бункерное для заклепок, система подачи стержней и заклепок, система подачи смывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ), система подачи герметика, насосная станция, гидрооборудование и пневмооборудование автомата.

Автомат оснащен ПУ. Конструкцию основных узлов автомата поясним при рассмотрении кинематической схемы (рис. 6).

Полный автоматический цикл включает в себя следующие операции (рис. 7): сжатие пакета, сверление и зенкование отверстий или только сверление, нанесение герметика (если необходимо), подача СОЖ во время сверления, вставка заклепки или стержня в просверленное отверстие, клепка заклепки или стержня, зачистка закладной потайной головки или стержня.

Автомат может также выполнять только сверление отверстий или только расклепывание заклепок, вставленных в ранее просверленные отверстия.

Автомат расклепывает заклепки с потайной, плоской головкой и стержнями. Кроме того, автомат может выполнять соединения заклепками с компенсатором (ЗУК). Режущими инструментами являются специальные комбинированные сверла-зенковки для образования отверстий и зачистной инструмент для зачистки выступающей части закладной головки и стержня.

Автомат АК-16,0—3,0 состоит из двух основных частей (см. рис. 6):

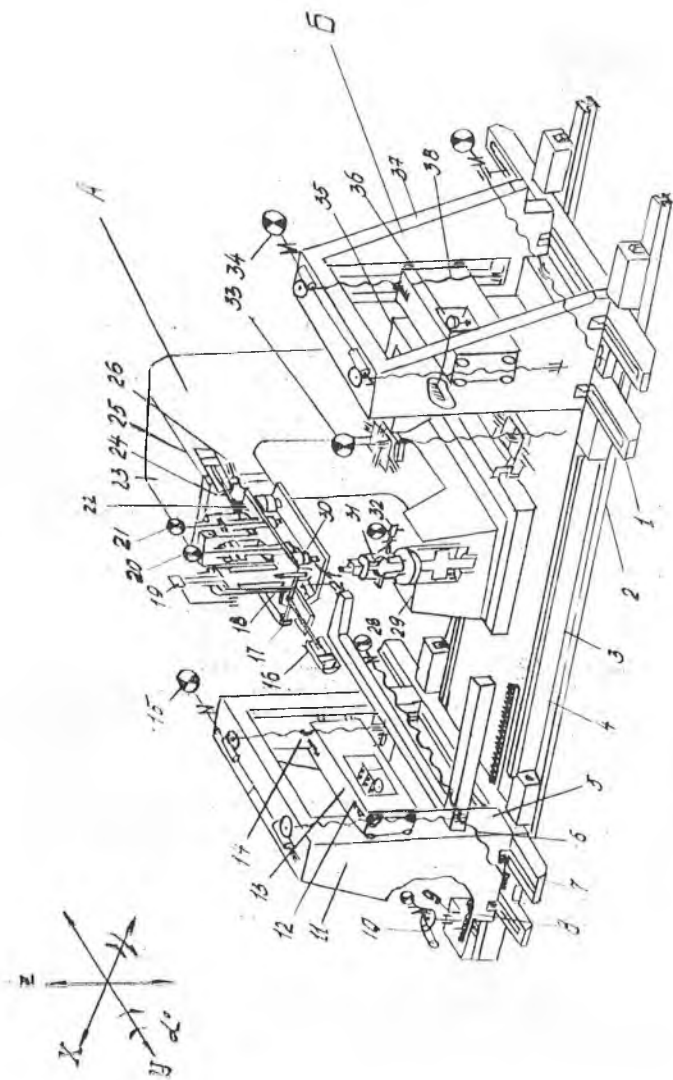
автомат, обеспечивающий автоматический цикл постановки заклепки или стержня (А);

ПУ, управляемое системой ЧПУ (Б).

Автомат для цикловой автоматки представляет собой сварную скобу 23, на верхней консоли которой закреплена верхняя головка 24, включающая в себя подвижный блок 22 со сверлильным блоком 21, зачистным шпинделем 20, цилиндром поддержки и вставки заклепок 19.

На головке также монтируются досылатели стержней или заклепок, механизмы подачи герметика и распылитель СОЖ.

На нижней консоли монтируется силовая головка 29 с пневмоцилиндром сжатия пакета 31.



Р и с. 6. Кинематическая схема автомата АК-16.0-3.0

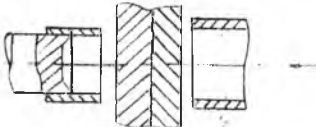
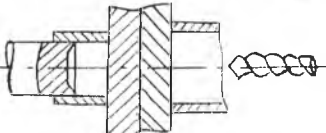
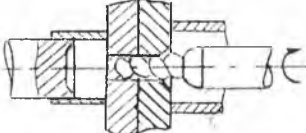
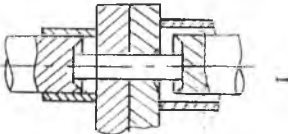
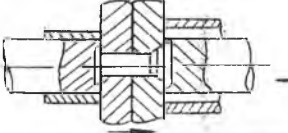
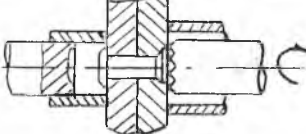
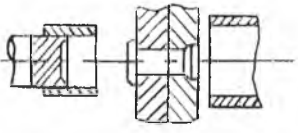
	Этап процесса
	<p>Прижимы отведены Изделие перемещается и устанавливается в исходное положение</p>
	<p>Сжатие пакета Быстрый отвод сверла</p>
	<p>Сверление и зенкование отверстий с регулируемой подачей Быстрый отвод инструмента</p>
	<p>Перемещение в положение для клепки. Верхний плунжер идет вниз, вставка стержня- защелки, нижний плунжер идет вверх, чтобы начать расклепывание</p>
	<p>Нижний плунжер продолжает движение вверх до окончания образования головки. Верхний остается неподвижным. По мере образования головки изделие 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>

Рис. 7. Полный автоматический цикл АК-16,0—3,0

С правой и левой стороны скобы монтируются панели с пневмо- и гидроаппаратурой. С левой стороны скобы монтируется насосная станция, с правой — установлен резервуар для СОЖ, а рядом — установка для получения сухого сжатого воздуха.

ПУ представляет собой две подвижные тележки 1 и 2, соединенные тягами 4. Тележки перемещаются по рельсовым путям 3 вдоль изделия.

Автомат может работать в двух основных режимах:

а) полуавтоматический цикл обработки. Производится постановка заклепки или стержня в автоматическом цикле без перемещения обрабатываемого изделия. Датчики контроля отключены. Данный цикл необходим при настройке автомата на режим кленки соответствующего типоразмера заклепки или стержня;

б) автоматический цикл. Предусматривает не только цикловую автоматiku постановки заклепки, как указано выше, но и перемещение изделия во время обработки при помощи системы ЧПУ и следящих датчиков. Система ЧПУ управляет двумя перемещениями в горизонтальной плоскости по осям X (продольное перемещение) и Y (поперечное перемещение). Перемещение по оси Z (вертикальное и поворот вокруг оси Y), по углу α (поворот вокруг оси X) обеспечиваются датчиками контроля поверхности.

Команда, переданная с блока ЧПУ, поступает на электрогидравлические преобразователи, управляющие гидроприводами перемещений по осям X и Y .

Гидроприводы обрабатывают заданные координаты, закодированные на перфоленте. Как правило, обработка ведется по одной координате X или Y . Во время перемещения изделия в заданную точку постановки заклепки или стержня одна из координат находится под контролем системы ЧПУ, а другая координата контролируется датчиком слежения за переключкой. Кроме того, во время движения датчики контролируют поверхность, обеспечивая перпендикулярное расположение участка обрабатываемого изделия по отношению к оси обрабатываемого инструмента.

Только после отработки всех команд по перемещению изделия, а также по его выравниванию поступает сигнал на начало автоматического цикла постановки стержня или заклепки.

Автомат (см. рис. 6) состоит из двух основных частей: блок силовых агрегатов, обеспечивающих с помощью силовой автоматики установку крепежного элемента, и ПУ, управляемое системой ЧПУ. Блок агрегатов перемещается по направляющим 17 с системой цилиндров 16 и 25 с установкой в крайних поло-

жениях на регулируемые опоры 26 и 27. Верхний прижим опускается и поднимается четырьмя цилиндрами 30. На головке также монтируются досылатели стержней или заклепок, механизмы подачи грунта или герметика и распылитель СОЖ.

На нижней консоли скобы монтируются силовая головка с пневмоцилиндром сжатия пакета 31 и гидроцилиндром расклеивания 29, а также прижимной штамп 28 поворотного типа с приводом 32 и фиксацией в четырех положениях.

Перемещение ПУ по рельсовым путям 3 обеспечивается электрогидравлическим приводом, состоящим из гидродвигателя червячного редуктора 10, зубчатого колеса 9 и силовой рейки 8, закрепленной на полу. На тележках по направляющим 7 с помощью шариковинтовой передачи 6 перемещаются синхронно или раздельно две стойки 5 и 37. Эти стойки обеспечивают перемещение обрабатываемой панели (изделия) при клепке поперечных швов. В свою очередь на стойках подвешены две каретки 13 и 38 с шаровинтовыми опорными гайками 14, которые по направляющим стоек перемещаются в вертикальном направлении от приводов 15 и 34.

При асинхронном движении кареток осуществляется поворот изделия относительно поперечной оси Y (см. рис. 6). Рама 35 с ложементами для изделия покончается на двух шаровых опорах 36. Для поворота рамы на угол $\pm 30^\circ$ относительно продольной оси X имеется привод поворота 33, который закреплен на правой вертикальной стойке. Левый конец рамы заделан на шариковой опоре. Рама может перемещаться по оси на опорных рамках 12 при изменении расстояния между опорами в случае несинхронного перемещения кареток 13 и 38.

При перемещении изделия система ЧПУ может обрабатывать некоторые технологические команды, а именно:

поворот штампа на угол 90, 180, 270°,

глубокое опускание и подъем клепального штампа в случае отхода выступающих частей силового набора или поддерживающих ложементов.

Управление автоматом осуществляется с пульта, расположенного отдельно на специальной тумбе, а также от ручки управления оператора. Она представляет собой переносной пульт, имеющий клавишу включения работы автомата и кнопку возврата рабочих органов головок в исходное положение.

На автоматическом оборудовании процессы установки и выравнивания изделия в ПУ значительно облегчены и в основном осуществляются за счет элементов автоматизации. Схема установки и выравнивания изделия на СКА с ЧПУ представлена на рис. 8.

Изделие 1 устанавливается на ложементы 3, закрепленные на раме 2 ПУ. По координатам X и Y изделие фиксируется с по-

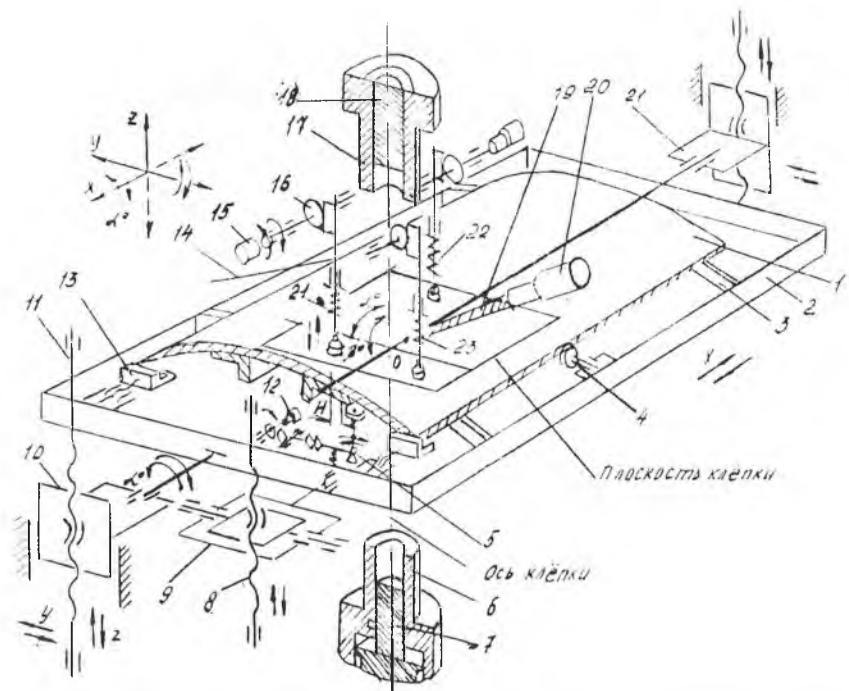


Рис. 8. Схема установки и выравнивания изделия на поддерживающем устройстве СКА

мощью подводимых опор 4 и 13. По координате Z изделие не имеет жесткой фиксации.

Установка изделия заключается в совмещении точки O , куда устанавливается крепежный элемент, с осью клепки, проходящей через оси клепальных инструментов, — втулки 17 и 18 и поддерживающего пуансона 16 клепального пуансона 7 верхней и нижней силовых головок. Цель выравнивания — обеспечение перпендикулярного положения участка обрабатываемого изделия по отношению к оси клепки. Точка O может использоваться как начало отсчета координат при программировании обработки изделия от системы ЧПУ. Установка этой точки по координатам X и Y для совмещения исходного положения изделия и рабочих органов автомата с системой отсчета ЧПУ может осуществляться различными способами. Если на изделии имеется базовая поверхность, от которой начинается отсчет и координатная всех точек крепления, тогда осуществляется привязка этой поверхности к исходному положению рабочих органов автомата, согласованному с началом отсчета системы ЧПУ. Если точ-

ка 0 заранее нанесена на поверхность изделия как начало отсчета координат, то установка осуществляется оператором с помощью ручного управления механизмами перемещения ПУ. В этом случае оператор, используя световой луч 19 оптического устройства 20, совмещает отметку точки 0 на поверхности изделия со световым пятном или световым перекрестьем оптического устройства.

Выравнивание изделия осуществляется с помощью датчиков 14 контактного типа, представляющих собой подпружиненные сферические щупы, соприкасающиеся с поверхностью изделия.

На верхних концах стоек расположены механизмы 16 рычажного типа с зубчатыми секторами. Назначение механизмов — преобразовать во вращательное движение, а также повысить с целью придания системе большей чувствительности незначительные линейные перемещения щупов до величин, улавливаемых электрическими командоаппаратами в виде круговых потенциометров 15 с последующим преобразованием электрического сигнала в команду по управлению механизмами перемещения ПУ.

Датчики 24 и 23 управляют поворотом изделия по координате X , датчик 22 выравнивает изделие по координате Z .

Слежение за переключкой осуществляется датчиком 5 контактного типа, представляющим собой подпружиненный ролик, контактирующий с кромкой элемента внутреннего набора. Стойка ролика установлена на оси поворота и связана с рычагами и системой зубчатых секторов с приводной шестерней потенциометра 12. За счет соотношения плеч малые отклонения положения ролика от заданного размера H отслеживаются приборами. Таким образом, отклонение размера фиксируется изменением углового положения штока с роликом и преобразуется во вращательное движение оси потенциометра 12, подающего сигнал на привод координаты Y . Изменение величины переключки в пределах $\pm 0,375$ мм поворачивает ось потенциометра на угол $\pm 20^\circ$. В зависимости от заданного размера слежение может происходить по стенке или по одной из полок внутреннего набора.

Рама ПУ закреплена шарнирно в двух каретках 10 и 21 вертикального хода, автономно перемещающихся от приводных винтов 11 по координате Z . Для перемещения по координатам X и Y стойки ПУ, в которых установлены каретки, приводятся в движение от приводов продольного и поперечного хода, смонтированных в основании ПУ.

Поворот рамы обеспечивает привод поворота, состоящий из винта 8 и поворотной люльки 9, установленной в левой стойке ПУ и связанной с рамой шарнирной осью. Процесс выравнивания изделия крупных размеров и большой массы — сравнитель-

но продолжительный процесс, занимающий 1/3 циклового времени обработки изделия.

2.3.2. СКА модели УЗО-2АКД-16—2

Для сверления и клепки крупногабаритных панелей самолетов (длинной до 30 м) применяются автоматизированные установки модели УЗО-2АКД-16—2. В комплект установки (рис. 9, вкладка) входят поддерживающее устройство 2 и два подвижных клепальных автомата 1 модели АКД-16—2 с позиционером ЧПУ, расположенных с одной стороны.

Поддерживающее устройство состоит из 23-х опорных стоек 3, расположенных вдоль горизонтально поддерживаемой панели 6. На каждой стойке установлена каретка 4, обеспечивающая вертикальное перемещение ложементов 5 для поддерживания панели 6. При переходе автомата в зону ложементов каретка по команде автомата опускается и освобождает зону клепки. На устройстве могут устанавливаться панели с габаритами: длиной до 30 м, шириной до 3,0 м, массой до 1800 кг. Зона клепки над полом располагается на высоте от 3,4 м до 4,3 м.

Каждый из двух автоматов АКД-16—2 представляет собой машину, управляемую оператором с нуля или от ЧПУ.

Технические характеристики АКД-16—2

Усилие прессования регулируемое, кН (кгс)	19,6—157 (2000—16000)
Вылет скобы, мм	2000
Диаметры устанавливаемых заклепок, мм	1,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0
Количество бункеров для заклепок и стержней, шт	16
Толщина склепываемого пакета, мм	28
Усилие сжатия пакета регулируемое, кН (кгс)	1,96—11,77 (200—1200)
Время полного автоматического цикла (расчетное, заклепка \varnothing 6 мм, пакет толщиной 7 мм), с	10
Точность при перемещении на шаг, мм	$\pm 0,3$
Точность при слежении за переключкой, мм	$\pm 0,5$
Частота вращения шпинделей сверлильного и зачистного, об/с (об/мин)	8,0—83 (500—5000)
Скорость рабочей подачи шпинделей, мм/об	0,025—0,5
Интервал регулировки глубины зенкования и зачистки, мм	0,015
Скорость перемещения, м/с (м/мин):	
продольная (координата X)	
рабочая	0,0167 (1)
быстрая	0,08 (4,8)

поперечная (координата Y)	
рабочая	0,0167 (1)
быстрая	0,04 (2,4)
вертикальная (координата Z)	0,0167 (1)
Угол поворота головок, град	+ 10 - 25
Скорость поворота головок (координата X), град/с	1
Угол поворота скобы, град	± 15
Скорость поворота скобы (координата Y), град/с	1
Потребляемая электроэнергия:	
мощность, кВт	60
напряжение, В	380
частота, Гц	50

Общий вид автомата показан на рис. 10. Автомат позволяет комплексно автоматизировать процесс выполнения заклепочных соединений при сборке крупногабаритных панелей двойной кривизны.

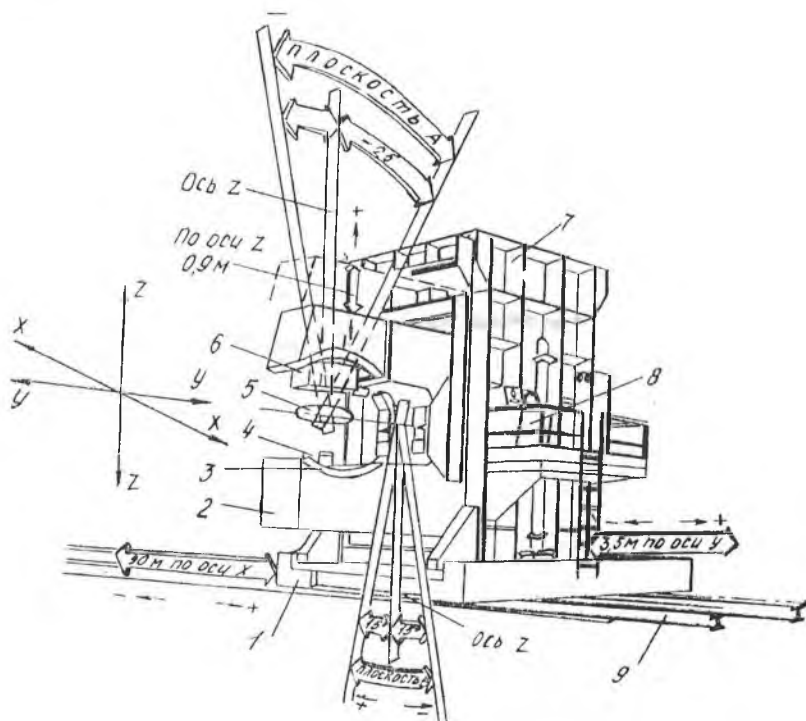


Рис. 10. Клепальный автомат АКД-16-2

Кинематическая схема автомата представлена на рис. 11, вкладка. В цикле автомата предусмотрена постановка заклепок и стержней из алюминиевых сплавов. Продольное и поперечное перемещения автомата необходимы для подведения к позиции постановки крепежа и управляются от системы ЧПУ по программируемым координатам X и Y . Вертикальное перемещение Z , поворот головок 16 и 22 и поворот скобы 26 служат для выставления (выравнивания) оси клепки перпендикулярно к поверхности обрабатываемого изделия и управляются от датчиков контроля поверхности, расположенных на сверлильно-поддерживающей головке 22.

Полный автоматический цикл включает: сжатие пакета, сверление и зенкование отверстия, подачу СОЖ во время сверления, нанесение герметика на просверленное отверстие, вставку заклепки или стержня в отверстие, расклеивание заклепки или стержня, зачистку (фрезерование, торцевое зенкование) потайной закладной головки заклепки или стержня.

Режущими инструментами являются специальные сверла, комбинированные сверла-зенковки и торцевые зенковки для зачистки потайной закладной головки.

Конструктивно автомат представляет собой клепальную скобу 26, на консолях которой закреплены унифицированные головки: на верхней — сверлильно-поддерживающая 22, на нижней — спловая 16. Клепальная скоба с головками закреплена на оси 27 вертикальной каретки 12. Скоба 26 может перемещаться вместе с кареткой 12 по вертикальной стойке 11 и поворачиваться относительно каретки по горизонтальной оси 27. Для поворота скобы на каретке имеется специальный привод 9. Вертикальное перемещение обеспечивается приводом 6, установленным на поперечной тележке 28 через редукторы 3 и 5 по ходовым винтам 8. Поперечная тележка 28 может перемещаться по направляющим продольной тележки 15 с помощью электродвигателя 7, червячного редуктора 13 и зубчато-реечной передачи 2. Продольная тележка перемещается в свою очередь по направляющим путей в полу цеха 34 с помощью электродвигателя 33, червячного редуктора 32 и зубчато-реечной передачи. Перемещение тележек осуществляется с помощью зацепления зубчатых колес по неподвижным зубчатым рейкам 1 и 29.

Таким образом, на клепальной установке обеспечивается перемещение автомата (рабочих головок) относительно обрабатываемой панели по пяти координатам.

На специальных кронштейнах силовой головки устанавливается датчик контроля перемишки. При работе датчик обеспечивает размер от полки силового элемента до оси заклепки.

Автомат может работать в двух основных режимах: полуавтоматическом и автоматическом.

Полуавтоматический цикл подготовки заклепки необходим в настроенном режиме. Этот цикл производится после нажатия клавиши на рукоятке оператора в следующей последовательности:

начинается подъем нижнего силового поршня 17 вместе с пневматическим цилиндром сжатия пакета. Клепальный штамп доходит до образца, прижатого к нижней плоскости верхнего прижима 18, и сжимает пакет. В это время в рабочей позиции верхней головки шпинделя находится сверлильный шпиндель 19. После сжатия пакета подается команда на быстрый подвод шпинделя с закрепленным в нем режущим инструментом к пакету, одновременно шпиндель получает вращение от гидромотора. За 2—3 мм до пакета происходит переключение с быстрого подвода на рабочую подачу.

Производится сверление и зенкование пакета с рабочей подачей. Одновременно заклепка подается в губки заклепкодержателя 21 из досылателя, куда заблаговременно была подана первая заклепка.

По окончании зенкования отверстия сверлильный шпиндель быстро поднимается вверх. Поднявшись в исходное положение и нажав соответствующий переключатель, шпиндель выдает команду на смену рабочей позиции блока шпинделей.

В рабочую позицию встает цилиндр поддержки и вставки 21, в губках которого уже имеется заклепка. После фиксации его в рабочей позиции поршень цилиндра поддержки и вставки перемещается и при этом вставляет заклепку в просверленное отверстие. Нижнее положение поршня цилиндра поддержки и вставки фиксируется подачей гидравлического давления в верхнюю полость, создавая усилие, значительно превышающее усилие клепки.

Плунжер силовой головки 17, поднимаясь вверх, расклепывает заклепку. Отсечка (окончание клепки) определяется давлением, необходимым для образования требуемого диаметра замыкающей головки.

При клепке стержнями в определенной величине усилия момент верхняя опорная плита 22 вместе с изделием (панелью) поднимается, обеспечивая деформацию части стержня, расположенной выше пакета, и заполнение зенковального гнезда отверстия, при этом создавая определенный натяг деформированного стержня в отверстии. Величина натяга зависит от усилия на верхнем прижиме пакета. Усилие регулируется изменением пневматического давления в пневмогидравлических цилиндрах верхнего прижима сжатия пакета.

По окончании расклепывания заклепки или стержня подается команда на отвод нижней клепальной обжимки на небольшую величину, обеспечивая при этом сжатое состояние пакета.

Вместе с этим подается команда на отвод в верхнее положение цилиндра поддержки и вставки, а также сверлильно-поддерживающей головки.

Поднявшись в верхнее положение и нажав микропереключатель, цилиндр выдает команду на смену рабочей позиции блока шпинделей.

В рабочую позицию встает шпindelь зачистки. После фиксирования его в рабочей позиции подается команда на зачистку потайной закладной головки. Зачистной шпindelь 20 с закрепленным режущим инструментом быстро перемещается вниз к пакету, одновременно он получает вращение от гидромотора. За 2—3 мм до пакета происходит переключение с быстрого подвода на рабочую подачу. Производится зачистка потайной головки (срез лишнего материала) до жесткого упора.

По окончании зачистки шпindelь быстро уходит в исходное положение, клепальный штамп 17 отводится от пакета вниз на заданную величину. Происходит смена шпинделей, в рабочую позицию встает сверлильный шпindelь — цикл окончен.

Для улучшения качества поверхности обрабатываемых отверстий в момент сверления и зачистки можно подавать СОЖ. Для этого необходимо включить тумблер на пульте управления. В процессе обработки в зону резания будет подаваться распыленный до состояния тумана фреон 113.

Если при клепке заклепками нужно подавать в просверленное отверстие герметик, то на пульте включается команда «Подача герметика». Команда поступит после окончания заклепки, когда сверлильный шпindelь отойдет в верхнее положение. Тогда штамп, подводящая сопло механизма подачи герметика, опустится к обработанному отверстию и произойдет впрыскивание герметика.

После этого штамп убирается, и цикл продолжается в последовательности, описанной выше.

Автоматический цикл помимо цикловой автоматики постановки заклепки включает перемещение автомата относительно панели.

В зависимости от направления обработки (вдоль или поперек) одна из координат X или Y управляется от системы ЧПУ. По второй координате происходит слежение за переключкой — датчиком ее контроля. При поступлении команды от системы ЧПУ электрогидравлические приводы обрабатывают заданные координаты.

Во время перемещения одновременно происходит слежение за поверхностью изделия датчиками ее контроля.

При клепке изделий система ЧПУ может выдавать следующие технологические команды:

поворот клепального штампа на 90, 180, 270°;

глубокое опускание и подъем клепального штампа в случае обхода выступающих частей, расположенных со стороны силового набора;

конец программы и т. д.

Только после отработки всех команд по перемещению автомата относительно панели и выравниванию оси клепки по нормали к ее поверхности поступает сигнал о начале автоматического цикла постановки заклепки.

Составные части автомата

Тележка продольная. Тележка 15 предназначена для перемещения автомата вдоль обрабатываемого изделия — координаты X . Конструктивно тележка выполнена в виде трех поперечных балок, связанных между собой продольными связями. Тележка перемещается по направляющим путям на катках 4. На стойках средней балки закреплены боковые направляющие 30 для роликов поперечной тележки 28. Тележка продольная может перемещаться с двумя скоростями: рабочей — 0,017 м/с (1 м/мин) и быстрой (транспортной) — 0,08 м/с (4,8 м/мин).

Тележка поперечная. Тележка 28 предназначена для перемещения клепальной скобы в поперечном направлении относительно обрабатываемого изделия по координате Y . Конструктивно тележка выполнена в виде шахты с вертикальными направляющими для перемещения каретки 12 со скобой 26. Тележка поперечная перемещается по направляющим тележки продольной 30 на катках, как и продольная тележка.

Редуктор продольного и поперечного перемещений. Редуктор обеспечивает перемещение продольной и поперечной тележек автомата. Это червячная передача с передаточным числом 70. Источником вращения редуктора является электрогидравлический привод 6 или 33. На выходе вала имеется зубчатое колесо. В работе это колесо находится в зацеплении с силовой рейкой на путях (продольное перемещение) или на продольной тележке (поперечное перемещение).

Каретка с клепальной скобой. Каретка с направляющими 11 и 12 и со скобой 26 предназначена для перемещения рабочих головок по вертикали — координата Z . Скоба в свою очередь имеет возможность поворота относительно каретки. Конструктивно каретка выполнена из сварных элементов. В двух связях — передней и задней — смонтирована ось поворота скобы 27. Привод поворота скобы 9 крепится к правой стенке каретки шарнирно. Каретка перемещается по вертикальным направляющим поперечной тележки на катках.

Электрогидравлический привод 10 предназначен для поворота скобы относительно оси X для выдерживания перпендикулярности головок при обработке панели с продольной кривизной. Он представляет собой шариковую пару винт-гайка.

Привод поворота головок. Привод обеспечивает синхронный поворот головок 16 и 22 при слежении поперечной кривизны обрабатываемого изделия. Электрогидравлический привод 25 состоит из двух конических передач 24, червячных редукторов 23, промежуточных валов и соединительных муфт.

Привод вертикального перемещения. Привод обеспечивает перемещение каретки 12 со скобой 26 по вертикали 11 — координата Z. Он состоит из привода 6 двух червячных редукторов 3, трех соединительных муфт и двух цилиндров разгрузки 31. Вертикальное перемещение производится за счет шариковой пары 14 винт-гайка. Ходовой винт 8 имеет трапецевидную резьбу.

Система подачи заклепок. Система обеспечивает подачу заклепок или стержней от бункерного устройства в губки заклепкодержателя сверлильно-поддерживающей головки. Она включает в себя систему трубок, по которым в определенной комбинации можно транспортировать всю номенклатуру заклепок и стержней.

Система подачи СОЖ. Система предназначена для смазки и охлаждения режущего инструмента в процессе обработки отверстий и зачистки потайной закладной головки. Она состоит из резервуара, распылителя и соединяющего их трубопровода. В качестве СОЖ применяют фреон 113.

Блок бункеров. Блок предназначен для хранения, ориентирования и поштучной подачи заклепок или стержней в досылатель сверлильно-поддерживающей головки.

Блок состоит из 16-ти бункеров, собранных на общей плите, привода бункера и каретки его перемещения. В восемь бункеров засыпают заклепки, в другие восемь — стержни.

Площадка обслуживания. К поперечной тележке закреплена площадка обслуживания. На ней установлены: стационарный пульт управления автоматом, стойка ЧПУ, шкаф с электроаппаратурой, насосная установка, щит с гидроаппаратурой, кресло оператора, блок бункеров.

Площадка обслуживания закреплена на значительной высоте и поэтому огорожена перилами, а для входа имеются две лестницы.

3. ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА И ПОЗИЦИОНЕРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕПКЕ

СКА моделей АК-2,2—0,5, АК-5,5—2,4, АКЗ-5,5—1,2 выпускаются промышленностью без ПУ. Для обработки сборочных

единиц значительных габаритов и массы автоматы оснащаются ПУ и позиционерами. Созданная гамма ПУ и позиционеров позволяет вести обработку практически всей номенклатуры панелей и узлов планера самолета. Классификация ПУ к СКА моделей АК-2,2—0,5, АК-5,5—2,4 и АКЗ-5,5—1,2 представлена на рис. 12. Они отличаются от подобных устройств, применяемых на клепальных прессах. Обработка сборочной единицы постоянно поджимается к верхней неподвижной опоре автомата. При перемещениях на шаг и для отхода опоры на величину выступающих (расположенных сверху) элементов жесткости обрабатываемая сборочная единица опускается вниз на несколько десятков миллиметров от плоскости клепки автомата.

ПУ с ручным управлением применяются также при обработке сборочных единиц малых габаритов или сложной формы.

Обработку сборочных единиц больших габаритов, как правило, выполняют с применением ПУ или позиционеров, управляемых системами ЧПУ. При обработке крупногабаритных сборочных единиц сложной формы применяют неподвижные ПУ, а позиционирование осуществляют путем перемещения СКА, устанавливаемого на специальной платформе.

В устройствах с ручным управлением позиционирование выполняют вручную по разметке на деталях обрабатываемой сборочной единицы. В отдельных ПУ поджатие сборочной единицы к верхней неподвижной опоре автомата (перемещения вниз-вверх) механизировано, в других оно обеспечивается с помощью пружины и ручного привода.

Рассмотрим несколько типовых конструкций ПУ к СКА.

3.1. ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УП-А

Устройство применяется при обработке плоских каркасных узлов типа нервюр, стенок, шпангоутов и балок на СКА модели АКЗ-5,5—1,2.

Обрабатываемый узел крепится на каретках (рис. 13), свободно перемещающихся на столах, расположенных по обе стороны автомата. В зависимости от массы и конфигурации узла применяются три вида кареток. Два вида кареток выполнены с пружиной, которая позволяет опустить узел на 2—4 мм от плоскости клепки автомата при перемещениях на шаг между заклепками. Третий вид кареток используют для узлов с криволинейной поверхностью. Столы могут подниматься или опускаться как синхронно, так и раздельно. Установка столов в длину горизонта в двух взаимно перпендикулярных плоскостях производится с помощью уровней, встроенных в столы. Устройство снабжено переносным пультом управления.

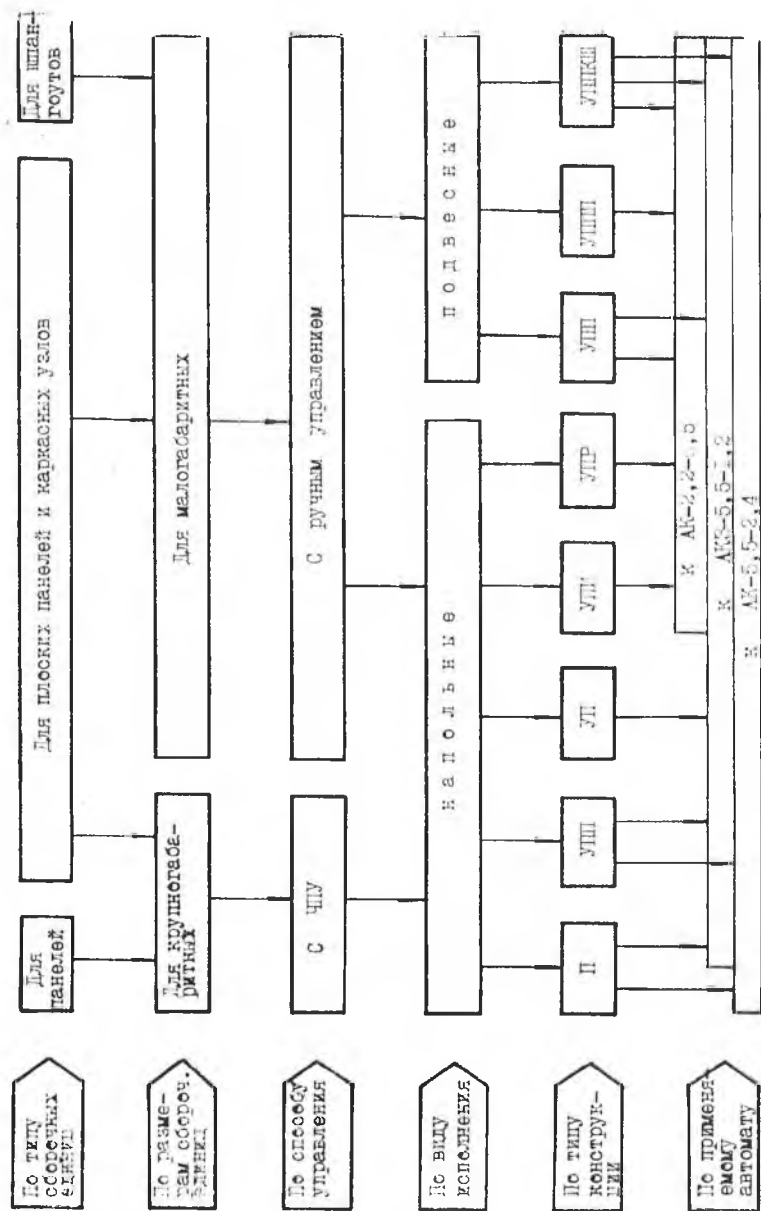


Рис. 12. Классификация поддерживающих устройств к СКА

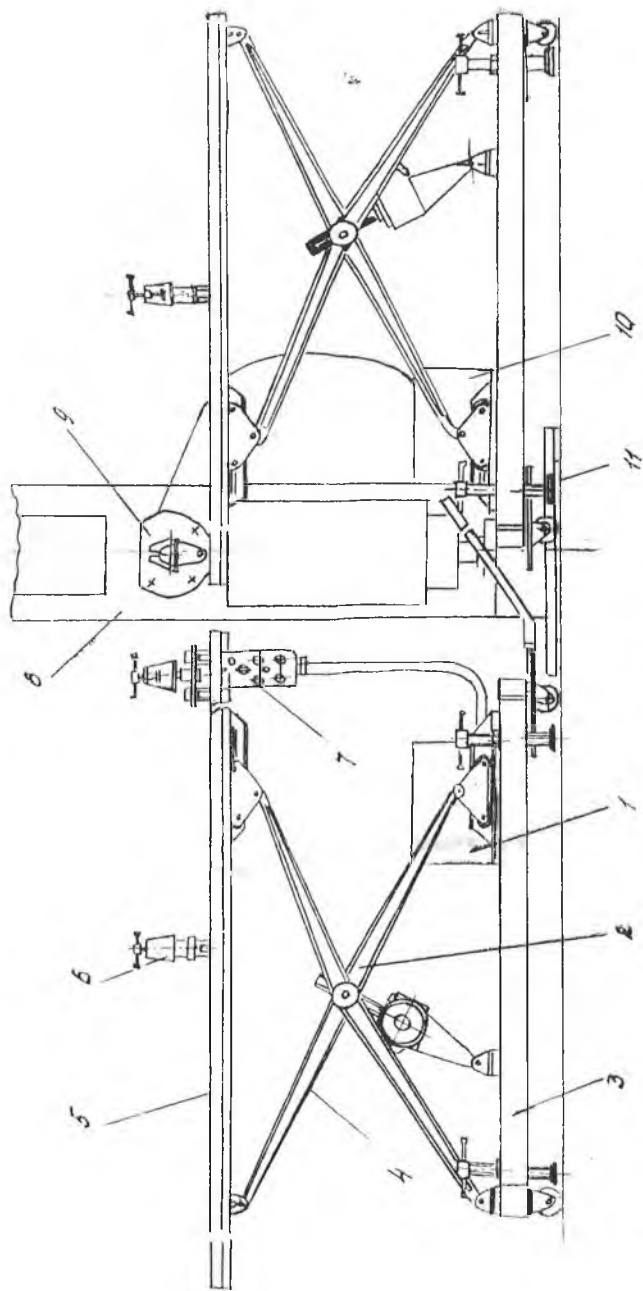


Рис. 13. Поддерживающее устройство типа УП-А: 1 — электронный шкаф; 2 — стол; 3 — телеска; 4 — рычаги; 5 — стол; 6 — каретка; 7 — пульт управления; 8 — станция СКА; 9 — механизм упора; 10 — силовой шкаф; 11 — винтодомкрат

В станину СКА встраивается механизм упора. Настройка механизма осуществляется приводом через винт-гайку. Контроль за настройкой механизма ведется на пульте управления по цифровой индикации.

На левой тележке устройства установлен шкаф с электронной аппаратурой, обеспечивающей синхронность работы приводов столов и цифровую индикацию высоты подъема или опускания столов. На правой тележке установлен силовой электрошкаф, обеспечивающий питание и управление движением механизмов.

Перед установкой обрабатываемого узла тележки устройства подводятся по обе стороны СКА, фиксируются винтами-домкратами и проверяется плоскостность столов по уровням.

Закрепив узел в каретках, подводят его в зону обработки, ориентируясь на световос пятно оптического устройства СКА. После совмещения разметки первой точки обрабатываемого узла со световым пятном автомата настраивают механизм упора на размер линии клепки. Нажатием на педаль управления автоматом выполняют цикл клепки. Для перехода на следующую точку обрабатываемого шва узел отжимается на каретках и передвигается вручную до совмещения разметки на нем со световым пятном автомата.

3.2. УСТРОЙСТВО ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЕ ПОДВЕСНОЕ ТИПА УПКШ-А

Устройства применяются при обработке кольцевых и полукольцевых шпангоутов на СКА моделей АКЗ-5,5—1,2 и АК-5,5—2,4.

Основными узлами устройства (рис. 14) являются: колонна поворотная, подвеска. Колонна 1 является несущей частью конструкции, нижним основанием она крепится к фундаменту. На верхнем основании крепится ось 2, на которую устанавливается поворотная консоль 4 и электрошкаф 11. Механизированный поворот консоли обеспечивается электродвигателем с редуктором 3, для чего на выходном валу редуктора установлена шестерня, которая обкатывается по колесу, закрепленному на оси 2.

По консоли перемещается электродвигатель 5. Вместо крюка на электродвигатель устанавливается подвеска 6. Она имеет пять радиальных направляющих. По ним перемещаются пружинные амортизаторы с тросовыми удлинителями и пружинами для крепления шпангоута 8.

Управление устройством осуществляется с пульта управления 9. Пульт располагается в зоне рабочего места оператора. Дополнительно имеется подвесной пульт 7. При установке в уст-

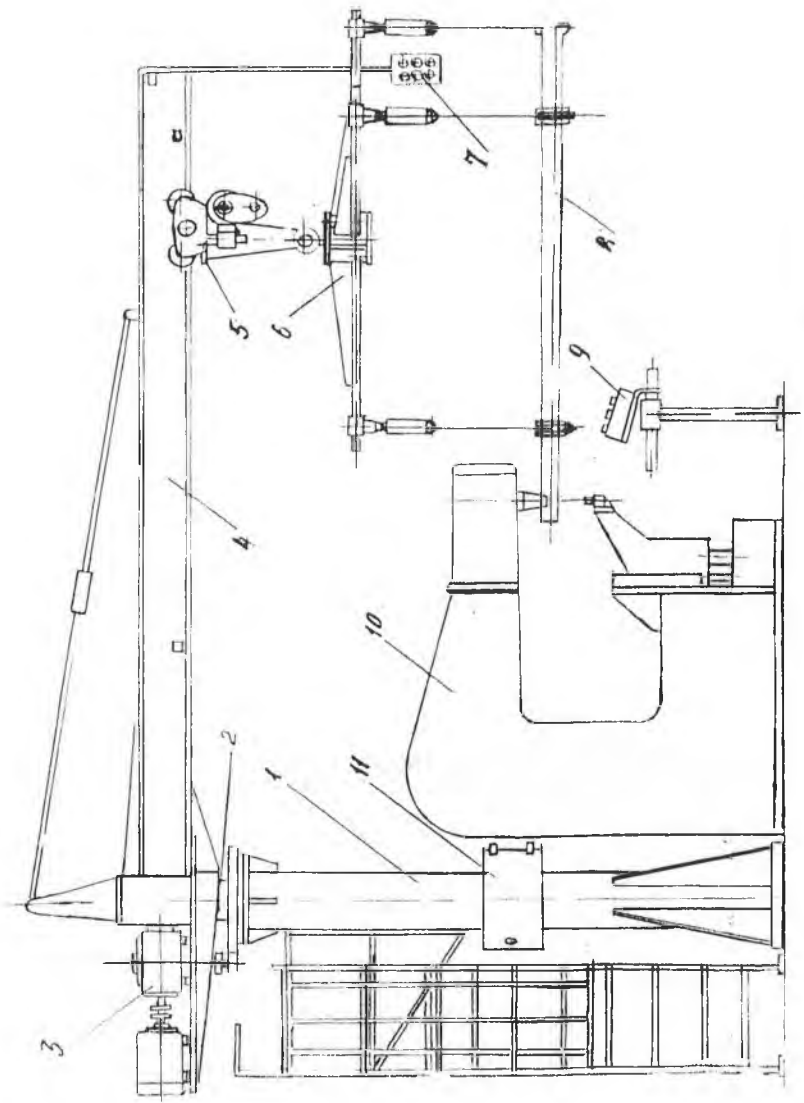


Рис. 14. Устройство поддерживающее подводное типа УПКШ-А

ройство шпангоут располагают на подставке таким образом, чтобы центр масс (тяжести) находился в зоне действия поворотной консоли. Поворотом консоли и перемещением электротали совмещают ось подвески с центром масс (тяжести) шпангоута. Радиальные направляющие подвески устанавливаются в нужном положении и стопорятся. Прижимы закрепляются на шпангоуте, будучи предварительно отрегулированными по высоте полки шпангоута.

Включая электроталь, приподнимают шпангоут и, регулируя прижимы, его устанавливают в горизонтальное положение. Используя перемещение консоли и электротали, шпангоут вводят в зону СКА 10 и устанавливают на высоте в плоскости клепки.

Совмещение разметки центра отверстия под заклепку на шпангоуте со световым пятном производится вручную. Предварительно нажатием руками шпангоут отжимается от верхней неподвижной опоры автомата. При снятии нагрузки со шпангоута пружинные демпферы подвески подожмут его снова к опоре автомата. После этого нажатием на педаль управления автоматом осуществляется цикл клепки.

После обработки определенной зоны шпангоут электроприводом 3 перемещается в следующую зону обработки, а после ее окончания он выводится из зоны автомата и устанавливается на подставку.

3.3. ПОЗИЦИОНЕР П-1

Позиционер П-1 предназначен для обработки панелей со стрелой прогиба до 50 мм на СКА модели АК-5,5—2,4.

Несущая часть конструкции позиционера (рис. 15) представляет собой раму 1 с ложементами 2, соединенную с суппортами 8 при помощи шаровых опор 7. Вокруг шаровых опор с помощью привода вращения рама может вращаться на угол $\pm 10^\circ$. Суппорты передвигаются по вертикальным стойкам 9. Приводы суппорта по командам контактных датчиков 5 обеспечивают выравнивание с точностью по углу поворота $\pm 15'$ по высоте 0,266 мм.

Позиционирование осуществляется путем перемещения СКА 3, установленного на платформе 10. Платформа перемещается с помощью привода 11 в поперечном направлении по тележке, снабженной приводами продольного перемещения 12. В продольном направлении тележка перемещается по рельсам 13, смонтированным между вертикальными стойками.

Управление приводами 11 и 12 осуществляется с помощью системы ЧПУ. Точность позиционирования составляет 0,2 мм.

Для контроля за величиной перемычки между отверстием под заклепку и краем полки элемента жесткости обрабатывае-

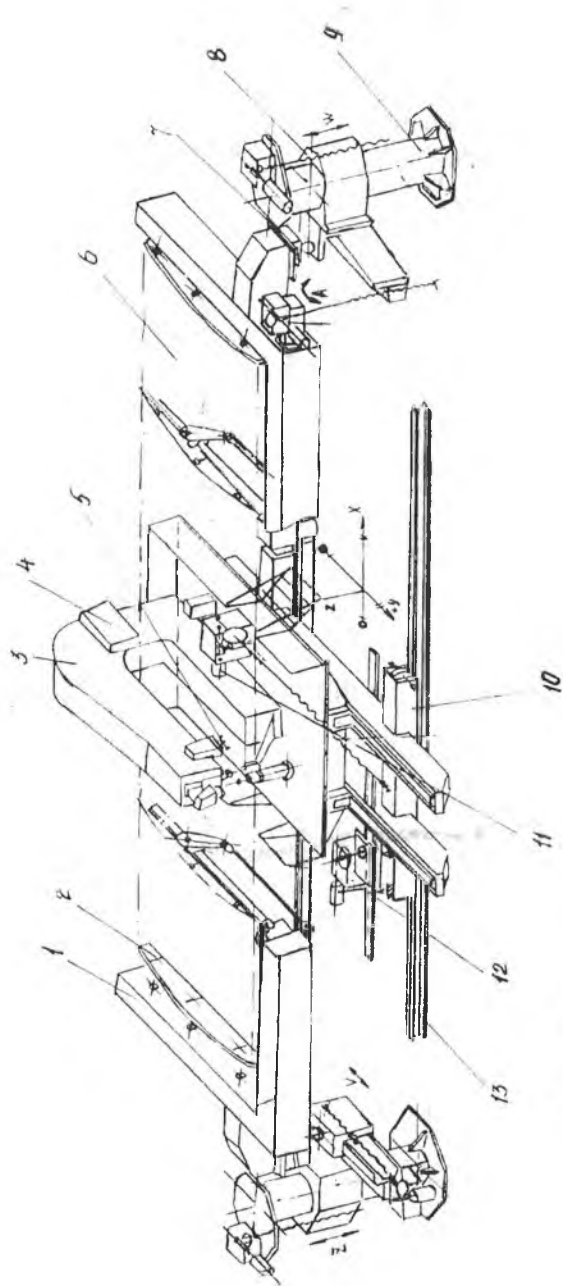


Рис. 15. Позиционер П-1 (выравнивающее поддерживающее устройство ВУП-61)

мой панели на платформе автомата смонтирован специальный датчик 8. Точность позиционирования по перемычке составляет $\pm 0,5$ мм. Позиционер оснащен двумя пультами управления: один закреплен на автомате 4, другой — дистанционный, располагается в одном месте с аппаратурой системы ЧПУ, шкафом управления и силовым шкафом.

Для дистанционной настройки работы системы позиционирования используется телевизионная система, в которую входят малогабаритный телевизор и две видеокамеры — верхняя и нижняя.

Позиционер работает в следующих режимах: автоматическом, полуавтоматическом, покадровом, от «преднабора», ручном и «ноль датчика». В автоматическом режиме обрабатываются в основном плоские панели. Позиционирование автомата в этом режиме осуществляется по программе в двух координатах. Датчик контроля перемычки не используется. При обработке плоских панелей выравнивание выполняется по программе. При обработке панелей с криволинейными поверхностями выравнивание осуществляется с помощью датчиков.

В полуавтоматическом режиме производится постановка заклепок и перемещение на шаг между ними по программе только в продольном направлении стрингера. Выдерживание установленной величины перемычки проверяется датчиком ее контроля.

В покадровом режиме подготавливаются данные для составления, записи и контроля управляющей программы. Перемычка не контролируется. В режиме от «преднабора» выполняется постановка заклепок, координаты которых не заданы в программе. Позиционирование автомата и постановка заклепок выполняются по программе, набранной на пульте управления. Перемычка не контролируется.

В ручном режиме ведется постановка заклепок, позиция которых задана разметкой, в том числе позиционирование точки отсчета программы. Все действия управляются с пульта. Перемычка не контролируется. Режим «ноль датчика» используется при выставлении датчика контроля перемычки в нейтральное положение.

При работе на всех режимах обрабатываемая панель выравнивается автоматически по командам контактных датчиков.

Порядок работы позиционера следующий: обрабатываемую панель 6 закрепляют на ложементх 2 или площадках рамы, в ручном режиме выравнивают панель и позиционируют автомат 3 в первой (нулевой) точке заклепочного шва, при этом световое пятно автомата совмещается с разметкой точки. Если расстояние от разметки первой точки до оператора превышает

700—800 мм, позиционирование выполняется с помощью телевизионной системы.

Для работы в автоматическом режиме настраивается датчик контроля переключки (автоматически или вручную), и на пульте системы ЧПУ устанавливаются координаты первой точки. Производительность позиционера составляет 6—8 заклепок в минуту.

4. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ И СМЕННАЯ ОСНАСТКА АВТОМАТОВ

4.1. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Для получения отверстий под заклепку и обработки головок заклепок, выходящих на аэродинамические обводы изделия на клепальных автоматах, используется специальный режущий инструмент.

Комплект режущего инструмента (рис. 16) включает в себя спиральные сверла 1, сверла-зенковки 2, 3 и торцевые зенковки 4. Инструмент стандартизирован по отдельным группам автоматов.

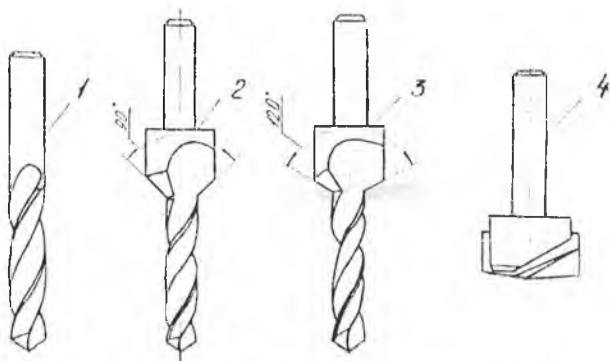


Рис. 16. Типовой режущий инструмент СКА

Сверла и сверла-зенковки имеют довольно сложную геометрическую форму рабочей части. К ним предъявляют высокие требования по изготовлению — малые допуски на биение, шероховатость и выполнение геометрических размеров и т. д.

Это необходимо для получения высокого качества отверстий. Спиральные сверла используют для получения отверстий под заклепки с выступающими головками. Сверла и сверла-зенков-

ки различаются по типоразмерам в зависимости от номинального диаметра отверстий под заклепки и длины сверла (режущей части), определяемой толщиной склепываемого пакета. Интервал между типоразмерами сверл по толщине пакета обычно составляет 4—5 мм. Сверла-зенковки применяют для получения отверстий под заклепки с потайными закладными головками.

Когда в чертеже узла есть требование на выполнение фаски на входной кромке отверстия под заклепку с выступающей головкой, то отверстие обрабатывают сверлом-зенковкой.

Торцевые зенковки служат для зачистки головок заклепок и стержней, выходящих на аэродинамические обводы изделия. Торцевые зенковки разделяют на типоразмеры в зависимости от диаметра обрабатываемых головок заклепок.

4.2. СМЕННАЯ ОСНАСТКА

Сменную оснастку проектируют для каждого типа клепальных автоматов. Комплект стандартной сменной технологической оснастки включает в себя детали крепления режущего инструмента (цанги, зажимная гайка) в сверлильном и зачистном шпинделях, механизмы вставок, опорные втулки и штампы.

Цанги изготавливают для сверл и сверл-зенковок отдельно. В свою очередь, цанги различают по типоразмерам в зависимости от диаметра спиральных сверл. При смене сверл, различающихся диаметрами, меняется и цанга.

Механизм вставки служит для перенесения и вставки заклепок определенного типоразмера в отверстие пакета и создания поддерживающего усилия в процессе клепки. Общее количество типоразмеров механизмов определяется типом заклепок, обрабатываемых на автомате. Выбор типоразмера механизма вставки определяется диаметром и формой закладной головки устанавливаемых заклепок.

Опорные втулки служат для выдерживания плоскости клепки и восприятия усилия давления нижнего прижима при сжатии склепываемого пакета. От геометрической формы и размеров опорной втулки зависят технологические возможности обработки узлов с верхним расположением профильной детали.

Выбор типоразмера опорной втулки определяется диаметром устанавливаемых заклепок, условиями подхода в зону клепки и величиной шага между заклепками в шве. Опорные втулки изготавливаются из высокопрочной стали.

Штампы применяют для фиксации обрабатываемого узла в зоне клепки усилием прижима и образования замыкающих головок заклепок в момент расклепывания. Конструкция штампов позволяет проводить клепку в двух взаимно перпендикулярных

направлениях, но при этом процесс клепки необходимо прерывать для перестановки штампа.

Для каждого типа автоматов изготавливается несколько типоразмеров штампов. Выбор типоразмера штампа зависит от диаметра устанавливаемой заклепки и условий подхода в зону клепки.

5. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ К КОНСТРУКЦИИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБРАБОТКЕ НА СКА

5.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Требования по технологичности клепаных конструкций относительно обработки на автоматах должны учитываться и выполняться уже на стадии эскизного проектирования изделия. Эти требования можно условно разделить на две группы: общие, независимые от вида обрабатывающего оборудования, и специфичные — для конструкций, предназначенных для обработки на СКА.

Первая группа включает в себя требования к конструкционным материалам и соответствующим элементам заклепочных соединений сборочных единиц (СЕ).

Отвечая требованиям, выдвигаемым функциональным назначением СЕ, материалы составляющих ее элементов должны соответствовать единым режимам резания при образовании отверстий под заклепки, а пластические свойства материалов заклепок должны обеспечивать расклепывание при оптимальном режиме в зависимости от выбранного способа клепки.

Составляющими элементами пакета в клепаных конструкциях являются *листовые детали, элементы жесткости, герметизирующие материалы и сами заклепки.*

Требования к элементам жесткости сводятся к следующему: их профили должны быть максимально унифицированы, по возможности применяют профили открытого типа, они располагаются, как правило, с одной стороны пакета в минимально разных направлениях.

Требования технологичности к заклепкам заключаются в следующем: в обрабатываемой СЕ должно применяться наименьшее количество типоразмеров заклепок по всем параметрам — форме головок, маркам материалов, диаметрам и длинам.

При проектировании клепаных СЕ должны учитываться технологические возможности автоматического оборудования. Размерный ряд габаритов и конфигурацию СЕ необходимо согла-

совывать с техническими характеристиками размерного ряда СКА и ПУ к ним.

Большая часть требований предъявляется к пакету: допустимая толщина должна быть в пределах от одного до трех диаметров стержня устанавливаемой заклепки, расстояние от оси заклепки до края профиля или листа (перемычка) не должно быть меньше 1,7 диаметра стержня заклепки (для стержневых заклепок перемычка должна быть не менее двух диаметров). В пакетах из разнородных материалов деталь из более прочного материала должна располагаться со стороны входа сверла при обработке, заклепки применять определенной номенклатуры (рис. 17). В случае применения заклепок двух и более типоразмеров рекомендуется унифицировать параметры заклепочных соединений по зонам обработки. Форма и размеры профилей элементов жесткости должны соответствовать технологическим возможностям выбранного для обработки оборудования. Необходимо применять настообразные герметизирующие материалы определенной номенклатуры (например, У30 МЭС-5, У20А и др.).

Существует ряд специфичных требований к конструкциям, подлежащим обработке на автоматическом оборудовании с ЧПУ: панели должны проектироваться с поверхностями, которые могут быть заданы математическими методами. Элементы жесткости необходимо располагать только с одной (нижней) стороны обшивки и др.

5.2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ПАНЕЛЕЙ И УЗЛОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБРАБОТКЕ НА АВТОМАТАХ

Эти особенности обусловлены комплексным характером выполнения операций клепки и конструктивной спецификой автоматов.

Технологический процесс клепки узлов на автоматах исключает промежуточную разборку узла и снятие заусенцев внутри пакета, поэтому детали, образующие клепаный пакет, должны плотно прилегать друг к другу.

Для соединения деталей перед клепкой на автоматах применяют обычные средства временного крепления: технологические болты, заклепки, пустотелые заклепки. Предпочтительно применение пустотелых заклепок, т. к. они допускают замену на заклепки, требуемые по чертежу узла, при обработке на автоматах.

В случае применения в качестве средств временного крепления технологических болтов их рекомендуется устанавливать в

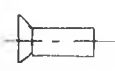
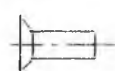


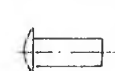


тип защелки							
Отраслевой стандарт	ОСТ 1.34.037- -76	ОСТ 1.34.038- -78	ОСТ 1.34.035- -76	—	ОСТ 1.34.036- -78	ОСТ 1.34.039- -79	—
Угловое обозначение	34 90°	34 120°	3П	3В	3ВУ	34К	34КМ

Рис. 17. Заклепки, применяемые при клепке на автоматах

местах, труднодоступных для подходов опорного элемента автомата. По окончании клепки на автомате технологические болты снимают. Взамен их с помощью прессов и клепальных молотков на внестапельных рабочих местах клепаются заклепки, требуемые по чертежу узла.

Расстояние между точками установки средств временного крепления определяется в зависимости от характера поверхности, на которой расположены обрабатываемые швы и жесткости конструкции узла.

В деталях, подлежащих обработке на автоматах, в отличие от раздельного способа получения отверстий, при котором сверление выполняется на сверлильных установках с ручным позиционированием, направляющие отверстия не должны выполняться.

Определение позиций заклепок на автоматах, использующих ПУ и позиционеры с ЧПУ, осуществляется автоматически по программе в процессе выполнения соединения.

В автоматах, где позиционирование выполняется вручную, на деталях узлов предварительно делают разметку позиций заклепок. Для разметки используют копир, линейку, шаговые линейки, накладные шаблоны и т. п. Разметка может производиться и по готовой детали с направляющими отверстиями. Для разметки могут применяться красная тушь, гуашь, наносимые с помощью распылителей, или карандаш.

Перед обработкой на автомате необходимо проверить качество предварительной сборки на соответствие требованиям чертежа, плотность прилегания деталей, точность разметки и правильное расположение средств временного крепления.

5.3. ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕПКИ

Технологический процесс автоматической клепки укрупнено включает в себя следующие типовые операции (для одного типа заклепок).

1. Подготовить автомат к работе.
2. Проверить заклепки одного типоразмера и засыпать их в бункер автомата.
3. Наладить автомат, используя технологический образец для обработки заданного типоразмера заклепок и с учетом условий подхода в зону клепки.
4. Проверить наладку автомата по технологическому образцу. Предъявить бюро технологического контроля (БТК).
5. Установить сборочную единицу на ПУ автомата. Настроить его по высоте.

6. Клепать шов, перемещая СЕ вдоль шва на шаг клепки.
7. Переместить СЕ к следующему шву.
8. Клепать шов, перемещая СЕ вдоль шва на шаг клепки.
9. Снять СЕ с ПУ автомата. Переместить на верстак.
10. Отключить автомат от электро- и пневмосети. Очистить рабочее место от посторонних предметов.
11. Осмотреть заклепочные швы. Предъявить БТК.
12. Контроль БТК.

Проверить качество клепки согласно требованиям чертежа и производственной инструкции на клепку.

6. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ УЗЛОВ И ПАНЕЛЕЙ ПЛАНЕРА САМОЛЕТОВ НА СКА

6.1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ АСКО

В процессе внедрения АСКО в сборочном производстве предприятий решаются различные задачи по созданию определенных условий для их нормальной эксплуатации. Задачи, подобные по методам решения, могут быть объединены понятием «обеспечение». Для АСКО можно выделить следующие виды обеспечений: *организационно-техническое, технологическое и конструкторское.*

К организационно-техническому обеспечению можно отнести монтаж и отладку оборудования, в том числе обеспечение стабильности питания электроэнергией и энергией сжатого воздуха, обслуживание и ремонт, оснащение инструментом и оснасткой, поддерживающе-выравнивающими устройствами и оргоснасткой, подготовку операторов и организацию оплаты их труда, создание рабочих мест в соответствии с требованиями НОТ и др.

Технологическое обеспечение включает в себя решение таких основных задач, как подбор номенклатуры СЕ, подлежащих обработке на АСКО, проектирование оптимальных технологических процессов, разработку рекомендаций по улучшению технологичности конструкции СЕ и др.

Конструкторское обеспечение необходимо для всесторонней отработки заклепочных соединений на технологичность (работа на АСКО). Имеется ввиду рассмотрение и изменение конструкции СЕ в соответствии с рекомендациями технологов.

Среди вопросов технологического обеспечения ключевым является подбор номенклатуры СЕ, предназначенных для обработки на АСКО. Недостаточность оборудования создает труд-

ности при подборке операторов, оплаты и организации их труда. Недогрузка АСКО объясняется рядом причин:

нетехнологичность узлов изделий, спроектированных без учета обработки на АСКО;

сравнительно узкие технологические возможности имеющихся на предприятии моделей АСКО и применяемой оснастки;

высокая производительность автоматов, обеспечивающая обработку значительно большего объема заклепочных соединений, чем ранее применявшееся сверлильно-зенковальное и клепальное оборудование и, вместе с тем, высокая трудоемкость наладки;

несоответствие существующей организации производства высокой производительности автоматов;

недоверие к автоматам, вызванное их недостаточной надежностью и чувствительностью к изменениям условий производства (пониженное давление в пневмосети и т. п.);

недостаточное внимание к автоматам со стороны производственников, так как на АСКО обрабатывают узлы (первюры и т. п.), которые, как правило, не являются сдерживающими в производственном процессе изготовления изделия.

Малые объемы работ на начальном и завершающем этапах серийного производства изделий также являются одной из причин низкой загрузки оборудования.

Среди обеспечений, способствующих эффективному использованию АСКО, значительную роль играет технологическое обеспечение.

На большинстве предприятий указанные задачи технологического обеспечения решаются традиционным методом, что обуславливает высокую трудоемкость подготовки производства, большие сроки, неоптимальность принимаемых решений и высокий уровень профессиональной подготовки кадров.

При подборе номенклатуры узлов для клепки на автоматическом оборудовании технологами постоянно решается многофакторная задача определения возможности их обработки. До настоящего времени эта работа выполнялась вручную с использованием графиков и таблиц, учетом большого числа отдельных ограничений и требований. Вместе с тем клепанные узлы отличаются значительным многообразием. Это обуславливает высокую трудоемкость работы.

Проектирование технологического процесса вручную также занимает значительное время. При этом последовательность обработки заклепочных швов узла определяется технологом на основе личного опыта. Анализ технологических процессов обработки узлов на СКА отдельных изделий показал, что с одной наладки обрабатывается только каждый пятый узел, а суммарное время наладки достигает 30% трудоемкости обработки.

Одной из существенных причин неэффективного использования АСКО является низкая технологичность клепаных конструкций изделий, не ориентированных на применение этого оборудования.

Среди наиболее нетехнологичных факторов — большая номенклатура применяемых заклепок. Так, в плоских каркасных узлах самолета Ту-154, подлежащих обработке на СКА, применяется 28 типоразмеров заклепок. Во многих соединениях в качестве силовых элементов жесткости преобладают профили закрытого типа с разнонаправленным (продольным, поперечным и двусторонним) расположением. Применяется большое число многослойных пакетов из разнородных материалов с различными механическими свойствами, клиновидные пакеты и клиновидные прокладки (дублиеры). Большинство заклепочных швов имеет малую протяженность.

Указанные факторы, а также организационные трудности эксплуатации СКА привели к тому, что объем клепаных соединений по изделиям, которые обрабатываются на СКА, не превышает 11%.

Целенаправленное проектирование позволит повысить уровень автоматической клепки на изделиях на 40—45% и даже до 65%.

Применение ЭВМ и математических методов позволяет автоматизировать эту работу и оптимизировать затраты на наладку оборудования.

6.2. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ САПР ТПАК

Применение ЭВМ для решения технологических задач обуславливает необходимость постановки и решения дополнительных задач.

Современные ЭВМ используют буквенно-цифровую информацию. В то же время информация об объекте проектирования (детали, узле и т. п.) в настоящее время при неавтоматизированном проектировании задается в виде чертежа с множеством специальных образцов, обозначений и текста технических требований. Следовательно, для использования ЭВМ необходимо разрабатывать модель, позволяющую с помощью системы формальных правил представить информацию об объекте проектирования в буквенно-цифровом виде.

В памяти ЭВМ необходимо иметь информацию об оборудовании, его технологических возможностях, об используемой оснастке, режущем и измерительном инструментах, о стандартах, руководящих и нормативно-технических материалах и др. Необходимо организовать формализованное представление и ввод этой

информации в ЭВМ, а также разработать методы ее выделения в памяти машины и использования (вывода) в нужном виде.

Процесс автоматизированного проектирования в той или иной степени базируется на множествах типовых решений и алгоритмах их выбора. Они должны быть формализованы, введены в память ЭВМ с учетом обеспечения оперативной работы с ними.

Результаты переработки информации на ЭВМ представляются в виде распечаток (и другой необходимой документации), для чего должны разрабатываться специальные программы.

Таким образом, для создания САПР ТПАК необходимо решение следующих задач:

предложить метод формализованного описания исходной технологической информации, в том числе объекта проектирования;
разработать совокупность типовых решений и алгоритмов их выбора применительно к определенным условиям производства;
создать информационное обеспечение;

разработать правила печати результатов проектирования.

Основная цель разработки САПР ТПАК — увеличение объемов высококачественных заклепочных соединений, выполняемых АСКО. Дополнительно достигают цели повышения эффективности использования автоматического оборудования и совершенствования ТПП.

Основные задачи, решаемые системой:

определение возможности обработки узлов АСКО;

проектирование оптимального технологического процесса обработки узлов на АСКО. Комплект технологической документации рабочего серийного операционного технологического процесса включает в себя: титульный лист (ТЛ), комплектовочные карты (КК), маршрутные карты (МК) и операционные карты (ОК);

отработка конструкции узла на технологичность заклепочных швов на АСКО. Факторы нетехнологичности и рекомендации по улучшению технологичности клепаных узлов являются исходной информацией для принятия совершенных конструкторских решений работниками КБ.

6.3. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

САПР ТПАК разработана как автономная, открытого типа, объектно-ориентированная, включающая возможность интеграции с САПР технологического процесса сборки (ГПС).

Составными структурными частями САПР ТПАК являются подсистемы, подразделяющиеся на обслуживающие и проектирующие.

Структура САПР ТПАК приведена на рис. 18.

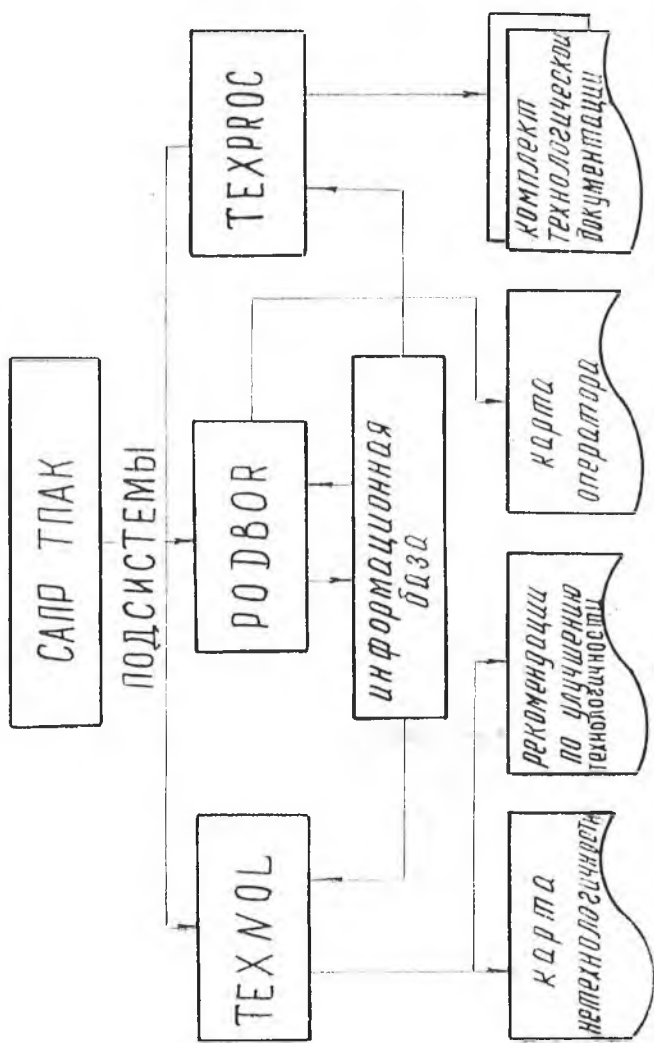


Рис. 18. Структура САПР ТПАК

К обслуживающим подсистемам относятся:

подсистема *WVOD* — ввода, редактирования, корректировки, формирования информации;

подсистема *WVOD* — формирования и вывода на печать массивов, полученных в результате переработки информации.

К проектирующим подсистемам относятся:

подсистема *PODBOR*, осуществляющая выбор автомата, инструмента и оснастки, формирование массивов технологичных и нетехнологичных швов, переформирование массива технологичных швов с целью задания оптимальной последовательности кленки;

подсистема *TEXPROC*, осуществляющая выбор состава и последовательности технологических операций, переходов;

подсистема *TEXNOL*, осуществляющая: определение параметров нетехнологичности и формирование рекомендаций по улучшению технологичности СЕ.

Обмен данными между подсистемами и задачами внутри подсистем осуществляется через единую информационную базу — базу данных (БД).

Взаимодействие функциональных подсистем САПР ТПАК осуществляется в следующем порядке:

1. Оперативная информация и информация из БД используются для работы подсистемы *PODBOR*, в результате которой формируется выходной документ — карта оператора и информации для подсистемы *TEXPROC* и *TEXNOL*.

2. Комплект технологической документации получается в результате работы подсистемы *TEXPROC* при использовании информации БД и выходной информации подсистемы *PODBOR*.

Подсистема *TEXNOL*, используя выходную информацию подсистемы *PODBOR* и информацию из БД, формирует карту параметров нетехнологичности и карту рекомендаций по улучшению технологичности СЕ.

Подсистема *PODBOR* может работать автономно. Подсистемы *TEXPROC* и *TEXNOL* — только после работы подсистемы *PODBOR*.

Компонентами САПР ТПАК являются следующие виды обеспечений: лингвистическое, информационное, программное, техническое и организационное.

Компоненты САПР ТПАК представлены на рис. 19, вкладка.

6.4. ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Единственным компонентом лингвистического обеспечения является инструкция, в которой изложены принципы описания СЕ и ее заклепочных швов как некоторой системы взаимосвязанных элементов геометрической структуры.

Алфавит формализованного языка предназначен для описания информации в целях ввода ее в САПР ТПАК и содержит следующие символы: русский и латинский алфавиты, цифры от 0 до 9, знаки «+», «-», «:», «*», «/», тире, «>», «<», пробел, «=», «)», «(», « », «!», «—» (знак подчеркивания).

Элементарными единицами информации об объектах в языке являются имена и значения параметров. Для их записи использованы следующие лексические единицы: целые и вещественные числа, угловые величины, слова и предложения.

Целые числа используют для определения значений параметров, являющихся количественными характеристиками и принимающих только целые значения (например, номер шва, код модели СКА и т. д.). Их запись представляет собой группу цифр, которая не должна содержать более пятнадцати цифр и перед которой может стоять знак «плюс» или «минус».

Действительные числа представляют в виде двух групп цифр, разделенных точкой. Они должны содержать не более шестнадцати знаков. Действительные числа могут быть представлены в любом формате, если это допускает синтаксис языка.

Угловые величины выражаются в виде двух групп цифр, разделенных точкой (градусы и минуты).

Слова могут быть простыми и составными. Они служат для записи наименований параметров в виде легко запоминающихся мнемонических обозначений. Например, код материала — *KOD-MAT*, длина заклепки — *DSK* (простые слова); наименование сборочной единицы — *SBOR. ED, NAIM*, шифр автомата — *AVTOMAT. STFI* (составные слова).

Предложения составляют из слов, цифр и специальных символов. Они имеют различное назначение в системе. Например, предложение «стенка 154.00.2515.010.007, стойка 154.2515.010.015» даст общую информацию о деталях пакета, которая в ЭВМ преобразуется в другой вид и либо выводится на печать в таком же виде, либо является составной частью другого предложения. Предложение вида «ПК0303-1» включает в себя арифметические, геометрические и технологические реквизиты детали пакета. В ЭВМ по этому предложению будет найдена и обработана вся необходимая информация.

Формализованный язык САПР ТПАК позволяет записывать всю необходимую информацию о СЕ в иерархическом виде. Сборочная единица рассматривается и как пространственная фигура, и как образующая поверхность, и как совокупность составляющих ее поверхностей.

6.5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Информационное обеспечение (ИО) системы — совокупность сведений, представленных в определенной форме и по определенным правилам, необходимым для эффективного функционирования САПР ТПАК в условиях производства.

Информация по характеру ее использования в системе подразделяется на входную оперативную, нормативно-справочную (БД), промежуточную, выходную.

Выходная оперативная информация содержится в картах оперативной информации, которая с дисплея записывается в оперативное запоминающее устройство в виде массива. Составной частью ИО является БД, содержащая нормативно-справочную информацию (НСИ).

Информационная БД САПР ТПАК является специализированной, рассчитанной на специфику процесса автоматической клепки.

В состав информационной БД входят следующие массивы: сводный перечень технологических операций и переходов; перечни и технические характеристики СКА, штампов, втулок;

перечни механизмов вставок, режущего инструмента;

режимы обработки;

измерительный контрольный инструмент;

типовые таблицы решений.

Источниками НСИ служат отраслевые стандарты, РТМ, производственные инструкции, инструкции по эксплуатации оборудования, типовые технологические процессы и нормативы времени.

Структура массивов НСИ представлена двумя формами: списковой и табличной. В форме списковой структуры выполнены массивы сводных перечней переходов и операций, перечни и геометрические характеристики СКА, оснастки, инструментов, режимов обработки и контрольно-измерительных инструментов.

В форме таблиц (таблиц решений) записываются массивы выбора инструментов, кодирования заклепок, выбора типа штампа и другие. Таблицы решений — это формы записи соответствия между решениями и условиями их выбора. Построение массивов НСИ допускает возможность их корректировки и расширения (табл. 1).

Промежуточная информация образуется и накапливается в процессе проектирования и служит для формирования и вывода на печать технологических документов.

Выходная документация получается в алфавитно-цифровом печатающем устройстве (АЦПУ) в виде распечаток карты оператора и комплекта технологических документов.

Втулки

Модель СКА	Характеристики заклепочного шва, мм				Шифр втулки
	диаметр заклепки	геометрический контур верхней детали		шаг точек	
		<i>H</i>	<i>K</i>		
AK-2,2—0,5	4,0	30,0	6,0	19,0	999.1963.7051
	4,0	30,0	16,0	20,0	722.3401.202.013
	4,0	30,0	10,5	17,0	999.1963.7050
	4,0	30,0	10,5	39,0	999.1963.050
AK-5,5—2,4 AK3-5,5—1,2	4,0	30,0	15,0	20,5	722.3401.412.001
	6,0	30,0	12,5	28,0	999.1963.7071
	6,0	30,0	15,0	28,0	722.3401.302.405
	6,0	30,0	15,0	58,0	999.1963.7072

Формы технологической документации соответствуют стандартам ЕСТД:

1. Титульный лист — ГОСТ 3.1105-84 (форма 4 САПР).
2. Комплектовочная карта — использовать формы маршрутных карт.
3. Маршрутная карта — ГОСТ 3.1118-82 (первый лист — форма 5 САПР, второй лист — форма 5А САПР).
4. Операционная карта — ГОСТ 3.1407-86 (первый лист — форма 1 САПР, второй лист — форма 1а САПР).

Карты оперативной информации СЕ даны в приложении.

На рис. 20, вкладка показана логическая структура информационного обеспечения САПР ТПАК во взаимосвязи его составных частей.

6.6. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Математическое обеспечение (МО) по назначению и способам реализации делится на две части.

Первую часть МО составляют математические методы и построенные на их основе математические модели, описывающие объекты проектирования и их части. Вторая часть МО включает в себя формализованное описание технологии автоматизированного проектирования в виде алгоритма. Обе части МО органично взаимосвязаны.

6.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ СЕ НА АСКО

Определение возможности обработки СЕ на АСКО осуществляется в два этапа.

На первом этапе осуществляется предварительный выбор модели автомата путем сопоставления характеристик СЕ и оборудования.

При выборе оборудования используется логическая переменная

$$F_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall m_i \in M_i (p_i \subseteq \bar{P}_i), \\ 0, & \text{если } \exists m_i \in M_i (p_i \subseteq P_i \mid \bar{P}_i), \end{cases} \quad (1)$$

где F_i — логическая переменная, фиксирующая результат сопоставления;

\exists, \forall — кванторы существования и общности соответственно;

m_i — характеристика СЕ;

M_i — множество характеристик СЕ;

p_i — значение характеристики СЕ;

P_i — область значений характеристик СЕ;

\bar{P}_i — область допустимых к обработке на СКА значений характеристики СЕ.

Второй этап — выбор сменной оснастки и инструментов выполняется по характеристикам заклепочных швов.

При выборе сменной оснастки и инструментов используется логическая переменная.

Окончательный выбор модели автомата, а тем самым установление возможности обработки СЕ, ставится в зависимость от факта выбора сменной оснастки и инструментов. Для выбора оборудования, сменной оснастки и инструментов широко используются табличные модели, реализующие условие (1).

6.8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ УЗЛА НА АСКО

Задачами проектирования рабочего ТПАК являются выбор конкретного состава и последовательности операций и переходов, средств оснащения и исполнителей, а также оптимальной последовательности обработки узла.

При проектировании на ЭВМ моделированию (формализации) подлежат следующие параметры ТПАК:

состав структурных составляющих технологических операций и переходов;

последовательность структурных составляющих;

содержание состава технологического перехода — оснастка, инструмент, норма времени и т. д.

6.8.1. Определение состава технологических операций и переходов

Технологические операции разрабатываются на основе анализа инструкции по эксплуатации оборудования, отраслевой нормативно-технологической документации, типовых технологических процессов и публикаций по опыту внедрения АСКО.

Построенные в некоторой последовательности операции составляют свободный перечень технологических операций (СПТО).

Математически это можно записать как множество

$$O = \{O_1, O_2, \dots, O_i, \dots, O_m\}, O_i \in O,$$

где O_1, O_2, O_i, O_m — операции, образующие СПТО.

ТПАК может быть смоделирован в виде определенной последовательности (вектора) операций O_i .

$$O_{\text{пр}} = (O_1, O_2, \dots, O_i, \dots, O_n),$$

$$O_i \in O_{\text{пр}} \wedge O_i \in O.$$

Производственная практика показала, что ТПАК имеет довольно стабильную схему по этапам обработки: комплектование, подготовка АСКО к работе, наладка (первичная) оборудования под конкретный вид заклепочного шва, обработка швов данного вида, переналадка для другого вида швов, обработка (переналадка и последующая обработка швов повторяется $n - 1$ раз, где n — число разновидностей заклепочных швов) и заключительные работы, включая контроль БТК.

Взаимосвязь конструктивно-технологических факторов и технологических операций (переходов) формализуется с помощью соответствия типа

$$F_{D_i} = (F_i, T_i, G),$$

где F — соответствие; F_i — область отправления; T_i — область прибытия; G — график соответствия.

Аналогичные решения используются при выборе состава переходов операции, измерительных инструментов, режимов обработки и т. п.

Каждая операция ТПАК состоит из некоторого числа технологических переходов π_k , исчерпывающе и однозначно описывающих содержание и последовательность работ:

$$O_i = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k, \dots, \pi_p), \pi_k \in O_i.$$

Состав переходов, достаточный для описания всех операций ТПАК, образует свободный перечень технологических переходов (СПТП), моделируемый множеством

$$\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_i, \dots, \pi_r\}, \pi_i \in \Pi.$$

Переходы, описывающие конкретную операцию, образуют подмножество O_i множества Π

$$O_i \subseteq \Pi / \pi_i \in O_i \wedge \pi_i \in \Pi.$$

Переходы, предназначенные для описания операции определенного (j -го) вида работы, образуют подмножество Π_j . Следовательно,

$$\Pi_j \subseteq \Pi, \quad O_i \subseteq \Pi_j \wedge O_i \subseteq \Pi.$$

Число таких подмножеств, достаточных для описания ТПАК, равно шести ($j = 6$).

В табл. 2 представлен фрагмент массива переходов, из которых формируется операция.

Таким образом, ТПАК формализуется в виде вектора

$$O = (O_1, O_2, O_3, O_4 [O_{2n+3}, O_{2n+2}], O_{2n+3}),$$

где $[O_{2n+3}, O_{2n+2}]$ — операции переналадки и клепки, включение и число повторений которых зависит от числа разновидностей n швов.

Проектирование технологического процесса обработки СЕ на СКА осуществляется с использованием типовых решений.

Элементами типизации технологического процесса являются содержание и состав технологического перехода.

Таблица 2

Сводный перечень технологических переходов

Номер перехода	Шифр	Содержание перехода	Оснастка, инструмент	Разряд работы	Норма времени
1	101110	Подготовить автомат к работе по типовому технологическому процессу	Штамп Втулка Механизм вставки Бункер Сверло	4	4,59
2	101110	Получить заклепки	Тара	4	6,50
3	111101	Проверить геометрические параметры заклепок и отсутствие дефектов	Штангенциркуль ИЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89	4	
4	110101	Загрузить заклепки в бункер автомата		4	
5	100100	Настроить вставку заклепок		4	0,51
6	000100	Настроить режим сверления		4	0,51

В состав технологического перехода входят следующие элементы: шифр, содержание, оборудование, оснастка, инструмент, режимы обработки, измерительный инструмент, профессиональный состав исполнителей, квалификация, разряд работы, норма времени, расценка, вспомогательные материалы и т. д.

Выбор и интеграция элементов в технологический переход осуществляется расчетом функций заданных алгоритмов.

6.8.2. Оптимизация технологического процесса

Трудоемкость наладки зависит от степени различия заклепочных швов: обработанного и того, обработка которого предстоит. На практике порядок обработки заклепочных швов СЕ (комплекта СЕ) определяется субъективно технологом при проектировании технологического процесса или оператором автомата в процессе работы. Поэтому он не является оптимальным по суммарным затратам времени на наладку автомата. Необходимо назначить такой порядок обработки швов СЕ, который обеспечивал бы наименьшую величину суммарных затрат времени на наладку автомата.

В математической постановке задача оптимизации порядка обработки заклепочных швов может быть сформулирована как задача коммивояжера.

Задача о коммивояжере формулируется следующим образом.

Имеется N пунктов и заданы расстояния между ними в виде матрицы $\|t_{ij}\|_{N, N}$. Среди замкнутых маршрутов, проходящих через каждый пункт только один раз, необходимо найти кратчайший.

По условию нашей задачи за пункты передвижений принимаем швы, подлежащие обработке, и тогда вместо матрицы расстояний будет рассматриваться матрица времени переналадки оборудования при переходе от обработки швов одного типа к обработке швов другого типа.

Введем переменную

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если осуществлен переход от обработки шва } i\text{-го типа} \\ & \text{к обработке шва } j\text{-го типа;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда математическая модель задачи будет иметь следующий вид. Найдем

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N t_{ij} \cdot X_{ij}. \quad (2)$$

На решение (2) налагается ограничение

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, N, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

$$U_i - U_j + NX_{ij} \leq N - 1, \quad ij = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

где выражения (3), (4) — условия того, что швы одного типа обрабатываются с одной наладкой; формула (5) — условие запрета образования цикла до окончания обработки всех швов.

Эта задача решена методом ветвей и границ, реализация которого связана с постоянным ответвлением множества планов на «дереве» подмножеств. Из этих подмножеств выбираем «лучшее» и его, в свою очередь, подвергаем разбиению и т. д. Процесс разбиения продолжается до тех пор, пока не будет найден оптимальный план.

Для получения незамкнутой цепи вводим такой «нулевой» шов, при котором время переналадки при переходе от этого шва к остальным и наоборот равно нулю. Макросхема алгоритма решения представлена на рис. 21.

Рассмотренное решение задачи на ЭВМ в составе САПР ТПАК позволило снизить трудоемкость межоперационных наладок оборудования и, соответственно, увеличить объем обработки на 30—35%.

6.8.3. Разработка алгоритмов

При разработке системы уделялось большое внимание выбору методологии разработки, документирования алгоритмов и программных модулей САПР ТПАК, так как от нее зависит эффективность программ.

Была выбрана широко распространенная методология, называемая структурным подходом к программированию. Она включает в себя нисходящую разработку, структурное программирование, сквозной структурный контроль.

6.8.4. Алгоритмизация задачи и формы документирования

Разработка алгоритма заключалась в описании реализуемой модулем программной функции в соответствии с его местом в общей иерархической структуре задач. Использовались различные формы представления алгоритма. Для сравнительно простых задач использовалось словесное описание алгоритма и представление его в форме блок-схем.

Для задач с небольшим числом условий, которые принимают только два значения, использовались селективные таблицы.

Для задач со значительным числом условий (больше двух значений) использовались таблицы применяемости.

В процессе проектирования больших задач стремились отразить наряду с логикой программы и ее функции. Для этого

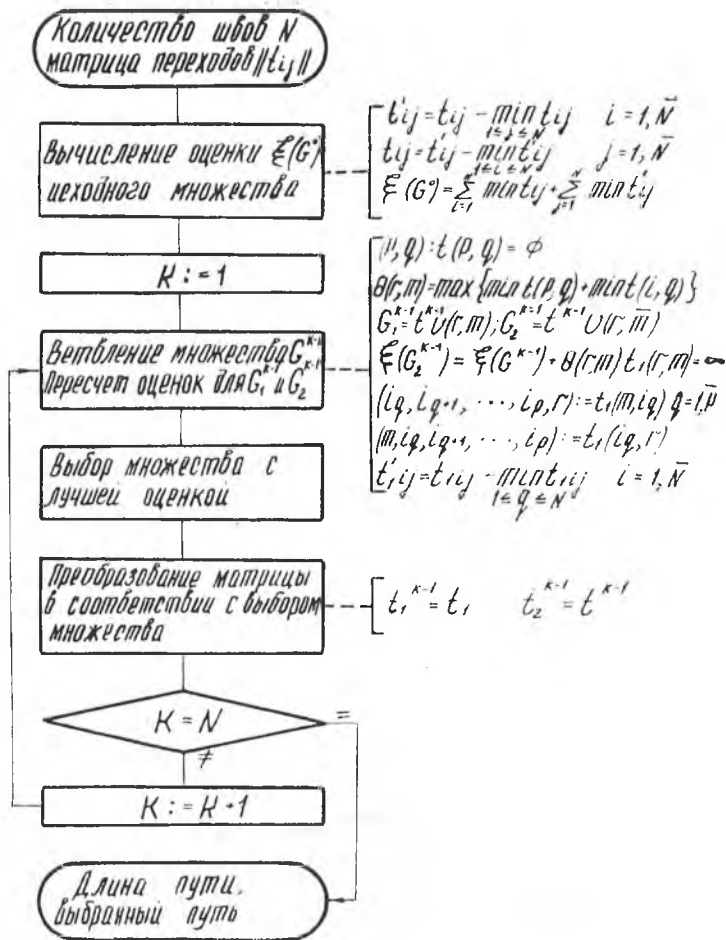



Рис. 21. Макросхема алгоритма решения задачи методом ветвей и границ

использовалась форма представления алгоритма в виде HIPO-диаграмм, позволяющая представить структуру функций системы в иерархически упорядоченной форме на различных уровнях детализации. HIPO-диаграмма задачи RIVER представлена в табл. 3.

Алгоритм подпрограммы RIVER

Звод	Обработка	Вывод
<p>Параметры: массив $NSISIF$ код заклепки - $SIFSIF$ код проката - $KOLSNOV$</p> 	<p>ВСЕ-ПОКА не кончился список швов</p> <p>Сформировать массив составляющих обозначения - THAST</p> <p>ЕСЛИ запись в коде ГОСТ</p> <p>Определить индекс THAST для $d_{3к}, l_{3к}$ ключевого слова</p> <p>ИНАЧЕ ЕСЛИ запись в коде ГОСТ</p> <p>ЕСЛИ СЛУЧАЙ I</p> <p>Определить индекс THAST для $d_{3к}, l_{3к}$ ключевого слова</p> <p>ИНАЧЕ</p> <p>Определить индекс THAST для $d_{3к}, l_{3к}$ ключевого слова</p> <p>ВСЕ-ЕСЛИ</p> <p>ИНАЧЕ</p> <p>Напечатать сообщение об ошибке в записи обозначения</p> <p>ВСЕ-ЕСЛИ</p> <p>Определить $d_{3к}, l_{3к}$.</p> <p>Считать NSISIF</p> <p>ЦИКЛ-ДО количество форм представления больше 3</p> <p>Определить по ключевому слову материал заклепки и таблицу кодов</p> <p>ВСЕ-ЦИКЛ</p> <p>ВСЕ-ЦЕ</p>	<p>Сообщение об ошибке</p> <p>Параметры: $d_{3к}, l_{3к}$, покрытие, материал, коды</p>

6.8.5. Программное обеспечение

Компонентами программного обеспечения (ПО) являются документы с пакетами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы.

ПО подразделяется на общесистемное и специализированное.

Основные функции общесистемного ПО: управление процессом вычислений, ввод, вывод и обработка информации, диалоговая взаимосвязь с пользователем, решение общематематических задач, контроль и диагностика работы вычислительного комплекса и т. д.

Функции общесистемного ПО реализованы на базе операционной системы (ОС) версии 6.1 и выше. Это комплекс программ, управляющих ходом выполнения рабочих программ и использованием всех ресурсов вычислительного комплекса, а также диалоговой системы коллективного доступа *PRIMUS*.

Для решения общематематических задач в состав общесистемного ПО включены соответствующие библиотеки стандартных программ. Специализированное ПО включает в себя пакет прикладных программ (ППП), осуществляющих расчет проектных решений.

Основные функции разрабатываемого специализированного ПО:

- создание информационной базы данных системы;
- ввод и формирование на магнитном диске оперативной информации о СЕ и ее зацепочных швах;

- решение функциональных технологических задач;
- формирование информации для вывода на печать;
- печать выходных технологических документов.

ППП включает следующие программы:

- информационное обеспечение;
- реализация процессов переработки информации;
- выбор ее результатов.

Программы информационного обеспечения выполняют функции ввода и редактирования информации, формирования массивов условно-постоянной и оперативной информации. Предусмотрена возможность выполнения программ информационного обеспечения системы как в пакетном, так и диалоговом режимах.

Программы реализации процессов переработки информации осуществляют:

- а) выбор модели автомата, инструмента и оснастки, формирование массивов технологических (возможна обработка) и нетехнологических (невозможна обработка) швов;

- б) оптимизация порядка обработки швов СЕ по минимальному числу переналадок оборудования;
 - в) выбор состава и последовательности технологических операций и переходов;
 - г) расчет норм времени;
 - д) анализ факторов нетехнологичности швов СЕ и формирование рекомендаций по улучшению их технологичности.
- Структура ИПП представлена на рис. 22.

6.8.6. Техническое обеспечение

САПР ТПАК по числу уровней в структуре технического обеспечения относится к двухуровневой системе. Основой технического обеспечения двухуровневой системы является ЭВМ среднего класса ряда ЕС со штатным набором периферийных устройств. В качестве дополнения используются различные средства хранения, ввода, вывода и тиражирования информации, подключаемые к основной ЭВМ с помощью штатных средств или работающие автономно.

6.9. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Компонентами организационного обеспечения системы являются методические и руководящие положения, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и документы, обеспечивающие взаимодействие подразделений, занятых подготовкой предприятия к внедрению и эксплуатации САПР ТПАК.

Основные этапы функционирования системы:

подготовка входной информации и запись ее в карту оперативной информации (см. прил.) технологом сборочного цеха или технологом-кодировщиком группы специалистов автоматической клепки. Ввод в ЭВМ информации с дискея и контроль за ней осуществляется в цехе (при наличии автоматизированного рабочего места технолога) или ИВЦ;

оформление (утверждение) полученного на ЭВМ комплекта документации в группе специалистов по автоматической клепке и передача в сборочные цехи.

7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ САПР ТПАК

Применение ЭВМ при разработке технологической документации на обработку узлов на АСКО позволяет достичь следующих технико-экономических показателей.



Рис. 22. Структура пакета прикладных программ САПР ТПАК

В подготовке производства:
снижение трудоемкости на 10—15%;
сокращение цикла в 2—3 раза;
повышение качества технологической документации, в частности, применение расчетно-технических норм возрастает с 60—70% до 95—97%;
улучшение условий труда технологов. Они освобождаются от нетворческого труда, повышаются квалификация исполнителей, а также интерес к труду.

В основном производстве при автоматизации выполнения заклепочных соединений:
снижение трудоемкости на 30—40%;
сокращение цикла работ на 30—35%;
повышение качества заклепочных соединений: увеличивается ресурс соединений в 1,5—2 раза, количество дефектных заклепок, подлежащих переклепке, снижается с 10% до 0,5%;
увеличение объема заклепочных соединений, получаемых на АСКО, до 15%;
возрастание загрузки автоматического оборудования на 25—30%;
снижение потребности в производственной площади на 15—25%;
улучшение условий труда рабочих, занятых клепальными работами: ликвидируется опасность профессионального заболевания — виброболезни, снижается шум на рабочих местах, рабочие освобождаются от физически тяжелого труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении /В. С. Корсаков, Н. М. Капустин, К. Х. Темпельгоф, Х. Лихтенберг; Под общ. ред. Н. М. Капустина. М.: Машиностроение, 1985. 304 с.
- Белоглазов Н. М., Мосоулин В. Г., Юреник Т. А. Автоматизация проектирования технологических процессов сборки клепаных узлов летательных аппаратов: Конспект лекций /Куйбышев, авиац. ин-т, Куйбышев, 1979. 36 с.
- Ганиханов Ш. Ф., Боборыкин Ю. А., Шамсиев З. З. Моделирование и разработка технологических процессов сборки самолетов (на примере плоских каркасных узлов). Ташкент, 1982. 140 с.
- Горанский Г. К., Бендерова Э. П. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства. М.: Машиностроение, 1981. 455 с.
- ГОСТ 23501.101-87. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1987. 10 с.
- Григорьев В. П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1975. 344 с.
- ОСТ 1.42289-85. Выполнение соединений заклепками на автоматическом клепальном оборудовании. Типовой технологический процесс. Взамен РТМ 1.4.599-79. Ч. 1; ТР 1.4.563-79; Введ. 01.01.87. М.: Изд-во стандартов, 1985. 44 с.

Павлов В. В. Математическое обеспечение САПР в производстве летательных аппаратов: Учеб. пособие /Моск. физ.-техн. ин-т. М., 1973. 67 с.

Павлов В. В. Основы автоматизации проектирования технологических процессов сборки летательных аппаратов: Учеб. пособие /Моск. авиац.-технол. ин-т. М., 1975. 98 с.

Технология самолетостроения: Учебник для авиационных вузов /А. Л. Абибов, Н. М. Бирюков, В. В. Бойцов; Под ред. А. Л. Абибова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 551 с.

Технология сборки самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов /В. П. Еришов, В. В. Павлов, М. Ф. Киширин, В. С. Хухорев. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.

Щетинин Г. М., Лысов М. И., Бузов В. М. Механизация образования соединений при сборке авиационных конструкций. М.: Машиностроение, 1987. 256 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Панели и узлы, обрабатываемые на СКА	6
2. Конструкция СКА	6
2.1. Автомат для обработки малогабаритных узлов и панелей	6
2.2. Автоматы для кленки среднегабаритных каркасных узлов и панелей	11
2.3. Автоматы для обработки крупногабаритных панелей	17
3. Поддерживающие устройства и позиционеры, применяемые при автоматической кленке	31
3.1. Поддерживающее устройство типа УП-А	32
3.2. Устройство поддерживающее подвесное типа МШКШ-А	35
3.3. Позиционер П-1	37
4. Режущий инструмент и сменная оснастка автоматов	40
4.1. Режущий инструмент	40
4.2. Сменная оснастка	41
5. Требования технологичности к конструкции сборочных единиц, подлежащих обработке на СКА	42
5.1. Общие требования	42
5.2. Особенности технологического процесса сборки панелей и узлов, подлежащих обработке на автоматах	43
5.3. Типовой технологический процесс автоматической кленки	45
6. Автоматизированное проектирование технологических процессов сборки узлов и панелей планера самолетов на СКА	46
6.1. Обеспечение условий работы АСКО	46
6.2. Задачи, решаемые при создании САПР ТПАК	48
6.3. Структура системы	49
6.4. Лингвистическое обеспечение	51
6.5. Информационное обеспечение	53
6.6. Математическое обеспечение	54
6.7. Определение возможности обработки СЕ на АСКО	55
6.8. Проектирование технологического процесса обработки узла на АСКО	55
6.9. Организационное обеспечение	63
7. Техничко-экономическая эффективность САПР ТПАК	63
Библиографический список	65
Приложение (вкладка)	

Горячев Алексей Степанович
Орешин Геннадий Николаевич

САПР АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕПКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Редактор Т. И. Кузнецова
Техн. редактор Н. М. Каленюк
Корректор Н. Д. Чайникова

Свод. тем. п. № 25

Сдано в набор 26.04.91. Подписано в печать 19.06.91.

Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Усл.п.л. 5,6. Усл.кр.-отт. 5,84. Уч.-изд.л. 3,8 + 1,7 п.л. вкл.
Тираж 500 экз. Заказ 394. Цена 70 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Тип. ЭОЗ Куйбышевского авиационного института,
443001 Самара, ул. Ньяновская, 18.