

## РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГРУПОВОЙ СБОРКИ

*Сарбанов Советбек Талгарбекович, к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова; 720044, Кыргызская Республика, Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66; e-mail: [s.sarbanov@mail.ru](mailto:s.sarbanov@mail.ru).*

**Аннотация.** Обоснована необходимость оснащения роботизированного сборочного комплекса, представляющего собой систему «робот – автоматизированное групповое сборочное приспособление», вспомогательным оборудованием, к которому предъявляются

особые требования. В соответствии с приведенной классификацией оно состоит из дополнительного оборудования, обеспечивающего подачу материала из подсистемы межоперационного транспорта и расширяющего функции сборочного робота, а также всевозможных насадных технологических головок и захватов. На основе анализа действующих производств обозначен круг элементов сборочного процесса – на примере выполнения сопряжения прессованием – подвергаемых сплошной автоматизации. Вместе с тем наличие переналаживаемых устройств и сменных частей в роботизированном сборочном комплексе увеличивает подготовительно-заключительное время в общей трудоемкости сборки при смене объекта. В целом эффективность использования автоматизированных групповых сборочных приспособлений повышается путем изменения последовательности выполнения сборочных операций, совмещения переходов во времени и использования принципа агрегатирования при их изготовлении из нормализованных и унифицированных узлов и элементов.

**Ключевые слова:** роботизированный сборочный комплекс, робот, автоматизированное приспособление, переналаживаемые устройства, захваты, подготовительно-заключительное время, последовательность технологических операций.

### **ROLE OF THE TECHNOLOGICAL RIGGING IN PROVIDING FOR THE PRECISION AND PRODUCTIVITY OF THE GROUP ASSEMBLAGE**

*Sarbanov Sovetbek Talgarbekovich, Candidate of Technical Sciences, Associated Professor, KSTU named after I. Razzakov; 66, Ch. Aitmatov av., Bishkek, Kyrgyz Republic, 720044; e-mail: [s.sarbanov@mail.ru](mailto:s.sarbanov@mail.ru).*

**Abstract.** It is based the necessity of fitting out by an auxiliary equipment with special orders to robotized assembly complex, consist of the system “robot – automatic group assembly appliance”. In accordance with given classification an auxiliary equipment includes the additional devices provided for supply of materials from the interoperation transport subsystem and expanded functions of assembling robot as well as different setting technological heads and seizures. On the base of working enterprises analysis are marked the cycle of assembly processes elements exposed complete automation on example of carrying out the unit by pressing. At the same time presence over repaired devices and changeable parts in the robotized assembly complex are increasing the preparatory-concluding time on total labor-intensivity in case of object changing. In whole the efficiency of automatic group assembling appliance are raising by means of alteration of consistency fulfilment assembly operations, combination of transitions on-time and using the principle of aggregation when their designed from the standardization units and details.

**Keywords:** robotized assembly complex, robot, automatic appliance, over repaired devices, seizures, preparatory-concluding time, alteration of consistency fulfilment assembling operations.

Роботизированные сборочные комплексы (РСК) оснащаются вспомогательным оборудованием, к которому относятся различные насадные технологические головки, захваты, магазины, накопители, соединительные элементы входа и выхода РСК с межоперационным транспортом, а также устройства, ориентирующие объекты манипулирования и расширяющие функции робота, в конечном итоге позволяющие автоматизировать весь производственный цикл.

Классификация вспомогательного оборудования, необходимого для автоматизации РСК приведена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация вспомогательного оборудования РСК.

Здесь оборудование, обеспечивающее подачу элементов узлов и сборочных единиц из подсистемы межоперационного транспорта в РСК, включает передвижные и загрузочные механизмы, транспортеры, загрузчики и кантователи поддонов, операционные, поворотные, шаговые, гравитационные и вибрационные бункеры, а также оборудование для ориентации и установки элементов, поворотные шаговые манипуляторы с программным управлением, манипуляционные столы и манипуляторы, подвесные конвейеры непрерывного действия, специальные поддоны и пр.

К оборудованию, расширяющему функции робота, относятся подающие механизмы, кантователи, переключатели, выдвигающие и выбрасывающие механизмы и погрузчики.

Расширять функции сборочного оборудования позволяют механизмы, обеспечивающие автоматизацию технологического процесса сборки и контроля, пневматические устройства для съема кожуха ограждения рабочей зоны, приспособления и зажимы, автоматические обдуватели деталей, выдвигающие механизмы, делительные устройства, держатели, столы-площадки для временного хранения деталей и собираемых узлов, а также автоматические конвейеры отходов и др.

К насадным технологическим головкам относятся собственно сборочные головки, головки для нанесения покрытий, электродуговой и точечной сварки, полировки. В свою очередь различают захваты жесткие (нечувствительные), механические с неподвижными губками, вакуумные, электромагнитные, осязательные (с сенсорами) и специальные, в том числе двойные захваты и захваты с измерительными устройствами.

С целью оценки требований к вспомогательному оборудованию РСК произведен анализ действующих производств, который позволил определить удельный вес его компонентов (результаты сведены в табл. 1).

Вместе с тем выявлено, насколько важно оптимальное распределение функций между вспомогательным оборудованием и роботом, зависящее от технологии сборки, уровня автоматизации, сопрягаемых деталей, структуры сборочного оборудования. Для полной автоматизации производственной системы обязательно наличие автоматической межоперационной транспортировки и промежуточного хранения деталей. Решающим же аспектом при проектировании средств межоперационной транспортировки становится решение задачи по подаче деталей в зону сборки и обеспечение ее взаимосвязи с технологией и управлением производственным процессом. Здесь – главное, чтобы детали перемещались по кратчайшему пути без встречных потоков и задержек. В процессе транспортировки между

двумя смежными технологическими операциями следует добиваться минимума манипуляционных действий с небольшим числом установок и переустановок сопрягаемых деталей.

**Таблица 1.**

**Вспомогательное оборудование РСК**

| №  | Виды вспомогательного оборудования                      | в %   |
|----|---|-------|
| 1  | Перемещающие и устанавливающие механизмы                | 0,92  |
| 2  | Накопители, магазины                                    | 34,20 |
| 3  | Механизмы для ориентирования и установки положения      | 5,02  |
| 4  | Конвейеры непрерывного действия и шаговые конвейеры     | 13,02 |
| 5  | Устройства, расширяющие функции робота                  | 10,33 |
| 6  | Устройства, расширяющие функции сборочного оборудования | 11,65 |
| 7  | Прочее оборудование                                     | 1,74  |
| 8  | Жесткие (нечувствительные) захваты                      | 17,74 |
| 9  | Упругие (чувствительные) захваты                        | 0,18  |
| 10 | Специальные захваты и насадные технологические головки  | 5,20  |

Традиционные конструкции сборочных приспособлений неприемлемы для роботизированной сборки, поскольку они даже в условиях автоматизации предусматривают присутствие оператора, который обязан своевременно загружать магазины и кассеты и следить за работой и состоянием сборочного оборудования и приспособления. В условиях же роботизированной сборки сочетание «человек – робот» неприемлемо по определению в связи с тем, что нарушается основной принцип роботизации – полная автоматизация технологического процесса.

РСК, представляющий собой систему «робот – автоматизированное групповое сборочное приспособление (АГСП)», предъявляет определенные требования к вспомогательному оборудованию, входящему в его состав. Это обусловлено тем, что ориентация элементов сборочной единицы из-за их сложной конфигурации представляет собой довольно-таки трудную задачу, поэтому приходится упрощать конструкцию робота путем сокращения числа управляемых координат и перекладывания части его функций на вспомогательные устройства. Соответственно, возникает необходимость в разработке новой системы приспособлений.

Стремление к упрощению конструкции робота ведет к использованию привычных исполнительных механизмов – длинноходных цилиндров и поворотных пневмодвигателей. Работа АГСП в этих условиях предполагает:

- полную автоматизацию приемов;
- установку базовых деталей в приспособление посредством загрузочных устройств различного типа (кассет, магазинов, накопителей), что особенно эффективно при сборке узлов средних и малых размеров, размещение которых в данных устройствах чрезвычайно удобно;
- закрепление и открепление базовой детали в приспособлениях стационарного и поворотного типов;
- транспортировку базовой детали в зону сборки;
- вращение, фиксацию и закрепление поворотных частей приспособлений, перемещение базовой детали с помощью шибера;
- соединение и фиксацию сопрягаемых деталей за счет привода подачи базовой детали в зону сборки, съем и выталкивание собранного узла из рабочей зоны после завершения операции, а также контроль качества поступающих на сборку собираемых деталей и узлов, их наличия на сборочной позиции и качества выполняемого соединения.

Управление исполнительным механизмом АГСП (ИМ.СП) осуществляется от пульта управления роботом (ПУР), в системе которого предусматривается подключение программируемого технологического оборудования, позволяющая реализовать централизованную систему управления роботом и АГСП (рис. 2а).

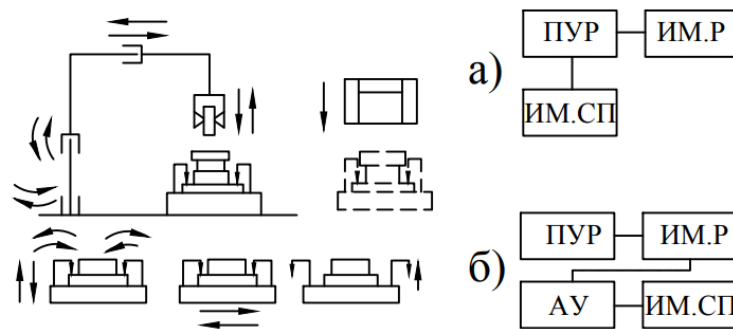


Рис. 2. Принципиальные схемы централизованной (ЦУ) и автономной систем (АУ) управления роботом и АГСП.

Однако здесь можно применить и автономную систему управления (АУ) исполнительными механизмами робота (ИМ.Р) и АГСП (ИМ.СП) при малом количестве технологических команд, поступающих от ПУР на выполнение приемов работы АГСП. Цикл сборки в этом случае сокращается за счет совмещения во времени выполнения исполнительных движений робота и АГСП. Управление приводами осуществляется кулачками, упорами, сервозолотниками и конечными выключателями, воздействие на которые производится подвижными частями робота и АГСП.

Следует отметить, что АГСП, применяемые при групповой сборке, существенно отличаются от обычных механизированных приспособлений. Во-первых, они располагают переналаживаемыми устройствами автоматической подачи и ориентации сопрягаемых деталей; во-вторых, сменные установочные, центрирующие, фиксирующие и прочие элементы базирования и закрепления деталей, сменные прижимные элементы (прихваты, кулачки и пр.) АГСП предусматривают наличие общих элементов автоматизации: средств надежного обеспечения заданного положения деталей (сменных досылателей), средств контроля наличия и положения деталей при сборке, устройств блокировки для предупреждения брака и аварийных ситуаций, а также устройств и механизмов для удаления изделия с потерей или без потери ориентации.

Указанные элементы для переналадки АГСП существенно увеличивают общую трудоемкость групповой сборки  $T_z$ , причем большую долю в ней занимает подготовительно-заключительное время  $T_{n-з}$ . Поэтому целесообразной является разработка соответствующих мероприятий по сокращению величины  $T_{n-з}$ , зависящей от трудоемкости перепрограммирования РСК и переналадок (смены губок захватного органа (ЗО) робота и сменных элементов приспособлений). При этом необходимо рассматривать весь цикл сборки на РСК, предусматривающий полную автоматизацию всех приемов робота и АГСП. Процесс переналадки обычно осуществляется оператором, хотя возможен и процесс автоматической переналадки – смены сборочных блоков вспомогательного оборудования и ЗО робота.

В целях сокращения  $T_{n-з}$  в ходе групповой сборки необходимо реализовать целый ряд технологических задач, одна из которых – последовательность запуска узлов-представителей: здесь предусматривается очередность, требующая минимальных затрат времени  $T_{n-з}$  при смене узла-представителя группы (рис. 3).

Аналогичная задача тесно связана с формированием технологического ряда сборочных единиц, подлежащих групповой сборке. Именно сложность комплектования группы

сборочных единиц и многообразие возможных вариантов технологических операций сборки затрудняет процесс проектирования АГСП.

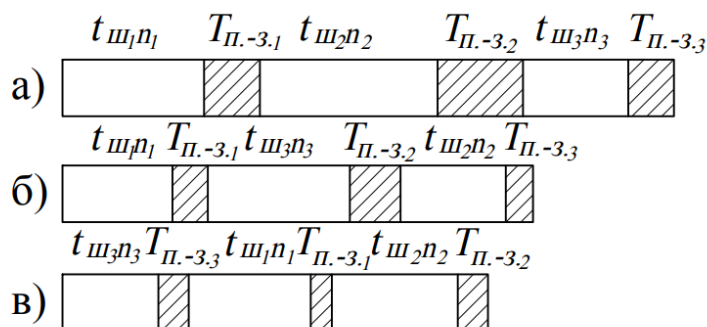


Рис. 3. Изменение подготовительно-заключительного времени  $T_{п.-3}$  в зависимости от последовательности запуска собираемых узлов.

Отсюда исходит задача по выработке методов проектирования АГСП, позволяющих выбирать наиболее рациональный вариант технологической операции сборки и соответствующей формы ее технической реализации. Успешной реализации данной задачи способствует создание математических моделей типовых компоновок АГСП, что существенно сокращает время проектирования приспособления на стадии выбора его схемы [1].

В общем виде АГСП должно собираться по принципу агрегатирования из стандартизованных элементов, стыкуемых со специальными (базовыми, корпусными) элементами приспособления. Также чрезвычайно важно использование стандартизованных элементов приводных устройств для транспортировки и закрепления базовой детали, работы выталкивателей, выполнения собственно сборочной операции (например, запрессовки).

В разрабатываемой системе АГСП необходимо предусматривать комплектующие устройства (магазины, кассеты, вибробункерные ориентирующие устройства), а дополнительные устройства сборочного приспособления легко компонуются из имеющегося комплекта универсально-сборных приспособлений. Следует отметить, что использование двух конструктивно увязанных между собой систем технологической оснастки – универсально-сборной и групповой переналаживаемости – повышает уровень стандартизации комплектующих элементов до 90–95%.

Что касается точности сборки, то на нее оказывают влияние не все элементы АГСП. Прежде всего, точность сборочной операции зависит от точности сопряжения элементов приспособления. В отдельных случаях существенно проявляют себя погрешности базирования  $\varepsilon_b$  и износа  $\varepsilon_u$ . Погрешность износа  $\varepsilon_u$  имеет место вследствие износа установочных поверхностей из-за многократной переустановки базовых деталей, а также износа фиксирующих поверхностей АГСП при переналадке. Поэтому нет смысла вести точностные расчеты всех узлов АГСП, и надо рассчитывать лишь те его элементы, на которые воздействуют переменные факторы.

На основании проведенного анализа номенклатуры изделий, подлежащих автоматической сборке и технологических возможностей роботов установлено, что при использовании в РСК программируемого вспомогательного оборудования (АГСП) довольно просто автоматизируется сборка несложных сборочных единиц. При этом возможность переналадки и перепрограммирования оборудования позволяет применить групповую технологию сборки и тем самым повысить эффективность роботизации. Кроме того, внедрение групповой технологии существенно увеличивает производительность сборки изделий, собираемых малыми партиями по сравнению с универсальным оборудованием.

**Список литературы:**

1. Сарбанов С.Т. Основные принципы построения роботизированной групповой сборки. / Инновации в науке и практике. Сборник статей по материалам X-ой Международной научно-практической конференции. Ч. 1(4). Барнаул / – Уфа: Изд. НИЦ «Вестник науки», 2018. – С. 146-155.