

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ГИБКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РОБОТИЗИРОВАННЫХ СБОРОЧНЫХ ЛИНИЙ

В. М. МЕДУНЕЦКИЙ, В. В. НИКОЛАЕВ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: vm57med@yandex.ru*

Рассмотрены вопросы повышения гибкости технологических автоматизированных и роботизированных сборочных линий малогабаритных изделий. Рассмотрены особенности применения роботизированных линий, предложены методы их организации и варианты модификации составных элементов основного технологического оборудования.

Ключевые слова: *производственные технологические системы, технологическая гибкость, автоматизированные и роботизированные линии сборки, технологические модули, захватные устройства манипуляторов роботов*

Современное развитие производства можно охарактеризовать тем, что в явном виде проявились следующие тенденции. Номенклатура промышленных изделий значительно расширилась, при этом размеры изготавливаемых партий заметно сократилось. Ужесточились требования по времени для перехода выпуска от одного вида изделия к другому. Повысились требования к качеству промышленных изделий при снижении их себестоимости. В связи с этим появилась потребность в повышении технологической гибкости преимущественно сборочных линий, которые реализуют многономенклатурные партии изделий и которые в основном сейчас являются роботизированными.

Технологическая гибкость — это способность перехода производства от одного вида изделия на другой при минимальных изменениях технической производственной базы. В настоящее время выделяют технологическую, структурно-оперативную и машинную гибкость [1].

Надо отметить, что повышение гибкости технологических линий весьма актуально там, где осуществляются операции сборки, так как они существенно определяют технико-экономические показатели продукции в целом [2].

Исследования типовых сборочных операций показывают, что около 60 % трудоемкости процессов сборки компонентов изделий приходится на операции координации объектов относительно технологической системы (в том числе подачу и совмещение баз), а порядка 40 % — на операции соединения элементов [2, 3].

В сборочных процессах в условиях автоматизации и роботизации в настоящее время используются два подхода:

- 1) изготовление и использование специальных средств по отдельным частям технологических операций;
- 2) использование универсальных средств, в основном для процессов сборки [3].

Анализ производственных систем показывает, что гибкость технологической системы обеспечивается прежде всего изменением параметров технологического оборудования и изменением положения в пространстве как объектов производства, так и функциональных компонентов технологического оборудования [4—6].

Для повышения гибкости роботизированных сборочных линий предлагается метод блочно-модульной организации, суть которого заключается в наборе технологических модулей в рамках рабочего поля и использовании специального устройства их перестановки [7]. Построение сборочной технологической линии по такому методу обеспечивает достаточно быструю перекомпоновку технологического оборудования, что в сочетании с автоматической перенастройкой функциональных параметров технологического оборудования и возможностью используемых манипулирующих систем технологических модулей позволит достичь большей гибкости [1].

Гибкость сборочных роботизированных линий также можно повысить путем перестановки манипулятора на так называемые базовые поверхности. Это достаточно эффективно, если в производственном процессе задействованы малогабаритные манипуляторы для сборки небольших по размеру устройств, к примеру, миниатюрных оптических приборов.

Однако существенно повысить технологическую гибкость автоматизированных и роботизированных линий возможно, если охватить рабочие станции единой рабочей зоной манипулятора (в предельном варианте — одним). Это позволит отказаться от отдельно расположенных манипуляторов и не использовать технологический транспорт, который связывает эти манипуляторы. Обеспечить единую рабочую зону манипулятора можно путем увеличения линейных размеров его звеньев, либо путем введения дополнительных подвижных звеньев. К примеру, разместить на специальном управляемом основании для движения по плоскости или установить манипуляторы на рельсовые направляющие. Также имеется еще один вариант расширения рабочей зоны манипулятора, это когда возможно обеспечить его перестановку на фиксированные базовые поверхности [7, 8], при этом механизм, обеспечивающий перестановку, может быть без сложной системы позиционирования и управления. Таким образом, манипуляторы достаточно оперативно могут размещаться в непосредственной близости к рабочей станции.

Во многих случаях на приборостроительных предприятиях при сборке малогабаритных изделий используются детали и узлы, вес которых может достаточно сильно различаться. В этом случае целесообразно применять унифицированные устройства (захваты) манипуляторов, которые обладают усилием схватывания, зависящим от веса и размеров захватываемых деталей. Обеспечить функционирование такого захвата можно с помощью

- 1) внешней системы управления [9];
- 2) захватного устройства, обладающего переменным усилием, которое зависит от габаритов и веса захватываемого объекта.

Авторами предложена конструкция захвата, обладающая переменным усилием схватывания за счет использования определенного рычажного механизма [10]. В работе [11] определены основные геометрические зависимости и передаточная функция предложенной конструкции такого захвата. Разработано схемное решение захвата, которое позволяет обеспечить использование широкой номенклатуры деталей с различными массогабаритными характеристиками.

Заключение. Предложенные способы модификации механических компонентов обеспечивают существенное повышение гибкости роботизированных сборочных линий для широкой номенклатуры малогабаритных изделий, что позволит оперативно переходить к выпуску новой продукции. Реализация на практике предложенных механических компонентов сборочных роботизированных линий, организованных на основе блочно-модульного метода, в сочетании с технологиями компьютерного моделирования для процесса перекомпоновки,

позволит существенно сократить время подготовки технологических линий к выпуску нового вида продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козырев Ю. Г. Гибкие производственные системы. Справочник. М.: КНОРУС, 2017. 364 с.
2. Воронин А. В., Гречухин А. И., Калашиников А. С. и др. Механизация и автоматизация сборки в машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. 272 с.
3. Митрофанов С. П., Куликов Д. Д., Миляев О. Н., Падун Б. С. Технологическая подготовка гибких производственных систем. Л.: Машиностроение, 1987. 352 с.
4. Тимофеев А. В. Адаптивные робототехнические комплексы. Л.: Машиностроение, 1988. 332 с.
5. Бондарева Н. Н. Состояние и перспективы развития роботизации: в мире и России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7, № 3. С. 49—57. DOI: 10.18184/2079-4665.2016.7.3.49.57.
6. Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots [Электронный ресурс]: <https://ifr.org/img/uploads/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_20161.pdf>. (дата обращения: 10.02.2019).
7. Medunetskiy V. M., Nikolaev V. V. The way to expand the operation area for robot manipulators to increase flexibility of process lines // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1210. P. 012093.
8. Медунецкий В. М., Николаев В. В. Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 4. С. 377—379. DOI 10.17586/0021-3454-2018-61-4-377-379.
9. Колташников С. Н., Челпанов И. Б. Принципы проектирования захватных устройств для промышленных роботов, предназначенных для работы в гибких автоматизированных производственных системах // Промышленные роботы для гибких автоматизированных производств: Сб. науч. тр. Куйбышев: Изд-во КПИ, 1985. 150 с.
10. Медунецкий В. М., Падун Б. С., Николаев В. В. Особенности проектирования захватных устройств для повышения гибкости автоматизированных и роботизированных технологических линий приборостроительных производств // Науч.-техн. вестн. информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17, вып. 6. С. 1123—1132. DOI: 10.17586/2226-1494-2017-17-6-1123-1132.
11. Николаев В. В. Повышение гибкости роботизированных сборочных линий многономенклатурного производства оптических приборов: дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2018. 123 с.

Сведения об авторах

Виктор Михайлович Медунецкий — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО;
E-mail: vm57med@yandex.ru

Вячеслав Викторович Николаев — канд. техн. наук; Университет ИТМО; E-mail: mak5@inbox.ru

Поступила в редакцию
02.06.2020 г.

Ссылка для цитирования: Медунецкий В. М., Николаев В. В. Основные направления повышения гибкости технологических автоматизированных и роботизированных сборочных линий // Изв. вузов. Приборостроение. 2020. Т. 63, № 10. С. 946—949.

MAIN WAYS FOR INCREASING THE FLEXIBILITY OF AUTOMATIC AND ROBOTIC ASSEMBLY LINES

V. M. Medunetsky, V. V. Nikolaev

ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: vm57med@yandex.ru

Several issues of increasing the flexibility of technological automated and robotic assembly lines of small-sized products are considered. The features of robotic assembly lines are considered, methods of their organization and modification of mechanical components of technological equipment are proposed.

Keywords: production technological systems, technological flexibility, automated and robotic assembly lines, technological modules, grippers of robotic manipulators

REFERENCES

1. Kozyrev Yu.G. *Gibkiye proizvodstvennyye sistemy. Spravochnik* (Flexible Manufacturing Systems. Reference Book), Moscow, 2017, 364 p. (in Russ.)
2. Voronin A.B., Grechukhin A.I., Kalashnikov A.C. et al. *Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya sborki v mashinostroyenii* (Mechanization and Automation of Assembly in Mechanical Engineering), Moscow, 1985, 272 p. (in Russ.)
3. Mitrofanov S.P., Kulikov D.D., Milyayev O.N., Padun B.S. *Tekhnologicheskaya podgotovka gibkikh proizvodstvennykh sistem* (Technological Preparation of Flexible Production Systems), Leningrad, 1987, 352 p. (in Russ.)
4. Timofeyev A.V. *Adaptivnyye robototekhnicheskiye komplekсы* (Adaptive Robotic Systems), Leningrad, 1988, 332 p. (in Russ.)
5. Bondareva N.N. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2016, no. 3(7), pp. 49–57. DOI: 10.18184/2079-4665.2016.7.3.49.57.
6. *Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots*, https://ifr.org/img/uploads/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_20161.pdf.
7. Medunetskiy V.M., Nikolaev V.V. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1210, pp. 012093.
8. Medunetskiy V.M., Nikolaev V.V. *Journal of Instrument Engineering*, 2018, no. 4(61), pp. 377–379. DOI 10.17586/0021-3454-2018-61-4-377-379. (in Russ.)
9. Kolpashnikov S.N., Chelpanov I.B. *Promyshlennyye roboty dlya gibkikh avtomatizirovannykh proizvodstv* (Industrial Robots for Flexible Automated Manufacturing), Collection of scientific papers, Kuybyshev, 1985. (in Russ.)
10. Medunetskiy V.M., Padun B.S., Nikolaev V.V. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2017, no. 6(17), pp. 1123–1132. DOI: 10.17586/2226-1494-2017-17-6-1123-1132. (in Russ.)
11. Nikolaev V.V. *Povysheniye gibkosti robotizirovannykh sborochnykh liniy mnogonomenklaturnogo proizvodstva opticheskikh priborov* (Increase the Flexibility of Robotic Assembly Lines for Multi-Product Optical Manufacturing), Candidate's thesis, St. Petersburg, 2018, 123 p. (in Russ.)

Data on authors

- Viktor M. Medunetskiy** — Dr. Sci., Professor; ITMO University, Faculty of Control Systems and Robotics; E-mail: vm57med@yandex.ru
- Vyacheslav V. Nikolaev** — PhD; ITMO University, Faculty of Control Systems and Robotics; E-mail: mak5@inbox.ru

For citation: Medunetskiy V. M., Nikolaev V. V. Main ways for increasing the flexibility of automatic and robotic assembly lines. *Journal of Instrument Engineering*. 2020. Vol. 63, N 10. P. 946–949 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2020-63-10-946-949