

РАБОЧАЯ ПОЗИЦИЯ С ПЕРЕКОМПОНУЕМЫМИ РАБОЧИМИ СИСТЕМАМИ

А.С. Селиванов¹, Б.М. Горшков², Н.С. Самохина²,
А.А. Лукьянов¹, О.О. Левицких³, М.М. Тверской⁴

¹Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия,

²Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти, Россия,

³Самарский научный центр РАН, г. Самара, Россия,

⁴Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Высокие требования по скорости переналадки и надежности обеспечения качества продукции для современного производства требуют новых принципов построения производственных систем. Высокая производительность и гибкость при различной номенклатуре производства может обеспечиваться за счет применения перекомпонуемых производственных систем. Данные системы объединяют преимущества агрегатных станков и обрабатывающих центров за счет конструктивных особенностей, описанных в данной статье. Приведены виды узлов и элементов системы в скомпанованном и дескомпанованном состоянии. Разработаны алгоритмы и схемы функционирования ярусов перекомпонуемых рабочих позиций (ПРП) в сравнении с рабочими позициями автоматических линий (РПАЛ). Сформулирована формула определения средней наработки до отказа ПРП. Проведена визуализация элемента системы и схема элемента системы – межмодульного элемента базирования (МУБК). Определены комплексные показатели эксплуатационной надежности ПРП одновременно по частным и комплексным показателям безотказности и ремонтпригодности с учетом особенностей функционирования и конструкции ПРП в сравнении с РПАЛ. Разработаны методики определения показателей безотказности и ремонтпригодности, учитывающие конструктивные и функциональные особенности ПРП в условиях многономенклатурного производства, основанные на значениях эксплуатационной надежности РПАЛ. Разработанные решения соответствуют направлениям развития современного машиностроительного производства и стратегии развития РФ. В условиях действующего машиностроительного предприятия точность оценки экономического эффекта требует применения робастных расчётных моделей, реализованных не только в виде алгоритмов, но и программ. В дальнейшем планируется разработать специальное программное обеспечение, позволяющее определить надежность перекомпонуемой рабочей позиции относительно позиции с жесткой межагрегатной связью.

Ключевые слова: перекомпонуемая рабочая позиция, жесткая межагрегатная связь, автоматическая смена узлов, перекомпонуемая производственная система.

Введение. В настоящее время одним из решений проблемы создания производственных систем, сочетающих высокий уровень производительности и гибкости в условиях многономенклатурного производства, является создание перекомпонуемых производственных систем (ППС), объединяющих достоинства агрегатных станков и обрабатывающих центров, за счет конструктивных и функциональных нововведений в сравнении с рабочей позицией автоматической линии (РПАЛ), что позволяет обеспечивать высокий уровень технико-эксплуатационных показателей и показателей надежности.

1. Структура ПРП. Перекомпонуемая рабочая позиция (ПРП) (рис. 1), как и РПАЛ, состоит из k комплектов, содержащих j ярусов. В соответствии с рис. 1 ярус $j-3$ комплектов 1, 3 является ярусом обработки; ярус $j-2$ комплектов 1, 3 является ярусом перемещения; ярус $j-2$ комплекта 2 является ярусом крепления. Межагрегатная связь в отличие от РПАЛ (жесткая межагрегатная связь) является гибкой, что позволяет реализовывать автоматический процесс перекомпонования на базе ПРП [1, 2]. Гибкая межагрегатная связь становится возможной благодаря использованию межмодульных устройств базирования и крепления (МУБК), которые автоматически закрепляют

Технология

и раскрепляют автоматически сменный узел на ПРП. На примере агрегатного узла автоматический сменный узел исследуемой ПРП состоит из двух частей (рис. 2):

– исполнительная часть (рис. 2, поз. 1), повторяющая конструкцию агрегатного узла рабочей позиции с жесткой межагрегатной связью, имеет четыре проушины (рис. 2, поз. 2) необходимых для снятия, установки и переноса автоматически сменного узла;

– межмодульное устройство базирования и крепления (МУБК; рис. 2, поз. 3) состоит из корпуса в виде плиты с нижней и верхней базовыми поверхностями для соединения с автоматически сменными узлами. Корпуса расположены параллельно. Верхней базовой поверхностью МУБК жестко крепится к верхнему сменному узлу. На нижней базовой поверхности находятся исполнительные элементы механизмов крепления и базирования для соединения с нижерасположенным автоматически сменным узлом. Механизмы базирования и крепления МУБК унифицированы [3, 4].

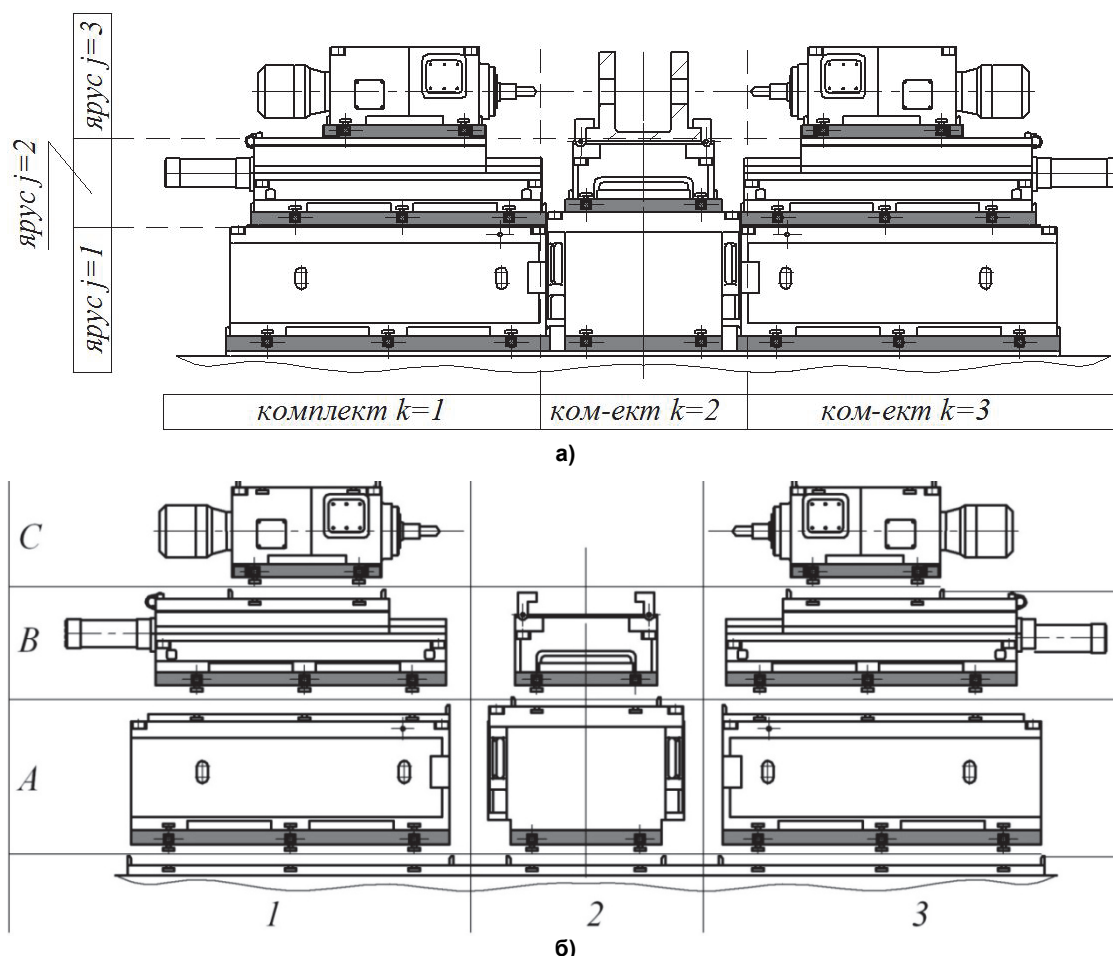


Рис. 1. Схема перекомпоновуемой рабочей позиции (ПРП):
а – в скомпонованном состоянии; б – в дескомпонованном состоянии

Проанализировав конструктивные особенности ПРП в сравнении с РПАЛ, рассматриваем особенности функционирования ПРП в сравнении с РПАЛ.

Существует два основных отличия в функционировании ПРП в сравнении с РПАЛ, к ним можно отнести:

1) возможность на ПРП производить обработку изделий различной номенклатуры в широком спектре конструкций изделий и технологических процессов на основе применения автоматически сменных узлов и процессов перекомпонования рабочих позиций непрерывно в цикле функционирования перекомпоновуемой производственной системы [5, 6].

При смене технологии обработки и обрабатываемых деталей в связи с заменой автоматически сменных узлов рабочая позиция имеет переменный характер компоновочного и структурного преобразования [7, 8]. Перекомпоновуемую рабочую позицию подвергают автоматическому перекомпонованию и автоматической смене узлов на основе применения автоматических устройств

автооператоров промышленного робота для автоматической смены узлов рабочей позиции. В этой связи при смене обрабатываемой детали и изменении технологии обработки на ПРП в цикле перекомпонования применяют автооператор с ЧПУ или промышленный робот, который по программе ЧПУ выполняет перекомпонование комплектов сменных узлов, при необходимости всех трех комплектов и по всем ярусам.

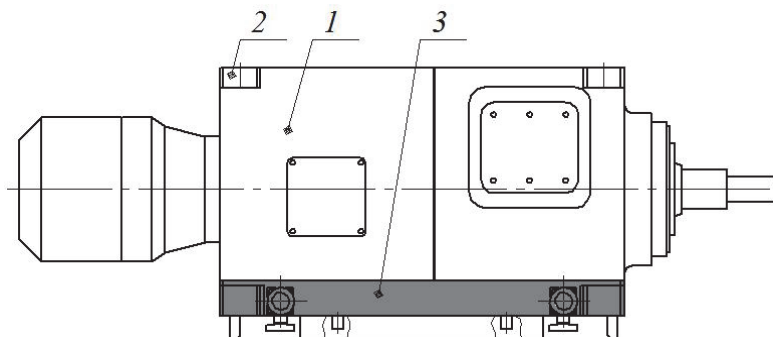


Рис. 2. Автоматически сменный узел ПРП

В процессе перекомпонования рабочую позицию из автоматически сменных узлов трех комплектов многоярусного компонования переводят из скомпонованного состояния в дескомпонованное, меняют сменные узлы, инструмент, оснастку. Затем, изменяя компоновку, переводят состояние узлов из дескомпонованного состояния рабочей позиции в скомпонованное с возможностью замены узлов и образованием новой компоновки рабочей позиции с новыми свойствами и технико-эксплуатационными параметрами [9, 10].

2) восстановление работоспособности ПРП при неисправности одного из узлов осуществляется без вмешательства наладчиков и проведения традиционного ремонта (РПАЛ). Процесс восстановления работоспособности выполняется на основе смены неисправного узла на заменяемый узел, после чего ПРП продолжает функционировать.

2. Алгоритм функционирования. Алгоритм функционирования автоматически сменного узла на примере автоматически сменного шпиндельного узла (АС ШУ) и яруса ПРП принимает вид, отличный от алгоритма функционирования узла РПАЛ (рис. 3, 4).

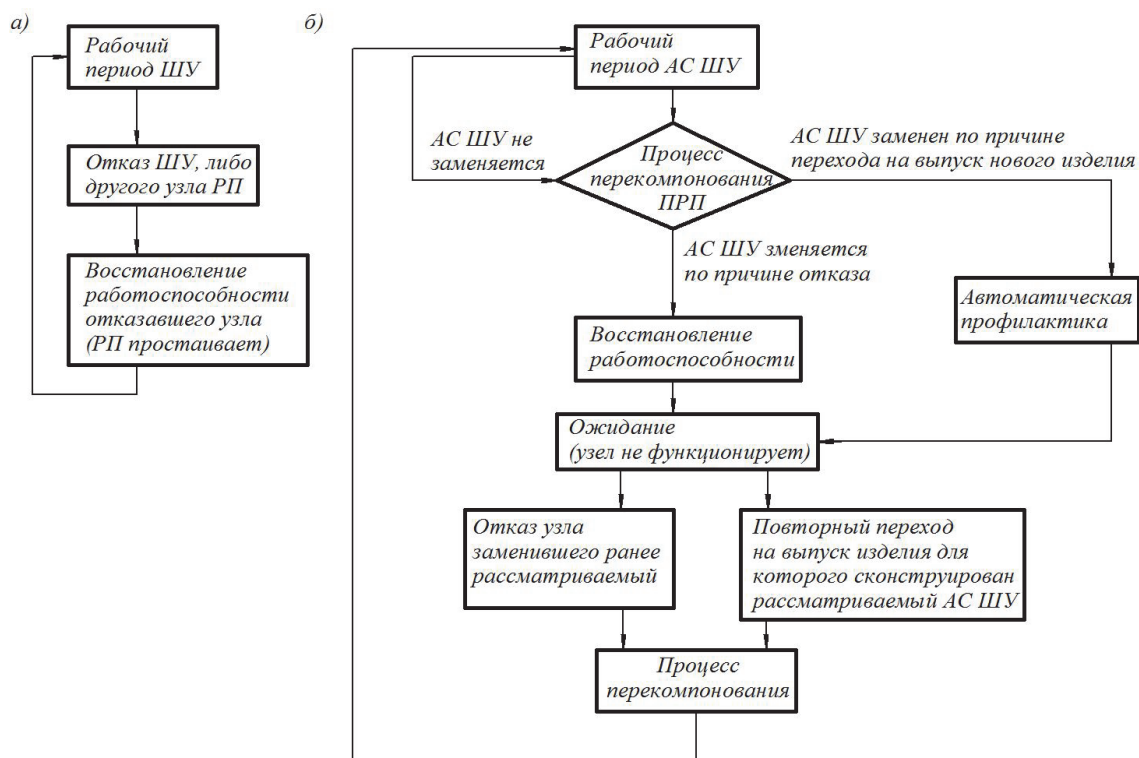


Рис. 3. Алгоритм функционирования ШУ АЛ (а) и автоматически сменного ШУ (АС ШУ) ПРП (б)

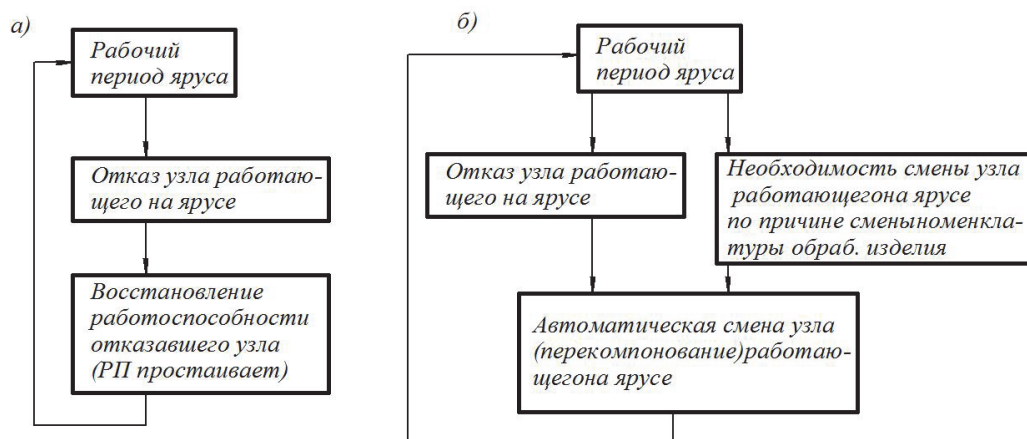


Рис. 4. Схема функционирования яруса РПАЛ (а) и ПРП (б)

Учитывая особенности функционирования и конструкции ПРП, в сравнении с РПАЛ определяем частные и комплексные показатели надежности ПРП.

3. Показатели работоспособности ПРП. Перекомпонованная рабочая позиция (ПРП) – производственная система нового класса, позволяющая производить продукцию в объемах, сравнимых с массовым производством и гибкостью обрабатывающих центров. Для достижения столь высоких технико-эксплуатационных характеристик ПРП должны обладать более высокими показателями работоспособности [11, 12].

Работоспособность есть состояние перекомпонованной производственной системы (ППС), при котором она способна выполнять заданные процессы функционирования и перекомпонования в соответствии параметрами, установленными в технической документации.

Существует три основных состояния, определяющих работоспособность перекомпонованной рабочей позиции (ПРП) перекомпонованной производственной системы:

- 1) работоспособное состояние, в течение которого ПРП выполняет обработку изделий в соответствии с параметрами, установленными в технической документации;
- 2) работоспособное состояние, в течение которого происходит изменение компоновки ПРП по причине технического обслуживания, ремонта (автоматически сменных узлов) или смены номенклатуры обрабатываемого изделия;
- 3) неработоспособное состояние, в течение которого ПРП простаивает из-за невозможности проведения процесса перекомпонования по причине отсутствия исправного автоматически сменного узла в магазине резервных узлов (МРУ).

Средняя наработка до отказа для рабочих позиций производственных систем с жесткой межагрегатной связью определяется как отношение суммы наработок всей рабочей позиции к числу его отказов в течение рассматриваемого периода эксплуатации [13, 14].

В соответствии с определением средняя наработка до отказа РПАЛ из агрегатных узлов определяется по формуле:

$$t_{\text{ср.РПАЛ}} = \frac{\sum_1^N t_{\text{ни}}}{N} = \frac{\sum_1^k (\sum_A^D t_{yi})}{\sum_1^k (\sum_A^D N_{yj})},$$

где $t_{\text{ни}}$ – i -я наработка до отказа РПАЛ; $\sum_1^N t_{\text{ни}}$ – суммарная продолжительность наработок РПАЛ за рассматриваемый период эксплуатации; N – количество отказов за рассматриваемый период эксплуатации; i – порядковый номер наработки до отказа РПАЛ; k – количество комплектов агрегатных узлов РПАЛ; A, B, C, D – обозначение ярусов РПАЛ; N_{yj} – количество отказов i -го агрегатного узла j -го яруса РПАЛ; t_{yi} – i -я наработка агрегатного узла, работающего на j -м ярусе РПАЛ.

В перекомпонованных рабочих позициях в отличие от рабочих позиций жесткой компоновки отказ одного из узлов характеризуется переходом ПРП из работоспособного состояния по обработке изделий в работоспособное состояние изменения компоновки, в процессе которого отказавший узел автоматически сменяется на исправный узел, после чего ПРП продолжает обработку изделий [15–17].

Учитывая, что отказ автоматически сменного узла не нарушает работоспособность всей ПРП [18–20], показатель, определяющий наработку перекомпоновываемой рабочей позиции до отказа одного из автоматически сменных узлов, есть средняя наработка до останова ($t_{\text{остПРП}}$).

Основным отличительным признаком ПРП от РПАЛ является свойство перекомпоновываемости, что характеризует гибкую межагрегатную связь. Гибкая межагрегатная связь может автоматически осуществляться с возможностью базирования и перезакрепления сопрягаемых узлов в процессе смены узлов и перекомпоновывания ПРП. Для осуществления гибкой межагрегатной связи ПРП оснащается межмодульными устройствами базирования и крепления (МУБК; рис. 5).

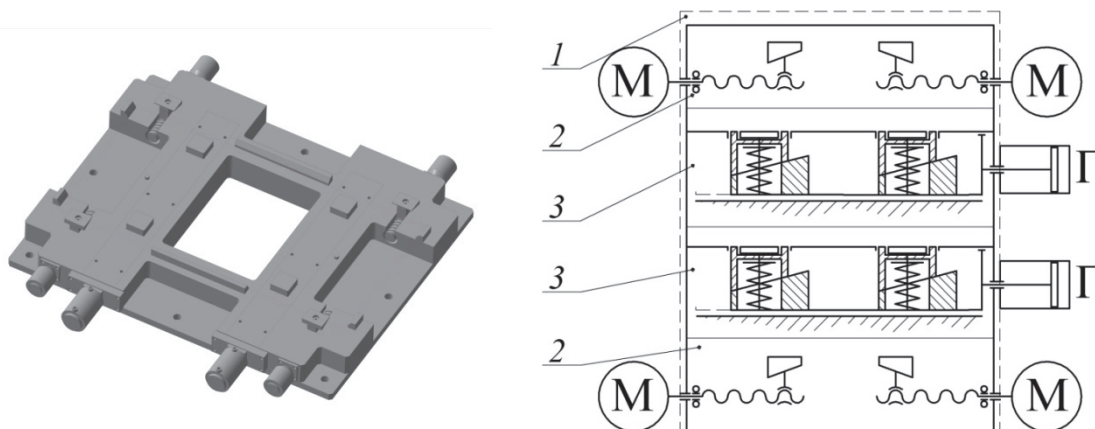


Рис. 5. Схема МУБК; цифрами обозначены: 1 – межмодульное устройство базирования и крепления; 2 – механизм крепления МУБК; 3 – механизм базирования МУБК

4. Выводы

1. Основываясь на значениях эксплуатационной надежности РПАЛ, разработана методика определения показателей безотказности, учитывающая конструктивные и функциональные особенности ПРП в условиях многономенклатурного производства.

2. Основываясь на значениях эксплуатационной надежности РПАЛ, разработана методика определения показателей ремонтпригодности, учитывающая конструктивные и функциональные особенности ПРП в условиях многономенклатурного производства.

3. Определены комплексные показатели эксплуатационной надежности ПРП, что позволяет оценивать надежность ПРП одновременно по показателям безотказности и ремонтпригодности.

5. Обсуждение и применение. Разработанные методы позволяют рассчитывать надежность рабочих позиций с жесткой и гибкой межагрегатной связью. Однако в условиях реального производства, когда решаются вопросы о внедрении новой технологии, необходимо точно представлять преимущества вводимого варианта, относительного существующего.

Для решения данного вопроса предлагается в дальнейшем разработать программное средство на базе существующего программного обеспечения, которое позволит определять показатели надежности перекомпоновываемой рабочей позиции относительно применяемой рабочей позиции с жесткой межагрегатной связью.

Литература

1. Левашкин, Д.Г. Системы автоматического контроля: учеб. пособие / Д.Г. Левашкин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007. – 163 с.
2. Волчкевич, Л.И. Автоматы и автоматические линии. Ч. 1: Основы проектирования / Л.И. Волчкевич; под ред. Г.А. Шаумяна. – М.: Высш. шк., 1976. – 230 с.
3. A method of technologic audit of technical re-equipment projects in aircraft production enterprises / S.N. Grigor'ev, V.A. Dolgov, A.V. Krasnov et al. // Russian aeronautics. – 2015. – Vol. 58, Iss. 2. – P. 244–250. DOI: 10.3103/S106879981502018X
4. Бобровский, Н.М. Определение площади износа рабочей поверхности деталей машин и инструментов / Н.М. Бобровский, П.А. Мельников, И.Н. Бобровский // Вектор науки ТГУ. – 2009. – № 1 (4). – С. 17–23. – <http://elibrary.ru/item.asp?id=12905457> (дата обращения: 23.08.2016).

5. Базров, Б.М. Единый подход в построении расчетных моделей изделия как механической системы / Б.М. Базров // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2009. – № 5. – С. 3–13.
6. Мельников, П.А. Математическая модель формирования микрорельефа шейки вала при обработке алмазным выглаживанием / П.А. Мельников, А.Н. Пахоменко, А.А. Лукьянов // Вектор науки Тольят. гос. ун-та. – 2015. – № 2-2. – С. 104–111.
7. Рябинин, И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И.А. Рябинин. – СПб.: Политехника, 2000. – 248 с.
8. Grigoriev, S.N. The control platform for decomposition and synthesis of specialized CNC systems / S.N. Grigoriev, G.M. Martinov // Procedia CIRP. – 2016. – Vol. 41. – P. 858–863. DOI: 10.1016/j.procir.2015.08.031
9. The modelling of basing holes machining of automatically replaceable cubical units for reconfigurable manufacturing systems with low-waste production / N.M. Bobrovskij, D.G. Levashkin, I.N. Bobrovskij et al. // IOP conference series: earth and environmental science. – 2017. – Vol. 50. – P. 012013.
10. Царев, А.М. Перекомпоуемые производственные системы – перспективное направление развития машиностроения / А.М. Царев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007. – 156 с.
11. Горецкий, Е.В. К вопросу автоматизации технической диагностики тяжелых фрезерных станков / Е.В. Горецкий, Ю.В. Кирилин, В.В. Мелентьев // Адаптация, моделирование и диагностика систем. – Куйбышев: КуАИ, 1983. – С. 121.
12. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М.: Мир, 1984. – 318 с.
13. Волчкевич, Л.И. Надежность автоматических линий / Л.И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 1969. – 309 с.
14. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.
15. Баронс, П.П. Надежность и качество механических систем / П.П. Баронс. – Рига: Авотс, 1982. – 86 с.
16. Беляев, Ю.К. Надежность технических систем: справ. / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др.; под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1986. – 608 с.
17. Бортников, С.П. Научный аппарат надежности: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы теории надежности и диагностика» / С.П. Бортников. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 17 с.
18. Хазов, Б.Ф. Управление надежностью машин и технологических систем на этапах их жизненного цикла. Ч. I: Этапы разработки технологического задания, технологического предложения, технического проекта: учеб. пособие / Б.Ф. Хазов. – М.: Изд-во «Машиностроение-1», 2007. – 184 с.
19. Горшков, Б.М. Методы диагностирования технических систем / Б.М. Горшков, А.Е. Кергин, Г.Д. Ржевцев // Сб. науч. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в сервисе». – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2012. – С. 148–149.
20. Алгоритм расчета параметров микрогеометрии рабочей поверхности гильзы блока цилиндров при платовершинном хонинговании / О.О. Левицких, А.А. Лукьянов, В.П. Табаков и др. // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2016. – Т. 18, № 4 (6). – С. 1315–1319. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=29739381> (дата обращения: 06.11.2017).

Селиванов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, директор института Машиностроения, Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, selivas@inbox.ru.

Горшков Борис Михайлович, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Сервис технических и технологических систем», Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти, kaf_ekis@tolgas.ru.

Самохина Наталья Станиславовна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Информационный и электронный сервис», Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти, kaf_ekis@tolgas.ru.

Лукьянов Алексей Александрович, аспирант, Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, a.lukyanov@tehnomasch.ru.

Левицких Олеся Олеговна, инженер, Самарский научный центр РАН, г. Самара, loo-05@mail.ru.

Тверской Михаил Михайлович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры «Мехатроника и автоматизация», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, tverskoimm@susu.ru.

Поступила в редакцию 9 августа 2018 г.

DOI: 10.14529/engin180306

WORKING POSITION WITH REARRANGEABLE PRODUCTION SYSTEMS

A.S. Selivanov¹, selivas@inbox.ru,
B.M. Gorshkov², kaf_ekis@tolgas.ru,
N.S. Samokhina², kaf_ekis@tolgas.ru,
A.A. Lukyanov¹, a.lukyanov@tehnomasch.ru,
O.O. Levitskih³, loo-05@mail.ru,
M.M. Tverskoy⁴, tverskoimm@susu.ru

¹Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation,

²Volga Region State University of Service, Togliatti, Russian Federation,

³Samara Scientific Center RAS, Samara, Russian Federation,

⁴South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

High standards for changeover speed and product quality assurance of modern production require new principles for constructing production systems. High productivity and flexibility with a different range of production type can be achieved by using rearrangeable production systems. These systems combine the advantages of aggregate machines and machining centres due to the design features described in this article. The types of assemblies and system elements in the arranged and disarranged state are presented. Algorithms and schemes for the functioning of rearrangeable working positions (RWP) were developed in comparison with the working positions of automatic lines (WPAL). An equation for determining the mean time to failure of the RWP was derived. A system element and its scheme – the intermodular locating element (ILE) – were visualized. Complex factors of the RWP operational reliability were determined according to the particular and complex factors of reliability and maintainability which take into account the features of RWP operation and design in comparison with the WPAL. Methods for determining the reliability and maintainability factors were developed. These methods take into account the structural and functional features of RWP in multiproduct production and are based on the operational reliability of the WPL. The developed solutions correspond to the development trends in modern machine-building production and the development strategy of the Russian Federation. In the conditions of an operating machine-building enterprise, the accuracy of estimating the economic effect requires the use of robust design models implemented both in algorithms and in programs. In future, we plan to develop special software which would allow us to determine the reliability of the rearrangeable working position with respect to the working position with a rigid interaggregate connection.

Keywords: rearrangeable working position, rigid interaggregate connection, automatic assembly replacement, rearrangeable production system.

References

1. Levashkin D.G. *Automatic control systems* [Sistemy Avtomaticheskogo Kontrolya]. Togliatti, 2007. 163 p.
2. Volchkevich L.I. *Avtomaty i avtomaticheskie linii. Ch. 1: Osnovy proyektirovaniya* [Automatic Machines and Automatic Lines. Part 1: Principles of Design]. Moscow, Higher School Publ., 1976. 230 p.
3. Grigor'ev S.N., Dolgov V.A., Krasnov A.V., Kabanov A.A., Andreev N.S. A Method of Technologic Audit of Technical Re-Equipment Projects in Aircraft Production Enterprises. *Russian Aeronautics*, 2015, vol. 58, iss. 2, pp. 244–250. DOI: 10.3103/S106879981502018X
4. Bobrovskiy N.M., Melnikov P.A., Bobrovskiy I.N. [Definition of Deterioration Area on Machine Component and Tools]. *Vector of science TSU*, 2009, no. 1 (4), pp. 17–23. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=12905457> (accessed 23.08.2016). (in Russ.)
5. Bazrov B.M. [A Unified Approach in the Construction of Model Product Models as a Mechanical System]. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii* [Assembling in Mechanical Engineering and Instrument-Making], 2009, no. 5, pp. 3–13. (in Russ.)
6. Melnikov P.A., Pakhomenko A.N., Lukyanov A.A. [Mathematical Model of Forming of Microrelief of Shaft Journal While Processing by Diamond Burnishing]. *Vector of science TSU*, 2015, no. 2-2, pp. 104–111. (in Russ.)
7. Ryabinin I.A. *Nadezhnost' i bezopasnost' strukturno-slozhnyh system* [Reliability and Security of Structurally Complex Systems]. St. Petersburg, Politehnika Publ., 2000. 248 p.
8. Grigoriev S.N., Martinov G.M. The Control Platform for Decomposition and Synthesis of Specialized CNC Systems. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 41, pp. 858–863. DOI: 10.1016/j.procir.2015.08.031
9. Bobrovskiy N.M., Levashkin D.G., Bobrovskiy I.N., Melnikov P.A., Lukyanov A.A. The Modeling of Basing Holes Machining of Automatically Replaceable Cubical Units for Reconfigurable Manufacturing Systems with Low-Waste Production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, vol. 50, p. 012013.
10. Carev A.M. *Perekomponuemye proizvodstvennye sistemy – perspektivnoe napravlenie razvitiya mashinostroeniya* [Recomposed Production Systems – a Promising Direction in the Development of Mechanical Engineering]. Togliatti, 2007. 156 p.
11. Goreckij E.V., Kirilin YU.V., Melent'ev V.V. [To the Issue of Automation of Technical Diagnostics of Heavy Milling Machines]. *Adaptaciya, modelirovanie i diagnostika system* [Adaptation, Modeling and Diagnostics of Systems]. Kujbyshev, 1983, p. 121.
12. Dillon B., Singh Ch. *Inzhenernye metody obespecheniya nadezhnosti system* [Engineering Methods for Ensuring the Reliability of Systems]. Moscow, 1984. 318 p.
13. Volchkevich L.I. *Nadezhnost' avtomaticheskikh linij* [Reliability of automatic lines]. Moscow, Mashinostroenie Puble, 1969. 309 p.
14. GOST 27.002-89. *Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnyye ponyatiya. Terminy i opredeleniya* [Industrial product dependability. General concepts. Terms and definitions]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1990. 37 p.
15. Barons P.P. *Nadezhnost' i kachestvo mekhanicheskikh system* [Reliability and Quality of Mechanical Systems]. Riga, Avots Publ., 1982. 86 p.
16. Belyayev Yu.K., Bogatyrev V.A., Bolotin V.V. *Nadezhnost' tekhnicheskikh system* [Reliability of Technical Systems]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1986. 608 p.
17. Bortnikov S.P. *Nauchnyj apparat nadezhnosti: metodicheskie ukazaniya k laboratornym rabotam po discipline "Osnovy teorii nadezhnosti i diagnostika"* [Scientific apparatus of reliability: methodical instructions to laboratory works on the discipline "Fundamental of the reliability theory and diagnostics"]. Ulyanovsk, 2006. 17 p.
18. Khazov B.F. *Upravlenie nadezhnost'yu mashin i tekhnologicheskikh sistem na etapah ih zhiznennogo cikla. Ch. 1: Etapy razrabotki tekhnologicheskogo zadaniya, tekhnologicheskogo predlozheniya, tekhnicheskogo proyekta* [Management of reliability of machines and technological systems at the stages of their life cycle. Part 1: Stages of the development of the technological assignment, technological proposal, technical project]. Moscow, Mashinostroenie-1 Publ., 2007. 184 p.

19. Gorshkov B.M., Kergin A.E., Rzhevcev G.D. [Methods for diagnosing of technical systems]. Conference proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Service”. St. Petersburg, St. Petersburg State University of Service and Economics Publ., 2012, pp. 148–149. (in Russ.)

20. Levitskih O.O., Lukyanov A.A., Tabakov V.P., Bobrovskij I.N., Melnikov P.A., Bobrovskij N.M. [Algorithm for calculating the microgeometry parameters of the working surface of the cylinder liner in plateau honing processing]. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2016, vol. 18, no. 4 (6), pp. 1315–1319. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29739381> (accessed 06.11.2017). (in Russ.)

Received 9 August 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Рабочая позиция с переконфигурируемыми рабочими системами / А.С. Селиванов, Б.М. Горшков, Н.С. Самохина и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 49–57. DOI: 10.14529/engin180306

FOR CITATION

Selivanov A.S., Gorshkov B.M., Samokhina N.S., Lukyanov A.A., Levitskih O.O., Tverskoy M.M. Working Position with Rearrangeable Production Systems. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Mechanical Engineering Industry*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 49–57. (in Russ.) DOI: 10.14529/engin180306