

УДК 658.512.4, 004.021, 004.67

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАДАННОЙ ДЕТАЛИ

Павел Павлович Шаврин

*Магистр 2 года,  
кафедра «Металлорежущие станки»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: П.М. Кузнецов,  
доктор технических наук,  
профессор кафедры «Металлорежущие станки» Московского государственного  
технического университета им. Н.Э. Баумана,  
профессор кафедры университета «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»*

Развитие производительных сил общества на протяжении всей истории человеческой цивилизации к настоящему времени достигло громадной величины и, благодаря автоматизации и роботизации в промышленности, продолжает усиливаться. Металлорежущие станки в промышленности являются основной инфраструктурой, которая обеспечивает рост и развитие производительных сил. Вместе с тем уже в 1980х годах стали появляться данные о том, что существующие металлорежущие станки используются нерационально, что для изготовления деталей оборудование выбирается неправильно (по производительности или по точности) [1].

Такое положение дел привлекло к себе внимание как отечественных [1–5], так и зарубежных исследователей [6–13]. Предприняты попытки решить эту проблему на основе существующих PDM/PLM систем [14,15], также сделаны отдельные разработки [16].

Несмотря на это окончательное решение не найдено и актуальность проблемы возрастает, поскольку появляются более производительные и многофункциональные модели металлорежущих станков. В этих условиях решение о выборе оборудования принимается технологом на основе личных предпочтений и известных данных, что не даёт рациональных решений.

В настоящей работе предлагается подход, который позволяет решить поставленную задачу для станков токарного типа.

Металлорежущий станок имеет характеристики, численные значения которых выражаются математическими объектами. К таким характеристикам относятся:

- доступные способы установки заготовки на станок;
- предельные размеры устанавливаемой заготовки для каждого способа;
- предельная масса устанавливаемой заготовки для каждого способа;
- виды поверхностей, которые можно получить на станке, исходя из его технологических возможностей;
- предельные размеры обрабатываемых поверхностей;
- размерная точность поверхности, которую можно получить на станке;
- точность геометрической формы и точность взаимного расположения поверхности;
- качество поверхностного слоя, который можно обеспечить на станке.

Деталь и заготовка для неё имеют характеристики, структура которых аналогична вышеприведенной и которые также выражаются некоторыми числами.

Последовательно сравнивая с помощью логических операторов численные величины, относящиеся к одной характеристике, можно отобрать одну или несколько моделей металлорежущих станков, на которых возможно изготовление хотя бы одной поверхности детали с требуемой точностью и качеством поверхностного слоя.

В этом случае для каждого  $j$  станка формируется матрица вида

$$C_j = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & \dots & a_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & a_{n4} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}_j,$$

где элемент  $a_{nm}$  имеет значение 0 или 1 в зависимости от результата сравнения с помощью логической функции.

Поскольку число поверхностей и число их характеристик для конкретной детали неизменно, то для всех станков матрицы будут иметь одинаковую размерность.

Благодаря этому, посредством сравнения матриц между собой, подбирается одна или несколько комбинаций станков, которые обеспечивают изготовление всех поверхностей деталей. Причем комбинация может состоять и из одного станка.

Очевидно, что в любую комбинацию станков будут входить станки разной точности, а соответственно и разной стоимости. Сравнивая между собой полученные комбинации, можно выбрать такую, которая обеспечивает изготовление всех поверхностей детали с наименьшими затратами.

Расположив в выбранной комбинации станки по порядку возрастания точности, получим инфраструктурную основу для технологического процесса изготовления детали, которая в общем случае будет соответствовать маршруту изготовления детали и обеспечит выполнение всех стадий обработки (черновой, получистовой, чистовой, отделочной).

Предложенный подход, реализованный на основе современных PDM/PLM систем, не только значительно облегчит труд технолога, но и позволит использовать металлорежущее оборудование более рационально, поскольку исключается влияние человеческого фактора на процесс его выбора. За счет рационального выбора повышается общая загрузка технологической системы, что обеспечивает рентабельность производственной системы в целом. Все это приводит к научно обоснованному выбору состава металлорежущего оборудования технологической системы.

## Литература

1. Епифанов В.В., Афанасьев А.Н. Автоматизированная система выбора эффективного технологического оборудования в условиях серийного производства / Автоматизация процессов управления – 2018 – №4
2. Романов П.С., Васьков С.В., Ковалева Е.А. Методика принятия решений по выбору металлорежущих станков на основе их количественных и качественных характеристик / Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона – 2016 – №1(8)
3. Ефимов В.В., Епифанов В.В. Группирование деталей типа тел вращения - технологическая основа выбора металлорежущих станков с программным управлением / Вестник УлГТУ – 2004 – №4

4. Цырков А.В., Кузнецов П.М., Цырков Г.А., Ермохин Е.А., Москвин В.К. Проектно-операционное управление в машиностроительном производстве // Вестник Мордовского университета, том 28, № 4 2018 г. С. 511-522
5. Хорошко Л. Л., Кузнецов П. М. Цифровизация процессов восстановления сельскохозяйственной техники // Вестник Мордовского университета, том 30, № 4. 2020 г. С. 711-723 DOI: 10.15507/2658-4123.030.202004.711-722
6. Arkadiusz Gola, Antoni Świć Brief preliminary design for a method of FMS machine tools subsystem selection / Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics – 2009 – №9, doi: 10.1002/pamm.200910301
7. B. Sun, H. Chen, L. Du and Y. Fang, "Machine Tools Selection Technology for Networked Manufacturing," 2008 Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application, Shanghai, 2008, pp. 530-534, doi: 10.1109/ИТА.2008.421.
8. Çag˘daç Arslan, M., Çatay, B. and Budak, E. (2004), "A decision support system for machine tool selection", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 15 No. 1, pp. 101-109. <https://doi.org/10.1108/09576060410512374>
9. Zeki Ayağ, Rifat Gürcan Özdemir. Evaluating machine tool alternatives through modified TOPSIS and alpha-cut based fuzzy ANP // International Journal of Production Economics. — 2012. — Vol. 140. — I. 2. — P. 630—636.
10. Rubayet Karim, C. L Karmaker. Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods. American Journal of Industrial Engineering. Vol. 4, No. 1, 2016, pp 7-13. <http://pubs.sciepub.com/ajie/4/1/2>
11. Mohammad Hasan Aghdaie, Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, Edmundas Kazimieras Zavadskas Decision making in machine tool selection: An integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods // ECONOMICS OF ENGINEERING DECISIONS – 2013 – Vol. 24 No. 1 DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.ee.24.1.2822>
12. S. Almutawa , M. Savsar & K. Al-Rashdan (2005) Optimum machine selection in multistage manufacturing systems, International Journal of Production Research, 43:6, 1109-1126, DOI: 10.1080/00207540412331320544
13. Huu-Tho Nguyen, Siti Zawiah Md Dawal, Yusoff Nukman, Hideki Aoyama A hybrid approach for fuzzy multi-attribute decision making in machine tool selection with consideration of the interactions of attributes / Expert Systems with Applications\_Volume 41, Issue 6, May 2014, Pages 3078-3090 <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.10.039>
14. Беззуб А., Чилингаров К. «Старый новый» метод автоматизации проектирования техпроцессов / CADMaster. – 2006 –№3.
15. Крестьянинов П.Н., Хусаинов Р.М., Юрасов С.Ю., Гречишников В.А., Романов В.Б. Определение требуемых показателей металлорежущих станков при проектировании технологической операции с использованием PLM-системы / СТИН – 2016 – №9
16. Аверченков В.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: монография [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011