

УДК 621.941

**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И КРИТЕРИИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО
РАБОТ НА ТОКАРНЫХ ЦЕНТРАХ С ЧПУ**

Беликова Е.В.

*инженер-технолог-программист 2 категории,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Кравцов Д.С.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Пучков М.Д.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Тагиев А.А.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Аннотация

Анализируются ключевые факторы и критерии, влияющие на качество выполнения работ на токарных центрах с числовым программным управлением (ЧПУ). Рассматривается структура и влияние таких факторов, как организационный фактор, чтение чертежей, технологический фактор, программирование, настройка и эксплуатация станка с ЧПУ. Структура каждого фактора представлена в виде древовидной диаграммы. Особое внимание уделено критериям, определяющим качество работ на токарных центрах с ЧПУ. Для каждого критерия предложена формула количественной оценки.

Ключевые слова: токарный центр с ЧПУ, управление качеством, факторы качества, критерии оценки.

***THE MAIN FACTORS AND CRITERIA DETERMINING THE QUALITY OF
WORK ON CNC TURNING CENTERS***

Belikova E.V.

engineer-technologist-programmer of the 2nd category,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Kravcov D.S.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Puchkov M.D.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Tagiev A.A.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Annotation

The key factors and criteria affecting the quality of work performed at numerically controlled turning centers (CNC) are analyzed. The structure and influence of such factors as the organizational factor, the reading of drawings, the technological factor, programming, configuration and operation of the CNC machine are considered. The structure of each factor is presented in the form of a tree diagram. Special attention is paid to the criteria determining the quality of work on CNC turning centers. A
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

quantitative evaluation formula is proposed for each criterion.

Keywords: CNC turning center, quality management, quality factors, evaluation criteria.

Токарные центры с числовым программным управлением (ЧПУ) играют ключевую роль в современном машиностроении, обеспечивая высокую точность обработки деталей и автоматизацию производственных процессов. Качество выполнения работ на таких станках зависит от множества факторов, начиная от выбора оборудования и заканчивая квалификацией оператора.

Согласно теории моделирования процессов, любой процесс должен иметь входы и выходы. Если рассматривать процесс токарной обработки на центрах с ЧПУ с точки зрения качества, то, на основе имеющегося опыта работы, входом будут являться факторы, влияющие на качество этих работ, а выходом — критерии, по которым можно судить о качестве [1].

Все факторы предполагают наличие компетенций, необходимых специалистам, работающим на токарных станках с ЧПУ.

К факторам, влияющим на качество работ, можно отнести следующие:

1) Организационный фактор;

К этому фактору относятся:

- организация рабочего пространства для обеспечения оптимальной производительности;
- проверка состояния и функциональных возможностей рабочего пространства, оборудования, инструментов и материалов;
- использование действующей нормативно-технической документации;
- соблюдение техники безопасности при эксплуатации токарного станка с ЧПУ.

Следует подчеркнуть, что при анализе первых двух элементов организационного фактора можно использовать методы бережливого производства (в частности, инструмент 5S для организации рабочего пространства).
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

пространства).

Система 5S обычно используется на предприятии для организации рабочих мест. Она включает пять действий:

- Sorting – сортировка.
- Straighten or Set in Order – соблюдение порядка.
- Sweeping – содержание в чистоте.
- Standardizing – стандартизация работ.
- Sustaining – соблюдение принципам и совершенствование [3].

Сортировка предполагает отделение нужных предметов от ненужных в рабочей зоне и удаление всего ненужного. Как рабочие, так и руководители нередко избегают избавления от неиспользуемых в работе вещей, оставляя их рядом. Как правило, это приводит к недопустимому беспорядку или к созданию препятствий для передвижения в рабочей зоне. Удаление лишних предметов и поддержание порядка на рабочем месте способствует улучшению культуры и безопасности труда.

Соблюдение порядка означает обозначить и определить свое место для каждого предмета, нужного в рабочей зоне. К примеру, производство организовано по сменам и рабочие различных смен каждый раз будут размещать комплектующие, документацию, инструменты в различные места. Для уменьшения времени производственного цикла и оптимизации процессов необходимо постоянно хранить нужные предметы в специально предназначенных для них местах. Это — основное условие минимизации затрат на непродуктивные поиски [2].

Например, использование специальных стеллажей или шкафов с обозначенными контурами предметов, которые должны там находиться, позволит облегчить обнаружение потерянных или неправильно размещенных инструментов и деталей. Для крупных предметов следует делать разметку краской на полу для выделения места расположения.

Содержание в чистоте подразумевает обеспечение оборудования и

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

рабочего места таким порядком, который позволяет проводить контрольные проверки и регулярно его соблюдать. Наиболее эффективный метод выявления утечек в шлангах, слабых соединений, поврежденных поверхностей оборудования заключается в поддержании их в идеальном состоянии чистоты. Регулярная уборка в начале и конце каждой смены помогает быстро выявлять потенциальные проблемы, способные остановить рабочий процесс или даже привести к полной установке участка, цеха или всего предприятия. Поверочные клейма, разметка положений органов управления и точек смазки на оборудовании должны всегда оставаться чистыми, а присутствующие надписи — четкими и легко читаемыми. Стершиеся разметки на местах хранения оборудования и материалов необходимо регулярно обновлять, а обозначения опасных зон, маркировки качества и другие производственные индикаторы сделать чистыми и разборчивыми. Ранние признаки ухудшения работы оборудования, такие как подтеки масла, нехарактерный шум двигателя или вибрацию, следует незамедлительно фиксировать с целью принятия необходимых мер. Важно составить специальный контрольный лист, описывающий все места, требующие регулярного контроля и уборки. Это поможет всем вовлеченным в процесс лучше понять новые требования и соблюдать их [5].

Стандартизация предполагает разработку понятного и удобного в использовании контрольного листа. Необходимо разработать стандарты для рабочих мест и чистоты оборудования. Сотрудники должны использовать контрольные листы, подписываться и нести ответственность за их ведение, а руководство обязано регулярно проверять выполнение этих процедур.

Чтобы улучшить систему 5S, руководство и сотрудники должны проводить совершенствование совместно. Каждый должен видеть преимущества от системы 5S, включая растущую безопасность работы. Систематическое поддержание порядка потребует постоянных усилий со стороны среднего звена руководства и лидеров команд по контролю, обеспечению выполнения

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

сотрудниками новых требований [6].

Структуру организационного фактора удобно представить в виде древовидной диаграммы, которая является одним из инструментов качества. В данном случае она позволяет наглядно систематизировать и упорядочить элементы, по которым проводится анализ организационного фактора (рис.1).

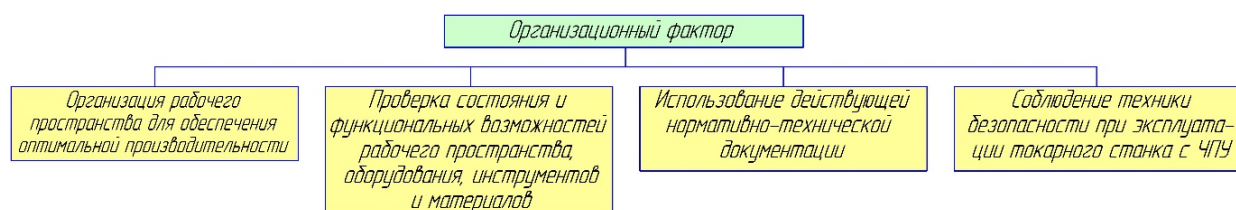


Рис. 1. Структура организационного фактора (авторская разработка)

2) Чтение чертежей;

Данный фактор подразумевает под собой:

– использование стандартов выполнения конструкторской документации ЕСКД и ISO;

– умение читать и использовать чертежи и технические требования;

– знание типов изображений на чертеже (видов, разрезов, сечений);

– способность представлять 3D-модель детали.

На рисунке 2 представлена диаграмма структуры фактора, разработанная авторами.



Рис. 2. Структура фактора «Чтение чертежей»

3) Технологический фактор включает в себя:

– представление процесса удаления стружки при использовании различных материалов и инструментов;

– знание температурных характеристик используемых материалов, инструментов и приспособлений;

– знание воздействия режущей силы на обрабатываемый материал;

– умение правильно выбирать и использовать измерительные и контрольные инструменты.

На рисунке 3 представлена диаграмма структуры фактора, разработанная авторами.

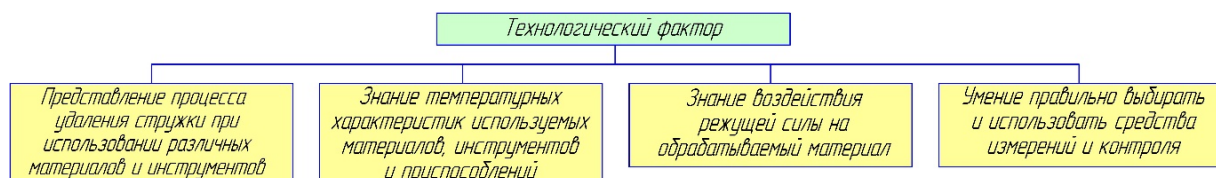


Рис. 3. Структура технологического фактора

4) Программирование;

Этот фактор представляет собой:

– выбор лучших методов программирования в зависимости от технологии изготовления детали;

– эффективное использование программного обеспечения и аппаратного оборудования;

– создание управляющей программы, используя предоставленные чертежи.

На рисунке 4 представлена диаграмма структуры фактора, разработанная авторами.

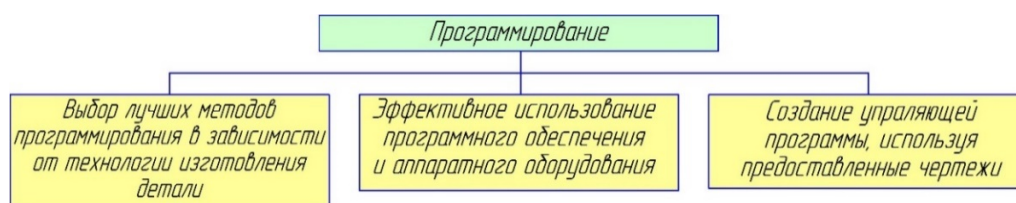


Рис. 4. Структура фактора «Программирование»

5) Настройка и эксплуатация станка с ЧПУ предъявляет такие требования, как:

– знание этапов настройки и режимов работы станка;

– загрузка программы в станок с ЧПУ и ее тестирование;

– правильная установка инструментов и приспособлений;

– обеспечение безопасного выполнения программы.

На рисунке 5 представлена диаграмма структуры фактора, разработанная авторами.



Рис. 5. Структура фактора «Настройка и эксплуатация станка с ЧПУ».

Критериями, определяющим качество работ на токарных центрах с ЧПУ являются следующие:

- 1) Сохранение заданного ресурса инструмента.

Регулярный мониторинг состояния инструмента и своевременная замена изношенных элементов позволяют избежать брака и обеспечивают стабильную работу оборудования. Критерий «Сохранение заданного ресурса инструмента» можно оценить по следующей формуле:

$$K_1 = \frac{I_1}{I},$$

где I_1 - количество инструментов, сохранивших ресурс за время обработки;

I - количество используемых инструментов.

- 2) Оптимальное время обработки.

Важным показателем является способность станка выполнять операции за минимальное количество времени, сохраняя при этом высокое качество обработки. Это достигается за счет правильного выбора режимов резания, оптимизации траекторий движения инструмента и устранения ненужных простоев [4]. Критерий «Оптимальное время обработки» оценивается по формуле:

$$K_2 = \frac{O_1}{O},$$

где O_1 - количество обработок, выполненных за оптимальное время;

O - количество выполненных обработок.

3) Отсутствие брака после обработки – ключевой показатель качества работы на токарных станках с ЧПУ. Этот критерий подразумевает, что каждая деталь соответствует всем установленным требованиям и стандартам, начиная от геометрических размеров и заканчивая шероховатостью поверхности.

Соответственно, критерий «Отсутствие брака после обработки» оценивается по формуле:

$$K_3 = \frac{N_1}{N},$$

где N_1 - количество годных деталей, полученных после обработок;

N - общее количество обработанных деталей.

Естественно, чем ближе значения рассмотренных критериев к 1, тем выше уровень качества процесса обработки на токарных центрах с ЧПУ.

Таким образом, входы и выходы процесса обработки на токарных центрах с ЧПУ представлены в виде модели на рисунке 6, разработанном авторами.

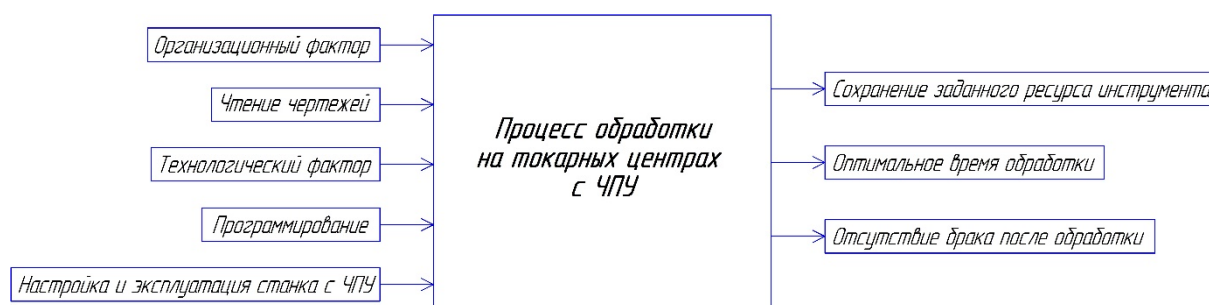


Рис. 6. Факторы и критерии, определяющие качество процесса обработки на токарных центрах с ЧПУ

С помощью полученной модели можно не только оценивать качество изделий, но и добиться стабильного, управляемого состояния технологического процесса изготовления деталей на токарных центрах с ЧПУ.

Библиографический список:

1. Белов Д.Б., Воротынцев А.Ю., Соловьев С.И. Индивидуальное влияние

точности исполнения входных параметров машиностроительных изделий на выходные характеристики // III Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» 6 – 8 апреля 2022 г.: сборник докладов. Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. – С. 23–26

2. Бородачев С.М. Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 87 с.

3. Жулинский С.Ф. Статистические методы в современном менеджменте качества / С.Ф. Жулинский, Е.С. Новиков, В.Я. Поспелов. - М.: Фонд «Новое тысячелетие». 2001. 208 с.

4. Косых А.П., Курбонов Р.Б. Обеспечение качества и стабильности технологического процесса изготовления продукции //3D технологии в решении научно-практических задач. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции-Красноярск: СибГУ, 2021.-306 с. – 2021. – С. 74.

5. Рожков Н.Н. Статистические методы контроля и управления качеством продукции: учебное пособие для вузов / Н.Н. Рожков. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 154 с.

6. Федюкин В.К. Управление качеством процессов. - СПб.: Пи-тер, 2004. 208 с.

Оригинальность 80%