

*Черепанов М.А., Тайгин Л.А.*

*Научный руководитель: Мороз А.В., канд. техн. наук, доц.  
Поволжский государственный технологический университет  
г. Йошкар - Ола, Россия*

## **ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С УЧПУ, ИМЕЮЩИХ 3 ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ГРУППЫ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА ПЕРЕМЕЩАЮЩЕМСЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ СТОЛЕ**

На современном рынке станочного оборудования Российской Федерации, в связи с санкционными ограничениями, набирают популярность станки китайских производителей, которые, в свою очередь, все чаще предлагают к приобретению токарно-фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ, механика которых строится на использовании 3-ех инструментальных групп, расположенных на перемещающемся инструментальном столе. Данный фактор влияет на число эксплуатируемых предприятиями станков рассматриваемой кинематической схемы, что в свою очередь вносит необходимость в увеличении числа специалистов имеющих навыки в эксплуатации данных систем. Перечисленные выше доводы отражают актуальность и необходимость проводимого исследования.

Цель работы — исследовать методы эксплуатации данного оборудования, выявить наиболее эффективные, документально отразить результаты проделанной работы, применить для дальнейшего использования материалов, в качестве вводной информации для действующих специалистов, с целью принятия за основу при получении профессиональных компетенций на данный тип оборудования.

Методами исследования являются эксперимент и анализ. Суть эксперимента заключается в непосредственной эксплуатации исследуемого оборудования экспериментатором на протяжении более 850 часов. Анализ объекта исследования заключался в изучении технологической документации на станочное оборудование и УЧПУ, установленного на оборудование, участвующее в эксперименте, так и на аналогичное оборудование, а также исследование математической модели станка участвующего в эксперименте, подготовленной сертифицированным специалистом SolidCAM Russia, используемой для программирования станка в CAM (Computer-aided manufacturing) системе SolidCAM. Объектом эксперимента является токарный станок

производителя JINN FA, марки Smart-ECOLine, модель YK328Y, оснащённый УЧПУ Syntec 22TB.

Механика инструментальной системы построена на использовании отдельных инструментальных постов для токарного и приводного инструмента. Рассматриваемое оборудование имеет в своем составе 3 инструментальных поста расположенных и закрепленных на перемещающемся столе: инструментальный барабан, радиальный приводной блок, осевой приводной блок. Если принять ось вращения шпинделя осью Z декартовой системы то, при нахождении инструментального стола в машинных нулях, токарный барабан будет расположен в отрицательных координатах оси X, а приводные блоки расположены в положительных координатах оси X [1]. Фактор расположения инструментальных постов в противоположных по знаку координатах оси X вносит определённые особенности в эксплуатацию, которые описаны по ходу статьи.

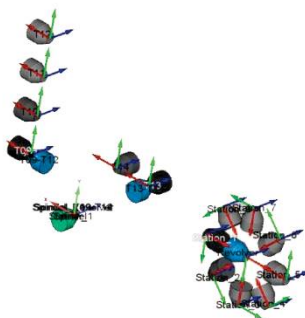


Рис. 1 Модель инструментальной системы станка JINN Рис FA Smart-ECOLine YK328Y.

Токарная голова исследуемого оборудования имеет в своём составе 8 мест крепления резцов или осевых блоков. Во время исследования выявлено, что для такого расположения данного элемента системы наиболее предпочтительно использовать левые резцы и державки, расположенные пластиной вверх, и прямое вращение шпинделя по коду M3 (по часовой стрелке). Данное решение позволяет наиболее информативно зрительно контролировать траекторию режущей кромки инструмента, стружкообразование в процессе точения и осуществлять визуальный и тактильный контроль состояния режущих элементов резцов во время эксплуатации.

На объекте эксперимента такое распоряжение инструментальной головы вносит особенности в программирование, а именно

необходимость программирования перемещений при токарных операциях в отрицательных координатах X (X-[координата]). Однако не все станки исследуемой системы придерживаются такого подхода, определённые модели требуют программирования в положительных координатах X (X[координата]). При этом для описания круговых интерполяций, при работе с данным инструментальным постом, следует применять систему координат декартовой системы X,Y(G18).

Крайне не рекомендовано переключение инструмента вне домашней точки машинных координат станка, в связи с плотным расположением элементов механики станка. Пренебрежение данной рекомендацией кратно увеличивает вероятность аварийной ситуации.

Приводной инструмент исследуемой системы выполнен в виде блоков, несущих в своем составе нескольких мест крепления инструмента, общий корпус и общий привод. При активации инструментального блока происходит единовременное вращение всех инструментов в разных направлениях. Направления вращения инструментов различны в шахматном порядке. Задание необходимого направления вращения инструмента происходит выбором номера инструмента и его корректора T(XXXX) и соответствующего M(M113, M114, M123, M124) кода определяющего направление вращения. Данная возможность реализована настройкой программных зависимостей УЧПУ в LD (Ladder diadram, язык релейных схем). Программирование перемещения по X приводного инструмента осуществляется в положительных координатах.

Осевой приводной инструмент имеет возможность физического перемещаться по оси X и Z, позиционирование по оси Y мнимо и задаётся посредством позиционирования оси C. При этом для описания интерполяций и перемещений применяется система координат полярной системы X, C(G12.1) и декартовая система X,Y( G17),до её включения.

Необходимо обратить особое внимание на цикл нарезания резьбы приводным инструментом. На объекте эксперимента в осевом блоке два места установки инструмента, при этом в T13 доступно только правое нарезание резьбы, а для T14 только левое.

Радиальный приводной инструмент исследуемой системы имеет физическую свободу перемещений в осях X, Y, Z и возможность перемещения по развертке поверхности заготовки вращением оси C. Привязка центров инструмента по Y обусловлена межцентровым расстоянием между посадочными отверстиями инструментов и внесена в стойку производителем по умолчанию. При этом для описания

круговых интерполяций применяется система координат декартовой системы Y, Z(G19).

Подвод и отвод инструмента следует осуществлять от плоскости безопасности в определенной последовательности. Подвод необходимо осуществить сначала по X, потом по Z. После завершения обработки сместить инструмент до плоскости безопасности, после чего производить возврат в домашнюю позицию сначала по Z, после по X (G28 W0, G28 U0). Иначе высока вероятность допустить столкновение инструментов, закрепленных в инструментальных базах с заготовкой. Вероятность на столкновениикратно увеличивается при использовании в цикле обработки фрезерных операции. При использовании операций токарного сверления стоит использовать подвод инструмента только по оси X.

Обработка изделий. Следует использовать данное оборудование для изготовления изделий технология обработки которых подразумевает преимущественное применение фрезерных операции. Данное требование обусловлено экономическим фактором, так как нормо-час данного оборудования значительно выше по стоимости, чем у токарного станка. Максимальная эффективность оборудования достигается при обработке изделий сложной формы, в которых преобладают фрезерные операции. При обработке таких изделий крупными партиями достигается максимальное «размытие» стоимости переналадки. Выявлено что оборудование достигает пика эффективности, на крупных партиях, совместно с применением барфидеров и барпуллеров [2].

Размеры обрабатываемой заготовки, в отличие от большинства станочного оборудования, зависят не только от стандартных параметров, но и от взаимного расположения инструментальных баз. Особенно заметно данный факт выражается при операции отрезки детали, длина которой физически зависит от расстояния между задней поверхностью отрезного резца и торцом приводного осевого блока.

В процессе эксплуатации выявлено, что затруднено использование фрезерных операций, выполняемых радиальным приводным инструментом на заготовках диаметром менее 12 мм. Появляется необходимость устанавливать инструмент с вылетом, превышающим длину зажимной цанги минимум в 1.5 раза. Данная специфика накладывает ограничения на использование инструмента диаметр рабочей части, которого менее 5 мм. Ограничение связано с физической невозможностью перемещения инструмента ближе к поверхности обрабатываемой заготовки. В связи с этим делаем вывод что наибольшая эффективность фрезерных операции на данном

оборудовании достигается при обработке заготовок диаметром от 12 до 32 мм. Верхний придел обусловлен максимальным размером цангового зажима допустимого к установке. Для больших диаметров необходимо применение токарных патронов [3].

В ходе проведения исследования выявлены наиболее эффективные методы эксплуатации, и технологические особенности, на которые стоит обратить внимание. В результате исследования делаю вывод, что данное оборудование наиболее эффективно при обработке сложных тел токарно-фрезерным методом крупными партиями, при необходимости высокой повторяемости изделий с высокой скоростью обработки. При эксплуатации, для обеспечения безопасной работы, особое внимание уделять траекториям подвода, отвода инструмента и направлениям вращения инструмента.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Л68 Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил. ISBN 978-5-94074-560-0

2. Павлов, А.П. П121 Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлениям подготовки 15.03.01 – «Машиностроение» и 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства»/ А.П. Павлов, А.Ю. Коноплин, И.С. Нефёлов. – М.: МАДИ, 2022. –186 с.

3. Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства: учебник для студ. учреждений сред.проф.образования / Пантелеев В.Н, В.М. Прошин; под редакцией А.Н. Феофанова. – Москва: Издательский центр «Академия» 2020 - 208 с.

**УДК 62-97/-98**

***Чув К.В.***

***Научный руководитель: Дуюн Т.А., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ РАЗДЕЛКА ИЗНОШЕННЫХ ШИН**

При утилизации изношенных шин посредством переработки в большинстве случаев используется многостадийный технологический процесс, где на первых операциях получают промежуточный продукт, в дальнейшем доводя его до состояния необходимого сырья. Так на