



**HEIDENHAIN**

61 + 05/2015

# Klartext

Журнал о системах ЧПУ HEIDENHAIN

## TNC в техно- логической цепочке

прямой доступ к производ-  
ственной и технологической  
информации

**Новая версия ПО  
НОВЫЕ циклы:**  
зубофрезерование  
и точение на фре-  
зерном станке



# Klartext

61 + 05/2015

## От редакции

### Уважаемые читатели журнала Klartext,

Работа над новым Klartext для редакции - это всегда увлекательная экспедиция. В этом выпуске мы должны посмотреть на задачи, стоящие перед двумя производствами: одно представляет студию дизайна и моделирования для автомобильной индустрии, а другое - производителя специальных компонент для автоспорта. Какие увлекательные задачи оба предприятия должны решить и почему они при этом полагаются на системы ЧПУ TNC, читайте на страницах 4 и 8.

Интересные открытия принесёт представление новых функций TNC. Обращаемся не только к новинкам на страницах 11 и 12 этого выпуска Klartext. Также всегда стоит ещё раз обратиться к классике. Если проследуете на страницу 16, то узнаете, как можно ещё больше оптимизировать точность и динамику обработки при помощи цикла 32 ДОПУСК.

Редакция журнала Klartext желает Вам приятного чтения! (прим. редактора: название журнала Klartext происходит от интерфейса программирования систем ЧПУ HEIDENHAIN с одноименным названием; в дословном переводе с немецкого "Klartext" – "открытым текстом")



*Pankl Racing Systems AG  
производит компоненты для  
приводов и двигателей.*



**Издатель**  
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Postfach 1260  
83292 Traunreut, Deutschland  
Тел.: +49 8669 31-0  
HEIDENHAIN в Интернет:  
[www.heidenhain.ru](http://www.heidenhain.ru)

## содержание

### Совершенство форм

Schröter Modell- und Formenbau соответствует самым высоким стандартам благодаря применению передовых технологий производства

4

### От имени скорости

Как знание системы ЧПУ способствует продуктивности

8

### Новые циклы для зубофрезерования и точения интерполяцией

Новые функции для TNC 640 облегчающие программирование сложной обработки.

11

### Новые функции для большей надёжности технологического процесса

Обновление программного обеспечения для TNC 640 оптимизирует отображение, безопасность и производительность станка.

12

### Точность и динамика прекрасно сочетаются

Цикл 32 ДОПУСК для оптимизации перемещения в TNC

14

### Центральное место в цифровом управлении проектами

TNC 640 в Вашей технологической цепочке

16

### Защита инвестиций в ремонтные работы

HEIDENHAIN даёт 6 месяцев гарантии на весь блок

18

### Модернизация станков

Актуальные системы ЧПУ HEIDENHAIN для замены TNC 150, TNC 151 и TNC 155

18

### Признаки жизни на кометах

Космическая миссия Розетта

19

### Чемпионаты профмастерства и HEIDENHAIN

Изготовление деталей на скорость максимально эффективно

20

*TNC воплощает дизайнерские образы Schröter Modell- und Formenbau GmbH.*

## Выпускные данные

### Ответственный

Frank Muthmann  
E-Mail: [info@heidenhain.de](mailto:info@heidenhain.de)  
Klartext в Интернет:  
[www.klartext-portal.de](http://www.klartext-portal.de)

### Авторы иллюстраций

© DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

### Редактирование и верстка

Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Deutschland  
Тел.: +49 89 666375-0  
E-Mail: [info@expert-communication.de](mailto:info@expert-communication.de)  
[www.expert-communication.de](http://www.expert-communication.de)

# Совершенство форм

Schröter Modell- und Formenbau соответствует самым высоким стандартам благодаря применению передовых технологий производства

*Компания Schröter Modell- und Formenbau GmbH очаровывает в сельской местности на юго-востоке Мюнхена. Здесь прототипы и образы дизайнеров становятся реальностью. Совершенные шоу-автомобили, как желанная передовой автомобильной индустрии. Они являются источником вдохновения при принятии решений о производстве новой продукции и позволяют заглянуть в будущее на выставках. Компания Schröter опирается на передовые технологии: система ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530 управляет огромным высокоскоростным порталным фрезерным центром производства Zimmermann. Швабские станки особенно хорошо подходят для производства моделей и форм. Это оптимальные условия для Schröter, чтобы удовлетворить высокие и часто срочные запросы своих клиентов.*

## **Система ЧПУ естественным образом интегрируется в процесс**

Schröter изготавливает свои модели из различных материалов: от алюминия и самых разнообразных пластмасс, композитных материалов, пенопласта и пены до углепластика и дерева. Каждая модель не похожа на другую: задачи варьируются от первой дизайнерской модели из модельной глины, которые снова и снова оптимизируются в аэродинамической трубе, до объёмных моделей, которые являются сопутствующими серийному производству в качестве испытательного оборудования.

Директор компании Максимилиан Лёрцель (Maximilian Lörzel) придаёт огромное значение согласованной техноло-

гической цепочке: от проектирования в CAD до генерации управляющей программы в CAM системе и импорту в систему ЧПУ. При этом системы ЧПУ HEIDENHAIN естественным образом интегрированы в общий процесс. Schröter производит большие 1:1 модели на своём новейшем порталном фрезерном центре Zimmermann FZ37 с рабочей зоной 8 м x 3,50 м. Иногда фрезерование длится до 80 часов. Полная интеграция проявляет iTNC 530 с её специальными интерфейсами: протокол передачи данных Ethernet передаёт мощные 3D-программы очень быстро. Времени ожидания просто не существует, обработка может начаться, когда передача данных ещё не закончена.

"Если я что-то меняю на системе ЧПУ, потом это работает быстро и просто", подтверждает Мартин Гейзлер (Martin Geisler), сотрудник Schröter Modellbau. Кроме того согласование с общим процессом упрощается, благодаря тому, что



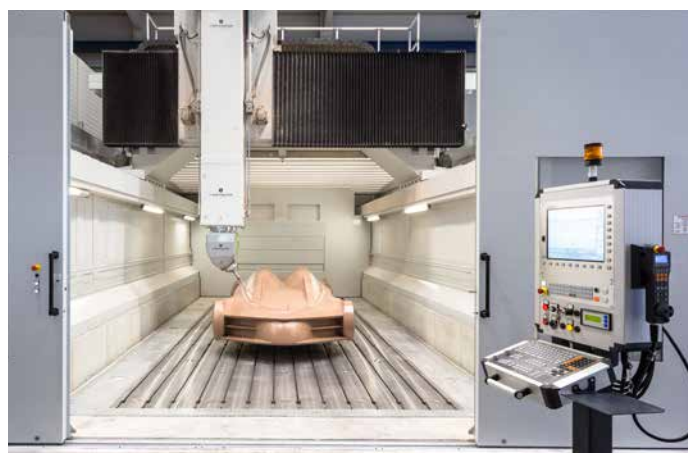
постпроцессор выдаёт управляющие программы сразу в диалоге открытым текстом с применением HEIDENHAIN циклов. Поэтому последующая оптимизация особенно проста.

Также директор Лёрцель оптимизирует организационные процессы. Каждый сотрудник ответственен за полную модель: от CAD/CAM - проектирования до фрезерования на станке. Это служит для разделения зон ответственности и позволяет избежать проблем координации.

### Динамичные станки под динамичные запросы клиентов

Компания Schröter Modellbau с момента своего основания отдаёт предпочтение станкам Zimmermann. Два новых высокоскоростных порталных фрезерных центра заполняют всё пространство цеха. "Разносторонние способности этих станков, в сочетании с высокой динамикой и очень хорошей доступностью идеально подходят для нас", говорит Максимилиан Лёрцель. Zimmermann настраивает каждый станок под желания каждого клиента. Это достигается также благодаря собственному производству фрезерных головок. Эффективность, материалы и объем обработки могут быть определены индивидуально.

*Один сотрудник на полный цикл: Мартин Гейзлер готовит модель в CAD/CAM системе для производства, генерирует управляющую программу и позже также встанет за станок.*



*Моделирование в большом формате: фрезерный высокоскоростной порталный обрабатывающий центр Zimmermann оптимально подходит к любому требованию заказчика.*

*Система ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530: подходящие функции для производства моделей и форм.*



**"Если я что-то меняю на системе ЧПУ, потом это работает быстро и просто".**

Мартин Гейзлер, Schröter Modell- und Formenbau GmbH

### Что знает только система ЧПУ...

В крайнем цейтноте, которому подвержен Schröter, ничто не может пойти не так. Симуляция управляющей программы является важным элементом. Гейзлер, сотрудник компании, пропускает всё через CAM симулятор. "Но моя любимая функция - это тестирование программы непосредственно на системе ЧПУ HEIDENHAIN", говорит он. "Это всего пара нажатий кнопок, но они очень важны в нашем планировании работ." Так как только система ЧПУ может знать реальное время обработки, а не CAM система.

Таким образом Гейзлер может оптимально планировать производство, которое на Schröter почти всегда работает и ночью. Например, точное время, когда должен быть установлен специальный инструмент, который не находится в сменщике, или когда закончится отработка программы.

HEIDENHAIN предлагает, кроме этого, все условия для удалённого управления. С программным интерфейсом RemoTools SDK возможно управлять этим взаимодействием. Этот открытый интерфейс предлагает широкие возможности для создания приложений - например, на Windows сервере - для отправки событий оператору станка. Так он получает сообщение по SMS или WhatsApp и знает когда требуется установка специального инструмента. Системы ЧПУ HEIDENHAIN с интерфейсом DNC (опция 18), таким образом, очень хорошо подготовлены для удовлетворения будущих требований к интеллектуальным сетям.



*Маховичок HEIDENHAIN HR 520 является незаменимым для Мартина Гейзлера при наладке.*

### Опыт, ноу-хау, и соответствующая техника

Очень тонкое чутьё требуется при обработке 1:1 моделей. В глиняных моделях на поверхность наносят специальную нагретую смесь воска и глины с целью оптимизации аэродинамики кузова. Задача компании Schröter здесь - это фрезерование оптимального контура. "Для этого мы часто и с удовольствием используем функцию глобальных настроек программирования (GS) в iTNC 530 в сочетании с суперпозицией маховичком", говорит основной пользователь Мартин Гейзлер. Функция поддерживает постоянный припуск по всей обработке, так что не требуется заново генерировать управляющую программу.

Но существует и ещё один аспект: "Материал может деформироваться, и тогда фрезерование больше не нужно там, где оно было необходимо прежде", поясняет Мартин Гейзлер. Специально для доработки он может предотвратить

фрезерование в материале. С помощью маховичка он устанавливает нужное положение фрезы, а система ЧПУ автоматически накладывает эту коррекцию на запрограммированный контур.

### Высокая точность для серии

В процессе производства моделей, которые используются для испытания серийных компонентов, особое внимание уделяется высокой точности поверхности. HEIDENHAIN iTNC 530 гарантирует это с её прецизионным управлением перемещением, которое сглаживает, возникающие время от времени, неблагоприятные точки распределения, сгенерированных в CAM управляющих программ.

Кроме того, пользователь может управлять допусками на контур при помощи стандартного цикла 32 и выверить оптимальное соотношение скорости и точности, соответствующее его требованиям.



## Программный интерфейс HEIDENHAIN DNC и RemoTools SDK

### Windows-приложения для доступа к данным TNC

Актуальные и будущие требования к коммуникации в производстве - также принимая во внимание концепцию Industrie 4.0 - выполняются HEIDENHAIN с опцией HEIDENHAIN DNC (опция 18). При помощи программного пакета для разработчиков RemoTools SDK можно получить доступ к данным в системе ЧПУ TNC через Windows-приложения и изменять их, если это необходимо.

#### Применение:

- коммуникация между станком и системами производственных данных и регистрации (MDE/BDE)
- подключение к высокоуровневым ERP/MES - системам
- повышение надёжности технологических процессов и эксплуатационной готовности оборудования
- коммуникация с системами отчётности, которые отправляют события текущей обработки, например, на смартфон.

## Итог

"Автомобильная промышленность с её строго размеченными процессами будет оставаться нашим основным бизнесом и в будущем", уверен директор компании Максимилиан Лёрцель. Для поставщика, типичный для автомобиля жизненный цикл продукта и в тоже время увеличивающееся число моделей, является большим вызовом. Он может предложить гибкость и скорость только тогда, когда он может положиться на производственное оборудование. "С комбинацией из CAM системы, фрезерного станка Zimmermann, и системы ЧПУ HEIDENHAIN мы отлично вооружены". Она очень быстро справляется с иногда очень специальным и очень срочным желанием клиента. "По части техники нас ничего не ограничивает", говорит Максимилиан Лёрцель и смеётся.

+ [www.modellbau-schroeter.de](http://www.modellbau-schroeter.de)



Директор компании Максимилиан Лёрцель и сотрудник Мартин Гейзель перед пятиосевым фрезерным станком Zimmermann FZ33c.



## От имени скорости

Как знание системы ЧПУ способствует продуктивности

**Pankl Racing Systems AG производит компоненты для приводов и двигателей, которые часто работают на пределе возможностей. Многие команды Формулы 1, DTM, или американской NASCAR высоко ценят продукцию из австрийского Капфенберга (Karfenberg). Спортивная конкуренция оказывает давление также и на производительность поставщика запчастей: при использовании сложных материалов, их рабочий персонал и станки перегружены. Операторы станков в Pankl, с отличным знанием системы ЧПУ, доказывают, что сложная обработка в системах ЧПУ HEIDENHAIN может быть запрограммирована эффективно. Всё происходит на обрабатывающих центрах Hermle, которые высокодинамично справляются с прочными материалами.**

### **Операторы станков придают форму автомобильным компонентам**

Работа на 17-ти обрабатывающих центрах Hermle с системами ЧПУ TNC доставляет удовольствие не только из-за сложности заготовок, но и потому, что от этого зависит успех гоночной команды. Мастерство операторов станка вдохновляет их на все более глубокие знания о системах ЧПУ, находясь в зоне обслуживания Рэд Булл Ринга. Программы для многих процессов они составляют прямо на станке и создают из вообразимых конструкций реальные компоненты кузова. Для этой задачи они обладают полным контролем над станком, системой ЧПУ, инструментом и материалом. Оператор Даниель Штэбегг (Daniel Stebegg) в восторге: "Это доставляет удовольствие

исследовать, что с ещё большими знаниями о системе ЧПУ ты можешь сделать ещё больше."

Это не всегда легко. Экстремально твёрдые материалы и специальные сплавы застигают врасплох при обработке зачастую с неожиданными трудностями. Поэтому речь идёт о быстром устранении затруднений: необходима простая адаптация стратегии обработки, подачи и скорости резания. Это не проблема при использовании диалога открытым текстом на системах ЧПУ HEIDENHAIN.

С понятными диалогами систем ЧПУ TNC также быстро и надёжно можно составлять программы обработки для сложных контуров. И этим часто пользуются, так как Pankl изготавливает много запчастей небольшими партиями, что постоянно требует новых или изменения старых программ.



## Улучшение результатов команды

Разделение труда является важным ключом для большей эффективности в Pankl. Всё, что не обязательно должно быть сгенерировано в CAD/CAM системе DELCAM, то создаётся напрямую на системе ЧПУ. По словам Даниэля Штэбегга идёт туда довольно много: "5-ти осевая обработка, которая программируется с функцией PLANE - наш хлеб насущный." Своим сравнением со станками, которые обходятся без систем ЧПУ HEIDENHAIN, поделился оператор Кристоф Нимрихтер (Christoph Nimmrichter): "Программирование в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN помогает нам не забывать вводить необходимые данные, иначе поиск ошибок отнимает очень много времени."

Оператор станка Франц Пильхоффер (Franz Pillhoffer) обязан быть особенно точен при производстве компонентов для спортивных моторов и не хочет постоянно начинать программирование с нуля. Поэтому он придаёт большое значение несложной настройке и повторному использованию программ и их частей: "Функции LABEL дают возможность очень удобной реализации подпрограмм и повторений частей программ." Таким образом существующие программы могут быть быстро адаптированы к новым требованиям. Кристоф Нимрихтер (Christoph Nimmrichter) указывает на другую функцию: "Мы также высоко ценим возможности TNC в комментировании программ. Оно занимает незначительное время, но значительно облегчает повторное использование, в том числе и другими сотрудниками"

Короткие простые программы создаются в основном на станке: "Путь через CAD/CAM систему для простых программ получается дольше, чем программирование непосредственно на TNC."

Если речь идёт о свободных поверхностях или сложных контурах, то в дело вступает CAD/CAM-система DELCAM с хорошей интеграцией циклов HEIDENHAIN: оптимизация и коррекция данных производится оператором станка непосредственно на TNC. Это делает обратную связь через CAD/CAM-подразделение не нужной.

**"Программирование в диалоге открытым текстом HEIDENHAIN помогает нам не забывать вводить нужные данные. В противном случае тратится много времени на поиск ошибок."**

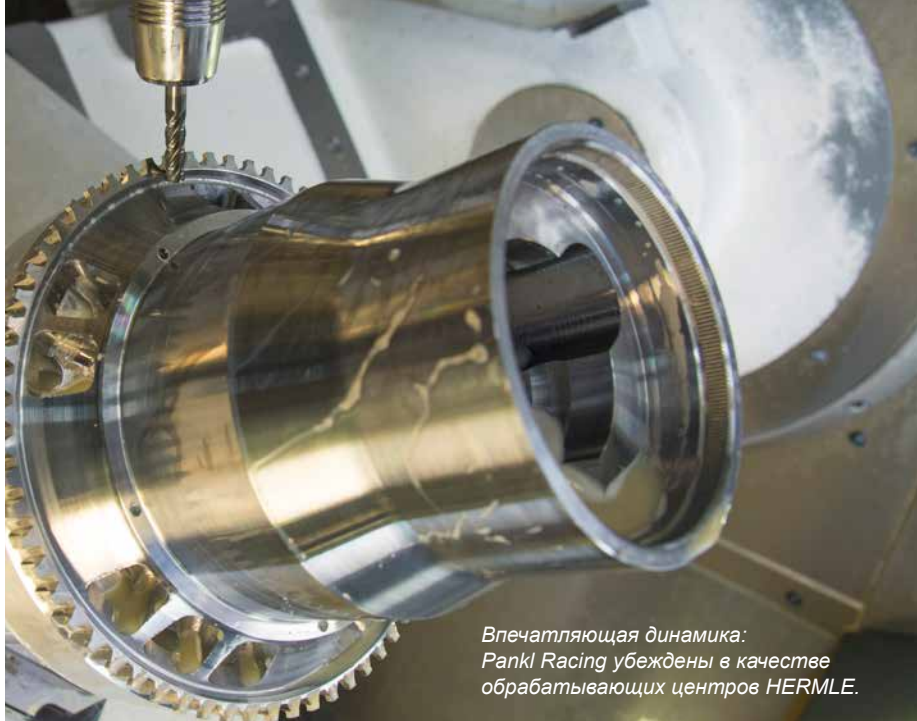
Кристоф Нимрихтер,  
оператор станка в Pankl Racing Systems



Стойка шасси для спортивного автомобиля:  
прецизионная обработка на системе ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530



Команда Pankl (слева направо):  
Франц Пильхоффер, Даниэль Штэбегг, Михаэль Лангталер, Кристоф Нимрихтер



*Впечатляющая динамика:  
Pankl Racing убеждены в качестве  
обрабатывающих центров HERMLE.*



*В два шага к идеальной детали:  
шарнир подвески после черновой обработки (слева), после чистовой обработки (справа).*

## Преимущество знаний

"Мы используем каждую возможность, чтобы лучше познакомиться с функциями системы ЧПУ HEIDENHAIN. Таким образом мы хотим разувать, как можно реализовать задачи обработки ещё лучше или быстрее", говорит Даниель Штэбегг. Команда протестировала, например, функцию трохоидального фрезерования. Эта TNC-функция выбирает различные канавки быстрее, чем построчная стратегия обработки. Специалисты из Pankl радуются также простому обращению с новыми циклами фрезерования плоскости, которые экономят время на практике.

Тем кто, как сотрудники Pankl Racing, имеет возможность испытывать различные функции, рекомендуется лучше всего использовать электронное руководство, которое хранится непосредственно в TNC. Практически ориентированное обучение предлагается также непосредственно производителем системы ЧПУ или авторизованными

партнёрами: оно выходит за рамки простой теории и включает в себя решения конкретных задач на станке.

## Высокая динамика требует высокой точности

Компоненты, производящиеся в Pankl, предназначены для высочайших нагрузок и максимальных скоростей. Увлечение оператора станка скоростью имеет ещё одно основание: "Быстрота и динамика новых обрабатывающих центров Hermle впечатляет", говорит Михаэль Лангталер (Michael Langthaler). Под управлением системы ЧПУ HEIDENHAIN удаётся найти гармонию между динамикой и точностью, чтобы полностью раскрыть потенциал мощных станков.

При комплексной обработке бывает сложно оценить, как много инструментов может понадобиться. Единственная деталь требует уже использования до 80-ти инструментов. Для того чтобы не терять времени на организации ин-

струмента, на станках C32 и C42 швабского производителя, используется функция TNC расширенного управления инструментами. В понятном списке используемых инструментов оператор станка может сразу видеть: подходит ли срок службы инструмента к концу или его можно ещё использовать.

Титан и специальные сплавы требовательны к станкам и инструментам. При длительной обработке заготовки, температура оказывает влияние на точность изготовления. Это особенно чувствительно для компонентов двигателя с узкими допусками на формы и размеры. Например, отклонения на диаметре должны лежать в диапазоне микрометров. Высокую точность пятиосевой обработки обеспечивает функция TNC оптимизация кинематики (KinematicsOpt). Система ЧПУ определяет отклонения наклонно-поворотного стола и соответствующим образом вносит изменения в кинематические таблицы. Необходимый для этого цикл измерения требует немного времени и выполняется обычно перед обработкой.

## Кто использует потенциал - выигрывает!

Без сомнения, мощные CAD/CAM-системы являются незаменимым инструментом комплексной обработки заготовки. Системы ЧПУ HEIDENHAIN делают особенно эффективными автоматически генерируемые управляющие программы на мощных станках с высокой динамикой.

В то же время оператор станка может, используя множество мощных функций HEIDENHAIN TNC, написать управляющую программу для сложного контура прямо на станке. Команда из Pankl делает ставку на знания и опыт в работе со сложными материалами для непосредственной реализации хороших и эффективных производственных решений с системами ЧПУ HEIDENHAIN. Это делает работу на станке ещё более ценной и способствует мотивации. Чтобы выиграла вся команда!

+ [www.pankl.com](http://www.pankl.com)

# Новые циклы для зубофрезерования и точения интерполяцией

Новые функции для TNC 640 облегчающие программирование сложной обработки.

*Циклы существенно упрощают программирование комплексной обработки. Это демонстрируют три цикла, которые содержатся в новой версии 05 программного обеспечения для TNC 640: Цикл 880 для обработки зубчатого колеса и циклы 291 и 292 для точения интерполяцией. Вместо множества отдельных перемещений Вы определяете только несколько параметров - всё остальное сделает система ЧПУ.*

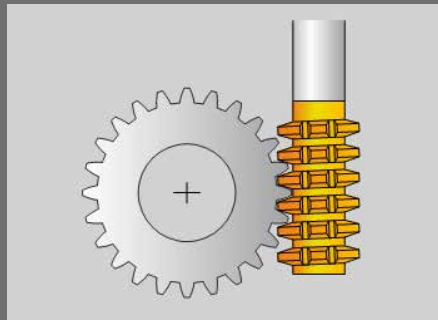
## Цикл 880 Зубофрезерование шестерен: комфортное производство зубчатых колес

Как можно особенно просто отфрезеровать зубчатое колесо? Наилучшее, Вы вводите параметры зубчатого зацепления из чертежа напрямую в диалоге с TNC 640. Система ЧПУ генерирует из них 5-ти осевое перемещение для зубофрезерования с помощью профильной фрезы. Сложное 3D моделирование или громоздкое программирование больше не требуется.

Новый цикл 880 упрощает производство внешних цилиндрических зубчатых колес или косых зубчатых передач под любым углом.

В цикле Вы сперва описываете зубчатое колесо по следующим параметрам:

- вид
- количество зубьев
- диаметр окружности выступов
- радиальный зазор
- угол наклона зуба



Затем описываете инструмент по следующим данным:

- угол наклона инструмента
- направление вращения инструмента
- максимальная глубина врезания

Кроме этого Вы можете выбрать стратегию, а также сторону для обработки.

*Цикл 880 делает сложный процесс производства зубчатых колес с помощью зубофрезерования легко программируемым.*

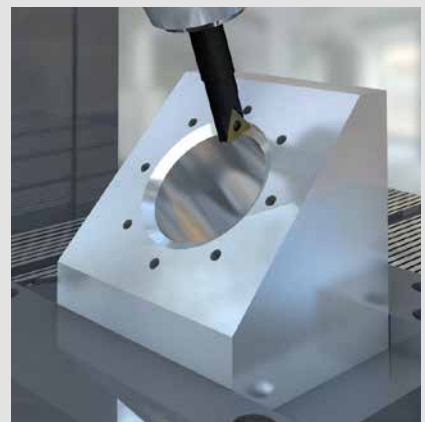
## Цикл 291 и 292: Точение интерполяцией

Часто бывает необходимо обработать контур вращения в развёрнутой плоскости обработки. Одна из возможных задач, например, уплотняющая поверхность на фланце, такая, как это требуется при производстве больших корпусов насосов. TNC выполняет обработку с интерполяцией при помощи циклов 291 и 292. Для этой цели положение главного шпинделя должно быть сопряжено с положением линейных осей. Это сопряжение даёт такой эффект, при котором резец инструмента всегда ориентирован к/от центру(а) вращения. Инструмент вращается вокруг собственной оси и одновременно движется по спиральной траектории.


Цикл 291 ТОЧЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ СОПРЯЖЕНИЕ - включает и выключает сопряжение шпинделя. Резец инструмента становится ориентированным на центр вращения. Программирование траектории движения осей и инструмента Вы осуществляете самостоятельно.

Более удобен и универсален цикл 292 ТОЧЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИЕЙ КОНТУР. Этот цикл включает сопряжение шпинделя, управляет вращательным движением инструмента, обеспечивает чистовую обработку заранее определённого контура интерполированным вращением и выполняет подвод и отвод инструмента. Запрограммированные данные контура в подпрограмме должны содержать монотонно увеличивающиеся (всегда только больше или оставаться постоянными) или монотонно уменьшающиеся (всегда

меньше или оставаться постоянными) координаты. Если это не так, то необходимо использовать цикл 291



*С новыми циклами точения интерполяцией Вы можете выполнять токарную обработку на фрезерном оборудовании без переустановки.*



## Новые функции для большей надёжности технологического процесса

Обновление программного обеспечения для TNC 640 оптимизирует отображение, безопасность и производительность станка.

**TNC 640 - это high-end система ЧПУ HEIDENHAIN для фрезерных и фрезерно-токарных станков. С новой версией программного обеспечения Вы получаете важные улучшения: CAD-Viewer позволяет увидеть готовую деталь до обработки. Новый 3D формат способствует детализированной и безопасной передаче данных об объектах мониторинга в DCM. Обработка тяжёлых заготовок стала безопаснее с LAC и циклом 239.**

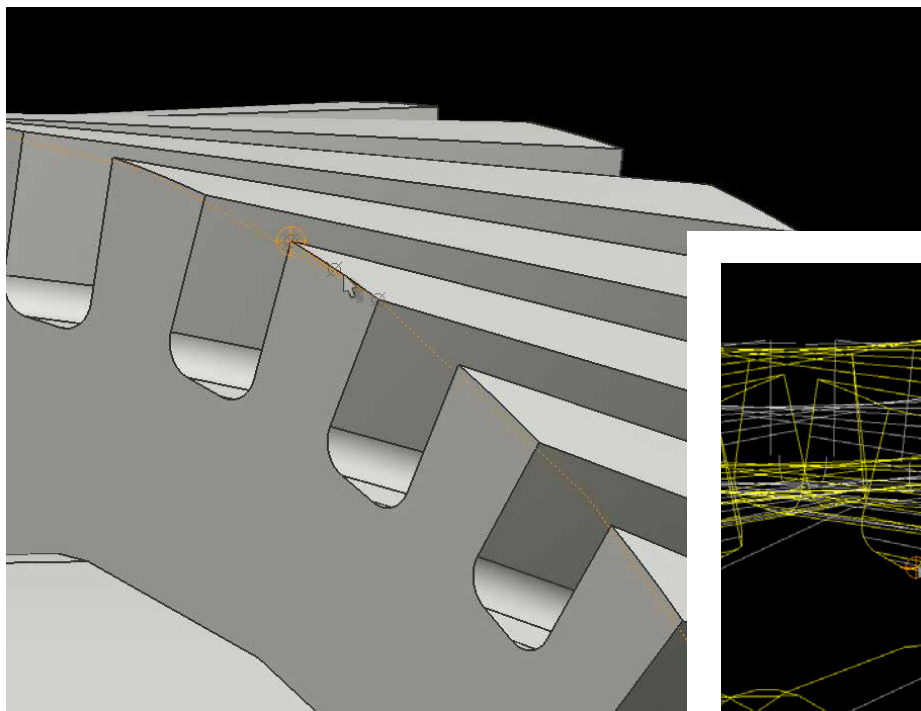
### Новый CAD-Viewer

Перед запуском управляющей программы обработки детали полезно взглянуть на её CAD-модель. Раньше предварительный просмотр CAD был доступен только в iTNC 530 в качестве опции. Начиная с версии 05 программного обеспечения для TNC 640 CAD-Viewer в новом дизайне стандартно интегрирован в ПО. Не имеет значения открываете ли Вы файлы на жёстком диске TNC или из сети: CAD-Viewer запускается автоматически как только вы выбрали нужный файл.

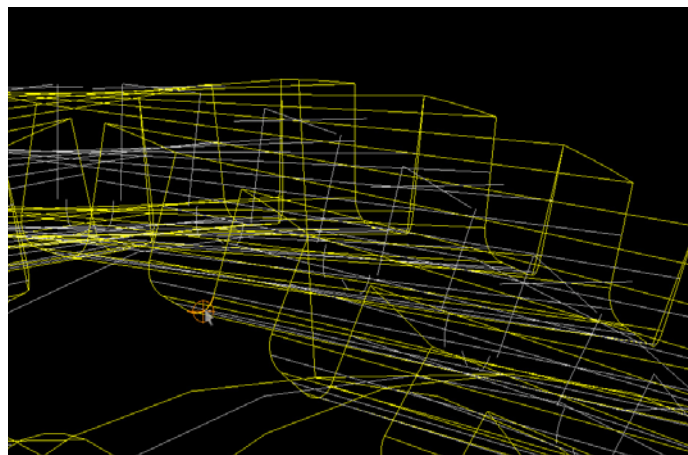
Для отображения таких CAD-форматов, как STEP, IGES и DXF в Вашем распоряжении многочисленные виды и варианты просмотра. Используйте мышь для вращения, перемещения или масштабирования отображения, чтобы рассмотреть, например, поднутрения или небольшие радиусы.

Особенно практична функция отображения информации о выделенном элементе контура и простые функции измерения. Вы просто устанавливаете точку привязки и потом ведёте курсор по заготовке с помощью мыши. Как только курсор оказывается над элементом, он выделяется цветом. В левом нижнем углу окна просмотра появляется информация о типе элемента, а также соответствующих координатах начальной и конечной точки. Координаты всегда относятся к ранее установленной точке привязки.

CAD-Viewer: отображение координат



CAD-Viewer: каркасный вид



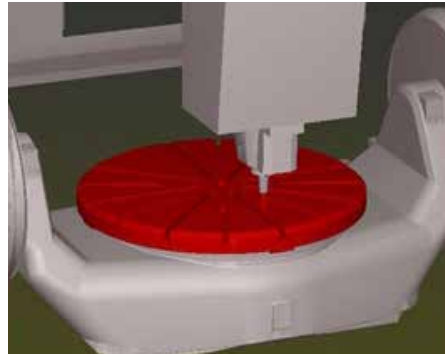
### Новый 3D-формат упрощает адаптацию DCM

Сложные и динамичные движения станка трудно предсказуемы для оператора. DCM - динамический мониторинг столкновений в TNC - весьма надёжно защищает от угрозы повреждения станка. Если компоненты станка следуют по траектории, которая может привести к столкновению, то DCM вовремя останавливает перемещение осей и визуально отображает эти компоненты красным цветом. Мониторинг в реальном времени работает также и в ручном режиме, защищая, например, во время наладки.

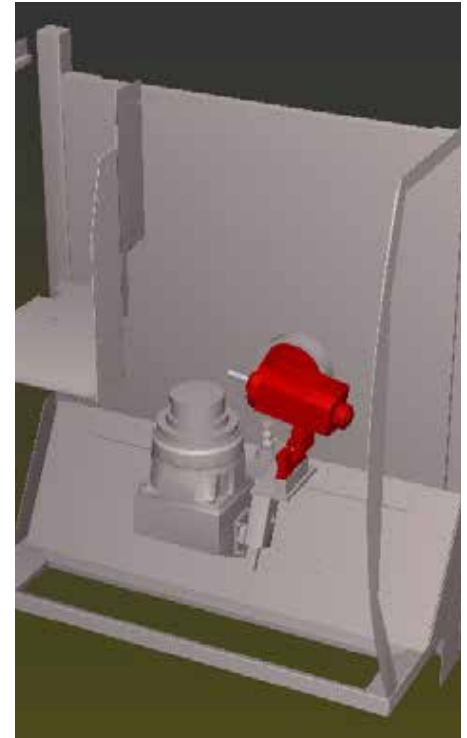
Производитель станка устанавливает функцию DCM и конфигурирует потенциально подверженные столкновению узлы в рабочей зоне во время написания кинематической модели. Начиная

с ПО версии 05 в распоряжении производителя станка находится новый 3D формат. С ним производитель может ещё легче использовать и более точно определять существующие 3D-данные.

Для пользователя это означает подробное и реалистичное отображение компонентов станка и рабочей зоны, а также более оптимальное использование рабочей зоны станка.



DCM - опасность столкновения: инструмент - стол

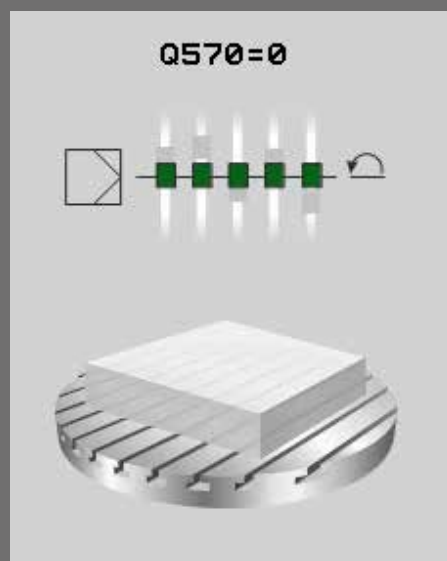


DCM - опасность столкновения: шпиндель - лазерный щуп

### Различные массы заготовок просто адаптируются с LAC

В зависимости от веса заготовки динамическое поведение станка также сильно меняется. Другая нагрузка влияет на силу трения, инерцию, удерживающий момент и статическое трение осей стола. Теперь с LAC и циклом 239 эта функция легко доступна, с возможностью быстрой реакции на изменившуюся нагрузку. LAC - это аббревиатура для Load Adaptive Control - адаптивное изменение параметров регулирования в зависимости от нагрузки. При помощи этой функции TNC 640 определяет нагрузку, с которой работают оси. Затем TNC настраивает различные параметры для новых требований нагрузки.

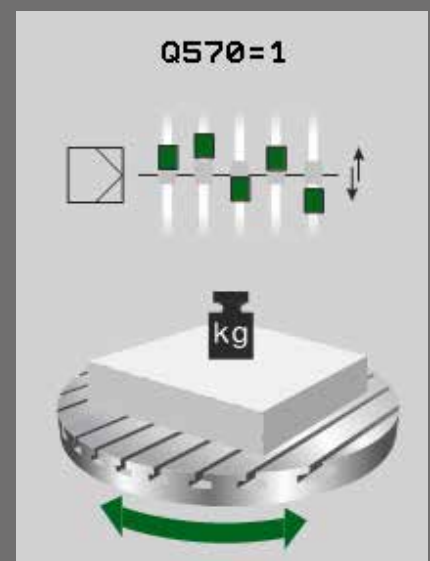
LAC и цикл 239 таким образом создают условия для безопасной обработки различных тяжёлых заготовок.



Цикл 239 имеет очень простую структуру: он содержит только параметр Q570.

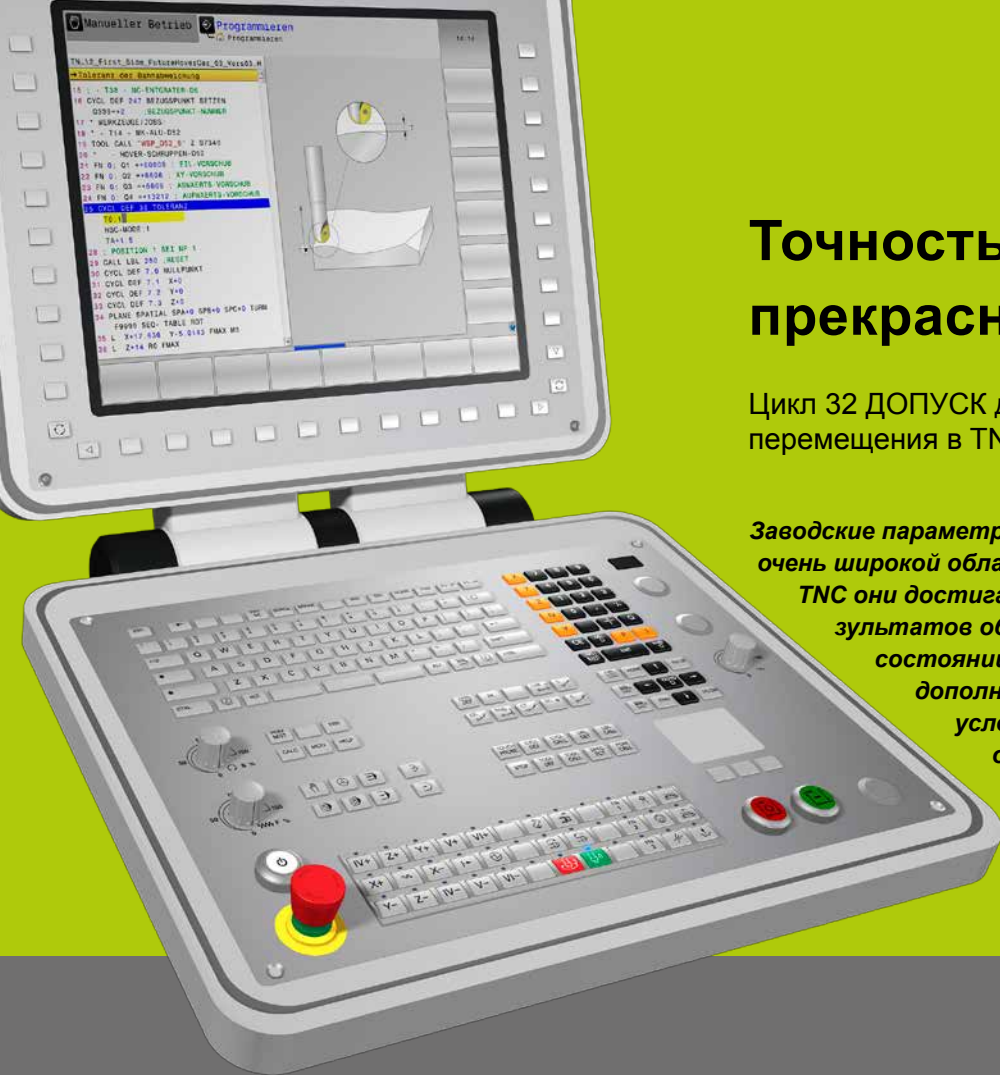
Q570=0

- TNC отменяет действие LAC.
- начальные параметры регулирования обеспечивают безопасное перемещение осей независимо от нагрузки
- применение при наладке и после окончания выполнения управляющей программы.



Q570=1

- TNC производит движения для вычисления тяжести нагрузки
- TNC настраивает параметры регулирования оптимально к условиям нагрузки.



## Точность и динамика прекрасно сочетаются

Цикл 32 ДОПУСК для оптимизации перемещения в TNC

*Заводские параметры станков обычно настроены для очень широкой области применения. С системами ЧПУ TNC они достигают хороших и очень хороших результатов обработки уже в этом универсальном состоянии. Цикл 32 ДОПУСК делает возможной дополнительную адаптацию к специфичным условиям обработки. В особенности при обработке поверхности свободной формы со сравнительно длинным временем обработки он может помочь достичь оптимального сочетания динамики и точности.*

Каждый этап обработки, в сущности, требует специальных настроек станка. Например, настройка для чистовой обработки, больше нацелена на точность и сглаживание контура. Но она не полностью использует потенциал скорости при черновой обработке. Это верно и в обратном случае. Для достижения наилучшего сочетания точности и динамики для всех операций, оператор должен иметь влияние на предустановленные параметры станка и, таким образом, на поведение при управлении перемещением в TNC. Системы ЧПУ TNC предлагают для этого стандартную функцию Цикл 32 ДОПУСК.

### По широкой траектории быстрее чем по контуру

Отклонение от траектории T обычно определяет производитель станка. Он устанавливает значение по умолчанию для максимального отклонения от контура. Но Цикл 32 ДОПУСК даёт возможность оператору адаптировать отклонение от траектории под специфику обработки. Он оказывает прямое влияние на максимальное допустимое отклонение и вместе с тем на время обработки

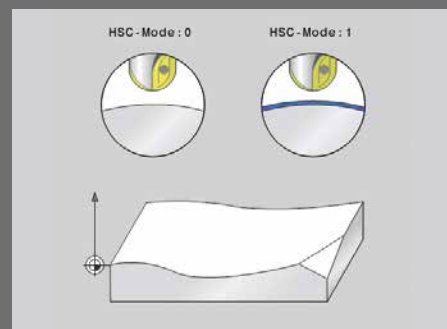
в особенности для элементов контура с многочисленными изменениями направления - типичными, например, для поверхностей свободной формы.

Это утверждение прекрасно иллюстрирует сравнение с автоспортом: чем шире дорога в повороте, тем быстрее гоночный автомобиль может проехать этот поворот. Пилот планирует свою идеальную траекторию так, чтобы возможно было пройти поворот с максимальной скоростью. Узкая ширина дороги, напротив, вынуждает пилота снизить скорость.

В частности при черновой обработке в большинстве случаев существует возможность, при которой ширина траектории и соответственно допуск на отклонение T выбирается больше. Это также позволяет оператору повысить максимально возможную подачу при обработке в узких местах. Для чистовой обработки, наоборот, он должен снова уменьшить значение допуска или установить его обратно на значение заданное производителем станка. Для этого Цикл 32 ДОПУСК определяется снова с меньшим значением или без указания значения.

### С системой контроля полосы

Дополнительно Цикл 32 ДОПУСК предлагает возможность изменения настройки поведения при движении при помощи параметра HSC-MODE 0 или 1. Вернёмся к примеру с автоспортом: параметр HSC-MODE сравним с видом системы контроля полосы в гоночном автомобиле. Уровень 0 должен разрешать только небольшие отклонения от идеальной траектории и вмешивается в регулирование на ранней стадии, даже если это приводит к потере времени. Уровень 1, напротив, позволяет более быстрый темп. Она допускает отклонения от идеальной траектории, пока не превышен заданный допуск T - также как колёса автомобиля остаются на дорожной полосе.

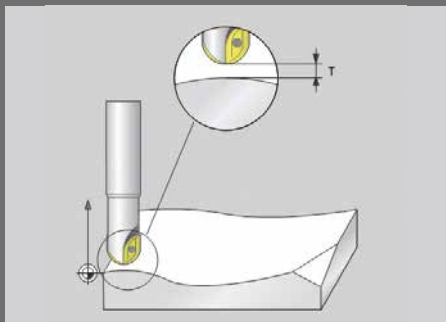


Перенеся это на станок скажем так: в режиме HSC-MODE 0 фокус сильнее смещён в сторону более высокой достоверности контура. При чистовой обработке система ЧПУ TNC использует определённое отклонение от контура T не всегда полностью, обеспечивая более высокую точность контура. HSC-MODE 1 настраивает станок с акцентом на уменьшение времени обработки. При черновой обработке установите этот параметр для того, чтобы оптимально использовать отклонение от траектории T. Станок достигает и поддерживает более высокие скорости подачи на углах и в узких дугах с сильными изменениями направления перемещения. Это не только экономит время обработки. Постоянная подача обработки также способствует увеличению срока службы используемого инструмента.

### Ориентировочные значения облегчают настройку

Для определения допуска на отклонение T в Цикле 32 ДОПУСК оператор станка может использовать следующие базовые рекомендации:

- При чистовой обработке значение T должно быть по меньшей мере в 1,1 - 3 раза больше значения хордовой ошибки, используемой в CAM-системе. Эту ошибку обычно выбирают от 1 до 4 мкм, чтобы система ЧПУ отработывала наиболее точное и не искажённое отображение изготавливаемого контура. В зависимости от поставленной задачи оператор задаёт значение допуска между 5 мкм, для большей точности, и 20 мкм, для большей сглаженности контура. При прецизионной обработке нормальными будут значения допуска и меньше 5 мкм.



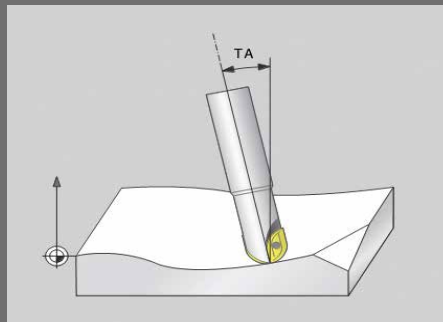
- Для черновой обработки оператор должен использовать более высокие значения. Критическим здесь, в конечном счёте, является оставляемый припуск на контуре. Типичными значениями для черновой обработки являются: хордовая ошибка в CAM-системе от 4 до 30 мкм и допуск на контур T от 0,05 до 0,3 мм.

Независимо от того составляется ли программа для чистовой или черновой обработки в CAM-системе, рекомендуется использовать 4 знака после запятой в кадре позиционирования, например, L X-12.0215 Y+12.8951 Z+12.1258. Это позволяет избежать ненужного нарушения контура при ошибках округления в комбинации с низким разрешением выводимых значений.

### Цикл 32 ДОПУСК учитывает также оси вращения

Для оптимизации программ для 4-х или 5-ти осевой одновременной обработки цикл 32 ДОПУСК дополнительно предлагает настройку для допусков на оси вращения TA. Во многих случаях при 5-тиосевой одновременной обработке ограничивают максимальную подачу на центральной точке инструмента не линейные оси, а оси вращения. Система ЧПУ TNC устанавливает заданную максимальную подачу в таких случаях по самой медленной оси вращения.

Допуск для осей вращения TA предоставляет TNC значение для сглаживания ограничения на перемещение оси вращения. Это позволяет системе ЧПУ перемещать оси более плавно. Одновременно допустимое сглаживание делает возможным более однородное движение, что может привести к снижению времени об-



работки. Влияние ограничений осей вращения на максимальную подачу в центральной точке инструмента снижается.

Существенным преимуществом систем ЧПУ TNC является то, что контур и соответствующая траектория центральной точки инструмента, несмотря на дополнительный допуск для осей вращения, не отклоняется от заданной траектории. Система ЧПУ принимает в расчёт результирующее отклонение центральной точки инструмента из-за сглаживания осей вращения и компенсирует его, соблюдая при этом заданный допуск T.

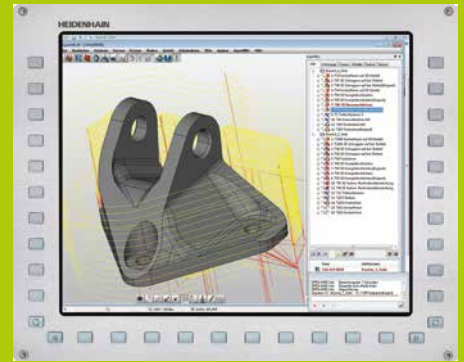
При определении ориентации осей вращения значения координат в управляющей программе должны быть указаны с четырьмя знаками после запятой, например, L X-12.0215 Y+12.8951 A+12.1258 B+32.8945. При использовании программы с векторами ориентации инструмента, необходимо координаты вектора указывать с семи знаками после запятой, например: LN X-12.0215 Y+12.8951 TX-0.0455636 TY+0.2118529 TZ+0.9762388. Слишком низкое входное разрешение значений может оказать негативное влияние на результат обработки.

### Динамика и точность в надёжных руках

Специальное управление перемещением в системах ЧПУ TNC делает возможным высокودинамичную работу станка. Вместе с этим гарантированно соблюдение системой ЧПУ заданных величин допуска. Независимо от режима работы станок всегда поддерживает заданное значение отклонения T.

На прямых участках контура или при плавных больших кривых система ЧПУ TNC использует заданный допуск T не полностью, поэтому в этом случае он не влияет на достижение максимальной подачи обработки. Система ЧПУ просто работает по данным контура из управляющей программы. Также при позиционировании с точным остановом, как, например, позиционирование при сверлении, заданный допуск T не имеет влияния.

# Центральное место в цифровом управлении проектами



TNC 640 в Вашей технологической цепочке

**Рентабельное производство требует эффективно работающей технологической цепочки. Потому что только тогда обеспечивается гладкая работа связей и передачи знаний между всеми звеньями цепочки. Критическим звеном здесь является система ЧПУ, потому что она занимает центральное место в пределах технологической цепочки. TNC 640 хорошо оснащена для этой задачи.**

Конечно каждое производство полностью индивидуально и имеет свою философию в организации процесса. Размер компании, степень кооперации, объёмы партий или станочный парк - всё это определяет специфические пограничные условия. Но основные элементы и этапы технологической цепочки являются сопоставимыми. Вы должны связать в единое целое конструирование, программирование, тестирование, подготовку производства и само производство, и для цифрового управления проектами должна быть возможность связей и передачи данных во всех направлениях. Цель всех этих мероприятий и инвестиций - это, в конечном итоге, получение большей эффективности в цеху.

## Система ЧПУ как центр управления

Центральное место в технологической цепочке занимает система ЧПУ. Она является последним звеном обработки данных в цифровом управлении проектами перед непосредственно станком, преобразуя цифровые биты и байты в механические перемещения, стружку, и желаемый конечный продукт. На станке, во время изготовления, опять возникают многочисленные данные и информация, которые необходимы в другом месте технологической цепочки. К этому относится информация о корректировках в управляющей программе, которые были сделаны на системе ЧПУ, а также данные для обеспечения качества. Вся эта информация должна участвовать в производственном процессе, на каждом этапе оперируя актуальными данными.

Для передачи этих цифровых знаний быстро и без потерь, соответственно, требуется наличие электронной производственной документации. Поэтому должен быть гарантирован прямой доступ к данным проектов, таким как технические чертежи, данные CAD, управляющие программы, данные

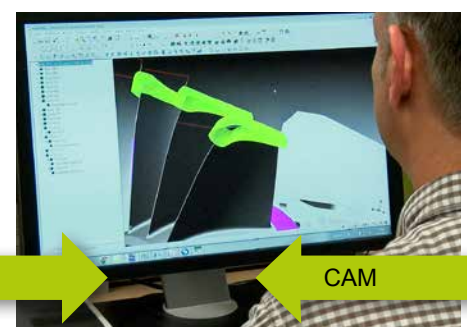
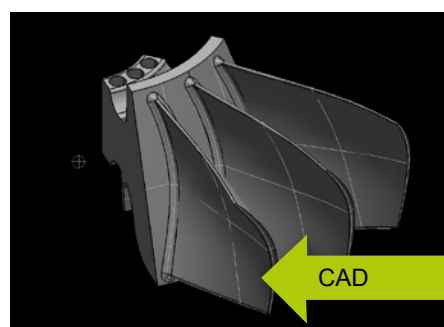
инструментов, рабочие инструкции, список оснастки, информация о запасах и так далее. А также прямой доступ к цифровым данным проектов, которые возникают в процессе производства, например, фотографии или отчёты.

## TNC 640 отвечает всем требованиям

Чтобы система ЧПУ могла выполнять важные функции внутри цифрового управления проектами на каждом производстве, она должна уметь адаптироваться к индивидуальным существующим технологическим цепочкам. Поскольку процессы не являются жёстко определёнными, она должна быть кроме этого открыта для изменений и дальнейшего развития.

TNC 640 идеально подходит под все эти требования, благодаря её инновационной программной платформе. Она предлагает операторам станков высокий уровень поддержки при различных задачах и обеспечивает быстрое время реакции. Для интеграции TNC 640 в технологическую цепочку и получения желаемых данных на системе ЧПУ, HEIDENHAIN предлагает два решения.

*Непрерывно и без потери данных от идеи до детали: современная технологическая цепочка с интегрированной TNC 640.*





### Стандартные функции с высокой практической пользой

Уже стандартные функции TNC 640 делают возможным прямо на системе ЧПУ получать доступ к данным производственного процесса через программы работы с файлами CAD (CAD-Viewer), PDF, и через веб-браузер Mozilla Firefox. Для работы через веб-браузер никаких собственных программ устанавливать не надо. Обслуживание, основанной на веб, системы документации и ERP также возможно, как и чтение электронной почты.

Практическая польза стандартных функций очевидна. Примером этого является отсутствие данных со стороны клиента. Так как часто задания бывают срочные, то нужное задание можно отправить как DXF-данные через электронную почту. В TNC 640 оператор станка, имея доступ к электронной почте напрямую, без окольных путей, сохраняет полученный файл DXF. На TNC 640 он может открыть этот файл, извлечь необходимые данные и начать процесс изготовления. Никаких обходных путей или привлечения других сотрудников не требуется.

### Доступ к Windows - ПК: опция 133 Управление удалённым рабочим столом

Расширенным решением интеграции TNC 640 в технологическую цепочку является опция 133 Управление удалённым рабочим столом. Она даёт возможность простым нажатием кнопки на клавиатуре вывести на экран системы ЧПУ рабочий стол ПК на Windows. Это может быть как компьютер в локальной сети, так и промыш-

ленный ПК, например, HEIDENHAIN IPC 6641, находящийся в шкафу станка. Сочетание клавиш для переключения свободно назначается оператором в настройках TNC 640.

Оператор станка непосредственно на системе ЧПУ получает полный доступ к компьютерным системам технологической цепочки. Таким образом он просто может работать со всеми обычными приложениями прямо на TNC 640, например для управления, документирования и визуализации. Ресурсоёмкие задачи, такие как CAD/CAM моделирование, не влияют на работу системы ЧПУ и производительность станка.

#### ■ Как это просто и выгодно показывают два практических примера:

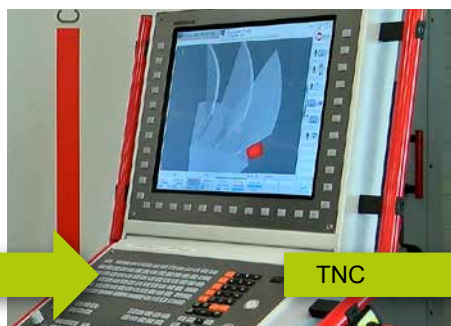
Так, например, неполные габаритные чертежи, всегда усложняют продуктивность работы на производстве. Вместо ненужных приёмов и громозд-

ких расчётов оператор просто открывает CAD-модель на TNC 640. Он быстро находит необходимые размеры и данные, не отходя станка, даже если коллеги в конструкторском отделе временно недоступны.

Второй пример, деталь для срочного задания была запрограммирована в CAM-системе. Оператор станка в цеху замечает, что предоставленный инструмент позволяет произвести обработку с большим врезанием. Поэтому он хочет изменить управляющую программу, чтобы использовать это преимущество и изготовить деталь более эффективно. Для этого, он непосредственно через TNC 640 запускает CAM-приложение, увеличивает величину врезания и генерирует новую управляющую программу. Затем он загружает новую управляющую программу и продолжает обработку. Новые значения сохраняются в CAM-системе и видимы для всех участников цепочки.

### TNC 640 в Вашей технологической цепочке: выгоды интеграции

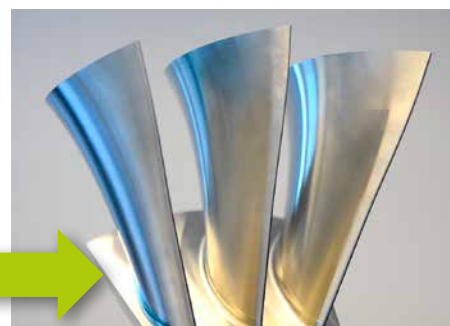
- Прямой доступ к Windows-приложениям на TNC 640: работа в CAD/CAM-системе или управление проектами
- Повышение конкурентоспособности через оптимизацию информационного потока: избегание пробелов в информации и экономия ценного времени и ресурсов
- Использование функционала ПК на станке: удалённый доступ не влияет на производительность станка
- Увеличение эффективности производства: последовательный обмен данными и координация процессов друг с другом
- Применение стандартных функций: улучшение технологических процессов в цеху без дополнительных опций



TNC



Станок



# Защита инвестиций в ремонтные работы

HEIDENHAIN даёт 6 месяцев гарантии на весь блок

Простые и более клиентоориентированные условия гарантии, при ремонте оборудования в сервисном центре HEIDENHAIN: 6 месяцев гарантии на весь блок, а не только на отремонтированные узлы. После ремонта системы ЧПУ, датчика измерения положения, устройств индикации или любой другой продукции HEIDENHAIN в сервисном центре HEIDENHAIN клиент получает 6 месяцев стопроцентной защиты своих инвестиций. Имеет ли вообще ремонт смысл, если другие части оборудования могут также выйти из строя в ближайшем будущем - этот вопрос больше не стоит перед клиентами сервисного центра HEIDENHAIN. Затраты на ремонт обеспечивают прозрачность и постоянство.

Сервисная работа всегда включает актуализацию до новейшего технического состояния, а также всеобъемлющее и сложное функциональное тестиро-

вание всех агрегатов оборудования. Благодаря этой бескомпромиссной ориентации на качество HEIDENHAIN может предложить такие незаурядные гарантийные условия. Они отражают уверенность компании в качестве и надёжности как собственной продукции, так и выполненных работ.

Когда ремонтные работы проводятся непосредственно в HEIDENHAIN, клиенты получают выгоду от возможности обращения при ремонте к специализированному технологическому оборудованию и измерительным приборам в сервисном центре HEIDENHAIN. Интенсивное обучение сотрудников сервиса обеспечивает их глубокими знаниями продукции, а подробная документация сервисных событий помогает, с одной стороны, быстрому поиску неисправности, и, с другой стороны, также постоянному процессу совершенствования продукции.



*Удовлетворение клиентов через защиту инвестиций: HEIDENHAIN предоставляет 6 месяцев гарантии после ремонта на весь блок, а не только на отремонтированные узлы.*

**+ Больше информации на сайте: [service.heidenhain.de](http://service.heidenhain.de)**

## Модернизация станков

Актуальные системы ЧПУ HEIDENHAIN для замены TNC 150, TNC 151 и TNC 155



Они настоящие "ветераны" среди контурных систем ЧПУ: уже более чем 30 лет системы ЧПУ HEIDENHAIN серии TNC 150, которая включает TNC 150, TNC 151 и TNC 155, надёжно делают свою работу на фрезерных станках по всему миру. Всё это длительное время HEIDENHAIN обеспечивает бесперебойную поставку запасных частей и целых блоков для замены. И всё же теперь технический прогресс даёт о себе знать при поставке запчастей для систем ЧПУ серий TNC 150, не позволяя больше производить необходимые для ремонта запасные части. Отчасти их

*Надёжная модернизация станка для более точного и эффективного производства: замена "ветеранов" TNC 150, TNC 151 и TNC 155 на новые современные системы ЧПУ HEIDENHAIN*

производство больше не рентабельно, отчасти это также технически больше не возможно. Особенно в электронике, изменения настолько масштабные, что после 30 лет старые агрегаты или технологии на сегодняшний день больше не доступны легко и просто.

Тем не менее, и после 30 лет пользователи TNC 150, TNC 151 и TNC 155 могут полагаться на то, что HEIDENHAIN при сервисном случае укажет им решение: они могут переоборудовать свои станки с классическими системами ЧПУ на актуальные. Такая модернизация имеет смысл для станков с большими диапазонами перемещения и механически прочной конструкцией. В зависимости от станка и желаемой степени модернизации клиент может выбрать: на какую актуальную систему ЧПУ он хочет переоснастить станок. Для простых

3-х осевых станков выбор стоит между TNC 128 и TNC 320. Для сложных станков можно даже рекомендовать замену на high-end систему ЧПУ TNC 640.

Результат - это надёжная модернизация станка и производственных процессов для более точного и эффективного производства. Новые системы ЧПУ HEIDENHAIN предлагают современную архитектуру с быстрыми процессорами, намного больше памяти для хранения управляющих программ и современную и быструю графику при симуляции. Чтение управляющих программ просто через USB-диск такая же стандартная возможность, как и подключение к локальной сети предприятия через Ethernet. С опцией

DXF-Import можно открывать двумерные чертежи напрямую в системе ЧПУ и выбирать контуры и позиции для обработки простым щелчком мыши. Это экономит время и предотвращает ошибки при вводе.

Критическим моментом для многих клиентов является также обратная совместимость систем ЧПУ. Благодаря ей, оператор может использовать большинство старых управляющих программ для серии TNC 150 на современных системах ЧПУ. А благодаря последовательной концепции интерфейса оператор легко ориентируется с новой системой ЧПУ. Ему нужно изучить только новые циклы, если он хочет их использовать.

Как особенный бонус на начальном этапе 2015, каждый заказчик модернизации, который вернёт свою TNC 150, TNC 151 или TNC 155 обратно в HEIDENHAIN, получит купон на посещение курса NC-программирования в HEIDENHAIN в Траунройте или в местном филиале. Здесь он быстро узнает о новых функциях и опциях системы ЧПУ и сможет оптимально использовать их в производстве. Работа с его модернизированным станком станет более эффективной и продуктивной.

**+ Больше информации на сайте: [service.heidenhain.de](http://service.heidenhain.de)**

## Признаки жизни на кометах

Космическая миссия Розетта

*Наше солнце и окружающие небесные тела образовались 4,6 миллиарда лет назад из облака пыли и газа. С тех пор они находятся в постоянном изменении. Кометы из периферии Солнечной системы, однако, практически не изменились. Они являются остатками после рождения нашей Солнечной системы и важными свидетелями формирования Земли и, возможно, жизни на ней. Это делает космическую миссию Розетта такой важной и захватывающей.*

Десять лет назад, в марте 2004 года, стартовал космический зонд Розетта для исследования кометы 67P/Чурюмова-Герасименко. С августа 2014 года, преодолев более 6,4 миллиарда километров он вращается в её орбите. В ноябре 2014 года спускаемый аппарат Филы отстыковался от космического зонда Розетта и приземлился на поверхности кометы.

Розетта и Филы теперь сопровождают комету до августа 2015 года на своем пути к ближайшей к Солнцу точке. Космический зонд продолжает вращаться вокруг кометы, в то время Филы остаются на её поверхности. Датчики обоих

модулей тщательно отслеживают это путешествие, как холодная и неактивная глыба из пыли и льда пробуждается, при её нагревании Солнцем.

Исследователи надеются, из полученных данных, прежде всего на информацию о составе кометы. Они уверены, что часть воды на Земле произошла от воздействия на неё астероидов и комет. Вероятно также, что многие органические молекулы, как аминокислоты, появились на Земле таким же образом. Они рассматривают их как кирпичики формирования жизни.

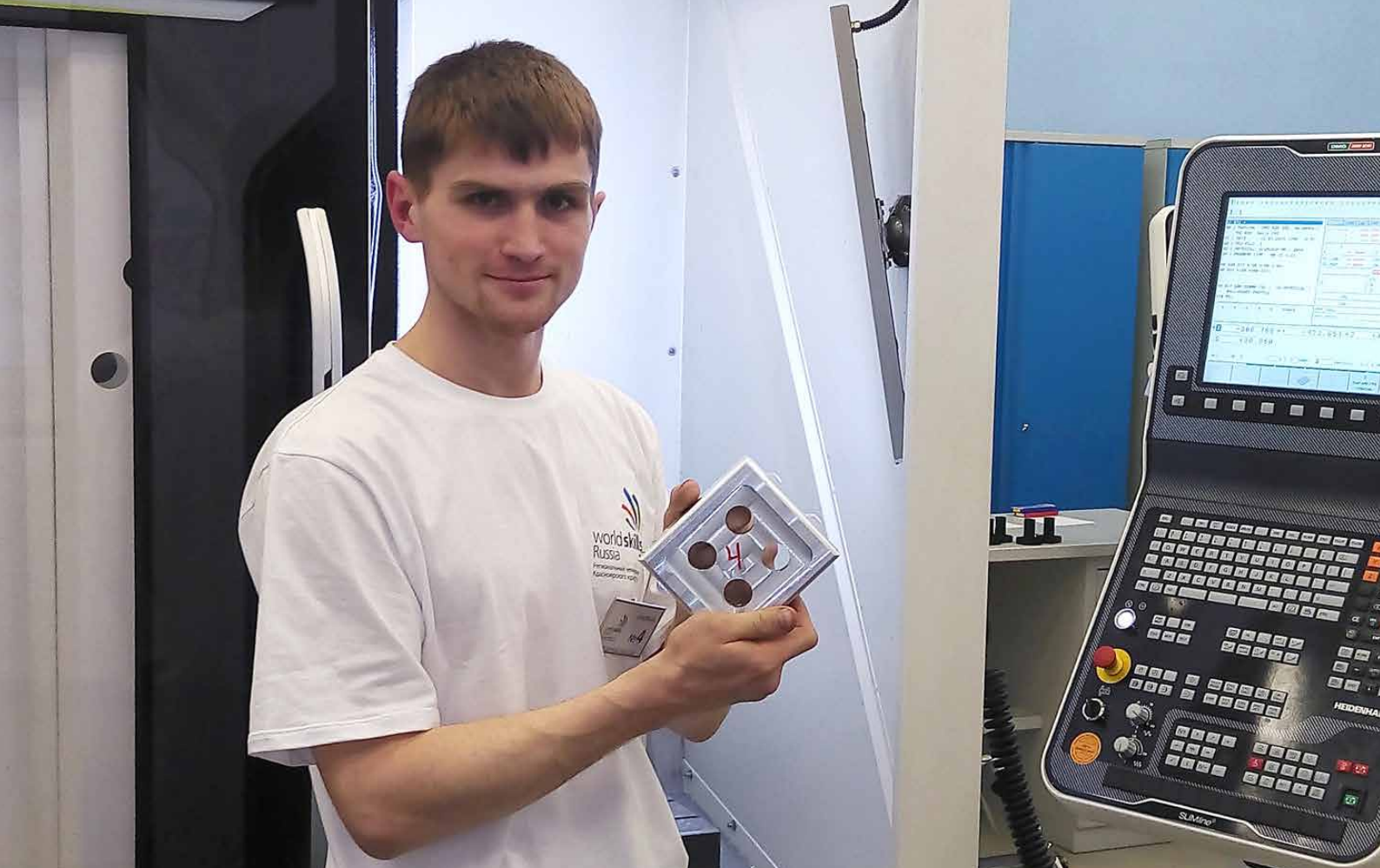
### Измерительная техника HEIDENHAIN гарантирует бесперебойную связь

Прецизионная антенна на Земле обеспечивает все коммуникации и управление космическим зондом Розетта и спускаемого аппарата Филы. Она установлена на западе Австралии и имеет высоту порядка 40 метров. Для того чтобы отправлять и принимать сигналы от модулей удалённых на 500 миллионов километров, 45-тонная тяжёлая антенна должна быть очень точно ориентирована.

Допустимое отклонение позиции антенны от заданной может быть не более чем 0,006 градусов (21 угловая секунда). Эта точность должна достигаться установкой системы также при неблагоприятных условиях. К ним относятся, в частности, ветры со скоростью 45-60 км/ч, которые влияют на антенну. Эта важная задача возлагается на систему приводов, в которой датчики угловых перемещений HEIDENHAIN несут ответственность за высокоточное определение положения. Они работают с самого начала миссии без каких-либо проблем и внесли очень важный вклад в успех всех предыдущих манёвров.



*Датчики углового перемещения HEIDENHAIN служат для высокоточного позиционирования антенны, которая принимает и передаёт сигналы с космических зондов.*



## Чемпионаты профмастерства и HEIDENHAIN

Изготовление деталей на скорость максимально эффективно

Одним из важнейших условий современного автоматизированного производства является передовой станочный парк. С переоснащением или модернизацией которого должны постоянно аккумулировать и преумножаться знания специалистов которые производят обслуживание и работу на данном оборудовании. Внедрение проекта по поддержке учебных заведений от HEIDENHAIN совместно с компанией DMG MORI, позволило оснастить образовательные учреждения современным металлорежущим оборудованием с системами управления HEIDENHAIN, токарной и фрезерной группы.

Благодаря этому уровень профессиональной компетенции студентов данных образовательных учреждений дошел до той ступени, когда программирование и обработка деталей на станке не является наивысшей мерой качественной оценки совершенствования «будущих» специалистов, а лишь

является отправной точкой для участия в соревнованиях и чемпионатах профмастерства. В частности, студенты образовательных учреждений города Красноярск участвовали во 2-ом Региональном чемпионате профмастерства WorldSkills Russia – 2015. Учащиеся вузов и учреждений среднего профессионального образования демонстрировали свое мастерство в самых разных областях, в том числе в токарных и фрезерных работах на станках с ЧПУ. Хочется отметить что весь соревновательный процесс осуществлялся на станках с системами управления HEIDENHAIN, простота и легкость программирования которых не раз выручала участников чемпионата при ручной корректировке NC-программы созданной в САМ-системе. В рамках данных компетенций участникам соревнований необходимо как можно быстрее осуществить автоматизированную подготовку управляющей программы, произвести сборку/установку режущего инструмента и станочных приспособлений на станок, а также осуществить обработку детали.

### WorldSkills

WorldSkills – это международное некоммерческое движение, целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов во всем мире, посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом.

+ Дополнительная информация:  
<http://worldskillsrussia.org>

