

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

**Колесорасточной станок модели КРС2793М для комплексной обработки
отверстия ступицы железнодорожного колеса и его модификации**

**г. Ульяновск
2021 г.**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ

*ООО «Научно-Производственная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР» (ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»);
Россия, Москва, ул. Бакунинская, д.71, этаж 4, комн.2;
Тел. +7-495-13-58-248; E-mail: mail@complex-centre.com;*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И СТАНКОВ:

*ООО «Инженерная компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР» (ООО «ИК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»);
Россия, 432035, г. Ульяновск, ул. Промышленная, д.4;
Тел. +7-8422-36-03-24, E-mail: mail@complex-centre.com;*

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СТАНКОВ:

*ООО «Производственная Компания «Ульяновский завод тяжелых станков», (ООО «ПК «УлЗТС»);
Адрес: г. Ульяновск, 432045, Ул. Промышленная, д.4;
Тел./факс 8(8422) 70-50-80;
E-mail: market@ulzts.com;*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

Как рождался колесорасточной станок



Растачивание отверстия в ступице колеса является одной из основных операций при изготовлении колесных пар. Точность расположения отверстия определяет необходимость дальнейшей обработки поверхностей катания колесной пары в сборе и величину снимаемого при этом припуска. Если отверстие расточено с эксцентриситетом относительно поверхности катания или под углом к торцевой плоскости колеса, то для устранения образовавшегося биения приходится обтачивать колесную пару. Это увеличивает стоимость ремонта и сокращает ресурс колесной пары (в среднем на 10%).

Анализ параметров колес

Первоначально мы провели анализ параметров вагонных колес. Результаты этого анализа показаны на рисунке.

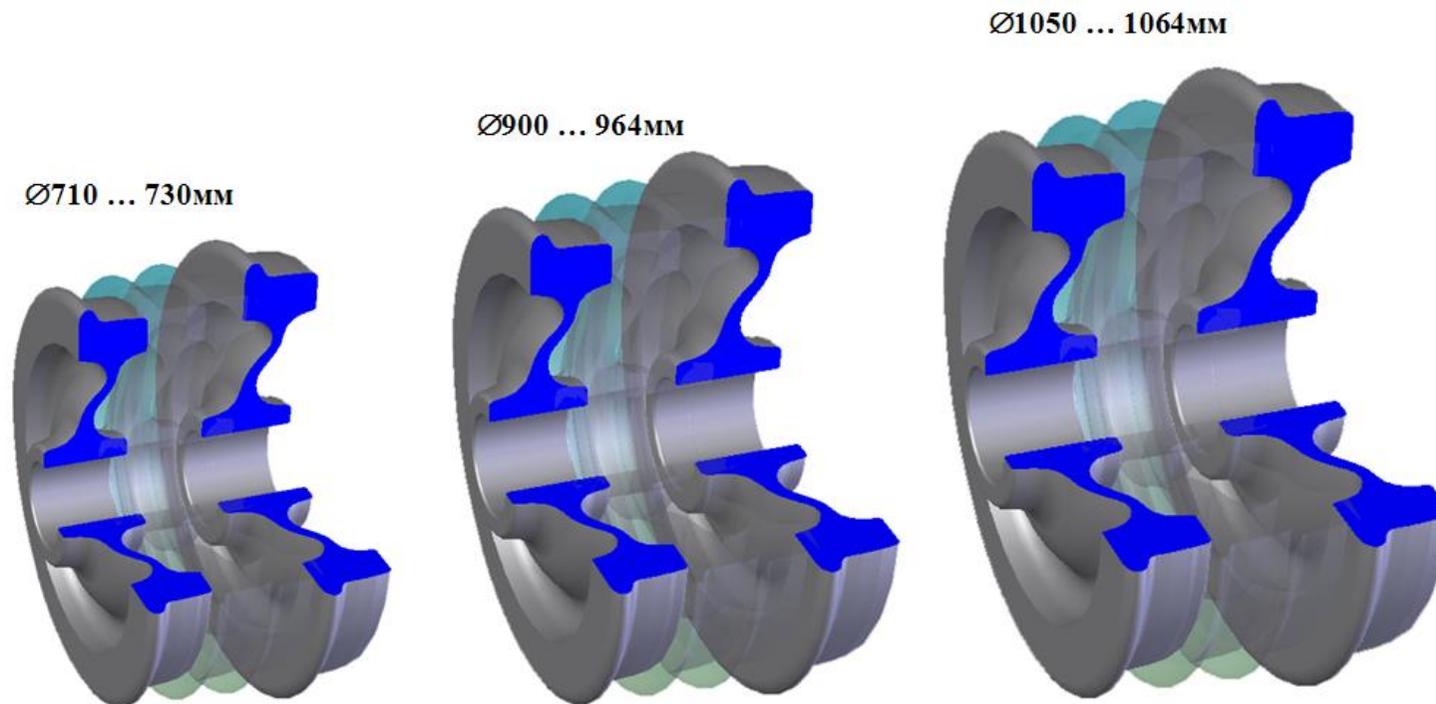


Рис. Диапазоны диаметров по кругу катания

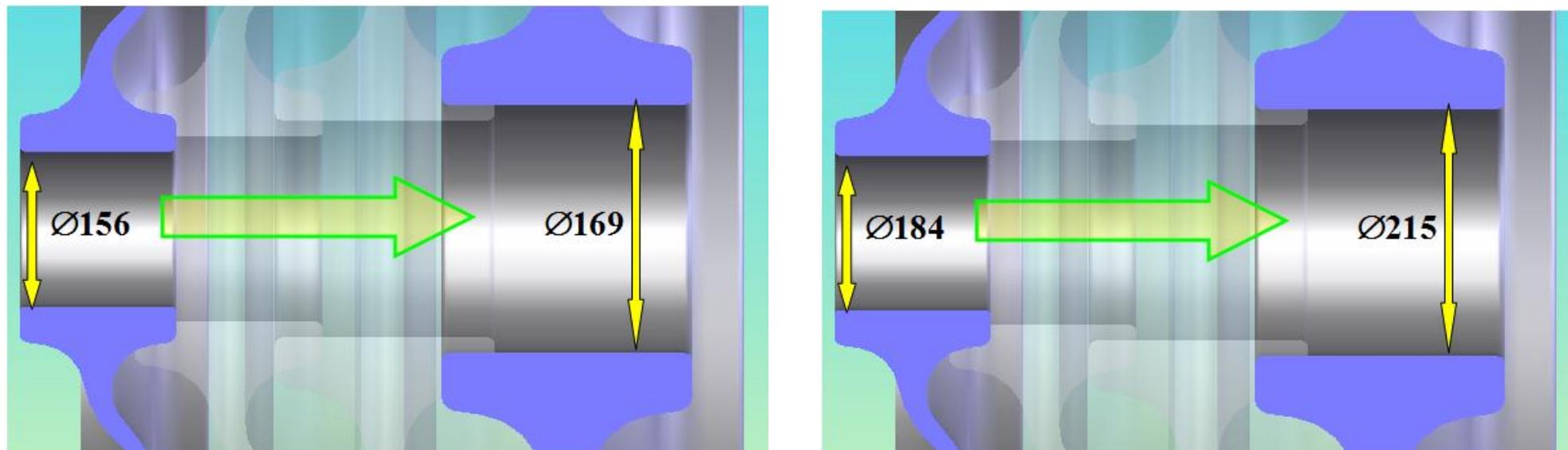


Рис. Диапазоны диаметров отверстий ступицы

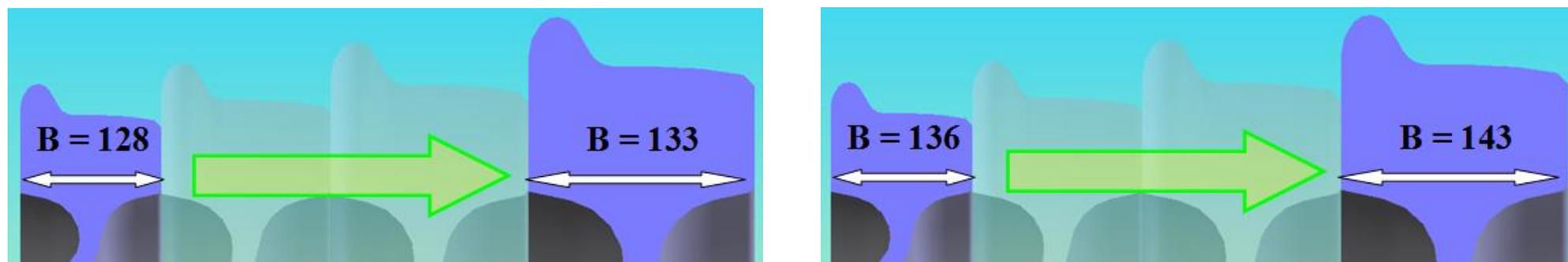


Рис. Диапазоны толщины обода

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВО
ПОСТАВКА

ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

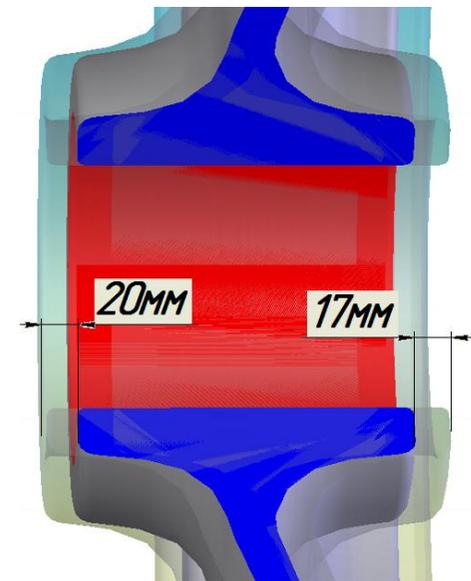
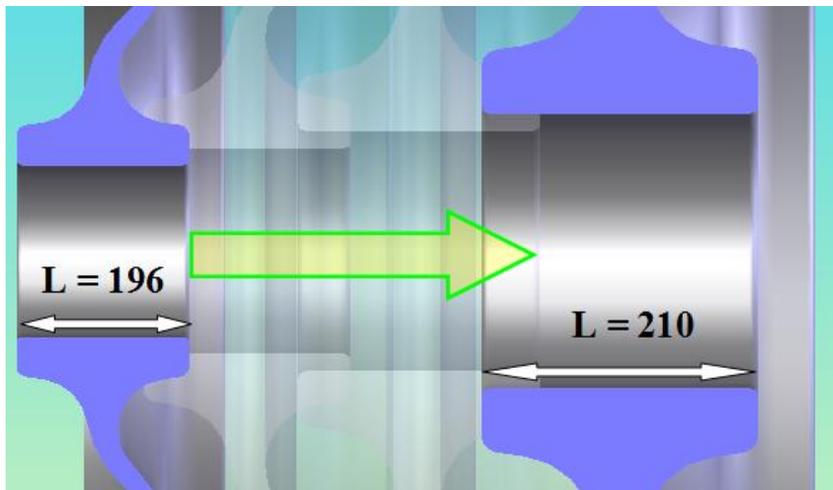
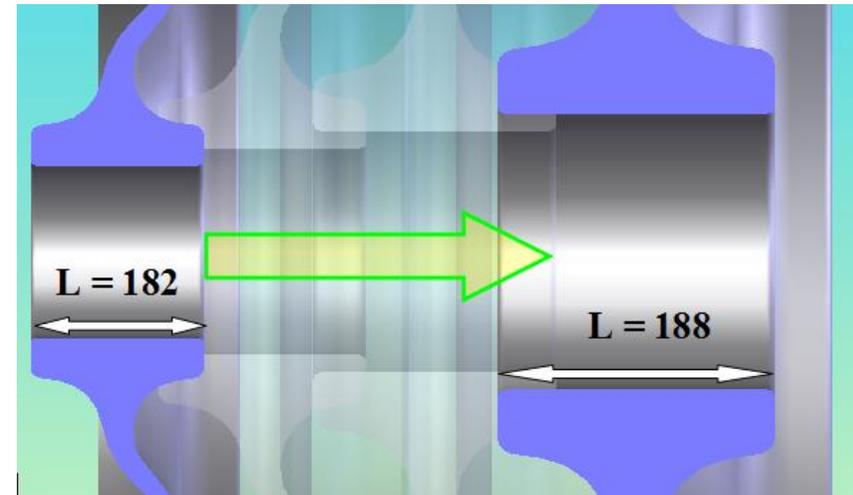
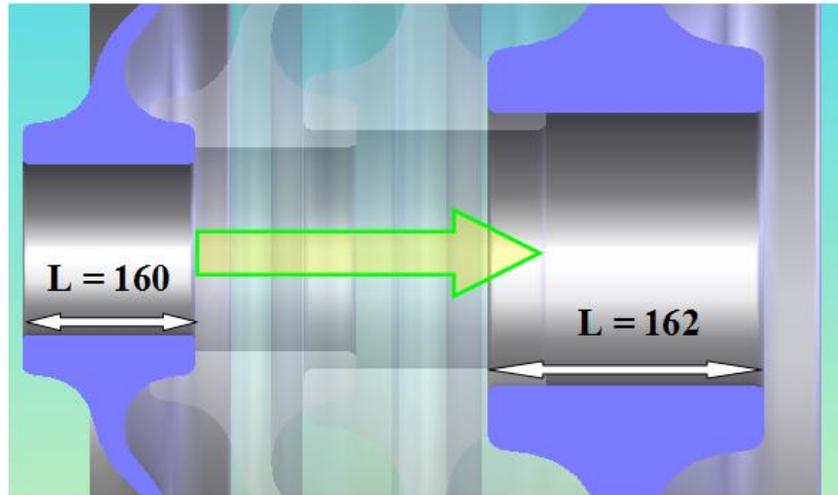


Рис. Диапазоны длины ступицы

Рис. Колебания длины ступицы

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

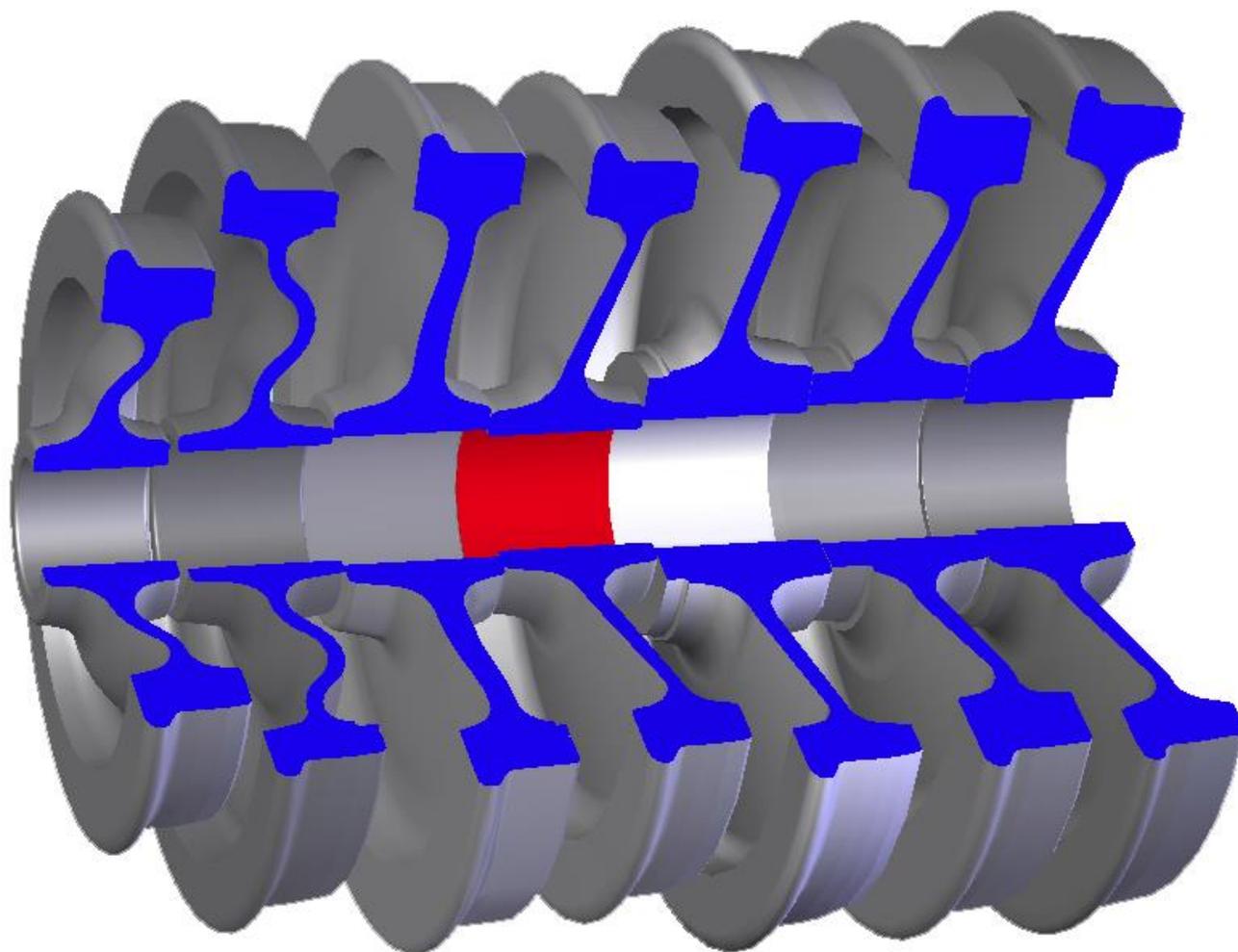


Рис. Формы колес

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

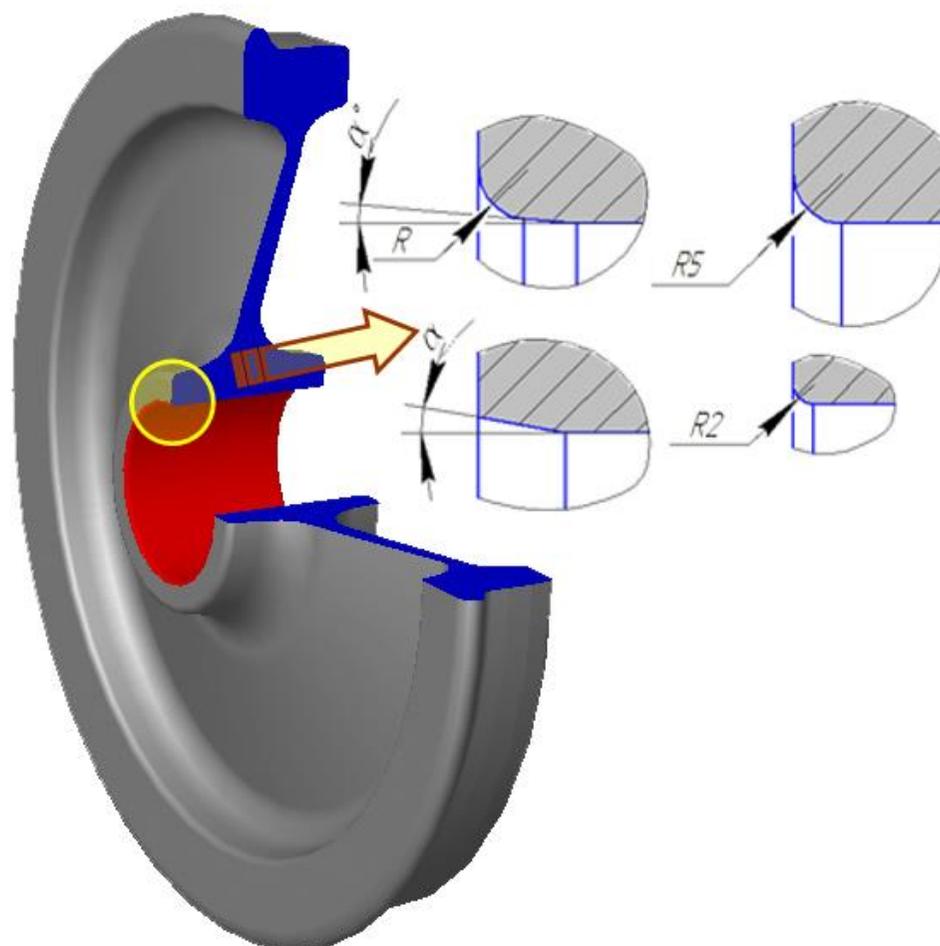
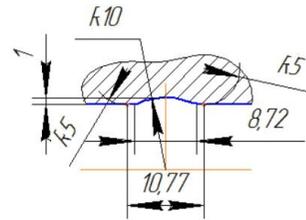
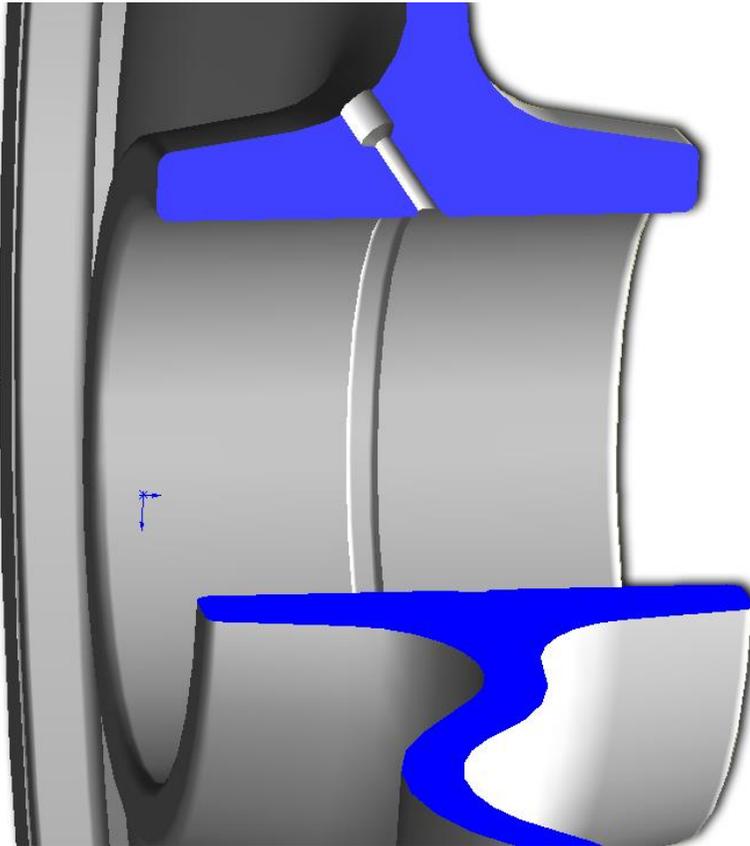


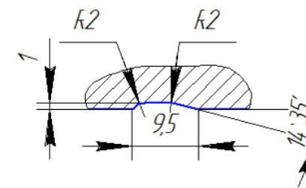
Рис. Формы галтелей ступицы

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВО
ПОСТАВКА

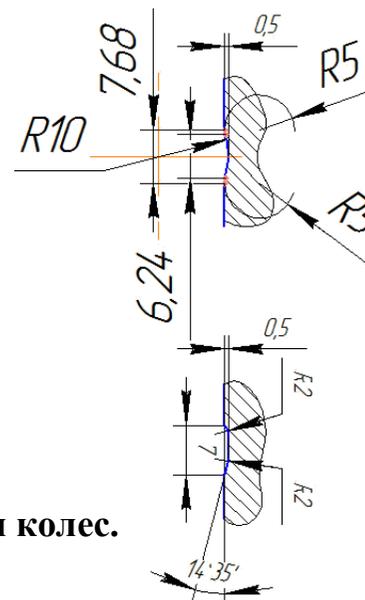
ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»



Форма кольцевой канавки по чертежу
00186269-161



Форма кольцевой канавки по чертежу
13.45.1388-205



Фактическая канавка колеса 00186269-161
после обработки на станке КРС 2793М

Фактическая канавка колеса 13.45.1388-205
после обработки на станке КРС 2793М

Рис.
Выполнение кольцевой канавки для распрессовки колес.

На станке КРС 2793М была разработана и реализована специальная технология обработки ступицы с канавками для распрессовки колес. Технология разработана исходя из минимизации отклонений диаграммы запрессовки при выполнении кольцевой канавки.

Требования к размерам и форме расточенного отверстия

(Колеса цельнокатаные. Конструкция и размеры. ГОСТ 9036-88.

Колесные пары с буксовыми узлами на подшипниках качения. Тех. условия ТУ 24.05.816-82)

Кромки отверстий ступиц колес должны иметь закругления радиусом 4...5мм. Переход закругления к цилиндрической поверхности ступицы должен быть плавным.

В местах сопряжения поверхности закругления кромки с поверхностью торца ступицы с обеих сторон колеса допускаются углубления от резца глубиной не более 2мм.

Поверхности отверстий ступиц колес должны быть расточены с параметрами шероховатости $R_z = 20\text{мкм}$.
Допускается шероховатость $R_z = 40\text{мкм}$.

Требования к форме отверстия ступицы:

- Допуск круглости (овальность) - 0,025мм
- Допуск профиля продольного сечения (конусообразность) - 0,05мм при условии расположения большего диаметра отверстия ступицы с внутренней стороны колеса.

Величина натягов при напрессовке колеса на ось для достижения необходимых запрессовочных усилий устанавливаются в пределах 0,10 ... 0,25мм

Допуск параллельности торцевых поверхностей ступицы относительно боковой стороны обода с внутренней стороны колеса – 2,5мм

Эксцентриситет обработанного отверстия ступицы относительно круга катания колеса должен быть не более 1мм

У колесной пары отклонение от соосности кругов катания колес относительно оси базовой поверхности не более 1мм

На подступичной части оси после распрессовки допускаются продольные риски глубиной не более 0,03мм.

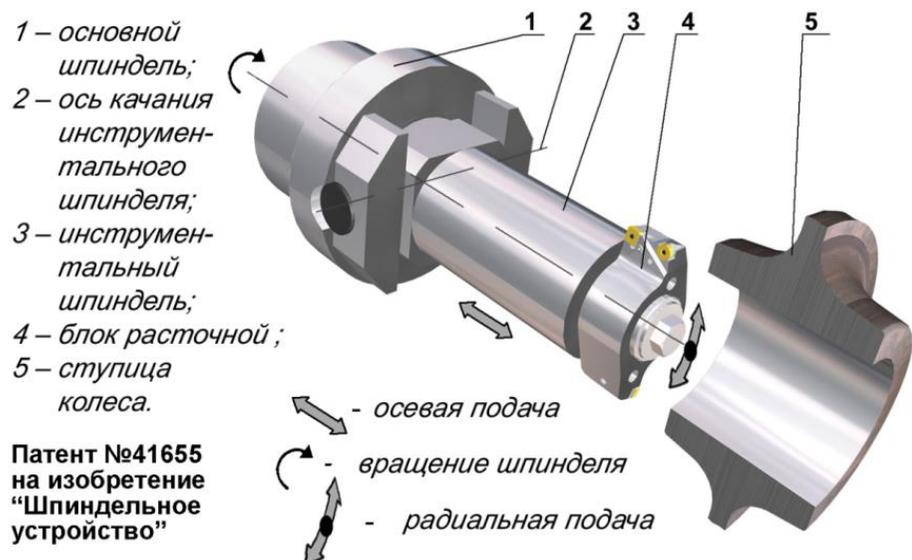
Разность толщины и разность ширины обода по периметру в одном колесе должна быть не более 2мм, но в пределах поля допусков на эти размеры.

Боковая поверхность обода с внутренней стороны колеса должна быть плоской. Допускаются:

- Коробление – не более 0,4мм
- Поднутрения или развал – не более 0,5мм

Допуск круглости колеса по кругу катания 0,25мм

Последнее звено – оригинальный инструментальный шпиндель, который имеет свою ось поворота для выхода на координату. Positionирование шпинделя (инструмента) производится в полярной системе координат.



$$Y := l_2 \cdot \sin \left[-\operatorname{asin} \left[\frac{\left[\sqrt{l_2^2 + (X \cdot \tan(\beta))^2} \right] \cdot \sin \left(\beta - \operatorname{atan} \left(\frac{X \cdot \tan(\beta)}{l_1} \right) \right)}{l_1} \right] + \beta \right] +$$

$$R \cdot \cos \left[-\operatorname{asin} \left[\frac{\left[\sqrt{l_2^2 + (X \cdot \tan(\beta))^2} \right] \cdot \sin \left(\beta - \operatorname{atan} \left(\frac{X \cdot \tan(\beta)}{l_1} \right) \right)}{l_1} \right] + \beta \right]^2$$

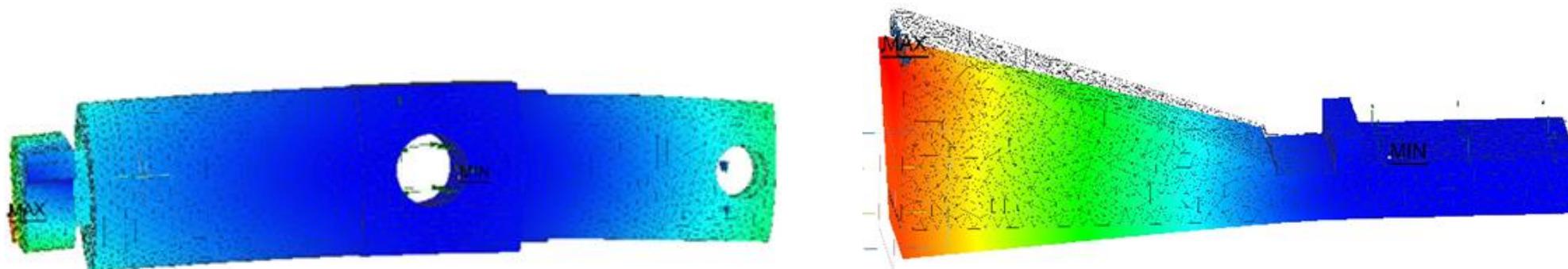
Рис. Алгоритм перемещения инструмента.

Рис. Оригинальный инструментальный шпиндель

Эти конструктивные решения позволили получить точность растачивания ± 0,005мм. Имея такую точность большинство эксплуатируемых станков КРС2793М (более 130шт.) работают по системе отверстия, что увеличивает количество переточек оси в 1,5 ... 2 раза. Время обработки отверстия снизилось в 3 раза. На стадии проектирования повышение точности оценивалось расчетным путем с использование метода конечных элементов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

В виде примера на рисунке приведены расчетные перемещения деталей станка КРС2793М, которые в балансе перемещений дают наибольшие величины.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

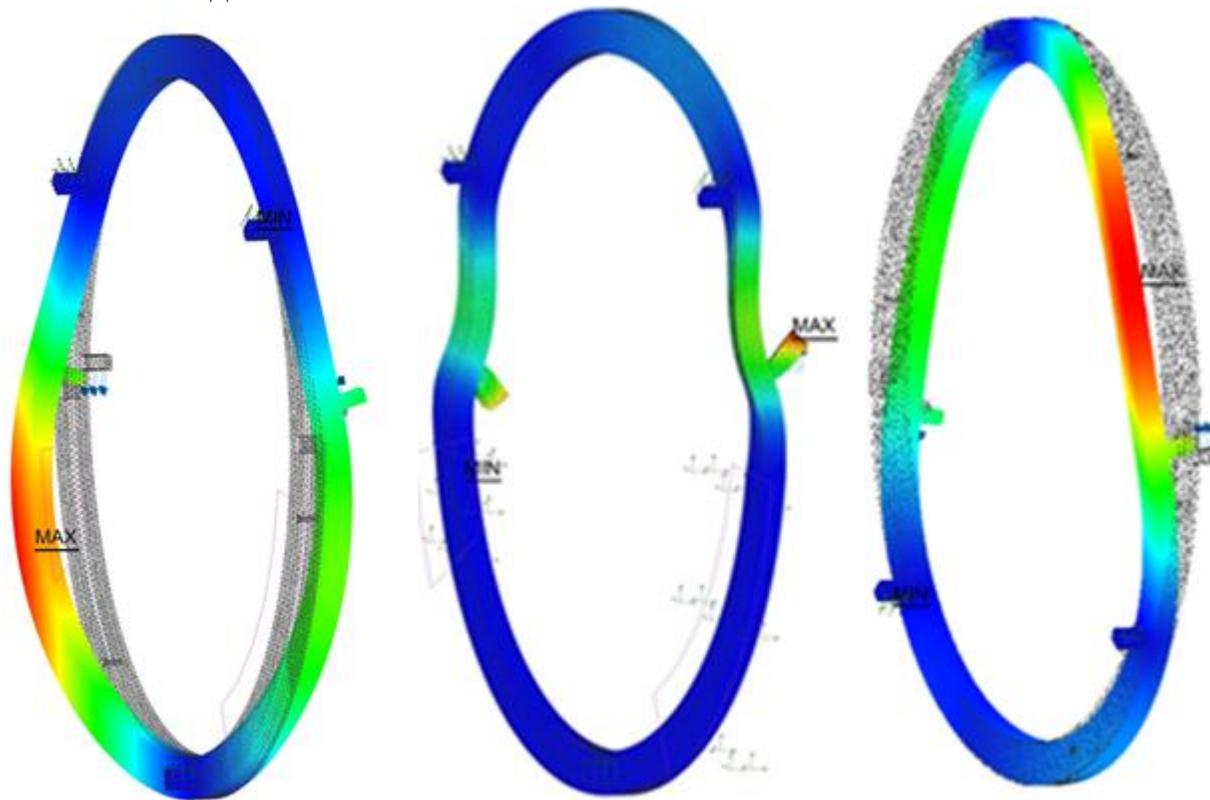


Рис. Инструментальный блок.

Инструментальный блок с 3-мя твердосплавными пластинами выполнен съёмным. Весь диапазон диаметров отверстий ступицы можно обработать 3-мя типами блоков.

Центрирование колеса

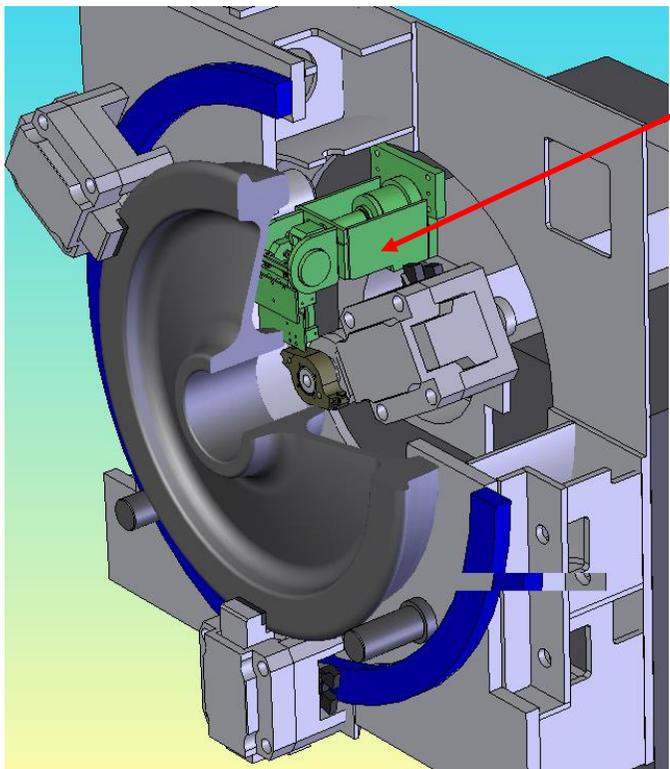
Колесо на станке КРС2793М базируется по внутренней поверхности обода (установочная база) и центрируется оригинальным механизмом с гидравлическим приводом. Точность центрирования 0,1...0,2мм относительно круга катания. Оптимизация конструкции произведена в системе моделирования по методу конечных элементов и экспериментальными исследованиями.



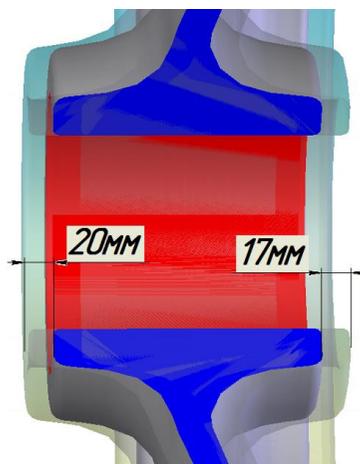
Без переналадки механизм позволяет центрировать колеса с кругом катания в диапазоне $D + 200$ мм.

Определение координат торцов ступицы

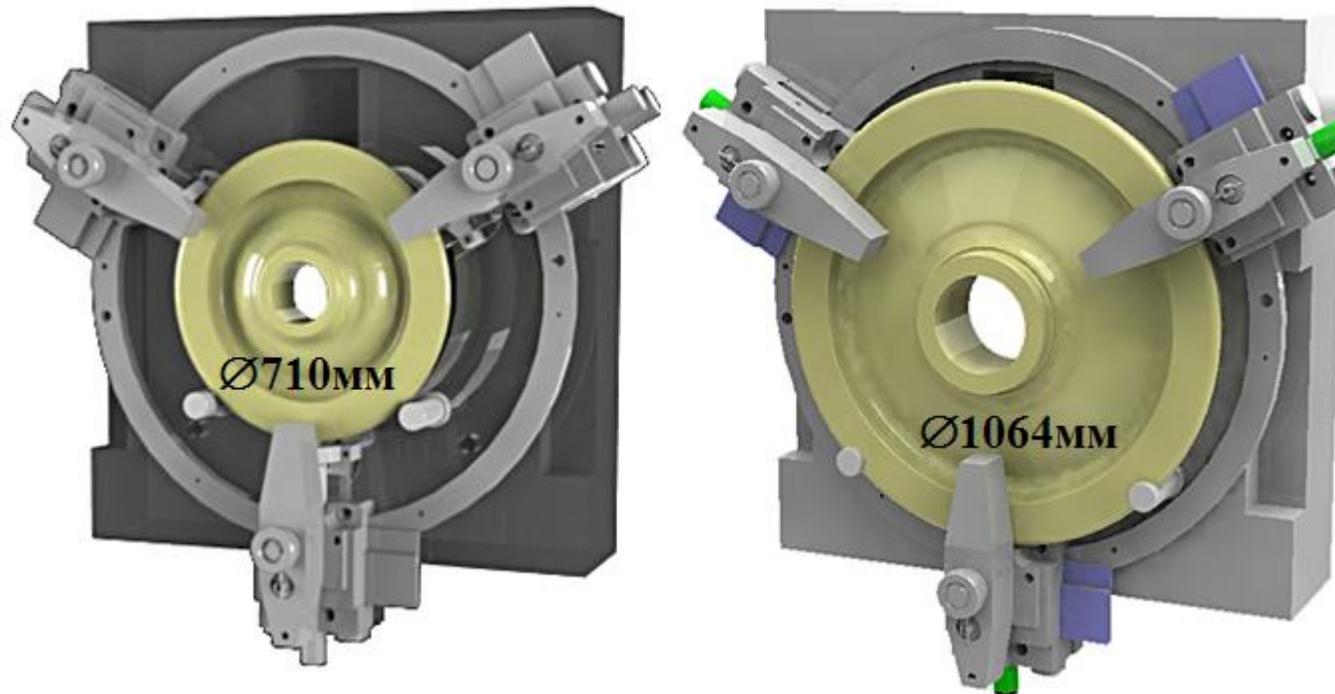
Отверстие ступицы обрабатывается в автоматическом режиме. Поэтому в станке КРС2793М имеется устройство определения координат торцов ступицы. Координаты торцов определяются во всем диапазоне длин ступицы. Точность определения координат позволяет выполнять качественные галтели с минимальным радиусом 2мм. Если галтели выполняются по ГОСТ 9036-88 «Колеса цельнокатаные. Конструкция и размеры» и Тех. условия ТУ 24.05.816-82 «Колесные пары с буксовыми узлами на подшипниках качения», то существует более простое устройство определения координат торцов: - по току двигателя главного привода.



Устройства определения координат торцов ступицы



Модификации станка КРС2793М в зависимости от диаметров по кругу катания колеса.



Первоначально мы разрабатывали станок на котором предполагалось обрабатывать колеса всего диапазона диаметров по кругу катания (от $\text{Ø}710\text{мм}$ до $\text{Ø}1250\text{мм}$). Конструкция получилась достаточно сложной в эксплуатации и станок практически не использовался для обработки колес из первого диапазона ($\text{Ø}710\text{мм}$... $\text{Ø}730\text{мм}$). Поэтому была разработана более простая (и более надежная) конструкция только для колес $\text{Ø}870\text{мм}$... $\text{Ø}1005\text{мм}$. Эта базовая конструкция рассмотрена выше по тексту. Для обработка колес от $\text{Ø}710\text{мм}$ до $\text{Ø}730\text{мм}$ (первый диапазон) предлагается модификация базовой конструкции.

Технико-экономическая эффективность

В сравнении с традиционным методом обработки ступицы колеса на токарно-карусельных станках предлагаемая технология и станок КРС2793М эффективнее:

- производительность повышается в 1,5 – 2 раза (при формировании колесной пары по новой технологии);
- точность обработки повышается в 2 – 3 раза;
- площадь, занимаемая станком, снижается в 1,5 – 2 раза;
- энергопотребление сокращается в 2 раза;
- уменьшается влияние человеческого фактора;
- снижается количество брака.

Преимущества станка КРС2793М по сравнению с токарно-карусельными станками

Вращающийся инструмент при неподвижных массивной заготовке и зажимном приспособлении позволяет повысить режимы резания и, как следствие, производительность (минимальное машинное время 4 мин), а так же увеличить безопасность работы оператора.

Благодаря высокой статической и динамической жесткости станка повышены: точность растачивания по диаметру до $\pm 0,005$ мм, отклонение от круглости не более 0,01 мм, отклонение от цилиндричности не более 0,01 (конусность; больший диаметр со стороны гребня).

Схема базирования и оригинальный гидрофицированный механизм центрирования обеспечивает высокие геометрические параметры обработанного отверстия, в частности отклонение от соосности относительно круга катания не более 0,2 мм, перпендикулярность оси отверстия относительно торцевой плоскости обода со стороны гребня — не более 0,2 мм на 1 м.

Автоматически определяется положение обоих торцов ступицы.

Имеется возможность гибко изменять параметры технологического процесса: регулировать частоту вращения инструмента с шагом 1 об/мин и его подачу с шагом 1 мм/мин, что позволяет оперативно регулировать режимы обработки для достижения виброустойчивого резания и максимальной стойкости инструмента при изменении параметров колеса (в частности при растачивании колес повышенной твердости).

Обрабатываемые поверхности легко доступны для визуального и инструментального контроля, удобное управление станком, простота смены инструмента, полностью закрытая зона резания с удалением стружки из зоны резания.

Технические характеристики станка КРС2793М

| | |
|---|--------------------|
| Диаметры обрабатываемых колес по кругу катания, мм. | 870 - 1005 |
| Диаметры обрабатываемых отверстий ступицы, мм.: | |
| - 1-й диапазон | 182 ... 200 |
| - 2-й диапазон | 204 ... 216 |
| Величина перемещения осевых ползуна, мм: | 300 |
| Величины перемещений радиальных смещений инструмента, мм: | ±16 |
| Частота вращения шпинделя, мин | 50 ... 400 |
| Мощность электродвигателя привода шпинделя, кВт. | 22/30(S6) |
| Скорости подач осевых ползуна, мм/мин. | 1 ... 7000 |
| Скорости подач радиальных инструмента | 0.25 ... 250 |
| Дискретность отсчета перемещений осевых ползуна, мм | 0.01 |
| Дискретность отсчета перемещений радиальных инструмента, мм | 0.001 |
| Погрешность растачиваемого размера, мм | 0.01 |
| Расчетное время обработки с автоматической загрузкой заготовки (Тшт.), мин. | 7,5-10* |
| Масса, кг | 7500 |
| Габаритные размеры станка, мм: — длина x ширина x высота | 2700 x 2000 x 2000 |

* Время обработки зависит от количества черновых проходов и способа загрузки

Группа компаний «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР» проектирует и выпускает современное металлорежущее оборудование с ЧПУ, технологической оснасткой, мерительным инструментом и контрольно-диагностической аппаратурой для комплексной обработки деталей.

Принципы, применяемые в станках:

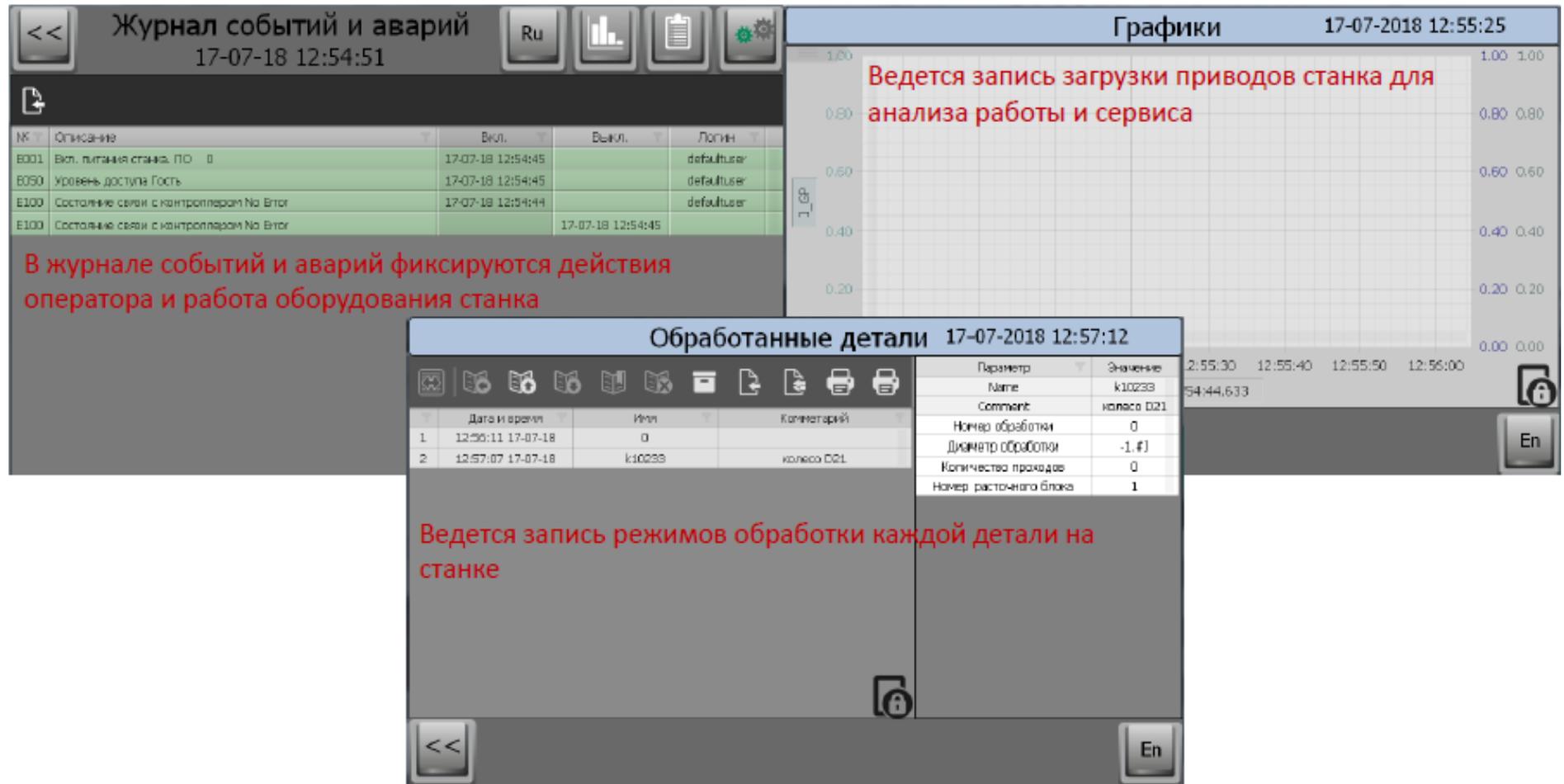
- Исключение влияния человеческого фактора при работе на станках;
- Базирование, центрирование, зажим и обработка детали автоматизированы или механизированы;
- Поставляются не просто станки, а отработанная технология обработки конкретной детали;
- Комплексная обработка всех поверхностей детали за одну установку;
- Жесткая конструкция станков, позволяющая выполнять высокопроизводительную обработку;
- Станки имеют связь с цифровыми системами контроля геометрических параметров детали;
- Станки учитывают возможные изменения конструкции деталей.

Станки оснащаются:

- Программируемым контроллером или ЧПУ;
- Управляющими программами для обработки конкретной детали;
- Системами дистанционной диагностики и мониторинга состояния;
- Модулем связи с системой управления верхнего уровня;
- Транспортёром уборки стружки;
- Накопителем и загрузочным устройством;

Станки оснащены системой сбора данных

Собираемые данные о работе станка.



Система контроля и дистанционного мониторинга оборудования.

Назначение системы.

Снижение простоев и издержек на предприятии путем сбора и анализа информации по блокам:

- 1. О состоянии и эффективности работы оборудования.**
- 2. О ходе выполнения производственных задач.**
- 3. О действии и бездействии персонала в ходе работ.**
- 4. О сервисных мероприятиях.**
- 5. О геометрических параметрах заготовки и детали.**

1. Блок данных о состоянии станка и эффективности его работы:

- Фактическое время включения/выключения станка;**
- Фактически отработанное время и время простоя станка в смену;**
- Время простоев станка: технологических, организационных, аварийных с привязкой к оператору;**
- Время обработки каждой детали;**
- Количество обработанных деталей за смену\рабочий день;**
- Режимы работы станка: наладка, ручной, автоматический; контроль работы электроавтоматики;**
- Мониторинг заданных подач и оборотов при обработке детали с регистрацией пороговых значений нагрузки на приводах и привязкой к работающему оператору;**
- Мониторинг предотказного состояния основных узлов станка**
- Энергопотребление станка.**

2. Блок данных о ходе выполнения производственных задач:

- Идентификация детали;
- Количество обработанных деталей за смену;
- Параметры обработки детали;
- Мониторинг соответствия номера программы обработки и фактических действий оператора;
- Количество и глубина проходов при обработки каждой детали;
- Мониторинг электропотребления станка при обработке.

3. Блок данных о действии и бездействии персонала:

- Авторизация операторов при помощи индивидуальных логинов и паролей;
- Мониторинг всех действий оператора от начала до конца смены с фиксированием даты и времени события;
- Мониторинг аварийных ситуаций и действий оператора при их возникновении.

4. Блок данных о сервисных мероприятиях:

- Предупреждения о недопустимых условиях эксплуатации;
- Данные по наработки ресурса компонентов станка;
- Детализированная информация об авариях и предупреждениям;
- Расчетное время работы до проведения очередного ППР, ТР, КР станка.

5. Блок данных о геометрических параметрах заготовки и детали.

- Получение данных о геометрических параметрах заготовки;
- Получение данных о геометрических параметрах детали;

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ООО «Инженерная Компания «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПК «Ульяновский завод тяжелых станков»
ПОСТАВКА ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»

С УВАЖЕНИЕМ И НАДЕЖДой НА ДОЛГОСРОЧНОЕ И ВЗАИМОВЫГОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

**Кодичев В.А. - исполнительный директор
группы компаний ООО «НПК «КОМПЛЕКС-ЦЕНТР»**

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ