

Ручные пневматические шлифовальные машины с турбинным приводом



Пневматические шлифовальные машины

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева (НГТУ) разработан типоразмерный ряд ручных пневматических шлифовальных машин с широким диапазоном конструктивных и режимных параметров.



Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Соглашения № 14.577.21.0104 с НГТУ (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0104). Тема прикладного научного исследования: «Разработка модельного ряда высокопроизводительных шлифовальных машин с инновационным типом микротурбин для судостроительной, авиационной и других отраслей машиностроения»; индустриальный партнер проекта: ООО «Мобил ГазСервис».



Актуальность прикладного научного исследования

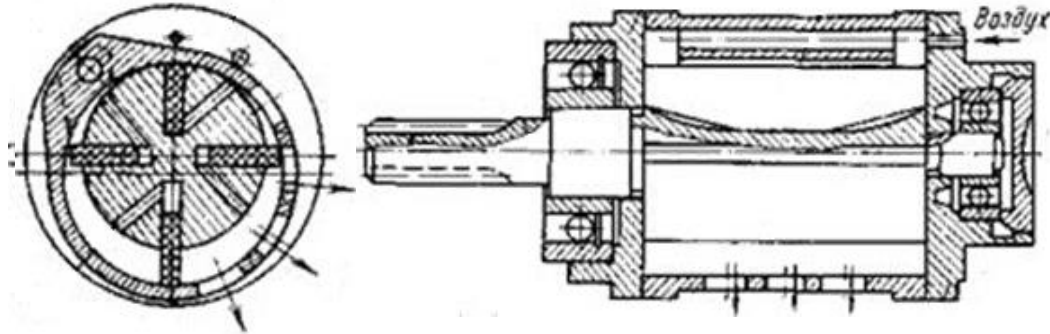
- Рынок ручного пневматического инструмента на 99% заполнен шлифовальными машинами с ротационно-пластинчатым приводом с частотой вращения 10...25 тысяч оборотов в минуту, обеспечивающим скорости резания 35...40 м/с.
- В последние 10-15 лет на рынке инструмента появились высокоскоростные шлифовальные круги и борфрезы со скоростью резания от 80 до 150 м/с.
- Существующий ручной пневмоинструмент не позволяет в полной мере реализовать возможности современного режущего инструмента.

Производители машин с ротационно-пластинчатым приводом



Актуальность прикладного научного исследования

Ротационно-пластинчатый привод



Турбоприводы



Преимуществом турбопривода является возможность передачи энергии без фрикционного взаимодействия элементов ротора и статора, что обеспечивает большой ресурс машин в условиях длительной непрерывной работы.

Отметим, что имевшие место попытки создания конкурентоспособных шлифовальных машин с турбоприводом не могут быть признаны удачными. Это обусловлено высокой стоимостью известных машин, а также невысоким крутящим моментом ротора недостаточным для их эффективной работы.

Производители машин с турбоприводом



Atlas Copco

DEPRAG



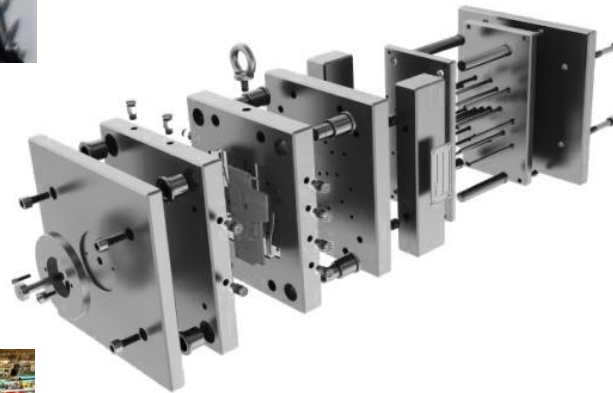
Основные потребители



Энергетический
комплекс



Судостроение



Инструментальные
производства



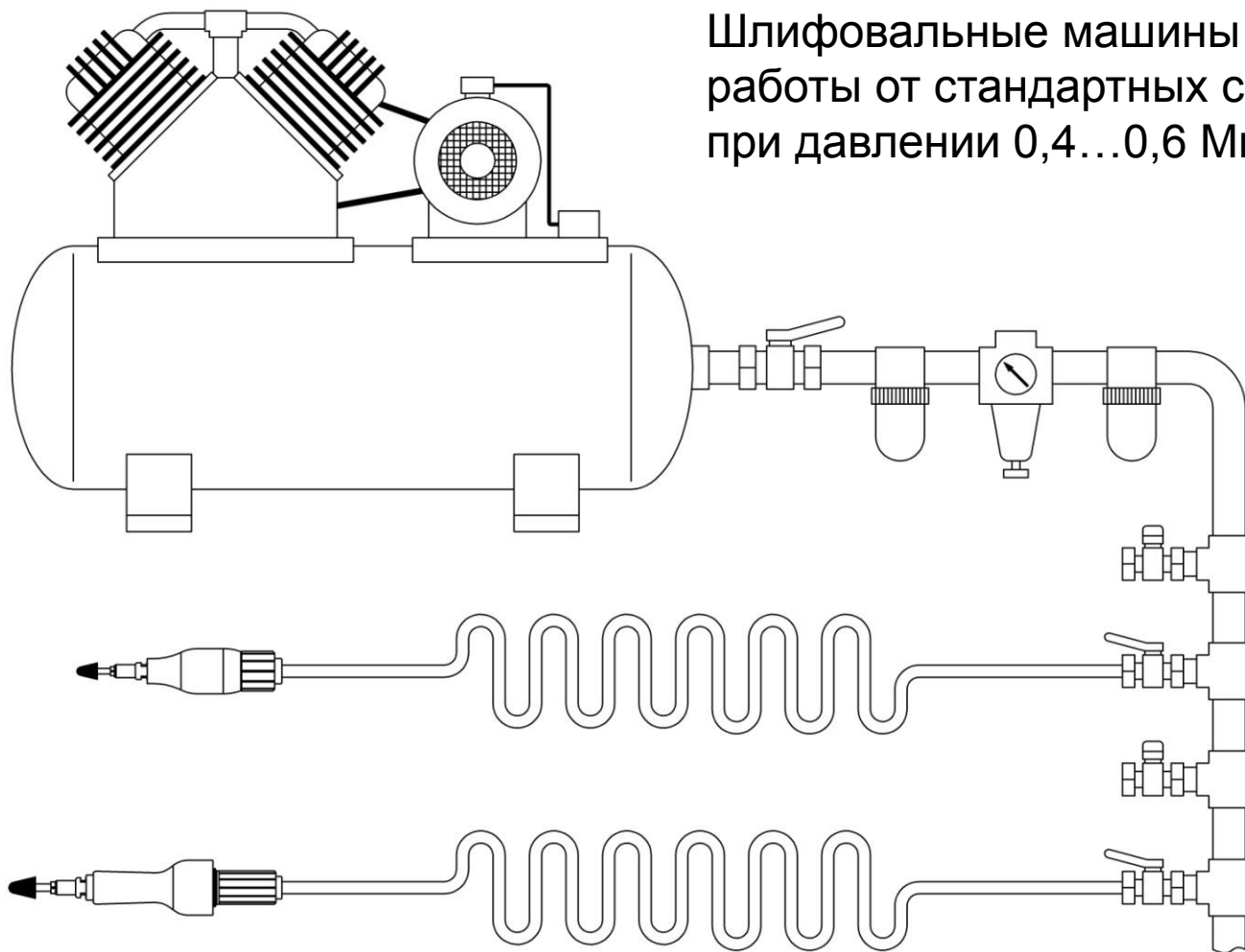
Самолетостроение



Строительный комплекс

Условия возможного применения машин

Шлифовальные машины предназначены для работы от стандартных систем сжатого воздуха при давлении 0,4...0,6 Мпа на входе в машину

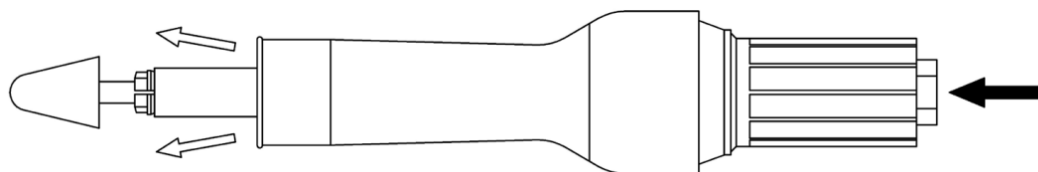


Основные технологические операции

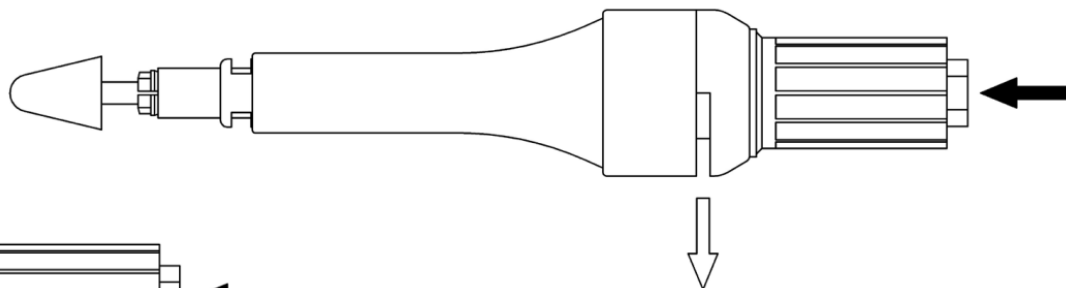
- ✓ обработка заготовок и изделий из цветных металлов и сплавов;
- ✓ обработка поверхностей листов под сварку;
- ✓ зачистка сварных швов;
- ✓ обработка фасонных поверхностей;
- ✓ скругление острых кромок;
- ✓ удаление грата и облоя на литье.



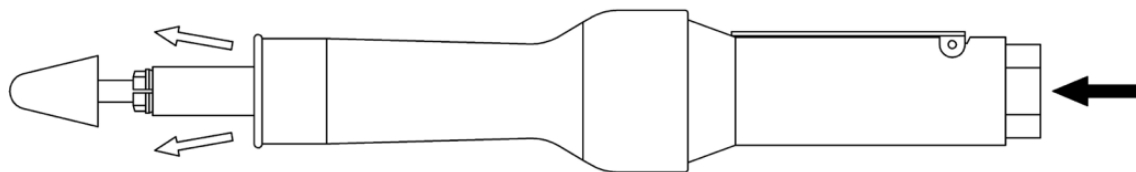
Варианты конструктивного исполнения машин



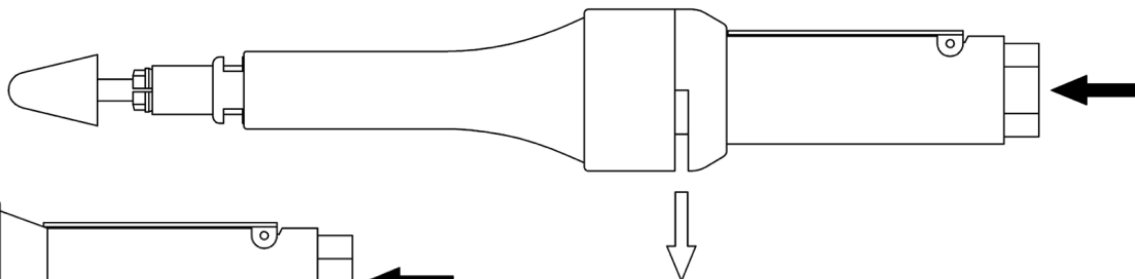
Машины с выходом отработанного воздуха в направлении инструмента и поворотным пусковым устройством плавного регулирования (патент №170002);



Машины с выходом отработанного воздуха в боковом направлении и поворотным пусковым устройством плавного регулирования (патент №170002);



Машины с выходом отработанного воздуха в направлении инструмента и рычажно-клапанным пусковым устройством двухпозиционного регулирования



Машины с выходом отработанного воздуха в боковом направлении и рычажно-клапанным пусковым устройством двухпозиционного регулирования

Применяемый обрабатывающий инструмент

Цанговые зажимы шлифовальных пневмомашин с отверстиями диаметром 3, 6, 8 и 10 мм обеспечивают возможность установки широкого спектра борфрез и абразивных головок



A = Цилиндрическая



C = Цилиндрическая, с закругленным кончиком



D = Сферическая



E = Овальная



F = Аркоподобная, закругленная



G = Аркоподобная, заостренная



H = Факел



J = Конус с углом 60 градусов



K = Конус с углом 90 градусов



L = Коническая, закругленная



M = Коническая, заостренная

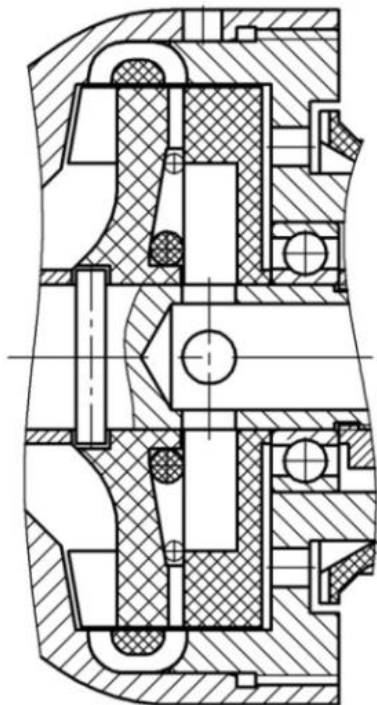


N = обратный конус

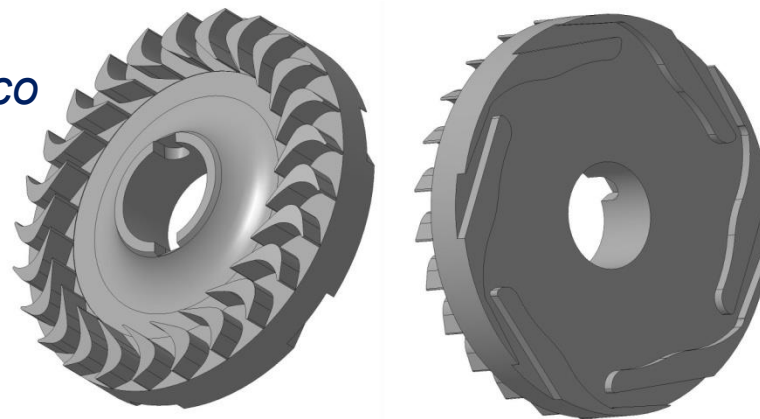


Результаты исследовательской работы

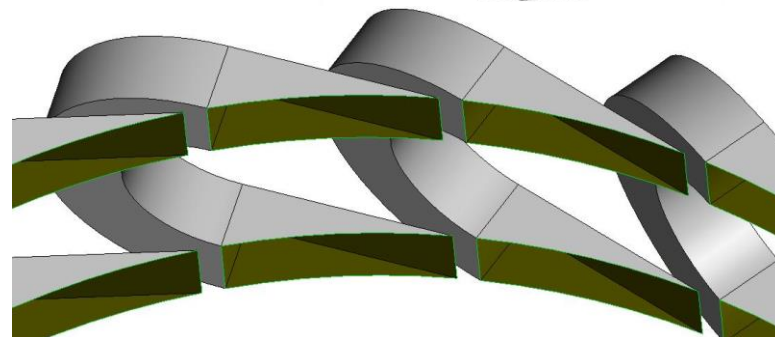
Инновационный турбинный привод НГТУ



Рабочее колесо



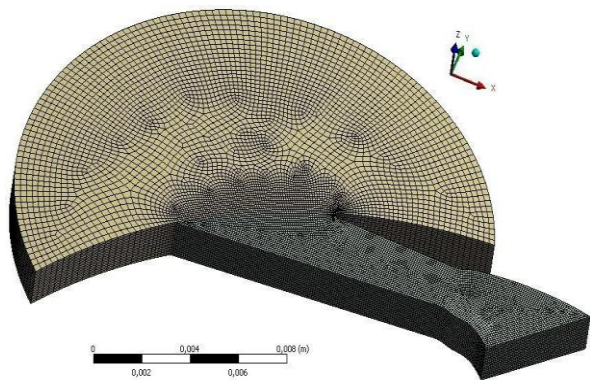
Промежуточный направляющий аппарат



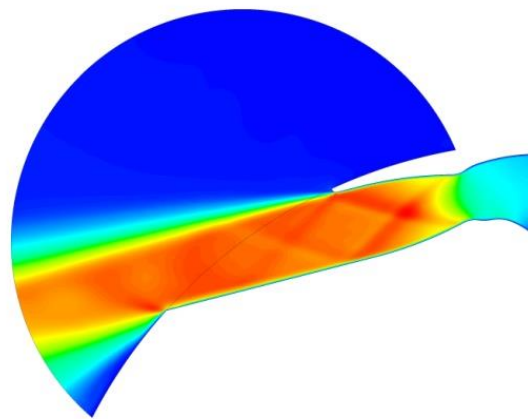
Разработан инновационный турбинный привод первой ступенью которого является центробежная струйно-реактивная турбина, второй ступенью – центростремительная турбина.

Результаты исследовательской работы

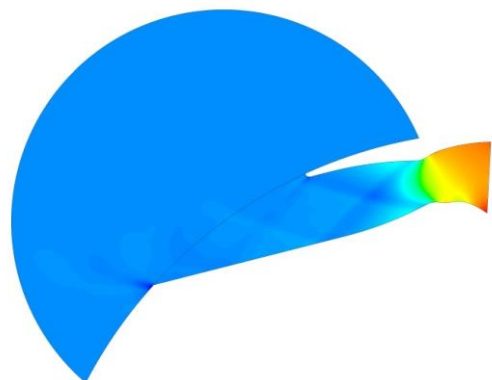
Проведены вычислительные эксперименты на базе компьютерного пакета «Ansys» с целью определения основных геометрических характеристик сопловых аппаратов турбоприводов



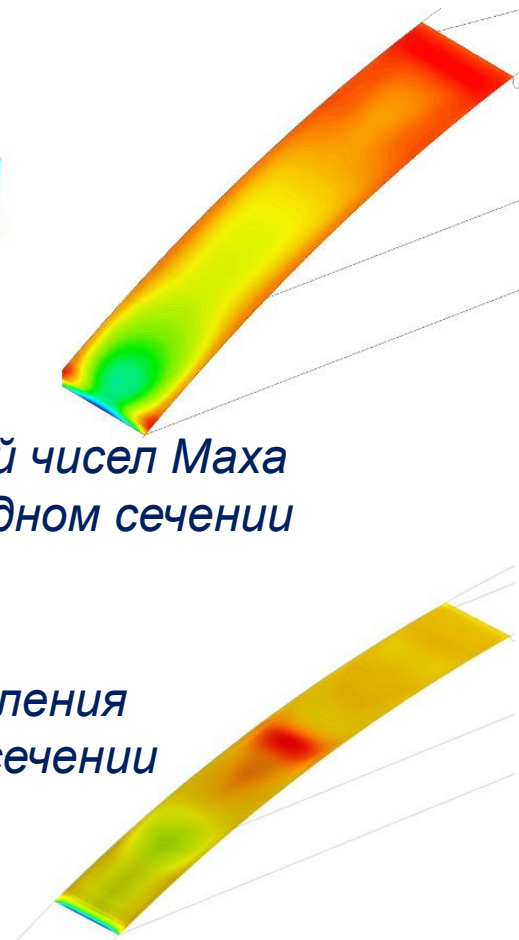
Конечно-объемная сетка модели



Распределение полей чисел Маха в поперечном и выходном сечении

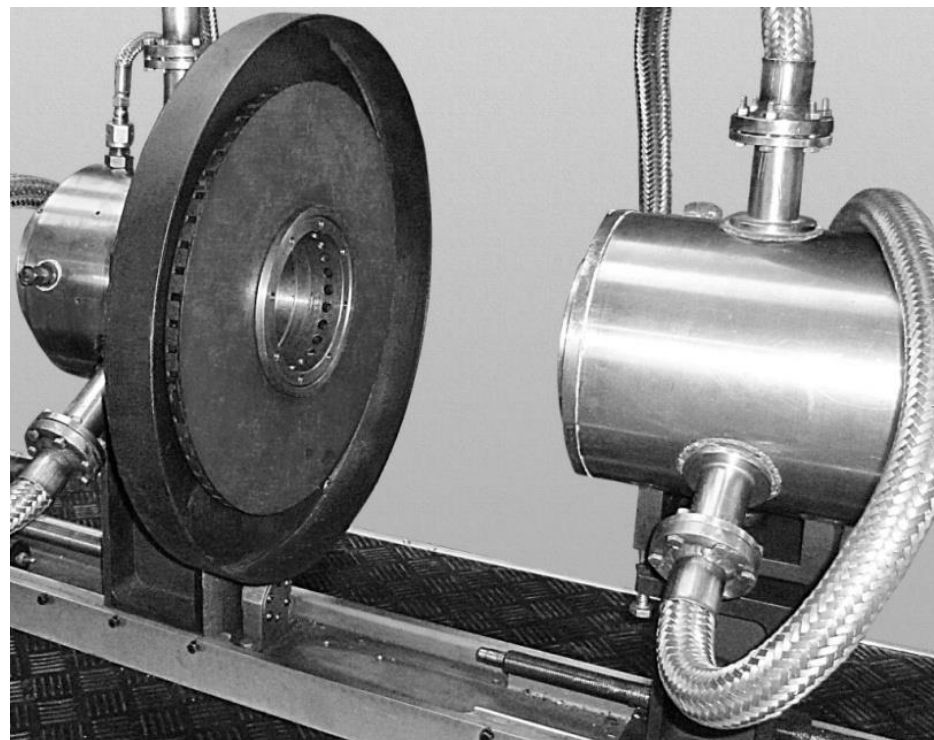
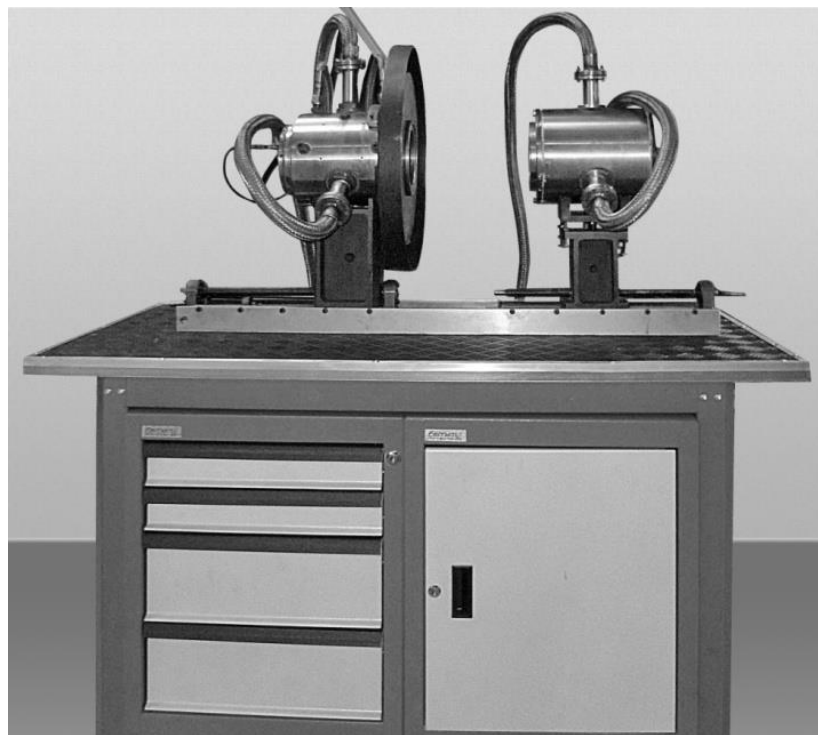


Распределение полей давления в поперечном и выходном сечении



Результаты исследовательской работы

С целью проведения стендовых испытаний турбоприводов пневмомашин была разработана экспериментальная установка с высокочувствительным узлом измерения крутящего момента.

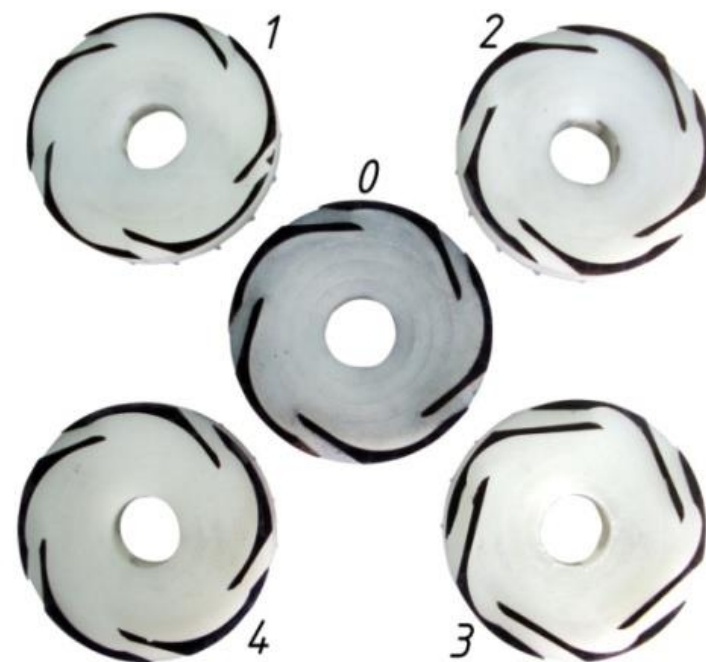
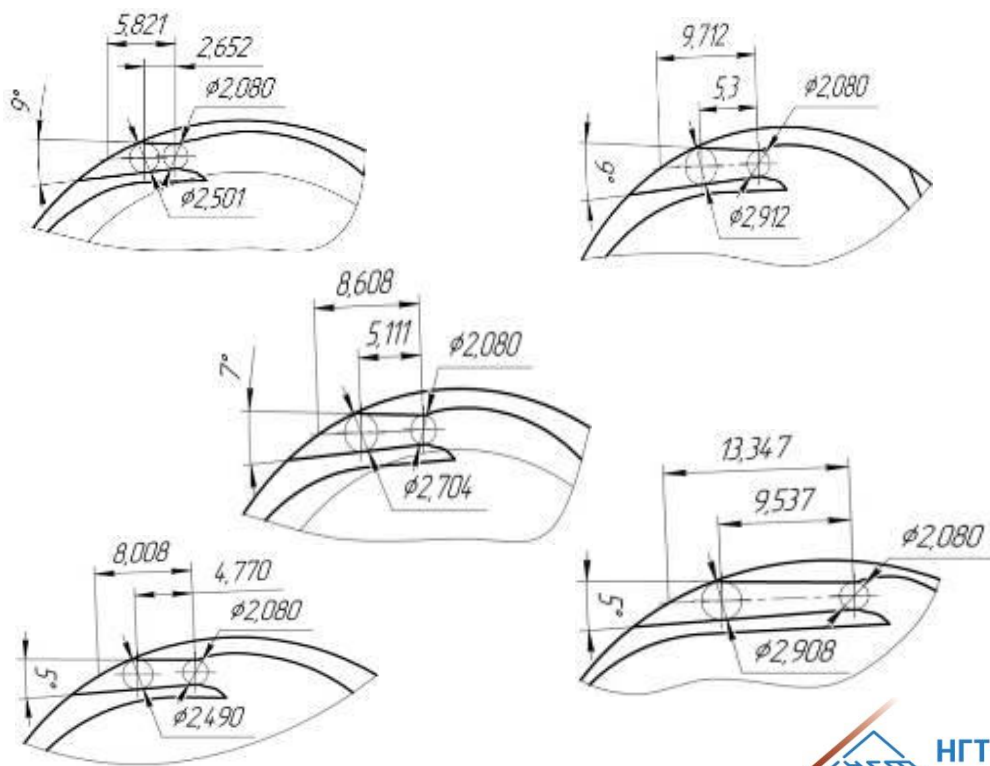


Устройство проведения измерений экспериментального стенда

Результаты исследовательской работы

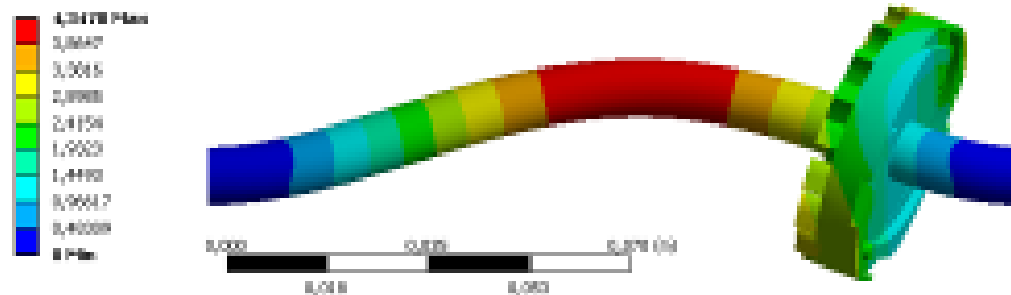
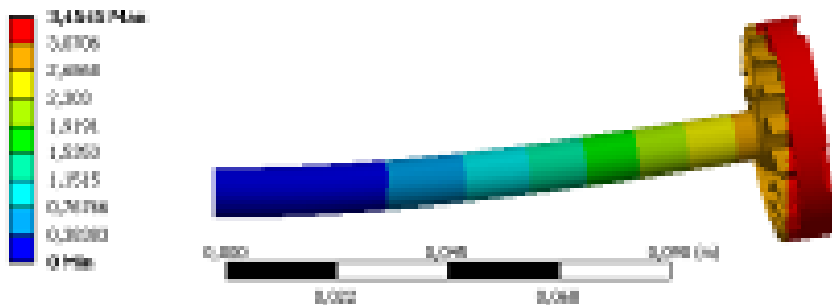
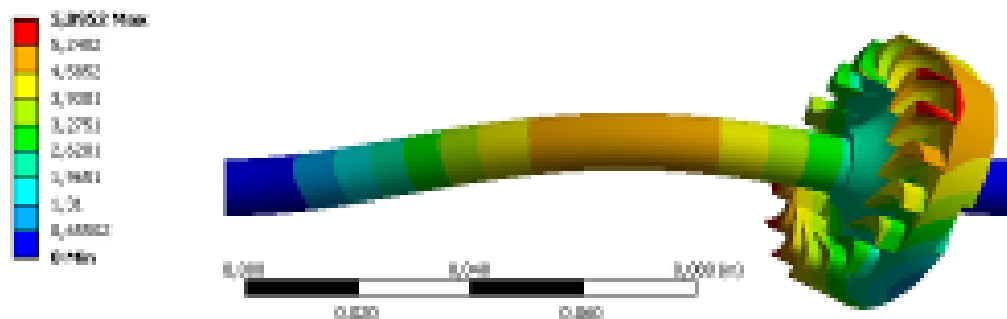
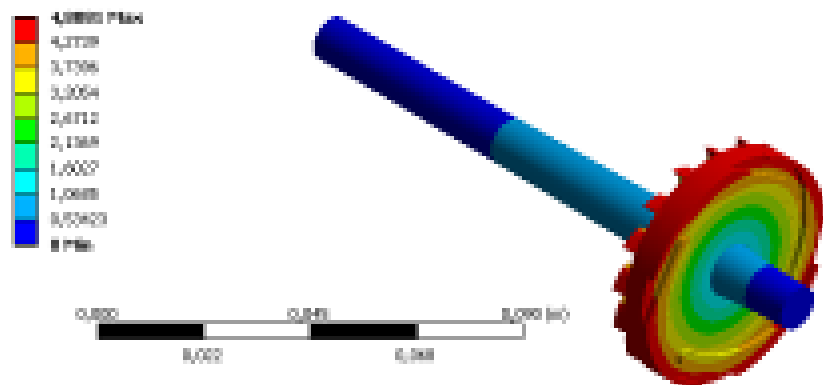
Разработан план проведения эксперимента на натуральных образцах турбоприводов. В результате проведения стендовых испытаний было определено оптимальное сочетание параметров соплового аппарата, определены пути дальнейшего совершенствования турбинной ступени.

Турбоприводы по плану эксперимента

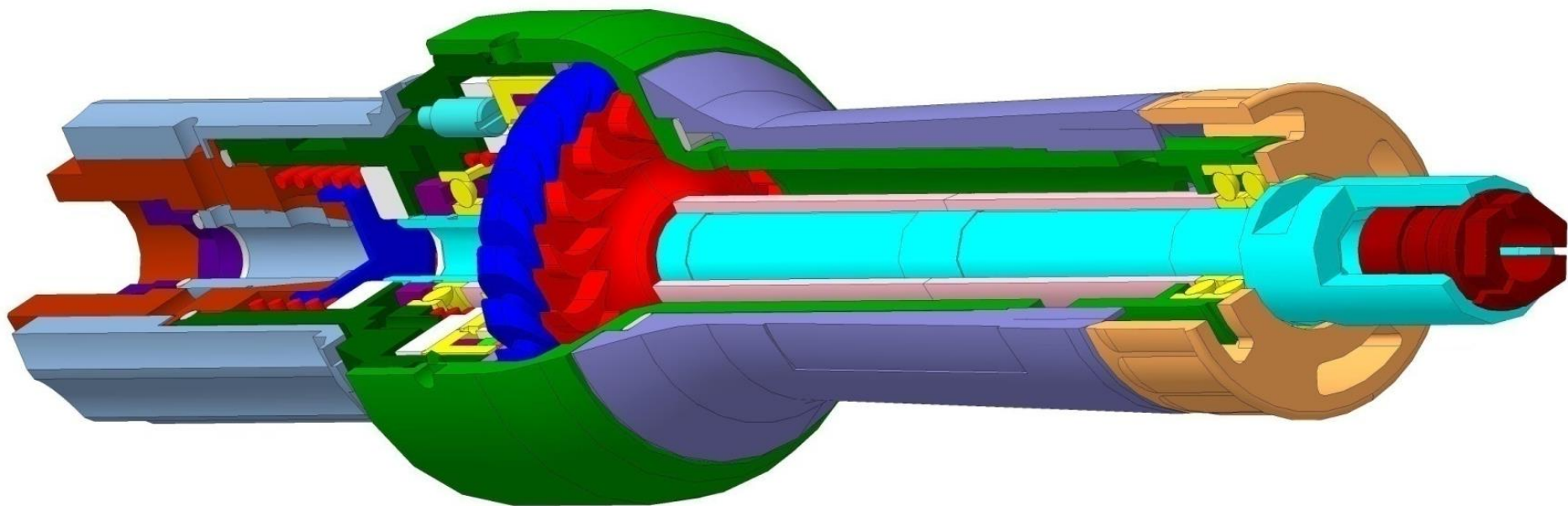


Результаты исследовательской работы

Проведены вычислительные эксперименты на базе компьютерного пакета Ansys с целью определения динамических характеристик роторов шлифовальных машин и их основных элементов



Преимущества представленной разработки

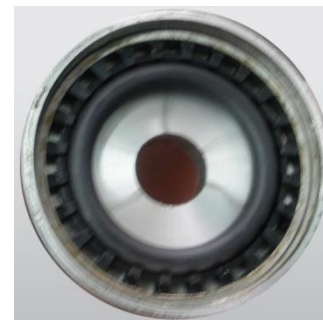


Инновационные элементы конструкции машины

- Турбинный привод
- Регулятор частоты вращения
- Автоматический тормоз ротора
- Пусковое устройство

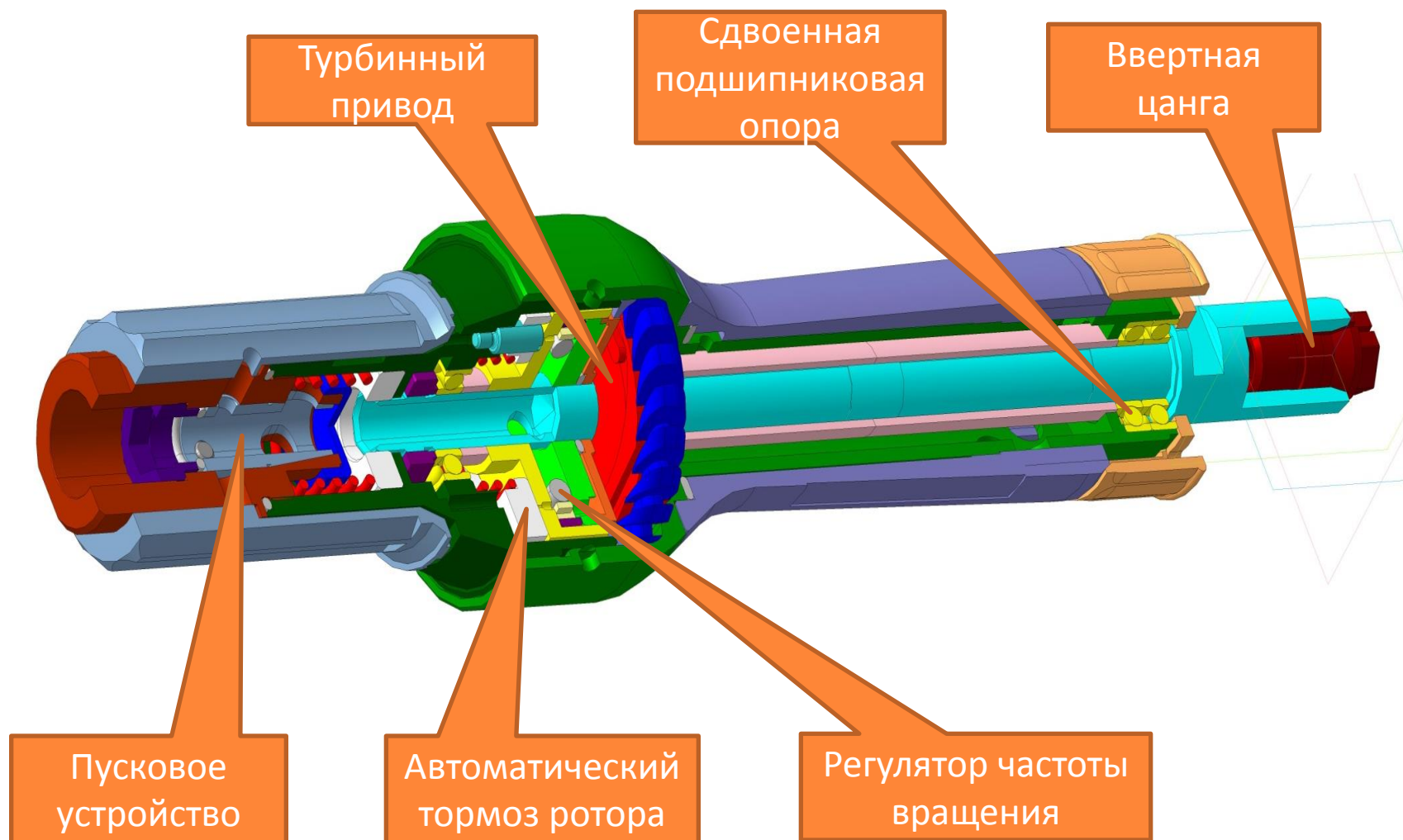


**Турбинный
привод**



**Регулятор
частоты
вращения**

Преимущества представленной разработки

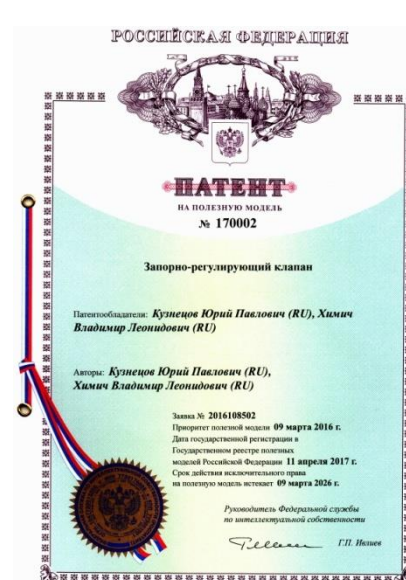
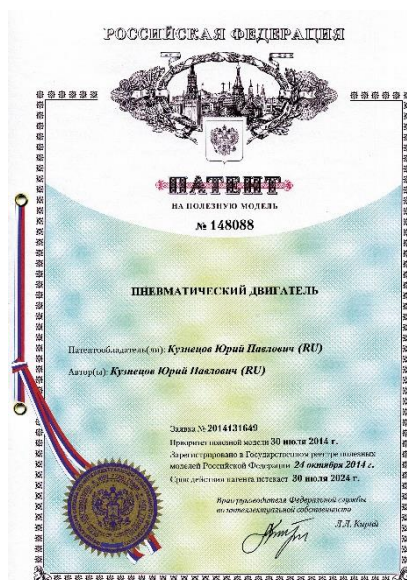


Преимущества представленной разработки

Инновационный турбинный привод (патент №139138), обеспечивает повышенную производительность на оптимальных режимах резания.

Регулятор (патент №148088) обеспечивает постоянную частоту вращения ротора при переменной нагрузке и, соответственно, высокое качество обработки поверхностей.

Автоматический тормоз (патент №169771) ограничивает время выбега ротора после отключения подачи сжатого воздуха, улучшая эргономичность машины.



Преимущества представленной разработки

Конкурентные преимущества по сравнению с известными аналогами

- Увеличенная производительность.
- Лучшая ремонтпригодность.
- Большой пусковой крутящий момент.
- Лучшая технологичность.
- Экономия сжатого воздуха.
- Лучшая эргономичность, меньший вес.
- Пониженные уровни шума и вибрации.
- Отсутствие смазки деталей двигателя маслом, отсутствие масляного тумана в выхлопе.
- Отсутствие трения лопаток ротора о статор, возможность длительной непрерывной работы.
- Отсутствие специальных требований по очистке сжатого воздуха.



Преимущества представленной разработки

Более 50% деталей шлифовальных машин изготовлены из пластмассы литьем в прессформах, что существенно снижает себестоимость машин.



Преимущества представленной разработки

Результаты сравнения разработанного инструмента с пневмомашинной (DSG-25HC фирмы DAEWOO) в процессе опытной эксплуатации в сборочно-сварочном цехе судостроительного завода «Красное Сормово»



ИТ-1000-1

DSG-25HC



1. Машина ИТ-1000-1 более удобна в работе благодаря:
 - меньшей массе;
 - меньшим прилагаемым усилиям;
 - выхлопу отработанного воздуха в направлении инструмента.
2. Машина имеет меньше шум и вибрацию.

3. Машина обеспечивает лучшее качество обрабатываемых поверхностей.
4. Машина более надежна.
5. Машина более проста в обслуживании.
6. Машина более стабильно работает в условиях скачков давления.

Преимущества представленной разработки

Отметим, что отсутствие системы очистки сжатого воздуха на входе в пневмомашину не воспрепятствовало ее стабильной и надежной работе.




Элементы пневмомашины после нескольких месяцев успешной опытной эксплуатации

Преимущества представленной разработки

ВЫМПЕЛ
СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

АО «СЦЗ «ВЫМПЕЛ»
Россия, 152912 Ярославская обл.
г. Рыбинск, ул. Новая, 4
Телефон: (4855)20-24-42
(4855)20-24-00
Факс: (4855)21-18-77
E-mail: avympel@yarslavl.ru
www.vympel-rybinsk.ru



VYMPPEL
SHIPYARD JSC

JOINT STOCK COMPANY «VYMPPEL»
4, Novaya street, Rybinsk, Yaroslavl region
152912, RUSSIA
PH (4855)20-24-42
(4855)20-24-00
FAX (4855)21-18-77
E-mail: avympel@yarslavl.ru
www.vympel-rybinsk.ru

Утверждаю
Зам. Г.Д по производству
Шабров В.И.
2018 г.

Акт испытания
опытных ручных пневматических машинок ИТ-500-2, ИТ-1000-1
в инструментальном производстве


23.01.18 г.

Настоящий акт составлен в том, что в период с 25.12.2017 г. по 22.01.2018 г. на участке изготовления штампов и пресс-форм проводились опытные работы по эксплуатации ручных пневматических машинок ИТ-500-2, ИТ-1000-1. Обработка велась абразивными шлифовальными головками – обрабатываемый материал У8, сталь 3. В процессе эксплуатации машинки оказались достаточно мощными. Тестируемые продукция была испытана и проверена прибором на шум и вибрацию «ЭКОФИЗИКА-110А», и показала отличные характеристики. Из-за большой длины испытания в основном производстве не проводилось.

Выводы и рекомендации:

1. Уменьшить длину машинки, а в следствии вес, для работы в труднодоступных местах.
(АО СЦЗ ВЫМПЕЛ использует в работе машинки под борфрезу короче в два раза, например АТ 7033 МК)
2. С целью обеспечения безопасности оборудовать кольцо включения устройством автоматического отключения пневматической машинки для исключения самопроизвольной работы без оператора.

Начальник ИП
Мастер участка ИП
Инженер-технолог-нормировщик ИП



С.К. Мехов
В.Г. Тетерин
М.П. Буланова





ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЗАВОД «КРАСНОЕ СОРМОВО»»
603951, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Баррикад, 1 ОГРН 1025204410110, ИНН 5263006629
факс +7 831 273-06-49, тел. +7 831 229-61-27, bureau_krsormovo@ainn.ru, www.krasnoyevoye.nnov.ru

УТВЕРЖДАЮ:
Технический директор
А.В. Целилов

АКТ ИСПЫТАНИЯ РУЧНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ
ТУРБОШЛИФОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ИТ-1000-1

Настоящий акт составлен в том, что в период с апреля 2017 г. по апрель 2018 г. в Сборочно-Сварочном цехе (ССЦ) проводилась опытная эксплуатация машины ИТ-1000-1.

Условия эксплуатации.

1. Машина ИТ-1000-1 (скорость 45000 об/мин., мощность 550Вт.) эксплуатировалась в ССЦ на операции зачистки сварных швов секций корпусов судов. На этой операции в настоящее время штатно применяется инструмент фирмы Daewoo модели DSG-25HC (скорость 18000 об/мин., мощность 440 Вт.). Давление сжатого воздуха в сети 4,5-6,0 атм., система очистки и смазки не установлена.
2. Операции по зачистке сварных швов выполнялись бор-фрезами фирмы ИПП «РИТ Инжиниринг» сферической формы Ø10 мм.
3. Машинной ИТ-1000-1 работали два рубщика 5 разряда, общее время эксплуатации инструмента составило 6 месяцев.

Сравнение потребительских свойств машины ИТ-1000-1 И DSG-25HC.

Потребительские свойства	ИТ-1000-1	DSG-25HC
Скорость выполнения операции (если сложно указать точное время для сравнения, то привести субъективную оценку выполнения задания быстрее/медленнее)	Быстрее.	
Уровень прилагаемых физических усилий, затраченных на выполнение работ (больше/меньше)	Меньшее усилие	
Качество поверхности после обработки (хорошее/удовлетворительно/неудовлетворительно)	Хорошее	Удовлетворительно
Достаточна ли мощность для выполнения работы (наблюдалось ли значительное падение скорости вращения инструмента вплоть до останова)	Достаточна	Достаточна
Сравнительные данные по шуму (на основании ощущений рабочего – выше/ниже/одинаково)	Шум ниже	
Сравнительные данные по вибрации (на основании ощущений рабочего – выше/ниже/одинаково)	Вибрация ниже	
Удобство работы по ощущениям рабочего (лучше/хуже/одинаково)	Лучше	
Необходимость и периодичность смазки	Смазки не требует	Смазка производится ежедневно
Стабильность работы при падении давления до 4,5 Атм.	Работает стабильно	Работает нестабильно

Общая оценка ИТ-1000-1

ИТ-1000-1 удобна в работе за счет меньшей массы и вибрации, по сравнению с инструментом Daewoo, поверхность обработанного шва получается более чистой. Нет необходимости в смазке машины. При эксплуатации ИТ-1000-1 нужно прилагать существенно меньшие усилия. Во время падения давления в цеховой сети машина продолжала стабильно работать, в отличие от DSG-25HC. Выхлоп отработанного сжатого воздуха в сторону инструмента позволяет удалять стружку от рабочего. За время эксплуатации ИТ-1000-1 ни разу не выходила из строя.

В процессе эксплуатации возникли следующие вопросы:

- Утолщенная передняя ручка обеспечивает удобный захват инструмента, но может мешать зачистке швов в заглубленных, труднодоступных элементах;
- Отмечен несколько больший расход фрез при работе машины ИТ-1000-1 в сравнении с работой машины DSG-25HC в процессе выполнения аналогичных операций. Но при получении должного опыта работы с ИТ-1000-1, расход фрез должен сократиться.

Заключение.

1. Шлифовальная машина ИТ-1000-1 хорошо себя зарекомендовала за время работы в ССЦ. В течение всего срока эксплуатации замечаний к работе и поломок не было.
2. ИТ-1000-1 подходит для зачистки сварных швов в условиях ССЦ.
3. В качестве пожелания к разработчикам предлагаем в дополнение к ИТ-1000-1 представить альтернативные модели машин:
 - машину с более тонкой ручкой со стороны расположения инструмента, для обработки швов в заглубленных элементах;
 - машину с меньшей скоростью вращения вала.

Директор корпусного производства  В.И. Соменков
Старший мастер  Р.С. Мамаев

Отзывы о результатах опытной эксплуатации на предприятиях «Вымпел» и «Красное Сормово»



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Представим диапазоны конструктивных и режимных параметров машин разработанного типоразмерного ряда



Параметр	Диапазон
Габаритная длина, мм	175...410
Габаритный диаметр, мм	40...74
Диаметр отверстия цанги для установки инструментов, мм	3...10
Частота вращения, мин ⁻¹	32000...70000
Мощность , Вт	170...1000
Расход воздуха при макс. мощности, л/мин	700...2000
Масса, кг	0,35...1.5

Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Разработанные шлифовальные машины условно разделены на четыре типоразмера, которые различаются между собой по основным конструктивным и режимным параметрам. Типоразмеры машин обозначены буквами «В», «С», «D», «E».

Наименование типоразмера	Частота вращения, мин ⁻¹	Мощность, Вт *	Расход воздуха при макс. мощности / при холостых оборотах, л/мин *	Масса, кг
«В»	32000...35000	800...1000	1500...2000 / 600...700	1,2...1,5
«С»	35000...40000	500...700	1100...1400/ 500...600	0,8...1.1
«D»	60000	300	800 / 400	0,5
«E»	70000	170	700 / 350	0,35

- Показатели расхода и мощности соответствуют избыточному давлению сжатого воздуха 0,53 МПа на входе в машину.



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Высокопроизводительные шлифмашины

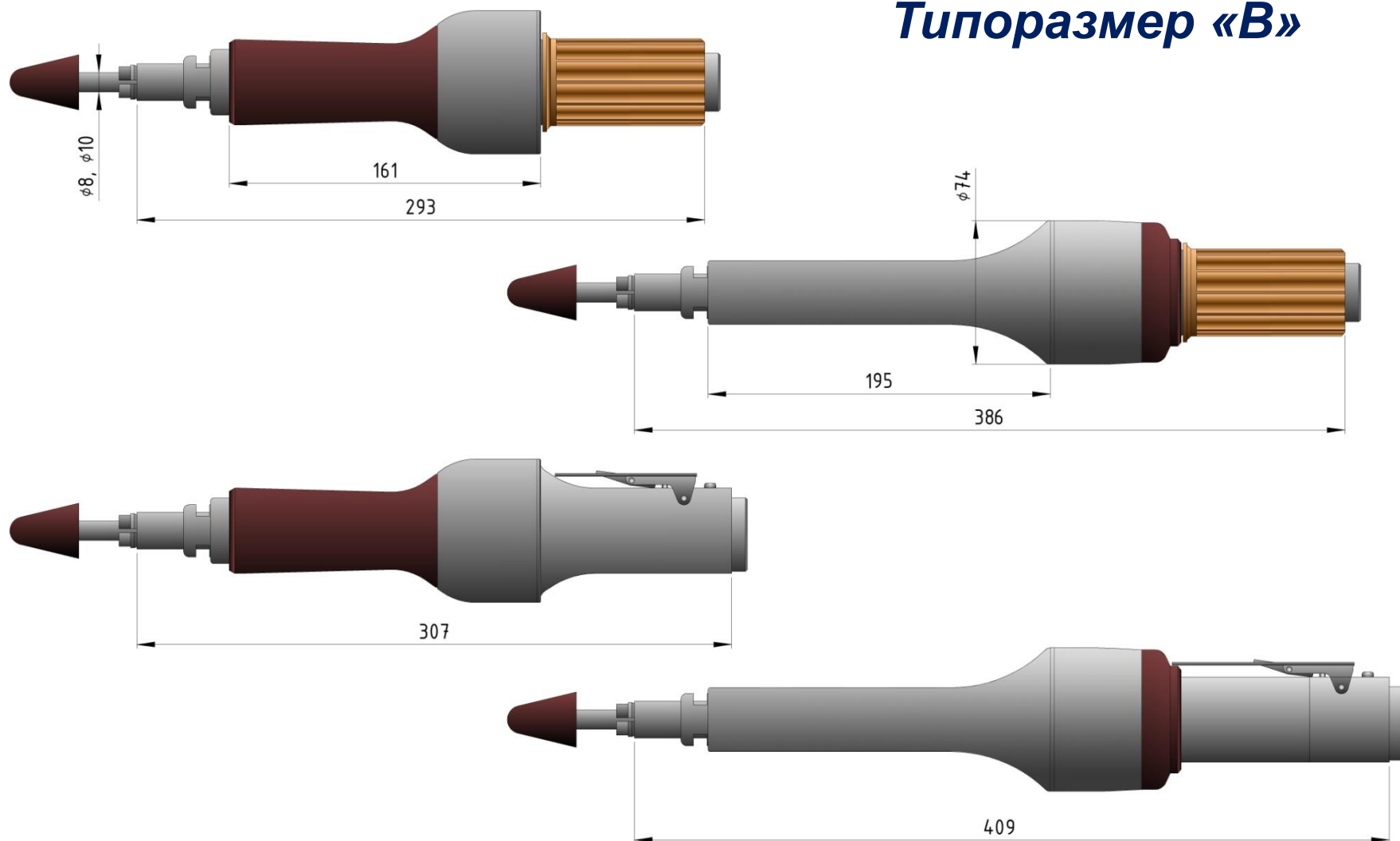
Крупногабаритные машины типоразмера «В» характеризуются высокой мощностью и производительностью. Выдерживают большие радиальные нагрузки.

Применяются для разделки кромок под сварку, зачистки сварных швов, доводки фасонных поверхностей. Могут быть использованы для снятия существенных объемов металла с поврежденных поверхностей деталей в процессе выполнения ремонтно-восстановительных работ.



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Типоразмер «В»



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Среднегабаритные шлифмашины

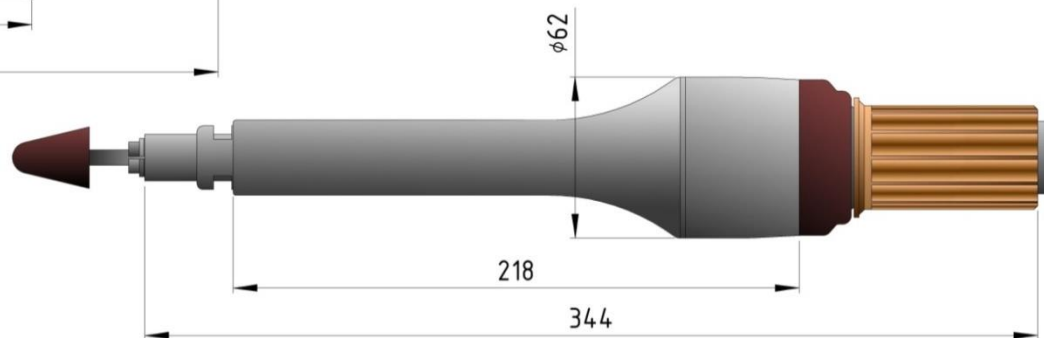
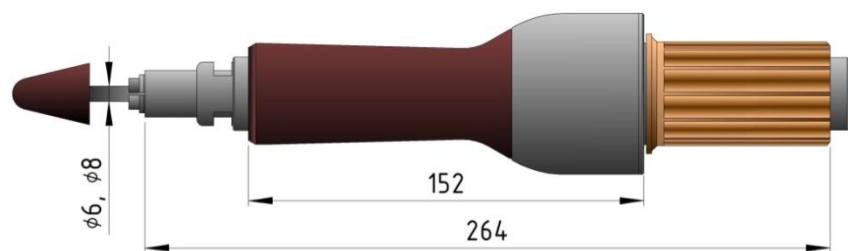
Среднегабаритные машины типоразмера «С» характеризуются достаточно высокой мощностью и производительностью в сочетании с относительно небольшой массой. Выдерживают большие радиальные нагрузки.

Применяются для зачистки небольших сварных швов, удаления литейного облоя, доводки фасонных поверхностей ограниченной площади. Могут быть использованы для разделки раковин на поврежденных поверхностях деталей в процессе выполнения ремонтно-восстановительных работ.



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Типоразмер «С»



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Легкие шлифмашины

Легкие машины типоразмера «D» характеризуются повышенными значениями частоты вращения при достаточно высокой мощности в сочетании с малыми габаритными размерами и массой.

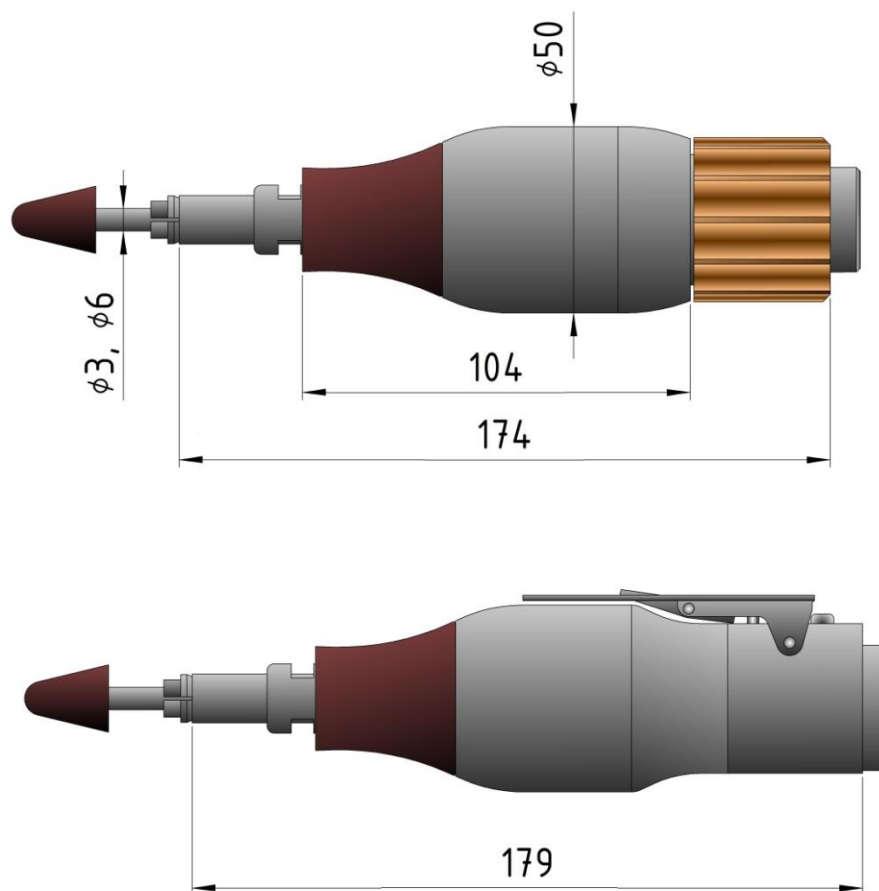
Применяются для доводки небольших фасонных поверхностей, притупления острых кромок, удаления литейного облоя. Могут быть использованы при выполнении различных видов тонких доводочных работ. Удобны при обработке труднодоступных элементов деталей.

Обеспечивают высокое качество обработки за счет высокой скорости вращения инструмента.



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Типоразмер «D»



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Миниатюрные шлифмашины

Миниатюрные машины типоразмера «Е» характеризуются повышенными значениями частоты вращения в сочетании с предельно малыми габаритными размерами.

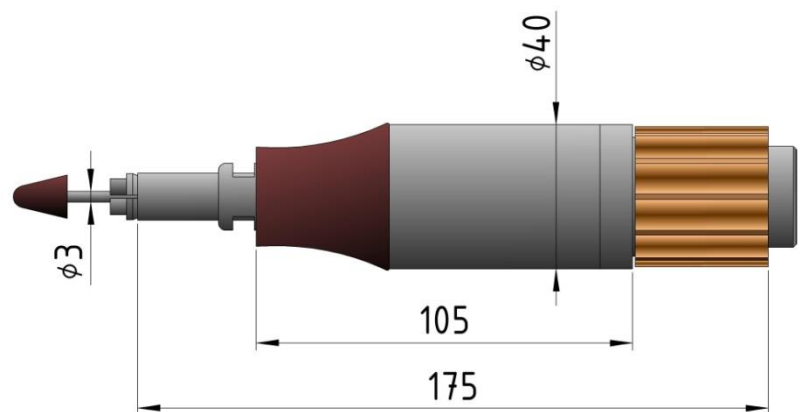
Применяются для доводки мелких фасонных поверхностей, притупления острых кромок, удаления заусенцев. Могут быть использованы при выполнении полировальных и гравировальных работ. Удобны при обработке труднодоступных элементов деталей.

Обеспечивают высокое качество обработки за счет высокой скорости вращения инструмента.



Типоразмерный ряд шлифовальных машин

Типоразмер «Е»



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Докладчик:

заведующий кафедры

«Энергетические установки и тепловые двигатели» НГТУ,

к.т.н, доцент Хрунков Сергей Николаевич

