

Переносной прибор для подготовки поверхности металла

Направление: Приборостроение и подготовка металла

Цель: Предложить конструкцию переносного прибора для подготовки поверхности металла к исследованию.

Справка о компании: Сибирская генерирующая компания (СГК) производит электрическую и тепловую энергию и обеспечивает теплоснабжение городов. В её работе связаны эксплуатация электростанций, котельного и турбинного оборудования, обслуживание тепловых сетей. Компания развивает энергетическую инфраструктуру и реализует проекты по повышению надёжности оборудования и снижению воздействия на окружающую среду.

Задача участников

Разработайте переносной прибор, который готовит локальную поверхность трубы для металлографического исследования без вырезки образца. Обоснуйте компоновку, питание, удержание, время и план проверки качества поверхности.

CAPEX — затраты на создание решения; OPEX — ежегодные расходы на его работу и обслуживание.

1 Зачем нужен прибор

Металловед исследует локальную поверхность трубы или коллектора, чтобы увидеть структуру без вырезки образца. Перед наблюдением нужно удалить поверхностный слой, последовательно отполировать участок и выявить структуру травлением. Крепление на криволинейной поверхности, смена материалов и контроль прижима влияют и на время оператора, и на повторяемость подготовки.

Ra — среднее арифметическое отклонение профиля поверхности, показатель её шероховатости. Требуется переносной автоматизированный прибор полного цикла, $Ra \leq 0,02$ мкм и сокращение времени в 3–4 раза. Ваш пользователь — специалист, который переносит прибор к точке, закрепляет его, запускает программу и проверяет качество. Проект должен объяснять, как он обслуживает прибор и предотвращает загрязнение между стадиями, а не только показывать вращающуюся головку.

2 Проект и обязательное ядро

Разработайте обоснованную концепцию прибора: компоновку с основными размерами, принципиальную схему, маршрут операций, собственную спецификацию и расчёт. Не требуется изготовление или работа на действующем оборудовании. Выбор магнитной, ременной или иной фиксации, привода, питания и автоматики остаётся за командой.

- Покажите шлифование, многоступенчатую полировку, очистку между стадиями, контроль и дозированное химическое либо электрохимическое травление.
- Для травления предусмотрите дозирование, изоляцию зоны, сбор/удаление реагента, предотвращение утечки, блокировку при потере фиксации и обслуживание. Предусмотрите взрывобезопасное исполнение при спиртовом травителе и отдельную проверку этого условия; класс и сертификацию без основания не назначайте.
- Согласуйте удержание по силам и моменту, массу, потребление, автономность и временной баланс. Объясните будущую проверку Ra и повторяемости; расчёт энергии сам по себе Ra не доказывает.

Химические опыты не проводятся. Реагент и производственная инструкция не выданы.

Химическую стадию покажите концептуально с неизвестными t_{tr} и E_{tr} ; ускорение полного цикла не объявляется доказанным по расчёту одной механики.

3 Общий объект и проверочные условия

Параметр	Принято для учебного сценария
Труба / рабочая зона	Наружный диаметр 300 мм; участок Ø 30 мм
Доступ / температура	Доступ к полной окружности; свободное пространство снаружи 250 мм; 40 °С
Масса переносимой части	Не более 7 кг, вместе с жидкостями и переносимым питанием
Контактная нагрузка	Касательная сила 30 Н, плечо 0,03 м
Трение / плечо удержания	$\mu = 0,30$; $r = 0,05$ м для общего сравнительного теста
Ускорение свободного падения	9,80665 м/с ²
Полезная работа механической подготовки	Шлифование 45 кДж, полирование 12 кДж
Обслуживание и контроль механики	4 мин/точку, помимо времени работы привода
Ручная база механической подготовки	60 мин/точку, та же площадь и качество как целевая гипотеза

Полезная работа — условный энергетический объём обработки для сравнения, не опытная зависимость съёма или R_a . Команда рассчитывает длительность выбранного привода по полезной мощности и добавляет смену материалов/контроль. Для полного цикла отдельно учитываются $t_{\text{тр}}$, очистка и сушка; укажите, что нужно измерить для их численного определения.

$$F = \sqrt{(30^2 + (m g)^2)}; M = 30 \times 0,03; u = \sqrt{[(F/(\mu N))^2 + (M/(\mu N r))^2]} \leq 1$$

F, N — Н; M — Н·м; m — масса, кг. N — суммарное нормальное усилие вашего крепления. Это единая учебная модель взаимодействия, не нормативный запас.

Если крепление физически не описывается этой моделью, дополнительно проверьте его собственным расчётом и объясните связь с общим силовым случаем. Проверьте потерю 20 % μ и перенос на трубу 600 мм / 60 °С: несоответствие расширенному случаю допустимо при ясной границе применимости.

4 Независимая инженерная справка и экономика

Компонент	Независимые учебные характеристики	Цена, руб.
Привод D1	100 Вт электр.; КПД 0,60; масса 1,0 кг	110000
Привод D2	180 Вт; КПД 0,70; масса 1,3 кг	145000
Привод D3	300 Вт; КПД 0,75; масса 1,9 кг	190000

Компонент	Независимые учебные характеристики	Цена, руб.
Батарея B1	48 Вт·ч; используемая доля 0,80; масса 0,7 кг	25000
Батарея B2	96 Вт·ч; используемая доля 0,80; масса 1,1 кг	45000
Сетевой источник	КПД 0,90; 400 Вт; переносимая масса 0,6 кг	30000

Это независимые компоненты; совместимость выбранных узлов проверяет команда. Можно не использовать каталог и задать собственные обоснованные характеристики. Массу/цену рамы, жидкостного блока, управления и защиты определите по своему эскизу и оценке; укажите метод оценки и диапазон неопределённости. Мощность управления и вспомогательных узлов нельзя забывать.

Общая экономическая база: 2000 точек/год, труд 800 руб./ч, доля высвобождённого времени, реализуемая деньгами, 0,70; электричество 6 руб./кВт·ч. Расходные материалы ручной базы 100 руб./точку; для проекта оцените свои. Обслуживание проекта и CAPEX определяются спецификацией. Горизонт 5 лет; цены постоянны, без НДС, дисконтирования и остаточной стоимости. Покажите ресурс времени отдельно от денежной экономии, чувствительность к объёму $\pm 20\%$ и неизвестной длительности травления. Сокращение механической части не переносить автоматически на полный цикл.

5 Свободный выбор и развитие

Команда самостоятельно выбирает: головка, крепление, управление прижимом и смена материалов; источник питания и набор узлов; закрытый жидкостный блок и организация обслуживания.

Можно углубить ядро или выбрать полезное развитие. Примеры ниже необязательны и не образуют перечень бонусов.

- Переналадка для другого диаметра или тесного доступа — Размерная проверка и изменения крепления/времени/массы.
- Контроль качества и повторяемости — Обоснованный протокол повторных измерений и критерий брака; фактические измерения допустимы на безопасном образце, но не обязательны.
- Удобство обслуживания — Проверяемая последовательность смены картриджа/абразива и анализ загрязнения.

6 Материалы, собственные данные и проверка

Общие исходные условия и проверочные сценарии выше обязательны для сопоставимости. Отдельный CSV/XLSX для этого инженерного проекта не требуется. Независимая справка по свойствам компонентов не является готовой конструкцией: совместимость и параметры своего проекта обосновывает команда.

Разрешены открытые, собственные измеренные и синтетические дополнения с источником, единицами, допущениями и ограничениями. Общие исходные условия и проверочные сценарии сохраняются. Покажите, что изменилось благодаря дополнению, и отдельно сохраните результат на общей базе. Синтетические данные обозначьте как учебные и укажите их ограничения.

В проектной заявке и презентации представьте результат ядра, расчёт/демонстрацию и ограничения. Для расчётного проекта достаточно читаемой записки и схемы; для программного результата приложите инструкцию запуска и воспроизводимый пример. Дополнительные материалы служат проверке проекта и не меняют официальный состав заявки.

Жюри использует официальные критерии конкурса: 70 баллов на отборе и 80 в финале. Решения, полностью выполнившие ядро, различаются качеством доказательств, реализуемостью, переносимостью и экономическим обоснованием; совпадение с контрольным проектом и число расширений не требуются.

Расчетные допущения

- Численные параметры приняты для учебного сценария и не являются измерениями предприятия.

Все обязательные исходные условия и общие проверочные сценарии приведены в постановке. Таблицы свойств компонентов служат для сравнения собственных проектных решений.

Общие требования конкурса

Решение оформляется проектной заявкой и презентацией по приложениям 4 и 8 положения. Презентация: PDF, не более 16 слайдов и 25 МБ. На финале доклад до 10 минут и вопросы до 5 минут.