**Технологическое обоснование автономного манипулятора с ИИ**

1. **Введение**

Для повышения эффективности производственных процессов, снижения затрат на трудовые ресурсы и улучшения качества продукции предлагается внедрение автономного манипулятора с искусственным интеллектом (ИИ), способного выполнять сварочные работы и проводить анализ качества сварных швов. Это решение оптимально для условий лифтостроительного предприятия, где требуется высокая точность, надежность и повторяемость операций.

1. **Основные этапы обоснования**
   1. **Составление производственной программы**

Производственная программа включает:

* Определение количества сварочных операций, необходимых для сборки одного лифта;
* Оценка объемов производства в зависимости от текущей загрузки предприятия.
  1. **Перечень технологических линий и участков**
* **Рабочую зону манипулятора:**
  + Зона MIG/MAG сварки металлических конструкций;
  + Оборудована системами подачи проволоки и защитного газа;
  + Расположена вблизи сборочного конвейера для обеспечения минимального времени транспортировки деталей.
* **Контрольная зона:** Зона проверки качества сварки, оснащенная либо внешними средствами контроля (визуальный, ультразвуковой), либо программным модулем анализа швов, интегрированным в манипулятор;
* **Зона подготовки металла:** Зона очистки и подготовки деталей перед сваркой, что позволяет повысить качество швов.
  1. **Определение технологических операций**

Сварочные работы:

* Соединение металлических профилей;
* Герметизация швов;
* Точечная сварка мелких деталей;

Контрольные операции: визуальный анализ швов с использованием камер.

* 1. **Расчет объемов работ**
* Среднее количество сварочных операций в день: 500;
* Ожидаемая производительность манипулятора: 21 операций в час;
* Общее количество часов работы в смену: >=24.
  1. **Расчет характеристик оборудования**
* Точность позиционирования: ±0,1 мм;
* **Дальность и радиус действия манипулятора: 2 метра;**
* Диапазон рабочих температур: -20°C до +70°C;
* Энергоэффективность: потребление не более 7 кВт/ч.

1. **Ожидаемые преимущества внедрения**

**3.1. Экономические**

* Снижение расходов на оплату труда (замена сварщиков на роботизированные системы);
* Уменьшение затрат на повторную обработку и исправление брака.

**3.2. Производственные**

* Увеличение производительности за счет непрерывной работы манипуляторов;
* Преимущество по скорости перед человеком, так как манипулятор принимает и обрабатывает информацию в разы быстрее;
* Стабильное качество сварочных швов благодаря точной настройке ИИ.

**3.3. Экологические:** сокращение потребления энергоресурсов за счет использования энергоэффективного оборудования.

**3.4 Условия работы:** манипулятор может работать при температуре от -20°C до +70°C.

**3.5 Безопасность:** Использование манипуляторов снижает риск травм среди работников, так как они выполняют опасные и монотонные задачи.

**3.6 Гибкость:** Современные манипуляторы могут быть перепрограммированы для выполнения различных задач, что делает их универсальными и адаптивными к изменениям в производственном процессе.

1. **Поддержка ИИ в контроле качества**

ИИ-алгоритмы интегрируются в манипулятор и выполняют следующие функции:

* Обнаружение дефектов: анализ данных с камер и датчиков для выявления трещин, пор и других дефектов;
* Обучение на данных: улучшение качества работы на основе анализа исторических данных о сварке;
* Прогнозирование: выявление возможных отклонений еще до их возникновения.

1. **Заключение**

Внедрение автономного манипулятора с ИИ для выполнения сварочных операций на лифтостроительном предприятии позволит повысить эффективность производства, сократить затраты на брак и обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции. Инвестиции в эту технологию окупятся за счет увеличения производительности и снижения эксплуатационных расходов.