

Цзян Ди  
Специалист  
РУТ МИИТ

## ПЕРЕДОВЫЕ СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕМОНТИРУЮЩИХ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

### *Аннотация*

*В данной статье рассматриваются современные системы автоматизации технологических процессов на предприятиях, занимающихся ремонтом подвижного состава железнодорожного транспорта, при том пристальное внимание было уделено роботизированным комплексам, применяемым для выполнения сварочных, резательных, покрасочных работ, а также для диагностики и контроля состояния оборудования. Приводятся примеры конкретных роботизированных систем, таких как KUKA KR Quantec, FANUC Arc Mate Series, ABB IRB 2600, Dürr EcoRP, Siemens Brake Diagnostic System и другие. Описаны их функции, преимущества и вклад в повышение эффективности, точности и безопасности ремонтных работ. Статья все же подчеркивает значимость интеграции автоматизированных систем в процесс ремонта подвижного состава для улучшения эксплуатационных характеристик и снижения затрат.*

### *Ключевые слова*

*автоматизация, роботизированные комплексы, ремонт подвижного состава, железнодорожный транспорт, сварочные работы, резка материалов, покраска, диагностика, контроль состояния, эффективность, безопасность, KUKA KR Quantec, FANUC Arc Mate Series, ABB IRB 2600, Dürr EcoRP, Siemens Brake Diagnostic System.*

## ***Abstract***

*This article examines modern automation systems for technological processes at enterprises engaged in the repair of railway rolling stock. Particular attention is paid to robotic complexes used for welding, cutting, painting, and diagnosing and controlling the condition of equipment. Examples of specific robotic systems, such as KUKA KR Quantec, FANUC Arc Mate Series, ABB IRB 2600, Dürr EcoRP, Siemens Brake Diagnostic System, and others, are provided. Their functions, advantages, and contributions to increasing the efficiency, accuracy, and safety of repair work are described. The article emphasizes the importance of integrating automated systems into the rolling stock repair process to improve operational performance and reduce costs.*

**Keywords:** *automation, robotic complexes, rolling stock repair, railway transport, welding operations, material cutting, painting, diagnostics, condition monitoring, efficiency, safety, KUKA KR Quantec, FANUC Arc Mate Series, ABB IRB 2600, Dürr EcoRP, Siemens Brake Diagnostic System.*

Автоматизация технологических процессов производства безусловно сейчас играет ключевую роль в современном промышленном секторе, особенно на предприятиях, занимающихся ремонтом подвижного состава. В условиях растущей конкуренции и стремления к повышению эффективности производственных операций внедрение передовых способов автоматизации становится необходимостью.

Автоматизация не только способствует улучшению качества и сокращению времени выполнения ремонтных работ, но и значительно повышает безопасность труда и снижает эксплуатационные затраты [1]. Современные предприятия, занимающиеся ремонтом подвижного состава, сталкиваются с большим количеством проблем, у которых существует необходимость повышения точности и надежности ремонта, оптимизация

производственных процессов, снижение влияния человеческого фактора и обеспечение соответствия высоким стандартам безопасности.

В этом контексте внедрение передовых технологий автоматизации, среди которых мы безусловно должны отметить разнородные роботизированные системы, интеллектуальные сенсоры, системы управления производством на основе больших данных и искусственного интеллекта, становится стратегически довольно таки важным направлением развития. Роботизированные системы позволяют автоматизировать трудоемкие и опасные операции, среди которых безусловно в первую очередь такие операции как сварка, покраска и сборка.

Интеллектуальные сенсоры и системы мониторинга обеспечивают собственно говоря непрерывный контроль за состоянием оборудования и подвижного состава, что позволяет своевременно выявлять и устранять неисправности [2]. Системы управления на основе больших данных и искусственного интеллекта позволяют оптимизировать производственные процессы, прогнозировать потребности в ремонте и управлять ресурсами с максимальной эффективностью. Опыт всех существующих ведущих мировых предприятий демонстрирует, что внедрение передовых способов автоматизации технологических процессов производства на ремонтных предприятиях конечно же не только повышает их конкурентоспособность, но и способствует устойчивому развитию и повышению уровня удовлетворенности клиентов.

В данной статье будут рассмотрены современные тенденции и лучшие практики в области автоматизации ремонтных производств, проанализированы примеры успешного внедрения технологий, а также определены перспективы и направления дальнейшего развития [3].

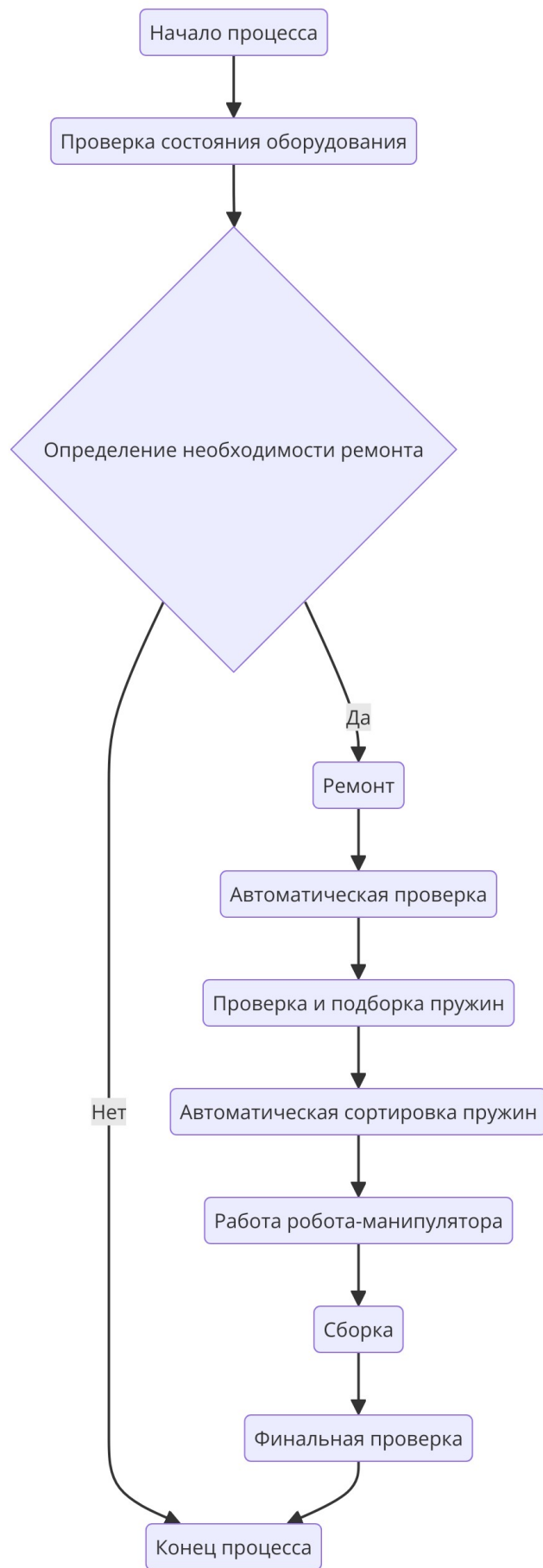


Рисунок 1. Принцип современного ремонта китайский предприятиях

Собственно говоря из возможных в автоматизации ремонтных работ выделяются роботизированные сварочные комплексы, при этом как хороший пример можно назвать - роботы KUKA KR Quantec которые как раз таки широко используются для выполнения сварочных операций благодаря своей высокой точности и надежности, ведь они по сути оснащены системами автоматического контроля качества сварки, что позволяет минимизировать дефекты.

По сути также довольно хорошим примером являются роботы FANUC Arc Mate Series, специально разработанные для сварки, способные выполнять сложные сварочные задачи с высокой скоростью и точностью, данные роботы также оснащены системой адаптивного управления сварочным процессом, что позволяет все таки учитывать изменения в материалах и условиях работы. Для подготовки и ремонта металлических деталей подвижного состава применяются роботизированные комплексы для резки и обработки материалов. Робот ABB IRB 2600 используется для автоматической резки и обработки металлических поверхностей и вот он как раз таки может быть оснащен различными инструментами, такими как лазеры или плазменные резаки, для выполнения точных и качественных операций. Роботы серии Yaskawa Motoman GP обеспечивают высокую скорость и точность обработки материалов, выполняя операции по резке, сверлению и шлифовке, что обеспечивает высокое качество конечных изделий.

Автоматизация покрасочных процессов позволяет все же достичь равномерного нанесения покрытия и улучшить качество окраски вагонов и локомотивов. Роботизированные системы Dürr EcoRP обеспечивают высокую производительность и качество окраски, оснащены системами контроля толщины слоя краски и минимизируют количество отходов. Роботы Kawasaki K Series используются для нанесения различных типов покрытий, включая краски и лаки, обеспечивая равномерное нанесение покрытия даже

на сложные поверхности [4]. Автоматизация процессов диагностики и контроля состояния подвижного состава позволяет все таки значительно сократить время и повысить точность выявления неисправностей. Системы GE Inspection Robotics предназначены для выполнения неразрушающего контроля (NDT) и диагностики состояния металлических конструкций, они могут обнаруживать трещины, коррозию и другие дефекты.

В то же время например вот роботизированные системы Bosch Rexroth APAS применяются для автоматического контроля и диагностики различных узлов и агрегатов подвижного состава, оснащены сенсорами и камерами, обеспечивающими высокую точность диагностики. Колесные пары по сути своей являются критически важными элементами подвижного состава, и их обслуживание требует высокой точности и надежности. Роботизированный комплекс Starrag Heckert HEC 500 D используется для обработки и ремонта колесных пар, обеспечивая необходимую всем высокую точность обработки и минимизируя износ оборудования. Роботизированные системы NILES-SIMMONS N20 MC применяются для токарной обработки колесных пар, обеспечивая высокую точность и качество обработки, что особенно важно для безопасности движения поездов.

Тормозные системы также как мы можем отметить по сути своей являются ключевыми для безопасности движения поездов, и их обслуживание требует особого внимания. Роботизированная система Siemens Brake Diagnostic System предназначена для автоматической диагностики и обслуживания тормозных систем, обеспечивая точную проверку состояния тормозных колодок и дисков. Комплекс Knorr-Bremse iCOM для мониторинга и диагностики тормозных систем позволяет также достичь и автоматически выявлять и устранять неисправности, обеспечивая высокую надежность тормозных систем [5].

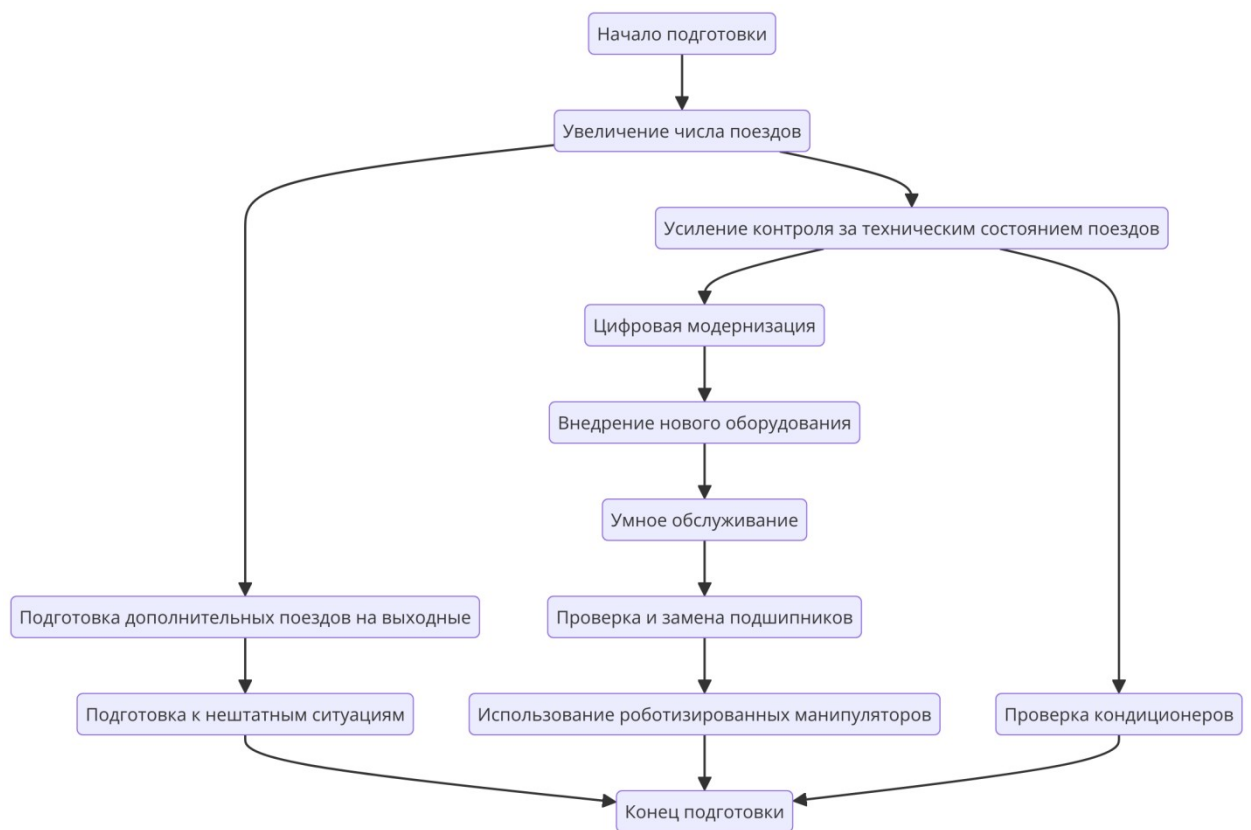


Рисунок 2. Блок схема по автоматизации процессов на китайском предприятии

Роботизированные комплексы как следует из текста статьи играют довольно таки важную роль в повышении эффективности и качества ремонта подвижного состава железнодорожного транспорта, при том конечно они позволяют автоматизировать сложные и трудоемкие операции, минимизировать человеческий фактор и повысить безопасность производственных процессов. Внедрение этих технологий по сути способствует улучшению эксплуатационных характеристик подвижного состава и снижению затрат на его обслуживание и ремонт.

## Список литературы

1. Дрожжин, А. П. Автоматизация и роботизация технологических процессов на железнодорожном транспорте / А. П. Дрожжин, В. В. Сафронов. — М.: Транспорт, 2016. — 328 с.
2. Иванов, Ю. Н. Роботизированные комплексы в промышленности: Применение и перспективы / Ю. Н. Иванов. — СПб.: Научтехлитиздат, 2018. — 245 с.
3. Кузнецов, С. В. Технологические процессы ремонта подвижного состава железнодорожного транспорта / С. В. Кузнецов. — М.: Машиностроение, 2017. — 290 с.
4. Сидоров, П. А. Инновационные технологии в железнодорожном транспорте / П. А. Сидоров, И. А. Лебедев. — Екатеринбург: Уральский университет, 2019. — 314 с.
5. Трофимов, А. Н. Современные роботизированные системы в машиностроении / А. Н. Трофимов. — Н. Новгород: Нижегородский технический университет, 2020. — 278 с.