

УДК 658.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МСЦ-3 ОАО «МЗКТ»)

Л.В. БУТОР¹, А.С. ГРАНОВСКАЯ²

¹ ст. преподаватель кафедры «Инженерная экономика»

Белорусский национальный технический университет

² специалист по продажам управления продаж и маркетинга

ОАО «Минский завод колёсных тягачей»

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматривается один из способов совершенствования организации ремонта оборудования на примере конкретного предприятия. Приводится описание предлагаемого способа решения проблемы – использование цифровых двойников для проактивной диагностики оборудования. Рассчитывается эффективность мероприятия.

Ключевые слова: ремонт оборудования, проактивная диагностика, ТОиР, цифровой двойник.

IMPROVING THE ORGANIZATION OF EQUIPMENT REPAIR (BASED ON THE EXAMPLE OF THE MECHANICAL ASSEMBLY SHOP JSC MINSK WHEEL TRACTOR PLANT)

L.V. BUTOR¹, A.S. GRANOVSKAYA²

¹ senior lecturer at the Department of Engineering Economics

Belarusian National Technical University

² Sales Specialist, Sales and Marketing Department

JSC «Minsk Wheel Tractor Plant»

Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The article discusses one of the ways to improve the organization of equipment repair using the example of a specific enterprise. A description of the proposed method of solving the problem is provided - the use of digital twins for proactive equipment diagnostics. The effectiveness of the event is calculated.

Keywords: equipment repair, proactive diagnostics, maintenance and repair, digital twin.

В современном быстро меняющемся и технологичном мире способность эффективно управлять и координировать ремонт оборудования имеет решающее значение для предприятий и специалистов в различных отраслях. Этот навык включает в себя знания и опыт для оценки, диагностики и организации ремонта различного оборудования для обеспечения оптимальной функциональности и минимизации времени простоев оборудования.

Важность организации ремонта оборудования в современной промышленности трудно переоценить. Отказы оборудования могут привести к дорогостоящим простоям, снижению производительности и даже к угрозе безопасности. Те, кто способен эффективно выполнять ремонт, пользуются большим спросом на таких должностях, как техники по техническому обслуживанию, операторы по ремонту оборудования и координаторы обслуживания. Овладев этим навыком, профессионалы смогут не только обеспечить бесперебойную работу оборудования, но и способствовать экономии средств, повышению эффективности и повышению удовлетворенности клиентов. Этот навык является ценным активом, который может оказать положительное влияние на развитие карьеры и успех.

Организация ремонтного хозяйства и технического обслуживания оборудования базируется на успешно применяемой в промышленности системе планово-предупредительного ремонта (ППР).

Системой планово-предупредительного ремонта оборудования называют совокупность различного вида организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану с целью обеспечить наиболее эффективную эксплуатацию оборудования.

Существенной проблемой при организации ремонта оборудования являются высокие эксплуатационные расходы, связанные с профилактической диагностикой. Регулярное плановое техническое обслуживание требует постоянного распределения рабочей силы и материалов, что увеличивает эксплуатационные расходы. Затраты на рабочую силу, запасные части и расходные материалы могут значительно возрасти с течением времени. Кроме того, хотя профилактическое обслуживание направлено на сокращение незапланированных простоев, регулярные плановые простои для проведения работ по техническому обслуживанию по-прежнему могут влиять на производственные графики и эффективность.

Профилактическая диагностика также требует больших затрат ресурсов. Управление комплексным графиком технического обслуживания требует значительных административных усилий, а планирование мероприятий по техническому обслуживанию для минимизации сбоев в производстве может быть сложным и отнимать много времени. Ведение подробного учета всех мероприятий по техническому обслуживанию, инспекциям и ремонтам имеет решающее значение, но может быть громоздким и требует надежных систем управления данными.

Одним из основных недостатков превентивной диагностики является отсутствие анализа состояния оборудования. Она проводится по фиксированному графику независимо от фактического состояния оборудования, что может быть неэффективно. Такая негибкость означает, что ранние признаки потенциальных неисправностей могут быть пропущены между периодами технического обслуживания. Кроме того, различные части оборудования и компоненты изнашиваются с разной скоростью из-за различных условий эксплуатации, что делает единый график технического обслуживания менее эффективным.

Таким образом, хотя превентивная диагностика предлагает структурированный подход к техническому обслуживанию оборудования и сокращению числа непредвиденных отказов, она имеет ряд недостатков, которые могут повлиять на ее общую эффективность. Эти недостатки подчеркивают важность дополнения профилактической диагностики более совершенными стратегиями технического обслуживания, такими как профилактическое техническое обслуживание, которое основывается на данных в режиме реального времени и мониторинге состояния для оптимизации работ по техническому обслуживанию.

В качестве одного из способов совершенствования организации ремонта оборудования можно использовать цифровой двойник. «Цифровой двойник – это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей. Она точно воспроизводит форму и действия оригинала и синхронизирована с ним. Цифровой двойник нужен, чтобы смоделировать, что будет происходить с оригиналом в тех или иных условиях» [2, с. 11]. Элементы цифрового двойника представлены на рисунке 1.

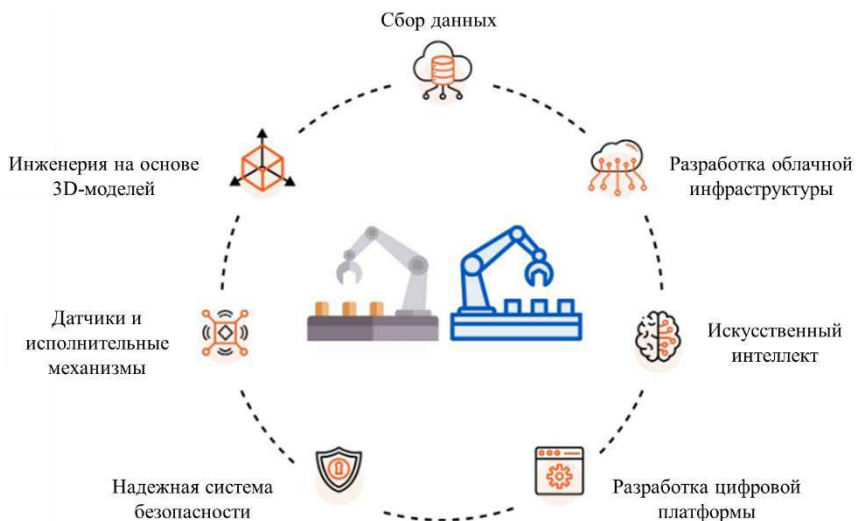


Рисунок 1 – Элементы цифрового двойника

Благодаря цифровым двойникам производства могут планировать весь производственный процесс в полностью виртуальной среде – от проектирования компоновки до визуализации потоков материалов и узких мест и моделирования производственных линий.

Цифровые двойники облегчают профилактическое обслуживание, заблаговременно выявляя проблемы. Они отслеживают оборудование в режиме реального времени, выявляя аномалии и потенциальные сбои до того, как они произойдут. Цифровой двойник может предсказать, когда определенные компоненты могут выйти из строя, анализируя загруженные в него данные в режиме реального времени, что позволяет своевременно вмешиваться и заменять их.

Чем же еще полезен цифровой двойник? Основная цель его использования – обеспечить идеальный обмен информацией внутри предприятия. Использование цифровых двойников также предлагает дополнительные производственные преимущества:

- 1) оптимизация проектирования процесса уже на стадии планирования;
- 2) моделирование любых процессов позволяет обеспечить плавный ввод в эксплуатацию новых видов продуктов;

- 3) оптимизация производственных процессы с самого их начала;
- 4) точные прогнозы о состоянии производственных систем;
- 5) комплексный взгляд на собственное производство и др.

Существенным преимуществом использования цифровых двойников является снижение затрат. Профилактическое и прогнозируемое техническое обслуживание, реализуемое с помощью цифрового двойника, позволяет значительно снизить затраты, связанные с аварийным ремонтом и внеплановым простоем. Кроме того, регулярное и своевременное техническое обслуживание помогает продлить срок службы оборудования, снижая необходимость в частой замене.

Цифровые двойник легко интегрируются с другими системами. Они могут интегрироваться с корпоративными системами, такими как ERP (Планирование ресурсов предприятия), CMMS и платформами Интернета вещей, обеспечивая бесперебойную связь и обмен данными. Такая интеграция обеспечивает целостное представление обо всей операции в целом, способствуя скоординированным и эффективным стратегиям технического обслуживания.

Использование цифровых двойников позволяет более эффективно проводить исследования в части совершенствования организации ремонта оборудования, создавая огромное количество данных о вероятных результатах производительности.

Внедрение цифрового двойника для организации ремонта оборудования позволяет использовать передовые технологии для преобразования традиционных методов технического обслуживания в упреждающий подход, основанный на данных. Это приводит к значительному повышению эффективности, экономии средств, безопасности и общей производительности. Внедрение цифровых двойников позволяет организациям оставаться конкурентоспособными, обеспечивая оптимальную и устойчивую работу их оборудования. Рассмотрим внедрение и использование цифровых двойников для снижения затрат на ТОиР оборудования на примере МСЦ-3 ОАО «МЗКТ». Затраты на реализацию технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты на реализацию технологии

Категория расходов	Описание	Затраты, руб.
Исследования и разработка (R&D)	Исследования технологий и разработка программного обеспечения для цифрового двойника	32 700
Закупка оборудования	Сервера, сетевое оборудование, датчики и другие устройства для сбора и обработки данных	32 700
Разработка и интеграция ПО	Создание и настройка программного обеспечения, интеграция с существующими системами предприятия	32 700
Кибербезопасность	Обеспечение защиты данных и систем от киберугроз	16 350
Обучение персонала	Обучение сотрудников работе с новой системой, проведение тренингов и семинаров	16 350
Консалтинг и услуги	Услуги консультантов по внедрению и настройке цифрового двойника	22 890
Техническое обслуживание и поддержка	Поддержка системы, обновление ПО и оборудования	9 810
Лицензирование и патенты	Лицензирование используемого ПО и технологий, регистрация патентов	6 540
Пилотные проекты и тестирование	Проведение пилотных проектов для проверки и доработки цифрового двойника	16 350
Неучтенные расходы и резервный фонд	Непредвиденные расходы и создание резервного фонда на случай непредвиденных ситуаций	9 810
Итого		196 200

Источник: собственная разработка авторов на основе [1].

Учитывая «предсказания» цифровых двойников и проактивную диагностику, которую можно будет применять вследствие новых правил ТОиР, можно добиться сокращения затрат по предприятию в целом.

Подсчитаем текущие затраты на примере МСЦ-3 ОАО «МЗКТ» (до и после реализации проекта) (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Текущие затраты на ремонт оборудования в МСЦ-3 ОАО «МЗКТ» (до реализации проекта)

Текущие затраты	Значение
Затраты на непредвиденные ремонты, руб.	5 264,00
Количество рабочих-ремонтников с МСЦ-3, чел.	4,00
Среднечасовая заработная плата рабочего, руб.	8,25
Годовая заработная плата, руб.	66 528,00
Отчисления с заработной платы, руб.	22 619,52
Итого:	94 411,52

Таблица 3 – Текущие затраты на ремонт оборудования МСЦ-3 ОАО «МЗКТ» (после реализации проекта)

Текущие затраты	Значение
Затраты на непредвиденные ремонты, руб.	2000,00
Количество рабочих-ремонтников с МСЦ-3, чел.	2,00
Среднечасовая заработная плата рабочего, руб.	8,25
Годовая заработная плата, руб.	33 264,00
Отчисления с заработной платы, руб.	11 309,76
Итого:	46 573,76

Таким образом, при реализации проекта произойдут следующие изменения:

1. Уменьшатся затраты на непредвиденные ремонты в 2,63 раза.
2. Уменьшится количество рабочих на 2 человека.
3. Уменьшится годовая заработная плата рабочих и составит 33 264 руб.
4. Уменьшатся отчисления с заработной платы и составят 11 309,76 руб.

Исходя из проведенных расчетов, суммарная годовая экономия на ремонте оборудования в МСЦ-3 ОАО «МЗКТ» за счет внедрения цифрового двойника составит 47 837,76 руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бизнес-план развития на 2023 г. ОАО «Минский завод колёсных тягачей»
2. Бутор, Л. В. SMED как инструмент повышения уровня организации производственных процессов (на примере ОАО «Пеленг») / Л. В. Бутор, А. А. Найденышева // Инженерная экономика : Сборник материалов международной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава в рамках 21-й Международной научно-технической конференции, Минск, 26–28 апреля 2023 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2023. – С. 8-13.
3. What is a digital twin?? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin/>, свободный.

REFERENCES

1. Business development plan for 2023 of JSC Minsk Wheel Tractor Plant
2. Butor, L. V. SMED as a tool for increasing the level of organization of production processes (on the example of OJSC Peleng) / L. V. Butor, A. A. Naidenysheva // Engineering Economics: Collection of materials of the international scientific and technical conference professorial and teaching staff within the framework of the 21st International Scientific and Technical Conference, Minsk, April 26–28 2023. – Minsk: Belarusian National Technical University, 2023. – P. 8-13.
3. What is a digital twin?? [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin/>, free.