УДК 658.562:621.002

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОСНАЩЕНИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

А. П. ПРУДНИКОВ, И. А. РЕКИШ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Ремонтное производство является важнейшим элементом промышленной инфраструктуры современного предприятия, обеспечивающим работоспособность технологического оборудования и качество конечной продукции. Согласно отраслевым исследованиям, от 20 % до 35 % отказов производственного оборудования обусловлены низким качеством ремонтных работ [1], что непосредственно транслируется в брак готовой продукции. Цель данной работы – установить характер и степень влияния технического уровня оснащённости ремонтного производства на ключевые показатели качества продукции.

Понятие «технический уровень ремонтного производства» включает степень механизации и автоматизации ремонтных процессов, уровень оснащённости измерительной и диагностической техникой, а также возраст и степень обновления станочного парка [2]. Переход ремонтных предприятий на прецизионное оборудование с ЧПУ снижает рассеивание размеров восстанавливаемых деталей в 2–3 раза, что непосредственно повышает ресурс отремонтированного агрегата [3].

Для оценки технического уровня ремонтного производства использованы четыре показателя: коэффициент механизации ремонтных работ $K_м$, уровень автоматизации контрольно-измерительных операций $K_а$, средний возраст технологического оборудования $T_{об}$ и индекс обновления парка оборудования $I_{обн}$. Качество продукции оценивалось по уровню дефектности (доля бракованных изделий), индексу воспроизводимости процесса C_{pk} и среднему межремонтному ресурсу агрегатов. Статистическая обработка выполнена методом корреляционно-регрессионного анализа и методом главных компонент (PCA).

Корреляционный анализ выявил сильную отрицательную связь между средним возрастом оборудования и индексом воспроизводимости процесса ($r = –0{,}78$, $p < 0{,}01$). Коэффициент механизации ремонтных работ оказал наиболее выраженное влияние на уровень дефектности: при росте $K_м$ с 0,40 до 0,75 доля бракованных изделий снижалась с 4,2 % до 1,6 % (в 2,6 раза). Уровень автоматизации контрольно-измерительных операций положительно коррелировал со средним межремонтным ресурсом агрегатов ($r = 0{,}71$).

Методом главных компонент выделены два латентных фактора, объясняющие 81 % дисперсии: «техническая современность» производства ($T_{об}$, $I_{обн}$) и «операционная автоматизация» ($K_м$, $K_а$). Это показывает, что обновление парка оборудования и автоматизация контроля – взаимодополняющие, а не тождественные направления повышения качества.

$$D = 8{,}3 - 4{,}1 \cdot K_м - 2{,}8 \cdot K_а + 0{,}21 \cdot T_{об} \quad (R^2 = 0{,}74).$$

Регрессионная модель уровня дефектности статистически значима ($F = 18{,}6$, $p < 0{,}001$) и объясняет 74 % вариации уровня дефектности в выборке.

Проведённое исследование подтвердило существенную зависимость показателей качества продукции от технического уровня оснащения ремонтного производства. Наибольшее влияние оказывают степень механизации ремонтных работ и уровень автоматизации контрольно-измерительных операций. На основании полученных результатов рекомендуется: приоритезировать внедрение автоматизированных систем измерения и контроля; при планировании технического перевооружения в первую очередь заменять оборудование возрастом свыше 15 лет; оценивать технический уровень комплексно, не ограничиваясь возрастом станочного парка. Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение влияния цифровизации ремонтных процессов на основе технологий промышленного интернета вещей (IIoT).

Текущее техническое состояние ремонтного производства характеризуется переходом от простой механизации к цифровизации, но с существенным разрывом между стратегическими целями и базовой готовностью предприятий. Ключевой парадокс 2026 г.: прежде чем внедрять ИИ и предиктивную аналитику, компаниям приходится возвращаться к фундаментальным основам планирования ремонтов. Проблематика технического состояния и развития ремонтного производства в Беларуси и России находится в фокусе нескольких типов организаций: академических институтов, отраслевых НИИ и университетских кафедр. Среди белорусских научных центров ведущее место занимают Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси и Белорусский национальный технический университет. Сфера научных интересов Белорусско-Российского университета также тесно связана с проблемами модернизации технического оснащения ремонтных производств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Герасимов, Г. Е.** Техническое оснащение ремонтных производств как фактор качества / Г. Е. Герасимов, С. А. Думенко // Вестник машиностроения. – 2021. – № 4. – С. 45–51.

2. **Суслов, А. Г.** Качество поверхностного слоя деталей машин / А. Г. Суслов. – М. : Машиностроение, 2018. – 320 с.

3. **Новиков, В. Ю.** Технология машиностроения / В. Ю. Новиков. – М. : Академия, 2019. – 528 с.