

УДК 681

Алексей Петрович Павлов, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, 89037628407@mail.ru

Яна Витальевна Королева, магистрант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, fedoanna83@rambler.ru

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. Рассмотрены факторы, влияющие на надежность экскаваторов. Указаны основные показатели качества. Составлена диаграмма причинно-следственных связей и, соответственно, методика по управлению качеством продукции, в частности надежностью.

Ключевые слова: отказ, работоспособность, эксплуатация, ремонт, утилизация, конструкция, экскаваторы, механизация, автоматизация, надежность, квалиметрия, факторы, ремонтный комплект.

Aleksej P. Pavlov, Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 89037628407@mail.ru

Jana V. Koroleva, undergraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, fedoanna83@rambler.ru

FACTORS DETERMINING THE FORMATION AND MAINTENANCE OF EFFICIENCY OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Abstract. The factors affecting for the reliability of excavators. Shows the main indicators of quality. Compiled diagram cause-effect relationships and, accordingly, method for managing product quality, especially reliability.

Key words: failure, operability, exploitation, repairs, utilization, structure, excavators, mechanization, automation, reliability, kvalimetriya, factors, repair kit.

Введение

С первого момента создания машин перед инженерами встала проблема оценки уровня воздействия всех факторов на изменение их работоспособности в процессе проектирования, производства, эксплуатации, ремонта и утилизации. Выявление этих факторов и качественная оценка их уровня значимости, позволит проводить сравнительный анализ различных по конструкции машин одного и того же назначения с целью оптимизации их конструктивных решений и повышения эффективности в эксплуатации.

В середине прошлого столетия были сформированы основные принципы квалиметрии, науки, позволяющей проводить оценку, в частности, конструктивно-технологического совершенства качества конструкций машин количественными методами.

Квалиметрия (лат. *qualis* – качество + др.-греч. *μέτρον* – мерю) – научная дисциплина, предметом которой являются количественные методы оценки качества продукции [10]. Квалиметрия понимается как составная часть науки о качестве (квалитологии), взаимодействующей с другими составными частями – теорией качества и теорией управления качеством. *Теория качества* – это область науки, предметом которой является исследование природы качества, изучение экономических, социологических, информационных аспектов качества продукции на этапах ее создания и применения. *Теория управления качеством* – это область науки, занимающаяся разработкой научных основ и методов обеспечения и управления качеством [4].

Методы квалиметрии позволяют выявить не только факторы, влияющие на скорость изменения технического состояния дорожных машин в процессе эксплуатации, но и оценить их значимость. Это позволит прогнозировать потребность в ремонтных воздействиях,

сформировать ремонтные комплекты на основании прогнозной оценки изменения технического состояния, что в свою очередь, сможет обеспечить более рациональную организацию ремонтно-восстановительного цикла в зависимости от совокупного влияния негативных эксплуатационных и технологических факторов, как производства, так и ремонта.

Ремонтным комплектом в этом случае будем считать совокупность деталей в сборе, объединенных функциональным единством и представляющими собой единую размерную группу с полной функциональной завершенностью [5]. Таким образом, мы будем восстанавливать зазоры (натяги в сопряжениях деталей) не в процессе ремонта, а в процессе формирования ремонтных комплектов, обеспечивая качество ремонтно-восстановительных работ за значительно более короткий срок, чем применяя поддетальную стратегию замен, что сокращает время нахождения машины в ремонте.

Выявив наиболее влияющие на надежность в целом факторы, можно значительно повысить качество изделия, его работоспособность в эксплуатации, управляя этими факторами на различных этапах «жизненного цикла» машин. Характеристиками качества производственных процессов являются показатели назначения, надежности, стабильности, безопасности, экологичности, технологичности, адаптируемости, ресурсоемкости, себестоимости [2].

Профессор Токийского Университета Каору Ишикава, обсуждая проблему качества на одном заводе, впервые применил диаграмму причин и результатов, просуммировав мнение инженеров. Основной целью данной диаграммы является помощь в решении проблемы на основе выявления главной причины с тем, чтобы принять корректирующие воздействия. Причинно-следственная диаграмма (еще ее называют «рыбьим скелетом») – инструмент, позволяющий выявить наиболее существенные факторы

(причины), влияющие на конечный результат (следствие) [1]. При построении диаграммы выбираются наиболее важные, с технической точки зрения, факторы, приводящие к определенному рода последствиям (отказам).

В процессе разработки и производства машин, а также при непосредственной их эксплуатации, особое внимание уделяется вопросам ремонтпригодности, безотказности, долговечности и сохраняемости, т.е. надежности.

В качестве объекта исследования выберем экскаватор как широко используемую землеройно-транспортную машину, и на его примере проведем квалиметрический анализ номенклатуры и уровня влияния факторов, определяющих надежность и работоспособность. Диаграмма причинно-следственных связей, или по другому диаграмма Ишикавы, построенная на основании проведения опроса специалистов по проектированию, производству, эксплуатации и ремонту машин представлена на рис. 1.

Как видно из построенной диаграммы на конструктивно-технологическое совершенство экскаватора влияют несколько групп факторов: человеческий, эксплуатационный, конструкторский, производственный и технологичность утилизации. Рассмотрим каждый из них подробнее.

Человеческий фактор

Характеризует собой квалификацию рабочего персонала, а именно слесаря по ТО, машиниста, управленца, чем выше, тем, как правило, лучше [8]. Разумеется, учитывается и уровень подготовки рабочего персонала. Также человеческий фактор включает в себя такой важный показатель, как исполнительность, подразумевающую ответственность за свои действия и их последствия, характеризующуюся такими показателями, как объем

выполненных работ, временем их выполнения и качеством. Немало важно учитывать и вероятность ошибки человека при проектировании, производстве, эксплуатации, ремонте и утилизации [9]. Ошибки классифицируются на: непосредственные (зависящие от психологической структуры действий оператора) и главные (связанные с рабочим местом, организацией труда, подготовкой оператора, состоянием организма, психологической установкой, психическим состоянием организма). К таковым относятся особенности человека и его временные состояния. Для предотвращения возникновения ошибки человека анализируются ее причины, строится план дальнейших корректирующих действий для ее устранения в дальнейшем.

Также необходимо представлять, что влияние человеческого фактора во всей его совокупности необходимо принимать во внимание и при рассмотрении всех остальных выделенных факторов.

Эксплуатационный фактор

Включает в себя эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт. Он состоит из системы обеспечения эксплуатационной технологичности, диагностики (при вводе в эксплуатацию, при ТО и ремонте, приборы, инструменты), квалификации специалиста, методов технического обслуживания (сроки и условия выполнения работ, их объем), системы ремонта (определяется наличием или отсутствием ремонтных комплектов обеспечивающих восстановление параметров соединения деталей между собой и одновременное снижение времени нахождения машины в ремонте), обусловленной применяемыми ремонтными размерами, восстанавливаемыми технологиями и заменой, характера проводимых работ (погрузочно-разгрузочные, копание) и влияния окружающей среды (температурный режим, климатические условия, категория грунта, время года и т.д.) [7].



Рис. 1. Факторы, оказывающие влияние на надежность и работоспособность экскаватора

Конструкторский фактор

Здесь учитываются: методы получения заготовок (литье, прокат, ковка, штамповка и т.д.); методы контроля качества (инструментальный, расчетный, статистический, органолептический, комбинированный) и методы обеспечения точности при сборке (наличие прокладок, смазки, комплектности деталей и сборочных единиц, точность посадок, герметичность соединений); методы обработки деталей; методы контроля качества путем испытаний и замеров, зависящие от качества сборки, испытаний собранных агрегатов и машин. Также методы организации ремонта, технологии и типы соединений (с зазором, с натягом, переходная посадка, с применением полимерных материалов), используемые материалы [6].

Производственный фактор

Включает в себя уровень механизации и автоматизации процессов, методы сборки и испытаний, тип применяемого оборудования, инструментов, приспособлений, как при производстве, так и при ремонте.

Процесс утилизации

Эффективность процесса утилизации конструкции определяется ее технологичностью. Главным определяющим фактором является приспособленность конструкции к разборочным процессам. Немаловажную роль играет и разнообразие применяемых материалов, а также уровень организации работ по утилизации и производству. Прицепы, сеялки, ковши и стрелы – их демонтаж всегда влечёт за собой большие трудозатраты. Металл после переплавки используется для производства новых машин. Все отработанные масла должны подвергаться утилизации или рециклингу. Помимо захоронения и простого сжигания есть и другие, более приемлемые для экологии способы: восстановление,

отправка на завод нефтепереработки, переработка и сжигание с целью получения энергии, регенерация [3].

Вывод

Таким образом, проведение исследования на основе использования квалимерического аппарата позволило определить комплекс различных по своей сущности и появлению факторов, оказывающих влияние на интенсивность изменения технического состояния машин в процессе их использования, ремонта и утилизации. Эти показатели в данном формате носят качественный характер, что, безусловно, определяет важность решения данного вопроса, но, к сожалению, не дает точного ответа на поставленный в начале вопрос о всесторонней оценке уровня влияния совокупных конструкторско-технологических факторов на оценку изменения технического состояния машин.

Логическим продолжением данной работы будет проведение количественной оценки уровня влияния комплекса установленных факторов на работоспособность машин в различных условиях эксплуатации.

Это позволит разработать рекомендации по совершенствованию конструкций машин и технологии их производства, эксплуатации, ремонта и утилизации.

Список литературы

1. Азгальдов Г.Г., Зорин В.А., Павлов А.П. Квалиметрия для инженеров механиков: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2006. 180 с.
2. Зорин В.А., Павлов А.П., Пегачков А.А. Контроль качества продукции и услуг: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2007. 110 с.
3. Митрохин Н.Н., Павлов А.П. Утилизация и рециклинг автомобилей: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2015. 120 с.

4. Недбай А.А. Основы квалиметрии: учеб. пособие. Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
5. Теория потенциала работоспособности и ремонтного резервирования надежности стареющих технических систем: учеб. пособие / А.П. Павлов, Л.В. Дехтеринский, С.Б. Норкин, С.А. Скрипников. М.: МАДИ, 2013. 104 с.
6. Павлов А.П., Перфилов А.С. Обеспечение повышения уровня технического состояния парка машин на основе использования ремонтных комплектов // Автотранспортное предприятие. 2012. № 1. С. 53–55.
7. Павлов А.П., Перфилов А.С. Причины снижения уровня технического состояния парка дорожно-строительных и коммунальных машин // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. № 4. С. 30–31.
8. Павлов А.П., Перфилов А.С. Обоснование эффективности применения стратегии эксплуатационного резервирования методом использования ремонтных комплектов // Автотранспортное предприятие. 2011. № 12. С. 50–52.
9. URL: <http://www.obzh.ru/nad/7-1.html>
10. URL: <http://lib.sale/risk-menedjment-knigi/rol-chelovecheskogo-faktora-tehnogennoj-53375.html>
11. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F>

References

1. Azgaldov G.G., Zorin V.A., Pavlov A.P. *Kvalimetriya dlya injenerov mehanikov* (Qualimetry for Mechanical Engineers), Moscow, MADI, 2006, 180 p.
2. Zorin V.A., Pavlov A.P., Pegachkov A.A. *Kontrol kachestva produkcii i uslug* (Quality control of products and services), Moscow, MADI, 2007, 110 p.
3. Mitrohin N.N., Pavlov A.P. *Utilizaciya i recikling avtomobilei* (Disposal and recycling of vehicles), Moscow, MADI, 2015, 120 p.

4. Nedbai A.A. *Osnovi kvalimetrii* (Basics qualimetry), Krasnoyarsk, IPK SFU, 2008.

5. Pavlov A.P., Dehterinskii L.V., Norokin S.B., Skripnikov S.A. *Teoriya potentsiala rabotosposobnosti i remontnogo rezervirovaniya nadezhnosti stareyuschih tehniceskikh system* (The theory of performance capabilities and reliability of backup repair aging technical systems), Moscow, MADI, 2013, 104 p.

6. Pavlov A.P., Perfilov A.S. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2012, no. 1, pp. 53–55.

7. Pavlov A.P., Perfilov A.S. *Nauka i tehnika v dorozhnoi otrasli*, 2011, no. 4, pp. 30–31.

8. Pavlov A.P., Perfilov A.S. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2011, no. 12, pp. 50–52.

9. URL: <http://www.obzh.ru/nad/7-1.html>

10. URL: <http://lib.sale/risk-menedjment-knigi/rol-chelovecheskogo-faktora-tehnogennoy-53375.html>

11. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F>