

**ЭНЕРГЕТИКА ЖАНА УНАА
ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ
ENERGY AND TRANSPORT**

УДК: 629.083

**ЖОЛ КЫЙМЫЛЫНЫН БАШКАРУУСУНДА УНАА
КОМПЛЕКСИНИН АВТОМАТТАШТЫРЫЛГАН
ТУТУМДАРЫНЫН ТЕХНИКАЛЫК ТЕЙЛӨӨСҮН
УЮШТУРУУ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО
КОМПЛЕКСА**

**TECHNICAL MAINTENANCE ORGANIZATION OF
AUTOMATED TRAFFIC CONTROL SYSTEM OF
TRANSPORT COMPLEX**

**У. Э. Курманов
U. E. Kurmanov**

Бүтүндөй өлкөнүн экономикасы үчүн зор мааниси бар автоматташтырылган тутумдардын техникалык каражаттарынын ресурсун көбөйтүү милдети. Жол кыймылын башкаруунун автоматташтырылган тутумдарын колдонууда бул максаттарга жетишүүгө жабдууларды техникалык тейлөө жана оңдоо, аны өзгөртүү, иштөө шарттамдарын ойго төптөө ж.б.

Задача по увеличению ресурса технических средств автоматизированных систем, которое имеет большое значение для экономики страны в целом. Достижению этих целей в процессе эксплуатации автоматизированных систем управления движением способствуют техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники, ее доработки, оптимизация режимов работы и т.д.

The aim to increase the resource of technical means of automated systems which is of great importance for the country's economy as a whole. Achievement of these objectives in the process of operation of automated traffic control systems is facilitated by technical maintenance (TM) and repair of equipment,

its refinements, optimization of operating modes, etc.

Түйүн сөздөр: техникалык тейлөө, автоматташтырылган тутумдар, жол кыймылынын башкаруу, унаа каражаттары.

Ключевые слова: техническое обслуживание, автоматизированные системы, управления движением, транспортные средства.

Keywords: maintenance, automated systems, traffic control, vehicle.

Автоматизированные системы управления движением транспортного комплекса (АС УД) предназначены для решения весьма ответственных задач, связанных с обеспечением безопасности движения большого количества транспортных средств (ТС), поэтому технологическому процессу, обеспечивающему их работоспособность, придается большое значение.

Этот процесс должен обеспечивать как высокую безотказность и готовность оборудования, так и его долговечность. Задача увеличения ресурса технических средств АС УД имеет большое значение для экономики страны в целом.

Достижению этих целей в процессе эксплуатации АС УД способствуют техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники, ее доработки, оптимизация режимов работы, внедрение систем автоматизированного контроля параметров повышения квалификации технического персонала, оптимизация периодичности и полноты пополнения запаса элементов и другие мероприятия.

Организация ТО аппаратуры АС УД представляет собой достаточно сложную задачу. В процессе ее решения необходимо определить стратегию, периодичность, объем и технологию ТО, потребности обслуживающего персонала. В настоящее время дать строгое научное обоснование всем этим вопросам для сложных систем не всегда удается. Многие вопросы решаются с учетом опыта эксплуатации и ранее используемых или подобных систем. Однако теория эксплуатации все же дает возможность определить ряд необходимых характеристик ТО.

В процессе эксплуатации АС УД используются следующие стратегии ТО:

- по наработке (по ресурсу), реализуемая в гиде регламентированного и периодического ТО, выполняемого с периодичностью и объемом, установленными нормативно-технической документацией, независимо от технического состояния оборудования в момент начала ТО;
- регламентация периодичности ТО может осуществляться по наработке, календарным или сезонным принципам и базируется в основном на ресурсном подходе;
- по состоянию, с периодическим или непрерывным контролем технического состояния оборудования, которое предполагает наличие разветвленной системы контроля технического состояния и тактических характеристик. Частным случаем такой стратегии ТО является обслуживание по уровню надежности, требующее периодического или непрерывного статистического контроля уровня надежности аппаратуры;
- комбинированное ТО, включающее в себя элементы как регламентированного обслуживания, так и ТО по состоянию для различных систем или агрегатов.

Автоматизированные системы УД представляют собой сложные комплексы технических средств, часть оборудования которых подвергается ТО по состоянию, а часть - регламентированному или периодическому ТО.

От выбора стратегии и видов ТО зависят многие характеристики системы, поэтому их выбор должен быть хорошо обоснованным.

Календарное и сезонное регламентированное ТО предусматривают такие виды ТО, периодичность которых определяется по календарному принципу (ежедневное, ежемесячное, квартальное, полугодовое, сезонное, годовое). Эта стратегия ТО используется при эксплуатации оборудования или его агрегатов, подверженных метеорологическим воздействиям, а также оборудования, находящегося на хранении или имеющего длительные перерывы в работе. Обычно радиоэлектронные системы, кабельные линии связи, аппаратура кондиционирования и вентиляции, трансформаторные подстанции и другие элементы АС УД.

Регламентированное по наработке ТО предполагает назначение сроков проведения обслуживания аппаратуры в соответствии с ресурсом используемых в ней элементов. Такая стратегия ТО обычно приемлема для аппаратуры или ее агрегатов, не охваченных разветвленной системой контроля параметров и находящейся в режиме непрерывной работы.

Эти разновидности стратегии регламентированного ТО требуют значительных затрат времени на обслуживание, вынужденных простоев аппаратуры, значительного расхода элементной базы, замену которой независимо от ее технического состояния необходимо производить в соответствии с выработанным ресурсом, то есть эта стратегия не обеспечивает максимального уровня надежности аппаратуры и недостаточно экономична.

Регламентированное ТО предполагает регламентацию как сроков проведения, так и объемов необходимых работ. В последние годы стало внедряться периодическое ТО, которое регламентирует только сроки проведения, а объемы различных видов работ определяются в зависимости от потребностей и состояния техники. На его основе разработаны поэтапный метод и обслуживание с распределенной трудоемкостью, при которых время проведения очередного ТО согласуется с возможностью исключения аппаратуры из работы вследствие ее незанятости при выполнении поставленных задач.

Обслуживанию по состоянию целесообразно подвергать аппаратуру (или ее агрегаты), охваченную глубоким и достоверным контролем параметров. Совершенствование этого метода привело к тому, что стали внедряться при контроле состояния не только технических, но и тактических характеристик систем. Его несомненными достоинствами являются возможности обеспечения более высокого уровня надежности аппаратуры, более высокая экономичность. Практика показала, что значительно сократился расход запасных элементов.

До последнего времени методу обслуживания по уровню надежности не придавалось особого значения. Ранее такому ТО подвергались элементы и устройства не очень ответственного

назначения. Элемент работал без ТО до отказа, после чего заменялся новым. Обслуживание по уровню надежности по-настоящему стало целесообразным для сложных систем только после того, как появилась высоконадежная элементная база, стали широко внедряться автоматизированные системы контроля и управления конфигурацией системы. Переход современной аппаратуры на интегральные цифровые микросхемы привел, с одной стороны, к повышению надежности аппаратуры, а с другой, к значительному уменьшению доли отказов постепенного характера в общем потоке отказов, что снижает значение всех перечисленных выше методов ТО и оправдывает для многих систем переход на ТО по уровню надежности. Этот метод наиболее экономичен, так как при этом расходуется минимум запасных элементов и не планируется никаких работ по ТО. Что же касается необходимости использования резервного оборудования, то оно фактически используется и при других методах ТО.

Рассматривая обслуживание аппаратуры по ресурсу, следует отметить, что периодичность и объем ТО тесно связаны между собой. Чем более полно проводится обслуживание в процессе данного цикла ТО, тем реже могут проводиться циклы ТО.

Для ряда систем, состоящих из большого количества разнотипных элементов, ресурс которых стечением времени истекает, параметр потока отказов постепенного характера возрастает. В течение определенного периода эксплуатации путем проведения ТО удается поддерживать определенный уровень этих отказов, и система находится на этапе нормальной эксплуатации. В дальнейшем даже ТО не позволяет поддерживать постоянный уровень отказов постепенного характера, и наступает этап физического износа оборудования.

Для обеспечения максимального коэффициента технического использования оборудования периодичность ТО по ресурсу может быть оптимизирована:

$$T_{II} \approx \left(\frac{2nt_0}{(1-k)t_B \left(2 \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^{m-1} b_j + \sum_{m=1}^n b \right)} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где t_0 – продолжительность одного цикла ТО; k – глубина ТО, характеризующая долю прошедших обслуживание элементов в общем и количестве; t_B – среднее время восстановления; b_j – скорость изменения параметра постепенных отказов между последовательно проводимыми циклами ТО при линейной аппроксимации этой зависимости;

n – количество циклов проводимого ТО.

При $b_j = b = const$.

$$T_{II} \approx \sqrt{\frac{2t_0}{bt_B (k + n(1-k))}}.$$

Проведение n -циклов ТО позволяет продлить ресурс системы в Δ раз по сравнению со случаем, когда ТО отсутствует:

$$\Delta = \left(1 + \frac{2}{nb_1} \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^{m-1} b_j \right)^{\frac{1}{2}}.$$

При $b_j = b$

$$\Delta = \frac{n}{k + n(1-k)}.$$

Если же $k = 1$, то $\Delta = \sqrt{n}$.

Замена регламентированного по ресурсу ТО по состоянию позволяет увеличить ресурс системы в $\Delta = \left(\frac{\alpha}{n} (k + n(1-k)) \right)$ раз, где α – коэффициент, показывающий во сколько раз ТО по состоянию уменьшает параметр потока постепенного характера ($\alpha \geq 1$).

Совершенствование ТО АС УД позволит получить значительный экономический эффект за счет увеличения ресурса оборудования, уменьшения расхода запасных элементов, сокращения простоев оборудования в состоянии ТО и неисправном состоянии и уменьшения численности обслуживающего персонала.

Литература

1. Стандарты и рекомендации по техническому обслуживанию автоматизированных систем управления движением. – М.: Российский институт стандартизации, 2023.
2. Smith, J. D., & Johnson, A. B. Интеграция автоматизированных систем управления движением в транспортные комплексы. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2020.
3. Brown, C. E. Управление движением и обслуживание в современных транспортных системах. Wiley, 2019.
4. Акулиничев В. М. Организация перевозок на промышленном транспорте. – М.: Высш. шк., 1983. – 247с. Ил.
5. Бесчастнов М. В., Соколов В. М. Аварии в химических производствах и меры их предупреждения. – М.: «Химия», 1976.