канале. Вследствие этого сократиться срок службы сетей теплоснабжения, повысятся тепловые потери и возрастет количество ремонтов такой сети.

Вентиляция при канальной прокладке тепловой сети может быть естественной или принудительной. Применение или эффективность того или иного типа вентиляции обусловлено расчетом вентиляции подземного канала тепловой сети. Такой расчет выполняется в зависимости от различных параметров: площади канала; его расположения (вертикальное или горизонтальное); длины вентилируемого участка; высотного расположения вытяжных и приточных шахт; перепадов температур и других параметров.

Для более эффективной работы инженеров по проектированию сетей теплоснабжения существуют программы расчета вентиляции подземных каналов. Эти программы при расчете учитывают многие параметры работы тепловых сетей и помогают найти наиболее эффективное и рациональное решение вентилирования подземных каналов.

В системе теплоснабжения тепловые сети являются наиболее «слабым» звеном. Они очень протяженные, дорого стоят и на их строительство и ремонт необходимо много времени. При неправильной эксплуатации возникают частые аварии и сокращается срок службы тепловых сетей. При анализе факторов, влияющих на выбор применяемых технологий, зачастую оказывается, что отсутствие финансирования, производственных баз и опыта эксплуатации, приводит к применению «традиционных» методов ремонта и строительства тепловых сетей с использованием низкоэффективных технологий и методов проведения работ. Следовательно для повышения эффективности работы всей системы теплоснабжения, нужно более внимательно изучать и решать вопросы улучшения работы «слабых» звеньев, применяя инновационные технологии и передовые инженерные разработки.

Перед человеком всегда стояла проблема сбережения энергоресурсов, рационального их расходования и использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Этот аспект развития энергоёмких отраслей был и всегда будет в поле зрения экономистов, хозяйствующих субъектов, природоохранных организаций. Успешное развитие экономики любого государства будет зависеть от эффективности энергосбережения, и как следствие ресурсосбережения на всех участках любого производства, его сетей, оборудования и грамотного управления всем этим.

1. Яковлев Б. В. Предотвращение коррозионной повреждаемости тепловых сетей // Энергоэффективность. – 2002. – №4. – С. 9-10.
2. Воронин С.М. К вопросу о вентиляции камер и каналов тепловых сетей // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 8. – С. 19-22.

Синюков В.В., Щукин А.В.

**Эффективность системы энергообеспечения средств наземного обслуживания
воздушного судна на основе совершенствования подготовки персонала**

*Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-287

Аннотация

Рассмотрена система энергообеспечения аэродрома государственной авиации и её составляющие. Получено выражение, позволяющее оценить эффективность системы энергообеспечения средств наземного обслуживания воздушного судна. Определено влияние качества подготовки и профессиональной квалификации персонала системы

энергообеспечения на её эффективность, сделаны важные с практической точки зрения выводы.

Ключевые слова: государственная авиация, воздушное судно, квалификация персонала, энергообеспечение.

Abstract

The power supply system of the state aviation airfield and its components are considered. An expression was obtained that allows assessing the efficiency of the system of power supply of aircraft ground maintenance facilities. The influence of the quality of training and professional qualification of the personnel of the energy supply system on its effectiveness was determined, important conclusions were made from a practical point of view.

Key words: state aviation, aircraft, personnel qualification, power supply.

Активное развитие и модернизация воздушных судов (ВС) государственной авиации характеризуется ростом сложности их подготовки к полётам, при значительном увеличении роли и значения своевременного и качественного обеспечения полётов современных ВС. Аэродромы государственной авиации могут насчитывать несколько взлетно-посадочных полос с одновременным базированием большого количества ВС различных типов, а также обеспечивать высокую интенсивность полётов [1]. С целью поддержания постоянной готовности всего парка ВС на аэродроме применяются различные по своему назначению средства наземного обслуживания общего применения (СНО ОП).

Если рассматривать совокупность СНО ОП как систему, объединенную единой целью своевременной и качественной подготовки ВС к полёту, то в её составе можно выделить ряд подсистем, которые направлены на выполнение различных функциональных задач по подготовке. В качестве основных составляющих системы СНО ОП можно выделить следующие подсистемы: инженерно-авиационного обеспечения, аэродромно-технического обеспечения, инженерно-аэродромного обеспечения, электрогазового обеспечения и др. Технические средства подсистемы электрогазового обеспечения (кислорододобывающие станции, унифицированные газозарядные станции, воздухозаправщики, аэродромные передвижные агрегаты, установки воздушного запуска, аэродромные кондиционеры различных типов) и аэродромно-технического обеспечения (топливозаправщики, заправщики специальных жидкостей и т.д.) составляют основу системы энергообеспечения средств наземного обслуживания ВС. Эта система является одной из наиболее важных, ответственных и травмоопасных, т.к. персонал работает с высокими напряжениями и давлением, низкими и высокими температурами, горюче-смазочными материалами, ядовитыми техническими жидкостями при этом обслуживает все типы ВС, базирующиеся на аэродроме.

Время, отводимое на выполнение технологических операций жестко ограничено рамками нормативов подготовки ВС к полёту, а ошибочные действия могут привести к выходу из строя дорогостоящего оборудования, авиационной техники, травмированию и гибели личного состава. Поэтому к компетентности и профессиональной квалификации персонала, эксплуатирующего технические средства системы энергообеспечения средств наземного обслуживания ВС, предъявляются повышенные требования.

Однако, с ростом сложности современных ВС и технических средств системы энергообеспечения, которая используется для обслуживания всех типов ВС на современном аэродроме государственной авиации, качество подготовки персонала, по различным причинам остается на прежнем уровне, а часто снижается. Следовательно, при определении эффективности системы энергетического обеспечения требуется

учитывать квалификацию персонала, отсутствие такого учёта, может сказаться на выполнении поставленных задач, безаварийности и поддержании готовности авиационной техники. Вследствие этого, актуальным является исследование влияния качества подготовки персонала на эффективность системы энергообеспечения наземного обслуживания ВС.

Известно, что в общем случае эффективность одиночного ВС государственной авиации при действии по наземной цели определяется вероятностью его поражения

$$W_{пор.} = P_o P_{вых.} P_{пор.}, \quad (1)$$

где P_o – вероятность подготовки ВС к полёту в установленный срок; $P_{вых.}$ – вероятность выхода ВС на установленный рубеж; $P_{пор.}$ – вероятность поражения цели.

Вероятность подготовки ВС к полёту в установленный срок или вероятность своевременного вылета P_o непосредственно зависит от времени подготовки ВС в полёту: $P_o = P_o(t_{подг.})$. Тем самым $t_{подг.}$ через частный критерий P_o оказывает влияние на эффективность применения ВС государственной авиации [2].

Вероятность своевременного вылета можно представить в виде произведения

$$P_o = K_{ТГ} P_{подг.} P_o^*, \quad (2)$$

где $K_{ТГ}$ – коэффициент технической готовности; $P_{подг.}$ – вероятность того, что ВС будет подготовлено к полёту к назначенному сроку Т; P_o^* – вероятность появления ВС в районе цели, при условии, что вылет состоялся в назначенное время.

При наложении ограничений на $K_{ТГ}$ и P_o^* вероятность своевременного вылета будет зависеть только от $P_{подг.}$. Критерий $P_{подг.}$ приобретает особое значение в период ведения военных действий, когда время выполнения технологических операций подготовки ВС к полёту персоналом по всем подсистемам системы СНО ОП являются случайными величинами. Используя сетевой график подготовки ВС к полёту и определив критический путь, можно найти вероятностные характеристики времени выполнения каждой операции в виде математического ожидания времени выполнения операции $M(t_i)$ и среднеквадратического отклонения этой случайной величины σ_{t_k}

$$M(t_{подг.}) = \sum_{i=1}^v M(t_{i_v}), \quad (3)$$

$$\sigma_{t_{подг.}} = \sum_{i=1}^v \sigma_{t_i}, \quad (4)$$

где v – общее количество технологических операций подготовки ВС к полёту, t_{i_v} – общее время на выполнение технологических операций.

Выделив время выполнения технологических операций подготовки ВС персоналом энергообеспечения средств наземного обслуживания ВС в отдельную категорию получим

$$M(t_{подг.}) = \sum_{i=1}^n M(t_{i_э}) + \sum_{i=1}^m M(t_{i_{осм}}) \quad m+n=v \quad (5)$$

где n – количество технологических операций связанных с энергообеспечением ВС, $t_{i_э}$ – время на выполнение технологических операций связанных с энергообеспечением ВС,

m – количество технологических операций не связанных с энергообеспечением ВС, $t_{i_{осм}}$ – время на выполнение технологических операций не связанных с энергообеспечением ВС.

Однако, в данной формуле не учитывается квалификация (уровень подготовки) персонала подсистемы энергообеспечения, хотя, как говорилось выше, его вклад в определение временных характеристик готовности ВС значителен.

Анализ литературы [2,3,4] по этому вопросу показал, что учёт уровня подготовки квалифицированных кадров ведется в наиболее важных и ответственных областях государственной авиации, например: у лётчиков он влияет на вероятность поражения цели и может учитываться при определении запаса боекомплекта, у специалистов инженерно-авиационной службы влияет на временные параметры диагностики систем ВС и может учитываться при подборе персонала.

Например в [3] на основе экспериментальных данных установлено влияние уровня профессиональной подготовки на склонность инженерно-технического состава к совершению ошибок при выполнении нормативов по подготовке ВС к полёту, следующим образом

$$k = e^{-\eta_{\text{подг.}} t_k}, \quad (6)$$

где η – уровень подготовки инженерно-технического состава в условных единицах, t_k – время выполнения технологической операции.

Для учёта уровня подготовки энергетического обеспечения средств наземного обслуживания ВС, по аналогии с [3] предлагается использовать коэффициент k . В этом случае формула (5) принимает вид

$$M(t_{\text{подг.}}) = k \sum_{i=1}^n M(t_{i3}) + \sum_{i=1}^m M(t_{i_{\text{осм}}}), \quad (7)$$

где k – коэффициент, определяющий уровень подготовки персонала системы энергообеспечения.

Таким образом, использование полученной формулы (7) с коэффициентом k позволяет учесть уровень подготовки персонала энергообеспечения при расчете времени подготовки ВС государственной авиации к полёту, что в свою очередь напрямую влияет на эффективность одиночного ВС при действии по наземной цели, которое определяется выражением (1). Для определения параметров коэффициента k требуется проведение дополнительных экспериментальных исследований на группах специалистов системы энергообеспечения имеющего разную квалификацию. Полученные результаты могут быть использованы для повышения готовности ВС за счёт подбора специалистов системы энергообеспечения требуемой квалификации.

1. Васин И.В. Пути формирования оптимального состава средств обеспечения полетов воздушных судов на аэродроме в перспективном облике// Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции «Приоритетные направления и актуальные проблемы развития средств технического обслуживания летательных аппаратов», Воронеж, (15–16.03.2016). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – С. 27–29.
2. Боевые авиационные комплексы и их эффективность / под ред. О.В. Болховитинова/. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 246 с.
3. Синюков В.В., Облогин М.А. Боевая готовность авиационного комплекса с учётом квалификации инженерно-технического состава/ Центральный справочно-информационный фонд МО РФ 25.04.2017 г. инв. № В7887. Сборник рефератов депонированных рукописей. Серия Б. Выпуск № 119. – М.: ЦВНИ МО РФ, 2017 г.
4. Хвостов А.А., Синюков В.В. Математическое моделирование про-цесса обучения с использованием интерактивной графической среды // Сборник материалов XVII международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». Воронеж, ВГУ, 9–10.02.2017 г. – Воронеж: НПО «Вэлборн», 2017. Т. 3. – С. 423–428.