

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*В.О. Сайданов, д.т.н., проф., С.Н. Смолинский
Военный институт (инженерно-технический)*

*Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева
Е.М. Росляков, к.т.н., проф.
Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского*

Предложена методика определения интегрального показателя технического состояния ДГУ в составе ДЭС объектов военной инфраструктуры, разработанная на основе интегральной оценки степени критичности и последствий отказов. В качестве интегрального показателя рассмотрен показатель потенциального ущерба, который определяется с использованием метода анализа видов, последствий и критичности отказов (ВПКО-анализа).



В настоящее время основу резервного и автономного электроснабжения объектов военной инфраструктуры составляют стационарные и передвижные дизельные электростанции (ДЭС). В состав стационарных ДЭС входят источники энергии — дизель-генераторные установки (ДГУ) и обеспечивающие их работу технические системы (топливная, смазочная, охлаждения, пуска, забора воздуха на горение, выпуска отработавших газов и управления).

Результаты обследований ряда объектов военной инфраструктуры различного назначения, выполненных авторами, позволяют сделать следующие выводы о техническом состоянии их ДЭС, находящихся в эксплуатации.

1. Уровень показателей назначения в целом соответствует требованиям, предъявляемым потребителями к качеству электроэнергии.

2. Нарботка большинства ДЭС специальных объектов не превышает назначенный ресурс. Это относится, в первую очередь, к системам гарантированного электропитания и автономным источникам энергии.

3. Зафиксировано значительное число отказов вспомогательного оборудования, обеспечивающего работу технических систем ДЭС.

4. В процессе эксплуатации ДЭС в настоящее время возникают большие затруднения по комплектованию установок запасными частями и принадлежностями, сменными узлами и деталями, резинотехническими изделиями.

5. Удельные технико-экономические показатели (расход топлива, масла, охлаждающих агентов и т. д.) не соответствует современным требованиям и достижениям в области создания и эксплуатации ДЭС. Базовые ДЭС не оборудованы системами комплексной утилизации теплоты, предусмотренными правилами проектирования [1].

6. Выпускные тракты ДЭС являются главными демаскирующими факторами местонахождения объектов и источниками вредных выбросов, негативно воздействующих на окружающую природную среду. Демаскирующие факторы шлейфа отработавших газов обусловлены высокой концентрацией на выпуске частиц сажи, определяющей оптическую непрозрачность шлейфа, кроме того, сажа, адсорбирующая на своей поверхности вещества углеводороды и сернистый ангидрид является источником специфического запаха, идентифицирующего объект.

7. Системы управления большинства ДЭС построены на устаревшей элементной базе и характеризуются низкой надежностью, большими массогабаритными характеристиками, узким диапазоном функциональности, что также не соответствует современным требованиям.

В силу ряда экономических и политических обстоятельств реконструкция и модернизация ДЭС объектов военной инфраструктуры в последние десятилетия не проводились, поэтому в настоящее время назрела острая необходимость масштабной реконструкции большинства действующих ДЭС.

В связи с этим возникает двуединая задача. С одной стороны, необходимо определить перечень объектов, включая ДЭС, подлежащих первоочередной реконструкции, а с другой —

сформировать обобщенные требования к новым ДЭС, которые отражали бы перспективу развития объектов реконструкции.

Это задача так называемого внешнего проектирования, результаты которого позволяют сформулировать конкретные требования к ДЭС в соответствии с действующими нормативами [1].

В ходе внешнего проектирования и реконструкции предполагается выполнить следующие процедуры.

1. Интегральная оценка степени критичности состояния ДЭС.

2. Выделение группы ДЭС, подлежащих первоочередной реконструкции.

3. Формирование требований к вновь монтируемому ДЭС.

4. Формирование номенклатуры новых ДЭС.

5. Оценка степени критичности монтируемых ДЭС.

6. Сопоставление степени критичности ДЭС до и после реконструкции.

7. Выбор наиболее эффективного варианта реконструкции.

Рассмотрим более подробно в общем виде содержание процедур 1 и 5.

Известно, что любое сложное техническое изделие характеризуется множеством показателей. На этапе внешнего проектирования возникает необходимость свести множество показателей к некоторому интегральному показателю, обобщенно отражающему существенные свойства объекта, от которых зависит выбор решений на данном этапе. Таким показателем может служить потенциальный ущерб, который способен нанести данный объект в случае аварии или отказа. Подобного рода показатель используется в рамках так называемого метода анализа видов, последствий и критичности отказов (ВПКО-анализа (FMEA-анализа) [2].

Данный метод нашел применение, в первую очередь, в процессе отработки конструкций сложных изделий [3]. Однако имеются примеры его применения и для решения ряда проблем на стадии эксплуатации и реконструкции ДЭС [4].

Применительно к ДЭС (как совокупности функциональных элементов — источников энергии и технических систем) ВПКО-анализ сводится к оценке ряда частных показателей свойств элементов экспертными методами и последующей свертке этих показателей в виде интегрального показателя, который называют показателем потенциального ущерба — U :

$$U(d) = F\{B(d); O(d); Y(d)\}, \quad (1)$$

где F — принятый оператор свертки; B — встречаемость события (отказ, повреждение); O — обнаруживаемость события; Y — устраняемость события; d — вид дефекта (отказа).

Встречаемость ($B(d)$) — это показатель, отражающий частоту потенциальных отказов, повреждений или дефектов элементов ДЭС.

Обнаруживаемость ($O(d)$) — показатель, характеризующий совершенство системы контроля и диагностирования исследуемых ДЭС.

Устраняемость ($Y(d)$) — свойство системы или объекта своевременно устранять отказ или дефект в эксплуатации. Этот показатель характеризует как саму ДЭС, так и технические средства и квалификацию обслуживающего персонала с точки зрения возможности и способности устранять потенциальные дефекты и отказы.

$U(d)$ отражает время устранения, расход материальных ресурсов на устранение, трудоемкость устранения, а также организационный аспект устранения, т. е. какими подразделениями (их состав, квалификация) может быть выполнено устранение.

Перечисленные показатели выражаются в балльных оценках, для чего формируются шкалы, как правило, включающие от 5 до 10 градаций. Наихудшему варианту показателя соответствует наивысший балл, например, 10.

Содержание процедуры экспертного оценивания, шкалы оценивания разрабатываются с учетом особенностей исследуемого объекта и целей оценивания.

Полученные значения $U(d)$ отражают техническое состояние отдельных ДЭС и служат для ранжирования ДЭС по степени возможного ущерба при возникновении отказов или дефектов. ДЭС, имеющие наибольшие значения показателя, требуют первоочередной замены в ходе реконструкции. Предложенный показатель также может использоваться для оценки критичности вновь монтируемых ДЭС. Применение данного показателя позволяет достаточно объективно оценивать состояние действующих и качество вновь предлагаемых ДЭС для выработки решения по формированию программы реконструкции и модернизации.

В ходе выполнения процедур ВПКО-анализа в процессе внешнего проектирования реконструкции ДЭС было показано, что реконструкция должна предусматривать прежде всего модернизацию и замену их основного оборудования — ДГУ. Экспертами были выявлены ДГУ, подлежащие модернизации и двухэтапной замене согласно очередности, а также сформирована номенклатура ДГУ, предназначенных на замену.

Применительно к объектам, подведомственным Департаменту эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций МО РФ (ДЭСиОКУ МО РФ), речь может идти о замене ДГУ на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС), выпущенных ОАО «Автодизель» (мощность 30 кВт), ОАО ХК

Программа модернизации ДГУ

Агрегатная мощность, кВт	ДГУ, подлежащие замене		Новые ДГУ	
	Базовые ДВС в составе ДГУ	Предприятие-изготовитель ДВС	Базовые ДВС в составе ДГУ	Предприятие-изготовитель ДВС
I этап модернизации				
30	4Д10,8/12,7	АО «Автодизель» (г. Ярославль)	6Ч9,2/8,8	ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК» (г. Челябинск)
			4ЧН10,5/12	АО «Владимирский тракторный завод» (г. Владимир)
			4Ч11/12,5	ПО «Минский моторный завод» (г. Минск, Белоруссия)
315	6ЧН25/34	ПО «Первомайский моторный завод» (г. Первомайск, Украина)	12ЧН14/14	АО «Тутаевский моторный завод» (г. Тутаев, Ярославской обл.)
1000	10ДН20,7/2×25,4	ПО «Харьковский машиностроительный завод им. Малышева» (г. Харьков, Украина)	8ЧН21/21	АО «Уральский дизель-моторный завод» (Екатеринбург)
			8ЧН26/26	АО «Коломенский завод» (г. Коломна)
II этап модернизации				
100	6Ч15/18	ААО ХК «Барнаултрансмаш» (г. Барнаул)	8ЧН13/14	АО «Автодизель» (г. Ярославль)
			8ЧН12/12	ПАО «КамАЗ» (г. Набережные Челны)
200	12Ч15/18	АО ХК «Барнаултрансмаш» (г. Барнаул)	8ЧН14/14	АО «Тутаевский моторный завод» (г. Тутаев, Ярославской обл.)
			8ЧН12/13	ПАО «КамАЗ» (г. Набережные Челны)
315 500 630	12ЧН18/20	ПАО «Звезда» (Санкт-Петербург)	6ЧН21/21	ЗАО «Волжский дизель имени Маминых» (г. Балаково)
800	6ЧН36/45	ОАО РУМО (Нижний Новгород)	8ЧН21/21	АО «Уральский дизель-моторный завод» (г. Екатеринбург)

«Барнаултрансмаш» (мощности 100 и 200 кВт), ПАО «Звезда» (мощности 315, 500 и 630 кВт), ПО «Первомайский моторный завод» (мощность 315 кВт); ОАО РУМО (мощность 800 кВт), ПО «Харьковский завод им. Малышева» (мощность 1000 кВт) [5].

Исходя из существующего состояния ДЭС объектов ДЭСиОКУ МО РФ модернизация их ДГУ может быть осуществлена в 2 этапа.

На первом этапе необходима замена ДГУ (мощность 30 кВт) на базе ДВС 4Д10,8/12,7 АО «Автодизель», ДГУ (мощность 315 кВт) на базе ДВС 6ЧН25/34 ПО «Первомайский моторный завод» и ДГУ (мощность 1000 кВт) на базе ДВС

10ДН20,7/2×25,4 ПО «Харьковский завод им. Малышева».

На втором этапе модернизации целесообразно рассмотреть вопросы замены ДГУ (мощность 100 и 200 кВт) на базе двигателей 6(12)Ч15/18 АО ХК «Барнаултрансмаш», ДГУ (мощности 315, 500 и 630 кВт) на базе двигателей 12ЧН18/20 ПАО «Звезда» и ДГУ (мощность 800 кВт) на базе двигателей 6ЧН36/45 ОАО РУМО.

Схематично двухэтапная программа модернизации, включающая в себя как номенклатуру подлежащих замене ДГУ, так и номенклатуру новых ДГУ, может быть представлена в виде таблицы.

Литература

1. Система ведомственных нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов МО РФ. Ведомственный свод правил ВСП 43–02–05/МО РФ: Правила проектирования стационарных электростанций с двигателями внутреннего сгорания объектов военной инфраструктуры. — М.: Изд-во Минобороны, 2006. — 93 с.
2. ГОСТ 27.310–95 Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. — 14 с.
3. *Годлевский В.Е.* Применение метода анализа видов, причин и последствий потенциальных несоответствий (FMEA) на различных этапах жизненного

цикла автомобильной продукции / Годлевский В.Е. [и др.] / Под редакцией В.Я. Кокоткова. — Самара: ГП Перспектива, 2002. — 160 с.

4. *Зверев А.В., Росляков Е.М., Моторин В.М.* Модель процесса формирования программы реконструкции и ремонта систем жизнеобеспечения военных объектов // Сборник статей межвузовской научно-технической конференции (29 апреля 2015 года) «Проблемные вопросы эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры ВС РФ и основные направления их решения». — СПб.: ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулева, 2015 — С. 499–508.

5. *Сайданов В.О.* Анализ номенклатуры, технического состояния и опыта эксплуатации ДГУ на объектах военной инфраструктуры // Двигателестроение. — 2015. — № 4. — С. 8–9.