

Определение категорий помещений дизельных электростанций по взрывопожарной и пожарной опасности при рассмотрении проектно-сметной документации



О.В. НИКИТАЕВ,
инженер-электрик, к.т.н.



Н.П.ХАРИТОНОВ,
полковник, ветеран пожарной
службы Министерства обороны РФ

В настоящее время для резервирования электроснабжения потребителей электроэнергии, а также для повышения категории надежности электроснабжения потребителей широкое распространение получили дизельные электростанции (ДЭС).

Системы гарантированного электроснабжения, выполненные на базе ДЭС, обеспечивают питанием потребителей от внешнего источника электроэнергии (сети 220/380В) с автоматическим резервированием этого источника дизель-генератором. Вопросы управления и контроля работы дизельных электростанций успешно решены. Автоматический запуск ДЭС при пропадании сетевого питания обеспечивается путем использования современной микропроцессорной техники. Практически все параметры работы ДЭС отслеживаются измерительной аппаратурой. Имеется возможность дистанционной передачи параметров работы ДЭС обслуживающему персоналу посредством GSM модема.

Вопросы электробезопасности при эксплуатации ДЭС решены, чего нельзя сказать о пожарной безопасности.

Наибольший интерес для потребителей представляют ДЭС контейнерного типа, так как в контейнере компактно размещен полный комплект оборудования, необходимый для производства и передачи электроэнергии; дизель-генератор, блок АВР, блок автоматики и управления, система охранно-пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения и другое оборудование.

Дизельные электростанции небольшой мощностью, (до 200кВА) как правило, имеют расходные баки, расположенные в непосредственной близости от дизель-генератора. В ДЭС контейнерного типа расходные баки расположены непосредственно в контейнере. Помещения (контейнеры) ДЭС оборудованы автоматическими системами пожаротушения, однако, практически на всех ДЭС аварийного слива топлива не предусмотрено. При разработке документации на изготовление ДЭС конструкторы и проектировщики не предусматривают систему аварийного слива топлива, ссылаясь на пункт 4.2.8. Норм технологического проектирования дизельных электростанций НТПД-90 (НТПД-90 носит

рекомендательный характер), где сказано: «Расходные баки топлива емкостью более 1м оборудуются трубопроводами аварийного слива и перелива в подземный резервуар...». Чтобы не предусматривать аварийный слив топлива, изготовители ДЭС снабжают дизель-генераторы расходными баками емкостью менее 1м. Трудности выполнения системы аварийного слива топлива связаны не столько с техническими трудностями, сколько с необходимостью согласования принятого технического решения с надзорными экологическими органами. Изготовители ДЭС не определяют категорию по пожарной опасности в соответствие с НПБ 105-03, в связи с чем определить правомерность использования того или иного оборудования в контейнере не возможно.

Следует отметить, что Положение по проектированию дизельных электростанций для капитального строительства Министерства обороны ВСН 119-84, которое также носит рекомендательный характер, рекомендует расходные баки емкостью более 250л оборудовать аварийным сливом (п.4.20 ВСН 119-84). Следует отметить, что и ВСН 119-84 ДЭС контейнерного типа отнесены к взрывопожароопасным помещениям. Более жесткие требования ВСН 119-84 по сравнению с НТПД-90 по всей видимости обоснованы, далее будет ясна причина.

До настоящего времени изготовители дизельных электростанций в паспорте на изделие и в инструкции по эксплуатации не указывают категорию по взрывопожарной и пожарной опасности (категория помещения Б или В). Нормы пожарной безопасности «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной опасности» (НПБ 105-03) рекомендуют методу для определения категории помещений и зданий на стадии проектирования.

Наиболее правильным было бы, с учетом ведомственной принадлежности, определить категории помещений для ДЭС и обеспечить необходимые защитные мероприятия самостоятельными нормативными документами. Например, РАО «ЕЭС России» ввело в действие РД.34.03.350-98 «Перечень помещений и зданий энергетических объектов РАО «ЕЭС России» с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной опасности», где помещение дизельной электростанции с баком

для топлива отнесено к категории Б (взрывопожароопасное). То же, но с аварийной вентиляцией отнесено к категории В1 (пожароопасное). Аварийная вентиляция обеспечивается наличием резервных вентиляторов с автоматическим пуском при превышении предельно-допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по I категории надежности (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ, их количества и пожароопасных свойств. Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей А до низшей Д.

Проведем определение категории помещения ДЭС, начиная с категории Б (взрывопожароопасная), так как температура вспышки дизельного топлива составляет более 28 С. К категории Б относятся помещения, где находятся горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные смеси или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Выполним расчет избыточного давления для ДЭС контейнерного типа, с размерами контейнера: длина 6м, ширина 2.5, высота 2.6м, с объемом расходного топливного бака, расположенного в контейнере, 500 литров. Контейнер не имеет специальной принудительной вентиляции, питающейся от источника I категории (по ПУЭ). Контейнер наполовину заполнен оборудованием. Как правило, топливный бак прямоугольной формы производители ДЭС размещают на полу контейнера под дизель-генераторной установкой (ДГУ). Производители ДЭС стараются минимизировать размеры контейнера и максимально использовать объем контейнера для размещения оборудования. В связи с этим, свободный объем

в контейнере составляет не более половины объема контейнера.

Для проведения расчетов возможно моделирование различных ситуаций вытекания и испарения топлива из топливной системы; разгерметизация бака, повреждение резинового (медного) топливопровода, вытекание топлива из топливного фильтра и пр. Наиболее опасная ситуация, это работа дизеля и подтекание топлива из топливопровода с испарением топлива с нагретой поверхности дизеля.

Принимаем, что топливо из топливопровода стекает на плоский бак и далее на пол контейнера.

Отмечаем, что методика расчета, предложенная ВНИИПО МЧС России, предлагает выполнять расчеты для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода.

Для расчета смоделируем ситуацию: происходит утечка топлива из топливной системы на бак и далее на пол контейнера. Топливо какое-то время испаряется. Затем наступает взрывоопасная ситуация. Источником воспламенения паров топлива может быть допустимое паспортами на изделия искрение контактов коммутационных аппаратов (магнитных пускателей) или искрение щеток коллектора генератора и т.п. Возможно самовоспламенение топлива из-за нагретого выпускного коллектора. Температура самовоспламенения дизельного топлива 300°C, а выпускной коллектор может нагреваться до температуры 600°C.

Согласно НПБ 105-03 выполним расчет величины избыточного давления взрыва для горючих жидкостей, в данном случае горючая жидкость - дизельное топливо.

Расчет ΔP для дизельного топлива может быть выполнен по формуле

$$\Delta P = \frac{m H_f P_0 Z}{V_{св} \rho_0 C_p T_0 K} \quad (1)$$

где, m — масса паров горючей жидкости (ГЖ) (дизельного топлива), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГЖ по формуле (2), кг;

H_f — теплота сгорания, (для дизельного топлива $42 \cdot 10^6$) Дж • кг⁻¹;

P_0 — начальное давление, (допускается принимать равным 101) кПа,;

Z — коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения. Допускается принимать значение Z по табл. 1, принимаем 0,3;

$V_{св}$ — свободный объем помещения, м³;

ρ_0 — плотность воздуха (паров газовой-душной смеси) до взрыва при начальной температуре T_0 , кг • м⁻³;

C_p — теплоемкость воздуха, Дж • кг⁻¹ • К⁻¹ (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$ Дж • кг⁻¹ • К⁻¹);

T_0 — начальная температура воздуха, К.

K — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать K_n равным 3.

Таблица 1

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

$$m = W F_{и} T, \quad (2)$$

Где, W — интенсивность испарения, (для дизельного топлива $9,45 \cdot 10^{-6}$) кг • с⁻¹ • м⁻²;

$F_{и}$ — площадь испарения, м²,

T — длительность испарения жидкости, принимается равной времени его полного испарения, но не более 3600с;

ρ_0 — плотность воздуха (паров газовой-душной смеси), при расчетной температуре t_p , кг • м⁻³, вычисляемая по формуле

$$p_0 = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367t_p)} \quad (2)$$

Где, M — молярная масса, (для дизтоплива 172,3) кг • кмоль⁻¹;

v_0 — мольный объем, равный 22,413 м³ • кмоль⁻¹;

t_p — расчетная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Принимаем 37°С, для Москвы. (Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61°С.)

Полезная площадь контейнера (внутренняя площадь) равна 13,34 м², свободный от оборудования объем составляет 16,67 м³. При определении площади испарения считаем, что топливо испаряется с горизонтальной поверхности расходного топливного бака и с пола. Худшие условия - это испарение с нагретой поверхности двигателя и с боковых поверхностей бака, их не принимаем.

Возможный вариант, когда топливо разбрызгивается из топливной системы под давлением также не принимаем, так как может показаться, что исходные данные настолько жесткие, что полученные результаты не объективны.

Выполнив простые математические расчеты, с приведенными исходными данными, получим расчетное избыточное давление взрыва в помещении

$$\Delta P = 5.43.$$

Категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности принимаем по таблице 2 (см. ПНБ 105-03).

Из таблицы видно, что помещение дизельной электростанции контейнерного типа относится к категории Б — взрывопожароопасное.

Это означает, при возникновении смоделированной нами ситуации произойдет взрыв.

Помещение дизельной электростанции контейнерного типа с расходным баком, размещенном в этом же помещении, следует относить к помещениям категории Б — взрывопожароопасное.

Оборудование, применяемое для изготовления дизельной электростанции контейнерного типа, должно быть взрывозащищенного исполнения. Требования к способам прокладки кабелей в контейнере ДЭС должны соответствовать требованиям к прокладке кабелей во взрывопожароопасных помещениях.

Возможно выполнение ряда технических и конструктивных мероприятий для предотвращения взрыва. Например, обеспечение контейнера ДЭС аварийной вентиляцией с автоматическим пуском при превышении предельно-допустимой взрывобезопасной концентрации, и электроснабжением этой вентиляции по I категории надежности (ПУЭ).

Расчеты показали, что на этапе конструирования дизельных электростанций контейнерного типа возможно выполнение ДЭС не взрывопожарного (категория Б), а пожарного исполнения (категория В).

Выводы:

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 - В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Примечание. Разделение помещений на категории В1 — В4 регламентируется положениями, изложенными НПБ 105-03