

УДК 614.621.313

Г.Т. ЗЕМСКИЙ, канд. хим. наук, вед. науч. сотр., ст. науч. сотр.; А.В. ИЛЬИЧЕВ, зам. нач. отд. – нач. сектора; Н.В. КОНДРАТЮК, ст. науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Для получения электрической энергии при отсутствии или выходе из строя линий передач от центрального электроснабжения используют автономные электростанции или индивидуальные электрогенераторы. Пожарная опасность этих агрегатов обусловлена использованием в них двигателей внутреннего сгорания, работающих на различных видах топлива (дизтопливе, бензине, сжатом или сжиженном газе).

Обеспечение пожарной безопасности электрогенераторных установок во многом аналогично обеспечению пожарной безопасности котельных установок и гаражей. Однако специальных разделов в нормативных документах по пожарной безопасности, посвященных электрогенераторным установкам, не приводится.

Данная статья восполняет пробел в нормативных документах с учетом некоторой специфики электрогенераторных установок и может быть использована при переиздании нормативных материалов.

Ключевые слова: *электрогенераторы, дизель-генераторы, двигатели внутреннего сгорания, пожарная безопасность*

Для электроснабжения строительных площадок, автомобильных заправочных станций, отдельных промышленных объектов, жилых домов, а иногда целых населенных пунктов при отсутствии линий электропередач или выхода их из строя применяются автономные электростанции мощностью 30 кВт и более, а для отдельных индивидуальных домов – бытовые электрогенераторные установки мощностью менее 30 кВт. Это энергетические агрегаты, оборудованные электрическим генератором (ЭГ) с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [1].

В зависимости от вида топлива для ДВС различают дизель-генераторные установки (ДГУ) или просто дизель-генераторы, бензиновые электрогенераторные установки (БГУ), газовые электрогенераторные установки (ГЭУ).

Поскольку электрогенераторные установки (ЭГУ) используют топливо, у них много общего с котельными установками, что и отражено в п. 5.1.5 СП [2]. Применение в электрогенераторных установках ДВС делает их похожими на автомобили. Поэтому требования пожарной безопасности к ЭГУ во многом аналогичны требованиям к котельным и гаражам.

Вид используемого топлива, а также его количество во многом определяют пожарную опасность ЭГУ. Наибольшей пожарной опасностью обладают ЭГУ с газовыми и бензиновыми ДВС. Свойства топлив, используемых в ЭГУ, представлены в таблице [3].

Данные таблицы показывают, что наименьшей пожарной опасностью обладает дизельное топливо, поскольку оно имеет более высокую температуру вспышки и самое низкое давление насыщенного пара.

Свойства топлив для ЭГУ

Наименование топлива	$T_{всп}, ^\circ\text{C}$	$T_{св}, ^\circ\text{C}$	$Q_{ср},$ МДж/кг	$P_{нас}$ при 37 $^\circ\text{C}$ кПа	НКПРП % (об.)
Бензин А-72(з)	-36	300	43	36,23	0,79
ДТ летнее (ГОСТ 305–2013)	40	210	39–44	0,188	0,52
ДТ (зимнее) (ГОСТ 305–2013)	30	225	39–44	0,588	0,61
Дт (арктич.) (ГОСТ 305–2013)	30		39–44		
Метан природный	–	537	50,1–55,5		4,5
Пропан-бутан	–	405	45–47		1,6
Биогаз (генераторный газ)	–	600	23		≈ 7

Обозначения: $T_{всп}$ – температура вспышки; $T_{св}$ – температура самовоспламенения; $Q_{ср}$ – удельная теплота сгорания; $P_{нас}$ – давление насыщенного пара; НКПРП – нижний концентрационный предел распространения пламени.

Чаще всего в ЭГУ используется именно дизельное топливо, поэтому на практике электрогенераторы, работающие на любом топливе, называют просто «Дизель-генераторами» и, если необходимо, добавляют «на бензиновом топливе» или «на газовом топливе».

ЭГУ могут быть стационарными или мобильными (переносными или передвижными). Они могут размещаться как в зданиях и сооружениях, так и вне зданий в виде наружных сооружений.

Здания (помещения) и сооружения для размещения ЭГУ могут быть расположенными отдельно от других объектов, быть встроенными или пристроенными к другим объектам. Не допускается встраивать и пристраивать помещения с ЭГУ в жилые здания, здания детских яслей-садов, общеобразовательных школ, больниц и поликлиник, санаториев, учреждений отдыха, лагерей отдыха детей, а также в склады горючих материалов. Не допускается также размещать встроенные в производственные здания ДГУ под помещениями с дорогостоящей технологической аппаратурой, под санитарно-бытовыми помещениями и помещениями, в которых хранятся ЛВЖ, ГЖ, горючие газы (ГГ) и другие горючие материалы, а также расположенными смежно и под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания 50 человек и более [2].

Не допускается размещать встроенные ЭГУ под помещениями общественного назначения с массовым пребыванием людей (фойе и зрительными залами, торговыми помещениями магазинов, классами и аудиториями учебных заведений, залами столовых, ресторанов и т. п.) [2].

Встроенные помещения ЭГУ следует отделять от смежных помещений противопожарными стенами 2-го типа и перекрытиями 3-го типа.

Выходы из встроенных и пристроенных помещений ЭГУ должны быть выполнены непосредственно наружу.

Выхлопная система дизель-генераторной установки выполняет две основные функции. Прежде всего, она предназначена для отвода отработавших газов туда, где они не представляют опасности. Кроме того, выхлопная система

уменьшает уровень шума работающего двигателя, для чего она оборудуется соответствующим глушителем, который может располагаться как в помещении, так и вне его.

Для снижения обратного давления выхлопная система должна быть как можно более короткой и прямой. Радиус закругления любого соединительного колена должен превышать внутренний диаметр как минимум в 1,5 раза. Во избежание контакта с высокотемпературными частями установки трубопроводы следует располагать на высоте не менее 2,5 м. Выхлопные трубопроводы рекомендуется изолировать с использованием плотного, термостойкого изоляционного материала толщиной не менее 50 мм. Выхлопной трубопровод дизель-генератора следует располагать таким образом, чтобы избежать попадания отработанных газов в воздухозаборные окна, желательно расположить выпуск выхлопных газов на высоте не менее трех метров от уровня земли.

ЭГУ, расположенные вне зданий (наружные сооружения), должны находиться на расстоянии от зданий категорий А и Б по взрывопожарной опасности не менее 8 м – при отсутствии проемов в стене здания или не менее 12 м – до стены с проемами [2].

Пристроенные помещения ЭГУ допускается проектировать для зданий функциональной пожарной опасности Ф1 (кроме Ф1.1 и Ф1.2); Ф2 (кроме Ф2.1 и Ф2.2); Ф3; Ф4 (кроме Ф4.1 и Ф4.2); Ф5 (кроме складов категории А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности, за исключением складов топлива зданий ЭГУ, котельных и автостоянок).

Пристроенные помещения ЭГУ не допускается размещать смежно с помещениями с массовым пребыванием людей.

Расстояние от стены здания пристроенной ЭГУ до ближайшего проема по горизонтали должно быть не менее 4 м, а от покрытия ЭГУ до ближайшего проема по вертикали – не менее 8 м.

Расстояние от пристроенных и отдельно стоящих электрогенераторных помещений (в том числе блочных) до соседних зданий и сооружений определяется по п. 4.13 и табл. 2 [2].

Пристроенные помещения ЭГУ должны отделяться от основного здания, не относящегося к категориям А и Б по взрывопожарной опасности, противопожарной стеной 2-го типа. Покрытие пристроенного помещения должно выполняться из материалов НГ [2].

Отдельно стоящие здания ЭГУ допускается составлять из нескольких блочных ЭГУ полной заводской готовности, группируя их в один ярус рядом друг с другом в пределах допустимой площади пожарного отсека в соответствии с СП [4].

В отдельно стоящем здании ЭГУ, работающей на газовом топливе, допускается предусматривать газорегуляторные установки (ГРУ), размещаемые непосредственно в помещении ЭГУ. Допускается устройство газорегуляторных пунктов (ГРП).

В помещении отдельно стоящих ЭГУ допускается предусматривать установку закрытых расходных баков жидкого топлива вместимостью не более 1 м³ [2].

В помещении встроенных и пристроенных ЭГУ вместимость расходных баков не должна превышать 0,8 м³.

Расходные баки в помещениях с ЭГУ следует рассматривать как технологический аппарат. Это значит, что на них не распространяются требования к складам нефти и нефтепродуктов. Расходные баки должны иметь дыхательную систему, исключаящую попадание паров топлива в помещение ЭГУ и обе-

спечивающую выпуск паров топлива через незамерзающую арматуру с огнепреградителем в атмосферу, на расстоянии не менее 5 м от стены здания; оборудованы переливным трубопроводом, указателем уровня [5].

Допускается предусматривать установку резервуаров для жидкого топлива в помещениях, пристроенных к отдельно стоящему зданию ЭГУ. При этом общая вместимость резервуаров должна быть не более 50 м³. Резервуары для хранения топлива должны быть двустенными с постоянным контролем герметичности межстенного пространства. Резервуары вместимостью более 1 м³ должны иметь аварийную емкость для слива топлива.

Аварийные емкости должны представлять собой закрытые аппараты, обеспеченные дыхательными трубами с огнепреградителями. Аварийные емкости должны располагаться вне габаритов здания на уровне земли или под землей. При подземном расположении емкость может размещаться на расстоянии 1 м от глухой стены производственного здания и не менее 4–5 м от стены с проемами [2, 6].

Аварийный слив топлива может осуществляться как самотеком, так и путем выдавливания жидкости инертной газовой средой (азотом, диоксидом углерода и др.). Линию аварийного слива от распространения пламени защищают гидравлическим затвором. Диаметр трубопровода аварийного слива должен быть не менее 100 мм и обеспечивать самотечный слив из баков за время не более 10 мин. Аварийный трубопровод каждого бака должен иметь две задвижки: одну непосредственно у бака, опломбированную в открытом положении, другую – в легкодоступном при пожаре месте.

Насосы для перекачки топлива из резервуаров в расходные баки допускается размещать либо в отдельных помещениях (отдельных блок-боксах), либо в помещениях расходных баков. В последнем случае электродвигатели насосов должны быть в пожаро- или взрывобезопасном исполнении (в зависимости от класса зоны и категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности). Должно быть не менее двух насосов для перекачки топлива. При этом один из них или оба могут быть ручными.

Расстояние от наружного топливохранилища полузаглубленного типа до ЭГУ принимается не менее 8 м.

Помещения расходных баков и насосные перекачки дизельного топлива должны отделяться от смежных помещений и коридоров противопожарными стенами 1-го типа и иметь выходы непосредственно наружу.

В помещении ЭГУ расстояние от наиболее удаленной точки до эвакуационного выхода не должно превышать 25 м. Каждое помещение, в котором имеется дизельное топливо, должно иметь выход непосредственно наружу и быть обособленным от общих лестничных клеток здания.

Покрытие пола в помещениях дизель-генераторных и хранения топлива должно быть устойчивым к воздействию нефтепродуктов. В дверных проемах необходимо предусматривать пороги высотой не менее 15 см.

Прокладку топливопроводов следует предусматривать надземной. Допускается подземная прокладка в непроходном канале со съемным покрытием с минимальным заглублением без засыпки. В месте примыкания канала к наружной стене здания канал должен быть засыпан песком и иметь диафрагму из материалов группы НГ.

Категорию зданий и помещений ЭГУ по взрывопожарной и пожарной опасности следует определять согласно требованиям СП [7] путем последовательной проверки принадлежности помещений от категории А к категории Д.

При этом следует учитывать, что в помещениях категории А или Б оборудование должно быть во взрывозащищенном исполнении. Поскольку выполнить это условие для ЭГУ не представляется возможным из-за наличия искрящего и раскаленного оборудования, следует осуществлять комплекс мероприятий, обеспечивающих категорию помещений по пожарной опасности не опаснее чем В1.

В числе таких мероприятий можно назвать:

а) увеличение свободного объема помещения выше допустимого ($V_{\text{доп}}$), определяемого по формуле [8]:

$$V_{\text{доп}} = 17,92mQ_{\text{сг}}Z,$$

где m – масса паров топлива, которые могут поступать из топливной системы или резервуара, кг; $Q_{\text{сг}}$ – удельная нижняя теплота сгорания топлива, МДж/кг; Z – коэффициент участия паров топлива во взрыве;

б) оснащение помещения аварийной вентиляцией, включаемой автоматически по сигналу газоанализатора при достижении концентрации паров топлива 10 % НКПРП;

в) установка на топливопроводе быстродействующего запорного клапана, срабатывающего по сигналу газоанализатора и не позволяющего повышаться концентрации паров топлива выше 50 % НКПРП. Для выполнения этого требования необходимо, чтобы инерционность газоанализатора была в пределах 10 с, что достигается не только конструкцией чувствительного элемента газоанализатора, но и размещением газоанализаторов вблизи каждого потенциально опасного участка топливопровода;

г) устройство ограничителей растекания топлива по полу помещения или системы слива топлива в аварийную емкость.

Газоанализаторы, вентиляторы и электромагнитный клапан должны быть во взрывозащищенном исполнении и обеспечены бесперебойным электропитанием.

Хранение расходного запаса масла для смазки оборудования ЭГУ следует предусматривать в отапливаемом помещении при температуре не ниже 18 °С. Требования к оборудованию расходных масляных баков аналогичны требованиям к оборудованию топливных баков. Расходные масляные баки вместимостью более 3 м³ должны иметь аварийный слив.

Установку пожарных кранов и автоматическую пожарную сигнализацию следует предусматривать в помещениях категорий А, Б и В3–В1 по взрывопожарной и пожарной опасности.

При расчете производительности общеобменной вентиляции с ЭГУ следует учитывать расход воздуха для горения топлива. При наружном размещении ЭГУ расстояние между площадкой с ЭГУ и другими объектами должно составлять при наличии оконных и дверных проемов в стене, обращенной к площадке с ЭГУ, – не менее 15 м, при глухой стене – не менее 8 м. Допускается размещать площадку с ЭГУ непосредственно у стены здания, если стена здания является противопожарной 1-го типа.

Газовые бытовые ЭГУ можно разделить на две большие группы – газотурбинные и газопоршневые. Газотурбинные ЭГУ – это генераторы, способные обеспечить энергией большое количество потребителей. Газопоршневые ЭГУ характеризуются сравнительно небольшой мощностью и малым расходом топлива. Существуют мобильные и стационарные газовые ЭГУ.

В качестве топлива в газовых ЭГУ в основном используется баллонный

пропан-бутан, но может использоваться городской природный газ. Имеются также установки, работающие как от газа, так и от бензина, смена вида топлива которых происходит автоматически.

Газовые ЭГУ могут размещаться на крыше здания (крышные ЭГУ). Крышные ЭГУ следует предусматривать для зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1 (кроме Ф1.1 и Ф1.2); Ф2 (кроме Ф2.1 и Ф2.2); Ф3; Ф4 (кроме В4.1 и Ф4.2); Ф5 (кроме категорий А и Б по взрывопожарной опасности). Кровельное покрытие здания под крышной ЭГУ и на расстоянии 2 м от нее должны выполняться из материалов группы НГ или защищаться от возгорания бетонной стяжкой толщиной не менее 20 мм. Крышные ЭГУ должны отделяться от смежных помещений и чердака противопожарными стенами 2-го типа или противопожарными перегородками 1-го типа, противопожарными перекрытиями 3-го типа.

Газопровод к крышной котельной должен прокладываться по простенку наружной стены здания шириной не менее 1,5 м. На подводящем газопроводе должны быть установлены:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем на высоте не более 1,8 м;
- быстродействующий запорный клапан внутри помещения;
- запорная арматура на отводе к каждому агрегату ЭГУ.

Список литературы

1. ГОСТ 20375–2014. Установки электрогенераторные с двигателями внутреннего сгорания. Термины и определения.
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
3. *Земский Г.Т.* Огнеопасные свойства неорганических и органических материалов: справ. М.: ВНИИПО, 2016. 971 с.
4. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
5. НТПД-80. Нормы технологического проектирования дизельных электростанций.
6. СП 155.13130.2014. Системы противопожарной защиты. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности (с изменением № 1).
7. СП 12.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
8. СП 364.1311500.2018. Системы противопожарной защиты. Здания и сооружения для обслуживания автомобилей. Требования пожарной безопасности.

Материал поступил в редакцию 24.10.2019 г.

Земский Геннадий Тимофеевич – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, старший научный сотрудник; **Ильичев Александр Валерьевич** – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Кондратьюк Наталья Валентиновна** – старший научный сотрудник (Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)), г. Балашиха, Московская область, Россия.

G.T. Zemsky, A.V. Ilyichev, N.V. Kondratyuk

FIRE SAFETY OF ELECTRIC GENERATOR SETS

Autonomous power plants or individual power generators are used to obtain electric energy in the absence or failure of transmission lines from the Central power supply. Fire danger of these units is caused by the use of internal combustion engines operating on different types of fuel (diesel fuel, gasoline, compressed or liquefied gas).

Fire safety of electric generator sets is similar to fire safety of boiler rooms and garages. However, there are no special sections in fire safety regulations concerning the electric generator sets.

This article presents the necessary information taking into account some special features of electric generator sets and can be used at the reissue of regulations.

Keywords: *electric generators, diesel generators, internal combustion engines, fire safety*

Gennady T. Zemsky – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher, Senior Researcher; **Alexander V. Ilyichev** – Deputy Head of Department – Head of Sector; **Natalia V. Kondratyuk** – Senior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.