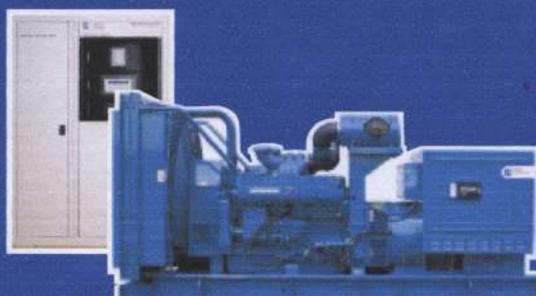


**Руководство  
по применению и установке  
генераторных агрегатов**



# **Руководство по применению и установке генераторных агрегатов**

Издано и распространяется  
Cummins Power Generators Limited [Камминз Пауэр  
Дженерейтез Лимитед]  
Manston Park, Columbus Avenue  
Manston, Ramsgate,  
Kent CT12 5BF, UK [Соединенное Королевство  
Великобритании и Северной Ирландии]  
Тел.: +44 (0) 1843 255000  
Факс: +44 (0) 1843 255902  
E-mail: [cpg.info@cummins.com](mailto:cpg.info@cummins.com)  
[www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com)  
[www.cummins.com](http://www.cummins.com)

Настоящее руководство рассматривается как полезная инструкция и предназначено для создания основ установки генераторных агрегатов. Перед завершением оформления размещаемых заказов убедитесь в наличии утвержденных для них специальных технических условий.

Компания Cummins Power Generation оставляет за собой право изменять технические условия без предварительного уведомления.



{ пустая в оригинале }

## Содержание

### Раздел А

Стандарты  
Нормативные документы  
Мировые параметры электроснабжения  
Формулы  
Таблицы пересчета  
Таблицы значений силы тока при полной нагрузке  
Вопросник по установке

---

### Раздел Б

Фундаменты  
Рекомендуемые размеры помещения для генераторов с дизельным приводом  
Рекомендуемая планировка помещения  
Генераторы, работающие на природном газе

---

### Раздел В

Топливные системы  
Выхлопные системы  
Системы охлаждения  
Системы запуска

---

### Раздел Г

Системы управления  
Резервирование  
Распределительная аппаратура  
Укладка кабеля  
Заземление  
Разъединители и предохранители  
Автоматические системы передачи электроэнергии

---

### Раздел Д

Охрана здоровья и безопасность труда  
Запуск мотора

---

### Раздел Е

Обеспечение звукоизоляции  
Малошумные агрегаты  
Размеры и вес

---

### Раздел Ж

Технические характеристики генераторных агрегатов  
Вентиляционные потоки  
Потоки выхлопных газов  
Расход топлива  
Размеры и вес

---

### Раздел З

Модульные электростанции от 5 до 40 МВт

---

### Раздел И

Наглядные примеры



{ пустая в оригинале }

### Сведения о (британских) стандартах

На первый взгляд британская система стандартов может показаться запутанной, однако она достаточно простая:

BS EN 60439-1:1994, Низковольтные распределительные устройства и аппаратура управления – Часть 1 – Характеристики аппаратуры, прошедшей полные или частичные типовые испытания.

BS – Британский стандарт (Национальный стандарт).

EN – согласованный европейский стандарт.

60439 – номер стандарта.

-1 – номер части (стандарта, состоящего из нескольких частей).

1994 – дата публикации (выпуска) стандарта в конкретной стране.

Низковольтные распределительные устройства и аппаратура управления – описание оборудования, к которому относится стандарт (в данном случае – семейство стандартов).

Часть 1 – Характеристики аппаратуры, прошедшей полные или частичные типовые испытания – Описание объекта приложения данной конкретной части или семейства стандартов.

Стандарт с обозначением BS EN является европейским стандартом, преобразованным в национальный (британский) стандарт.

### Датирование

Дата (год), указанная в полном наименовании стандарта, имеет большое значение.

Стандарт с тем же номером, но более поздней датой, замещает собой стандарт с тем же номером, но более ранней датой.

Стандарт «BS EN 60439-1:1994, Низковольтные распределительные устройства и аппаратура управления – Часть 1 – Характеристики аппаратуры, прошедшей полные или частичные типовые испытания» был заменен стандартом BS EN 60439-1:1999.

### Стандарт ISO – международный стандарт

Номер стандарта (номер для ссылок) является единым на всей территории Европы. Например, у стандарта «BS EN 292: Безопасность машинного оборудования. Основные понятия, принципы проектирования» есть германский эквивалент – DIN EN 292.

Международный стандарт IEC 204: Электрооборудование для промышленного машинного оборудования, составленный Международной электротехнической комиссией (IEC), был пересмотрен Европейским комитетом по электротехническим стандартам (CENELEC), который внес в текст несколько изменений и переиздал документ под номером EN 60204. затем этот стандарт вышел в странах Европы под национальными обозначениями. В Соединенном Королевстве он стал обозначаться как «BS EN 60204: Безопасность машинного оборудования. Электрооборудование для машин», а в Германии – DIN EN 60204. Обозначение «EN» указывает на то, что это согласованный европейский стандарт.

Некоторые британские стандарты, хотя их номера и не совпадают с номерами стандартов ISO, идентичны последним, а каждый британский стандарт, идентичный стандарту ISO, должен содержать указание на это в национальном предисловии. Примером является BS 7698: Часть 1:1993, идентичный ISO 8528-1:1993.

### Техническая унификация

В отличие от национального законодательства, национальные стандарты могут унифицироваться на всей территории Европы. Европейская комиссия уполномочила три компетентные организации на составление стандартов и обычно выпускает стандарты совместно с Секретариатом Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA). Каждая организация отвечает за определенные стандарты.

1. CEN (Европейский комитет по стандартизации) является европейской организацией по стандартизации, выпускающей обобщенные стандарты.
2. CENELEC (Европейский комитет по электротехническим стандартам) выпускает стандарты в области электричества.
3. ETSI (Европейский институт телекоммуникационных стандартов) выпускает стандарты по телекоммуникации.

<b>Электрооборудование</b>	
<p>1. Нормативы подачи электричества от 1988 г., Акт делегированного законодательства № 1057 от 1988 г. в редакции Нормативов (дополненных) подачи электричества от 1992 г., Акт делегированного законодательства № 2961 от 1992 г.</p>	<p>6. IEC 60749 Действие тока, проходящего через человеческое тело.</p>
<p>2. Технические требования к распределительной аппаратуре для ограниченной подачи низкого напряжения к сборочным и строительным площадкам. BS 4363:1998</p>	<p>7. BS 7671:2000 Нормативы Института инженеров-электриков (16-е издание).</p>
<p>3. СР 321/102 Установка и обслуживание электрооборудования.</p>	<p>8. BS159:1992 Технические требования к высоковольтным шинам и их подключению.</p>
<p>4. Рекомендации Электрической ассоциации G5/4 Уровни планирования для гармонических искажений напряжения и подключения нелинейного оборудования к системам передачи электроэнергии и распределительным сетям Соединенного Королевства. G59/1 Рекомендации по подключению встроенного генераторного оборудования к распределительным системам государственных поставщиков электроэнергии с Поправками 1 (1992 г.) и 2 (1995 г.).</p>	<p>9. BS EN 60298:1996, IEC 60298:1990 Бронированное комплектное распределительное устройство и аппаратура управления на расчетные напряжения свыше 1 кВ и до 52 кВ включительно. BS EN 60439:1999, IEC 60439:1999 Технические требования к низковольтным распределительным устройствам и аппаратуре управления. Аппаратура, прошедшая частичные типовые испытания. BS 7354:1990 Правила и нормы проектирования высоковольтных станций с открытыми соединениями.</p>
<p>5. BS 4999 Общие требования к вращающимся электрическим машинам. BS 5000 Технические требования к вращающимся электрическим машинам определенных типов или предназначенным для определенных целей. BS 7698, ISO 8528 Поршневой двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение генераторные агрегаты переменного тока. Части 1-10 и Часть 12.</p>	<p>10. BS 2757:1986, IEC 60085:1984 Способ определения температурного класса электроизоляции.</p>
	<p>11. BS EN 60947-1-6:2001 Технические требования к низковольтным распределительным устройствам и аппаратуре управления. Контактторы и стартеры. Электромеханические контакторы и стартеры.</p>

<b>Механическое оборудование</b>	
1. BS 4278:1984 Технические требования к такелажным рым-болтам.	5. BS 7698: Часть 9:1996, ISO 8528-9:1995 Поршневой двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение генераторные агрегаты переменного тока – Часть 9. Измерение и оценка механических вибраций. 6. BS 5117 Испытания антикоррозионного концентрированного охладителя двигателя (антифриза). Части 0, 1.1-1.5, 2.1-2.6. 7. BS 5514, ISO 3046 Поршневые двигатели внутреннего сгорания. Характеристики. Части 1, 3, 4 и 7.
2. BS 476-7:1997 Огневые испытания строительных материалов и конструкций, Метод испытаний с целью определения класса распространения огня по поверхности изделия.	
3. BS 799-5:1987 Оборудование, работающее на нефти. Технические требования к нефтяным резервуарам.	
4. BS 2869: Часть 1:1998 Жидкие топлива для неморского применения. Технические требования к автомобильному дизельному топливу (класс А1). BS 2869: Часть 2:1998 Жидкие топлива для неморского применения. Технические требования к жидкому топливу для сельскохозяйственных и промышленных двигателей и горелок (классы А2, С1, С2, D, E, F, G и H).	

<b>Общие положения / Безопасность</b>	
1. Закон об охране здоровья и безопасности на рабочем месте.	<p>11. 2000/14/ЕС Нормативы шумового воздействия на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом от 2001 г. (АДЗ 2001, № 1701). Применение в Соединенном Королевстве Директивы 2000/14/ЕС «Шумовое воздействие на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом».</p> <p>12. BS 7445 ISO 1996 Описание и измерение уровня шума в окружающей среде, Разделы -1, -2 и -3.</p> <p>13. BS EN 12601:2001 Генераторные агрегаты с приводом от поршневого двигателя внутреннего сгорания. Безопасность.</p> <p>14. 2000/14/ЕС Нормативы шумового воздействия на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом от 2001 г. (АДЗ 2001, № 1701). Применение в Соединенном Королевстве Директивы 2000/14/ЕС «Шумовое воздействие на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом».</p> <p>15. BS EN 61000-6-2:1999, IEC 61000-6-2:1999 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Групповые стандарты. Устойчивость к воздействию промышленной среды.</p> <p>16. BS EN 60034 Вращающиеся электрические машины.</p> <p>17. IGE/UP3 Газовые двигатели с искровым зажиганием и двухтопливные двигатели. Сообщение IGE 1621. Содержит указания по установке газовых двигателей с искровым зажиганием и двухтопливных двигателей как поршневого, так и роторного типа, в как в стационарном, так и в переносном варианте, как для постоянной работы, так и для пребывания в дежурном режиме.</p>
2. Правила контроля за веществами, опасными для здоровья от 1999 г. (АДЗ* 1999, № 437).	
3. Полное название – Правила использования электричества на рабочем месте от 1989 г. (АДЗ 1989, № 635).	
4. Правила по борьбе с загрязнением окружающей среды (хранения нефти) (Англия) от 2001 г. (АДЗ 2001, № 2954). См. также Руководство по предотвращению загрязнения окружающей среды Агентства по охране окружающей среды – Наземные нефтехранилища, документ PPG 2.	
5. Правила обеспечения охраны здоровья и безопасности на рабочем месте от 1999 г. (АДЗ 1999, № 3242).	
6. Правила электромагнитной совместимости от 1992 г. (АДЗ 1992, № 2372), Правила электромагнитной совместимости (исправленные) от 1994 г. (АДЗ 1994, № 3080) и Правила электромагнитной совместимости (исправленные) от 1995 г. (АДЗ 1995, № 3180).	
7. Правила использования (безопасности) электрооборудования от 1994 г. (АДЗ 1994, № 3260).	
8. Директива по охране труда в машиностроении (98/37/ЕС), опубликованная как Правила поставки (безопасности) машинного оборудования от 1992 г. (АДЗ 1992, № 3073) (ППБМО), и Правила поставки (безопасности) машинного оборудования (исправленные) от 1994 г. (АДЗ 1994, № 2063).	

\* Акт делегированного законодательства. – Прим. пер.

### **Директивы**

Европейская директива составляется на основании законодательства ЕС и обязывает стран-участниц включить ее в свое законодательство.

Правительства отдельных стран издают акты делегированного законодательства, имеющие обязательную законную силу на территории соответствующей страны.

Не все положения законодательства ЕС переносятся в британский стандарт. Обычно Европейская директива встраивается в законодательство стран.

Например, Директива по охране труда в машиностроении 98/37/ЕС была опубликована как Правила поставки (безопасности) машинного оборудования от 1992 г. (АДЗ 1992, № 3073) (ППБМО), и Правила поставки (безопасности) машинного оборудования (исправленные) от 1994 г. (АДЗ 1994, № 2063).

Директива 2000/14/ЕС «Нормативы шумового воздействия на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом» от 2001 г. (АДЗ 2001, № 1701) была опубликована как Акт делегированного законодательства 2001, № 1701 «Нормативы шумового воздействия на окружающую среду от оборудования, используемого под открытым небом».

### **Обновление Директив**

По мере внесения в Директивы изменений издаются новые Директивы, которые фиксируют указанные изменения. Если количество изменений слишком велико, выпускается «новая» Директива, включающая в себя все внесенные изменения и дополнения.

Например, Директива 98/37/ЕС представляет собой результат слияния оригинальной Директивы по охране труда в машиностроении (89/392/ЕЕС) и дополняющих ее Директив (91/368/ЕЕС, 93/44/ЕЕС и 93/68/ЕЕС).

Сведения, приведенные в Директиве и акте делегированного законодательства, могут различаться, как, например, Директива 2000/14/ЕС и Акт делегированного законодательства от 2001 г. № 1701. Это обусловлено прошествием времени, необходимым для проведения Директивы через различные уровни Комитета с целью придания ей законной силы.

### **Определения**

#### **Акты делегированного законодательства**

Обычно обозначается как «свод норм и правил». Законодательный акт, имеющий отношение к отдельной теме или процессу и, следовательно, узкоспециализированный по своей природе. Акты делегированного законодательства составляются группами специалистов, обладающих глубокими знаниями предмета. После составления акты проходят несколько стадий парламентского обсуждения составления акты в качестве законов, а затем получают королевскую санкцию и приобретают статус закона. Акты делегированного законодательства имеют одинаковую силу с другими законодательными актами и, следовательно, обладают преимущественными правами перед остальными формами законодательства Соединенного Королевства.

#### **Законодательный акт**

Часто обозначается как «закон». Законодательный акт выдвигается Парламентом и после прохождения нескольких стадий парламентского обсуждения получает королевскую санкцию, таким образом, становясь законом и имея преимущества перед остальными формами законодательства Соединенного Королевства.

### Некоторые стандарты США и Канады, имеющие отношение к производству электроэнергии.

Система управления Cummins PowerCommand™ соответствует требованиям следующих правил и стандартов или превышает их:

UL 508 – Категория NIWT7 для использования в США и Канаде.

UL 891 – Для использования в США и Канаде.

UL 489 – Устойчивость к перегрузкам по току проверена UL\*.

ISO 8528-4 – Системы управления генераторными агрегатами, работающими от поршневых двигателей внутреннего сгорания.

ISO 7637, Пункты 2б и 4 – Импульсное испытание источника постоянного напряжения. Канадские стандарты – 282-MI.

CSA C22.2, № 14 – M91 для промышленной аппаратуры управления и контроля.

NFPA 70 – Национальный свод законов и стандартов США по электротехнике (может использоваться в аварийных или дежурных системах).

NFPA 110 – Системы аварийного энергоснабжения. Отвечает всем требованиям к 1 уровню.

NFPA 99 – Стандарт для учреждений здравоохранения.

AS3000 SAA – Правила разводки.

AS3009 – Источники аварийного энергоснабжения.

AS3010.1 – Производство электроэнергии генераторными агрегатами.

Mil Std [военный стандарт] 461 – Требования к электромагнитному излучению и восприимчивости.

Mil Std [военный стандарт] 202C, Метод 101 – Испытания в солевом тумане.

IEC 801.2 – Испытания электростатическим разрядом.

IEC 801.3 – Восприимчивость к радиоизлучению / радиопомехам.

IEC 801.5 – Излучения.

Указанные стандарты определяют способность систему управления в целом выдерживать воздействие электромагнитных помех на различных уровнях и не создавать помех работе других устройств.

IEC 801.4 – Быстрый переходный режим.

IEC 801-5/IEEE 587 – Устойчивость к импульсам.

Данные испытания показывают, что система управления обладает высокой устойчивостью против отказов ввиду всплесков напряжения.

EN 50081-1 – Для местных нужд, торговли и легкой промышленности.

EN 50081-1 – Для промышленных нужд.

EN 50082-1 – Для местных нужд, торговли и легкой промышленности.

EN 50081-2 – Для промышленных нужд.

ANSI.C62.41 Устойчивость к импульсным нагрузкам.

### Правила, регулирующие установку

Перед приобретением генераторного агрегата необходимо проконсультироваться с местными официальными специалистами в отношении следующих требований:

- если планируется получения разрешения на строительство генераторного корпуса - руководящие правила в отношении следующего:

- Хранение топлива, смазочных материалов и хладагентов.
- Уровни шума.
- Уровни загрязнения атмосферы.
- Требования к заземлению.
- Разрешение от организации, заведующей энергоснабжением.

Несоблюдение требований местных органов власти может привести к ограничению деятельности генератора или отзыву лицензии на его использование. При приобретении и установке оборудования необходимо использовать «лучшие» материалы и услуги специалистов в соответствии с указаниями по установке, чтобы обеспечить долгую и надежную работу установленного генератора.

Консультация специалиста может потребоваться в отношении любой части требований к строительству, установке, сдаче в эксплуатацию, транспортировке, жизнеспособности проекта, а также любой информации из данного Руководства и может быть получена путем обращения к Cummins Power Generation Ltd.

Содержащиеся в настоящем Руководстве сведения будут постоянно обновляться и поэтому могут изменяться без предварительного уведомления; все авторские права защищены.

\* Лаборатории Underwriters Laboratories [Андеррайтерз Лебаретриз] по технике безопасности (США).

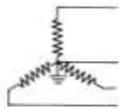
## Мировые параметры электроснабжения

Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)	Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)	Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)
Абу-Даби (ОАЭ)	50	415/250	Куба	60	440/220, 220/110	Гондурас	60	220/110, 110
Афганистан	50, 60	380/220, 220	Кипр	50	11 кВ, 415/240, 240	Гонконг (и Коулун)	50	11 кВ, 346/200, 200
Алжир	50	10 кВ, 5,5 кВ, 380/220, 220/127	Чехословакия	50	22 кВ, 15 кВ, 6 кВ, 3 кВ, 380/220, 220	Венгрия	5	20 кВ, 10 кВ, 380/220, 220
Ангولا	50	380/220, 220	Дагомея (ныне Бенин)	50	15 кВ, 380/220, 220	Исландия	50	380/220, 220
Антигуа	60	400/230, 230	Дания	50	30 кВ, 10 кВ, 380/220, 220	Индия	50, 25	22 кВ, 11 кВ, 440/250, 400/230, 460/230, 230
Аргентина	50	13,2 кВ, 6,88 кВ, 390/225, 339/220, 220	Доминика (Наветренные острова)	50	400/230	Индонезия	50	380/220, 220/127
Австралия	50	22 кВ, 11 кВ, 6,6 кВ, 440/250, 415/240, 240	Доминиканская Республика	60	220/110, 110	Иран	50	20 кВ, 11 кВ, 400/231, 380/220, 220
Австрия	50	20 кВ, 10 кВ, 5 кВ, 380/220, 220	Дубай (ОАЭ)	50	6,6 кВ, 330/220, 220	Ирак	50	11 кВ, 380/220, 220
Багамы	60	415/240, 240/120, 208/120, 120	Эквадор	60	240/120, 208/120, 220/127, 220/110	Израиль	50	22 кВ, 12,6 кВ, 6,3 кВ, 400/230, 230
Бахрейн	50, 60	11 кВ, 400/230, 380/220, 230, 220/110	Египет (Объед. Арабская Республика)	50	11 кВ, 6,6 кВ, 380/220, 220	Италия	50	20 кВ, 15 кВ, 10 кВ, 380/220, 220/127, 127
Бангладеш	50	11 кВ, 400/230, 230	Эйре (Ирландская Республика)	50	10 кВ, 380/220, 220	Берег Слоновой Кости	50	380/220, 220
Барбадос	50	11 кВ, 3,3 кВ, 230/115, 200/115	Сальвадор	60	14,4 кВ, 2,4 кВ, 240/120	Ямайка	50	4/2,3 кВ, 220/110
Бельгия	50	15 кВ, 6 кВ, 380/220, 220/127, 220	Эфиопия	50	380/220, 220	Япония	50, 60	6,6 кВ, 200/100, 22 кВ, 6,6 кВ, 210/105, 200/100, 100
Белиз	60	440/220, 220/110	Фарерские острова (Дания)	50	380/220	Иордания	50	380/220, 220
Бермуды	60	4,16/2,4 кВ, 240/120, 208/120	Фолклендские острова (Соед. Кор-во)	50	415/230, 230	Кения	50	415/240, 240
Боливия	50, 60	230/115, 400/230/220/110	Фиджи	50	11 кВ, 415/240, 240	Корейская Республика (Южная Корея)	60	200/100, 100
Ботсвана	50	380/220, 220	Финляндия	5	660/380, 500, 380/220, 220	Кувейт	50	415/240, 240
Бразилия	50, 60	13,8 кВ, 11,2 кВ, 380/220, 220/117	Франция	50	20 кВ, 15 кВ, 380/220, 380, 220, 127	Лаос	50	380/220
Бруней	50	415/230	Франц. Гвiana	50	380/220	Ливан	50	380/220, 190/110, 220, 110
Болгария	50	20 кВ, 15 кВ, 380/220, 220	Французская Полинезия	60	220, 100	Лесото	50	380/220, 220
Бирма (Мьянма)	50	11 кВ, 6,6 кВ, 400/230, 230	Габон	50	380/220	Либерия	60	12,5/7,2 кВ, 416/240, 240/120, 208/120
Бурнди			Гамбия	50	400/230, 230	Ливийская Арабская Республика	50	400/230, 220/127, 230, 127
Камбоджа (Кхмерская Республика)	50	380/220, 208/120, 120	Германия (ФРГ)	50	20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 380/220, 220	Люксембург	50	20 кВ, 15 кВ, 380/220, 220
Камерун	50	15 кВ, 320/220, 220	Германия (ГДР)	50	10 кВ, 6 кВ, 660/380, 380/220, 220/127, 220, 127	Макао	50	380/220, 220/110
Канада	60	12,5/7,2 кВ, 600/347, 240/120, 208/120, 600, 480, 240	Гана	50	440/250, 250	Малагасийская Республика (Мадагаскар)	50	5 кВ, 380/220, 220/127
Канарские Острова	50	380/220, 230	Гибралтар	50	415/240	Малави	50	400/230, 230
Острова Зеленого Мыса	50	380/220, 127/220	Греция	50	22 кВ, 20 кВ, 15 кВ, 6,6 кВ, 380/220	Малайзия (западная)	50	415/240, 240
Каймановы Острова	60	480/240, 480/227, 240/120, 208/120	Гренландия	50	380/220	Мали	50	380/220, 220/127, 220, 127
Центральноафриканская Республика	50	380/220	Гренада (Наветренные острова)	50	40/230, 230	Мальта	50	415/240
Чад	50	380/220, 220	Гваделупа	50, 60	20 кВ, 380/220, 220	Манила	60	20 кВ, 6,24 кВ, 3,6 кВ, 240/120
Китай	50	380/220, 50 Гц	Гуам (Марианские острова)	60	13,8 кВ, 4 кВ, 480/277, 480, 240/120, 207/120	Мартиника	50	220/127, 127
Чили	50	380/220, 220	Гватемала	60	13,8 кВ, 240/120	Мавритания	50	380/220
Колумбия	60	13,2 кВ, 240/120, 120	Гайана	50	220/110	Маврикий	50	400/230, 230
Коста-Рика	60	240/120, 120	Гаити	60	380/220, 230/115, 230, 220, 115	Мексика	60	13,8 кВ, 13,2 кВ, 480/277, 220/127, 220/120

## Мировые параметры электроснабжения

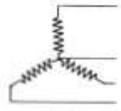
Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)	Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)	Страна	Частота (Гц)	Повсеместно принятое напряжение (В)
Монако	50	380/220, 220/127, 220, 127	Сабах	50	415/240, 240	Тунис	50	15 кВ, 10 кВ, 380/220, 220
Монсеррат	60	400/230, 230	Саравак (Вост. Малайзия)	50	415/240, 240	Турция	50	15 кВ, 6,3 кВ, 380/220, 220
Марокко	50	380/220, 220/127	Саудовская Аравия	60	380/220, 220/127, 127	Уганда	50	11 кВ, 415/240, 240
Мозамбик	50	380/220	Сенегал	50	220/127, 127	Соединенное Королевство	50	22 кВ, 11 кВ, 6,6 кВ, 3,3 кВ, 400/230, 380/220, 240, 230, 220
Маскат и Оман	50	415/240, 240	Сейшельские острова	50	415/240	Верхняя Вольта	50	380/220, 220
Наура	50	415/240	Сьерра-Леоне	50	11 кВ, 400/230, 230	Уругвай	50	15 кВ, 6 кВ, 220
Непал	50	11 кВ, 400/220, 220	Сингапур	50	22 кВ, 6,6 кВ, 400/230, 230	США	60	480/277, 208/120, 240/120
Нидерланды	50	10 кВ, 3 кВ, 400/230, 230	Сомалийская Республика	50	440/220, 220/110, 230, 220, 110	СССР	50	380/230, 220/127 и более высокое напряжение
Нидерландские Антильские Острова	50, 60	380/220, 230/115, 220/127, 208/120	Южная Африка	50, 25	11 кВ, 6,6 кВ, 3,3 кВ, 433/250, 380/220, 500, 220	Венесуэла	60	13,8 кВ, 12,47 кВ, 4,8 кВ, 4,16 кВ, 2,4 кВ, 240/120, 208/120
Новая Каледония	50	220	Южный Йемен (Аден)	50	400/230	Вьетнам (Респ-ка)	50	15 кВ, 380/220, 208/120, 220, 120
Новая Зеландия	50	11 кВ, 415/240, 400/230, 440, 240, 230	Испания	50	15 кВ, 11 кВ, 400/230, 230/127, 220, 127	Виргинские Острова (Соед. Кор-во)	60	208, 120
Никарагуа	60	13,2 кВ, 7,6 кВ, 240/120	Испанская Сахара	50	380/220, 110, 127	Виргинские Острова (США)	60	110/220
Нигер	50	380/220, 220	Шри-Ланка (Цейлон)	50	11 кВ, 400/230, 230	Западное Самоа	50	415/240
Нигерия	50	15 кВ, 11 кВ, 400/230, 380/220, 230, 220	Остров Святой Елены	50	11 кВ, 415/240	Йемен (Нар. Демокр. Республика)	50	440/250, 250
Норвегия	50	20 кВ, 10 кВ, 5 кВ, 400/230, 230	Сент-Китс и Невис, Ангилья	50	400/230, 230	Югославия	50	10 кВ, 6,6 кВ, 380/220, 220
Пакистан	50	400/230, 230	Сент-Люсия	50	11 кВ, 415/240, 240	Заир (Республика)	50	380/220, 220
Панама	60	12 кВ, 480/227, 240/120, 208/120	Сент-Винсент	50	3,3 кВ, 400/230, 230	Замбия	50	400/230, 230
Папуа-Новая Гвинея	50	22 кВ, 11 кВ, 415/240, 240	Судан	50	415/240, 240	Зимбабве	50	11 кВ, 390/225, 225
Парагвай	50	440/220, 380/220, 220	Суринам	50, 60	230/115, 220/127, 220/110, 127, 115			
Перу	60	10 кВ, 6 кВ, 225	Свазиленд	50	11 кВ, 400/230, 230			
Филиппины	60	13,8 кВ, 4,16 кВ, 2,4 кВ, 220/10	Швеция	50	20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 400/230, 230			
Польша	50	15 кВ, 6 кВ, 380/220, 220	Швейцария	50	16 кВ, 11 кВ, 6 кВ, 400/230, 230			
Португалия	50	15 кВ, 5 кВ, 400/230, 230	Сирийская Арабская Республика	50	380/220, 200/115, 220, 115			
Португ. Гвинея	50	380/220	Тайвань (Китайская Республика)	60	22,8 кВ, 11,4 кВ, 380/220, 220/110			
Пуэрто-Рико	60	8,32 кВ, 4,16 кВ, 480, 240/120	Танзания (Объединенная Республика)	50	11 кВ, 400/230			
Катар	50	415/240, 240	Таиланд	50	380/220, 220			
Реюньон	50	110/220	Того	50	20 кВ, 5,5 кВ, 380/220, 220			
Румыния	50	20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 380/220, 220	Тонга	60	11 кВ, 6,6 кВ, 415/240, 240, 210			
Руанда	50	15 кВ, 6,6 кВ, 380/220, 220	Тринидад и Тобаго	50	12 кВ, 400/230, 230/115			

## Питающее напряжение



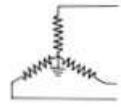
А. Трехфазная звезда:  
Четыре провода, заземленная нейтраль

50 Гц, 550/320, 440/254, 415/240, 346/200, 390/225, 200/115, 380/220  
50 Гц или 60 Гц, 440/230, 380/220, 220/127, 208/120  
Только 60 Гц, 460/265, 480/277



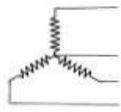
Б. Трехфазная звезда:  
Три провода

50 Гц, 380/220  
60 Гц, 220/127, 416/240



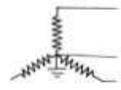
В. Трехфазная звезда:  
Три провода, заземленная нейтральная точка

60 Гц, 480/277



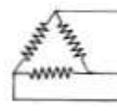
Г. Трехфазная звезда: четыре провода, незаземленная нейтраль

50 Гц, 380/220  
60 Гц, 208/120



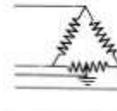
Д. Двухфазная звезда: три провода, заземленная нейтраль

50 Гц, 220/127, 380/220, 400/230, 415/240



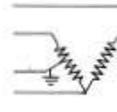
Е. Трехфазный треугольник: три провода

50 Гц, 220  
60 Гц, 230, 240, 480, 575



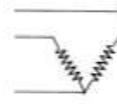
Ж. Трехфазный треугольник: четыре провода, заземленная средняя точка фазы

50 Гц, 220/110, 440/220  
50/60 Гц, 230/115,  
60 Гц, 240/120, 240/210,  
480/240



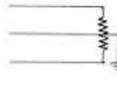
З. Открытый трехфазный треугольник: четыре провода, заземленная средняя точка фазы

50 Гц, 200/100, 230/115  
60 Гц, 210/105, 220/110,  
240/120



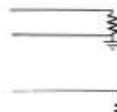
И. Открытый трехфазный треугольник: четыре провода, заземленное соединение фазы

50 Гц, 200



К. Одна фаза: три провода, заземленная средняя точка

50 или 60 Гц, 200/100,  
220/110, 230/115  
60 Гц, 210/105, 240/120



Л. Одна фаза: два провода, заземленный конец фазы

50 Гц, 20, 225, 250  
50 или 60 Гц, 100, 110,  
115, 120, 127, 220, 230,  
240



М. Одна фаза: два провода, заземленная нейтраль

60 Гц, 120

Линейное напряжение	Станд. 4-х проводная линия к нейтрали	Линейное напряжение	Станд. 4-х проводная линия к нейтрали
A-B	A-N	A-B	A-N
B-C	B-N	B-C	B-N
C-A	C-N	C-A	C-N
180	104	370	213
190	110	380	220
200	110	390	225
208	120	400	230
210	121	410	237
220	127	415	240
230	133	420	248
240	139	430	252
250	144	440	254
		450	260
340	196	460	266
350	202		
360	208	500	288

## Эквиваленты и формулы

### Эквиваленты

1 л.с. = 746 Вт	1 кВт = 1000 Вт
1 л.с. = 0,746 кВт	1 кВт = 1,3415 л.с.
1 л.с. = 33000 футов на фунт за минуту	1 кВт = 56,8 фута на фунт за минуту
Фут на фунт за минуту	
1 л.с. = 550 футов на фунт за минуту	1 кВт = 738 футов на фунт за минуту
1 л.с. = 2546 БТЕ/ч*	1 кВт = 3412 БТЕ/ч
1 л.с. = 42,4 БТЕ/мин	
1 БТЕ = 9340 дюймов на фунт	
1 БТЕ = 778,3 футов на фунт	1 фут на фунт = 0,001284 БТЕ
1 БТЕ = 0,0002930 кВт·ч	1 кВт·ч = 3413 БТЕ
1 БТЕ = 1,05506 кДж	
1 БТЕ/мин = 17,57 Вт	
1 БТЕ/мин = 0,0176 кВт	
1 БТЕ/мин = 0,0236 л.с.	
1 БТЕ/ч = 0,293 Вт	
1 фут на фунт = 1,35582 Н·м	
1 фут на фунт за секунду = 0,001355 кВт	
1 фут на фунт за секунду = 0,001818 л.с.	
1 терм = 100000 БТЕ	12000 БТЕ = 1 т охлаждения

Формулы для получения кВт, кВА (потребляемой мощности), реактивной мощности, ЭМ (эффективной мощности в л.с., тормозная л.с.) и А (силы тока)

Для получения:	Трехфазный переменный ток	Постоянный ток
Однофазный переменный ток		
$\text{кВт} = \frac{V_{\text{л-л}} \times A \times \text{КМ}}{1000}$	$\frac{\text{кВА} \times \text{КМ}}{1000}$	$\frac{V \times A}{1000}$
$\text{кВА} = \frac{V_{\text{л-л}} \times A}{1000}$	$\frac{V_{\text{л-л}} \times A \times 1,732}{1000}$	
$\text{ЭМ}_{\text{макс.}} = \frac{V_{\text{л-л}} \times A \times \sqrt{\text{КПД}_{\text{общ.}}} \times \text{КМ}}{746 \times 1000}$	$\frac{1,73 \times \sqrt{V_{\text{л-л}} \times A \times \text{КПД}_{\text{общ.}}} \times \text{КМ}}{746 \times 1000}$	$\frac{V \times A \times \text{КПД}_{\text{общ.}}}{746 \times 1000}$
$\text{ЭМ}_{\text{вх.}} = \frac{\text{кВт}}{746 \times 1000}$	$\frac{\text{кВт}}{746 \times 1000}$	
При известной эффективной мощности: $A = \frac{\text{ЭМ} \times 746 \times 1000}{V_{\text{л-л}} \times \text{КПД}_{\text{общ.}}} \times \text{КМ}$	$\frac{\text{ЭМ} \times 746 \times 1000}{1,73 \times V_{\text{л-л}} \times \text{КПД}_{\text{общ.}}} \times \text{КМ}$	$\frac{\text{ЭМ} \times 746 \times 1000}{V \times \text{КМ}}$
При известной мощности (кВт): $A = \frac{\text{кВт} \times 1000}{V_{\text{л-л}} \times \text{КМ}}$	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{V_{\text{л-л}} \times \text{КМ} \times 1,732}$	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{V}$
При известной потребляемой мощности (кВА): $A = \frac{\text{кВА} \times 1000}{V_{\text{л-л}}}$	$\frac{\text{кВА} \times 1000}{V_{\text{л-л}} \times 1,732}$	

### Формулы

Среднее эффективное тормозное давление (СЭТД)

$$\text{СЭТД} = \frac{792000 \times \text{ЭМ}}{\text{об./мин.} \times \text{РОКД}} \quad (\text{для 4-х тактового двигателя, РОКД – раб. объем в куб. дюймах})$$

Тормозная лошадиная сила (эфф. мощность)

$$\text{ГЛС} = \frac{\text{СЭТД} \times \text{РОКД} \times \text{об./мин.}}{792000} \quad (\text{для 4-х тактового двигателя})$$

Момент

$$\text{Момент(фут} \cdot \text{фунт)} = \frac{5250 \times \text{ГЛС}}{\text{об./мин.}}$$

Температура

$$T - \text{ра} (^{\circ}\text{C}) = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{1,8} \times F = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$$

Коэффициент мощности и потр. мощность

$$\text{КМ} = \frac{\text{кВт}}{\text{кВА}}, \quad \text{кВА} = \frac{\text{кВт}}{\text{КМ}}$$

Прочие

Реактивная мощность (кВА)

$$\sqrt{\text{кВА}^2 - \text{кВт}^2}$$

Частота (Гц)

$$(\text{№ полюсов} \times \text{об./мин.}) / 120$$

Л.с.

$$\text{кВт} / (0,746 \times \text{КПД}_{\text{общ.}})$$

Во всех формулах:

- кВт = мощность
- $V_{\text{л-л}}$  = напряжение между линиями
- A = сила тока в линии
- КМ = коэффициент мощности
- Гц = частота
- Л.с. = лошадиная сила
- $V_{\text{л-л}}$  = напряжение между линией и нейтралью
- V = напряжение

\* Британская тепловая единица. – Прим. пер.

Формулы для определения А, л.с., кВт и кВА  
Переменный ток

		Постоянный ток	Одна фаза, 4 провода	Две фазы, 4 провода	Три фазы, 4 провода	I = сила тока (А) E = напряжение (В) КПД = ед. КПД кВт = мощность KM = коэф. мощности кВА = кВА л.с. = лошадиная сила  Примечание: КПД варьирует от примерно 85 % при 25 кВА до 93 % при 1000 кВА. Обычно чем больше генератор тем выше его КПД. Коэф. мощности в обычных условиях принимается равным 0,85
Чтобы получить	А при изв. л.с.	$\frac{\text{л.с.} \times 746}{E \times \text{КПД}_{\text{отн}}}$	$\frac{\text{л.с.} \times 746}{E \times \text{КПД}_{\text{отн}} \times \text{KM}}$	$\frac{\text{л.с.} \times 746}{2 \times E \times \text{КПД}_{\text{отн}} \times \text{KM}}$	$\frac{\text{л.с.} \times 746}{1,73 \times E \times \text{КПД}_{\text{отн}} \times \text{KM}}$	
	А при изв. кВт	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{E}$	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{E \times \text{KM}}$	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{2 \times E \times \text{KM}}$	$\frac{\text{кВт} \times 1000}{1,73 \times E \times \text{KM}}$	
	А при изв. кВА		$\frac{\text{кВА} \times 1000}{E}$	$\frac{\text{кВА} \times 1000}{2 \times E}$	$\frac{\text{кВА} \times 1000}{1,73 \times E}$	
	кВт	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times \text{KM}}{1000}$	$\frac{I \times 2 \times E \times \text{KM}}{1000}$	$\frac{I \times 1,73 \times E \times \text{KM}}{1000}$	
	кВА		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1,73}{1000}$	
	л.с.	$\frac{I \times E \times \text{КПД}}{746}$	$\frac{I \times E \times \text{КПД} \times \text{KM}}{746}$	$\frac{I \times E \times 2 \times \text{КПД} \times \text{KM}}{746}$	$\frac{I \times E \times 1,73 \times \text{КПД} \times \text{KM}}{746}$	

Таблицы пересчета

САНТИМЕТРЫ - ДЮЙМЫ				МЕТРЫ - ФУТЫ				КВ. САНТИМЕТРЫ – КВ. ДЮЙМЫ									
СМ	ДЮЙМЫ	СМ	ДЮЙМЫ	МЕТРЫ	ФУТЫ	МЕТРЫ	ФУТЫ	СМ <sup>2</sup>	ДЮЙМЫ <sup>2</sup>	СМ <sup>2</sup>	ДЮЙМЫ <sup>2</sup>						
2,54	1	0,3937	129,54	51	20,0787	0,3048	1	3,28084	15,5448	51	167,323	6,452	1	0,155	329,032	51	79,05
5,08	2	0,7874	132,08	52	20,4724	0,6096	2	6,562	15,8496	52	170,604	12,903	2	0,310	335,483	52	80,60
7,62	3	1,1811	134,62	53	20,8661	0,9144	3	9,843	16,1544	53	173,884	19,355	3	0,465	341,935	53	82,15
10,16	4	1,5748	137,16	54	21,2598	1,2192	4	13,123	16,4592	54	177,165	25,806	4	0,620	348,386	54	83,70
12,70	5	1,9685	139,70	55	21,6535	1,5240	5	16,404	16,7640	55	180,446	32,258	5	0,775	354,838	55	85,25
15,24	6	2,3622	142,24	56	22,0472	1,8288	6	19,685	17,0688	56	183,727	38,710	6	0,930	361,290	56	86,80
17,78	7	2,7559	144,78	57	22,4409	2,1336	7	22,966	17,3736	57	187,008	45,161	7	1,085	367,741	57	88,35
20,32	8	3,1496	147,32	58	22,8346	2,4384	8	26,247	17,6784	58	190,289	51,613	8	1,240	374,193	58	89,90
22,86	9	3,5433	149,86	59	23,2283	2,7432	9	29,528	17,9832	59	193,570	58,064	9	1,395	380,644	59	91,45
25,40	10	3,9370	152,40	60	23,6220	3,0480	10	32,808	18,2880	60	196,850	64,516	10	1,550	387,096	60	93,00
27,94	11	4,3307	154,94	61	24,0157	3,3528	11	36,089	18,5928	61	200,131	70,968	11	1,705	393,548	61	94,55
30,48	12	4,7244	157,48	62	24,4094	3,6576	12	39,370	18,8976	62	203,412	77,419	12	1,860	399,999	62	96,10
33,02	13	5,1181	160,02	63	24,8031	3,9624	13	42,651	19,2024	63	206,693	83,871	13	2,015	406,451	63	97,65
35,56	14	5,5118	162,56	64	25,1969	4,2672	14	45,932	19,5072	64	209,974	90,322	14	2,170	412,902	64	99,20
38,10	15	5,9055	165,10	65	25,5906	4,5720	15	49,213	19,8120	65	213,255	96,774	15	2,325	419,354	65	10,075
40,64	16	6,2992	167,64	66	25,9843	4,8768	16	52,493	20,1168	66	216,535	103,226	16	2,480	425,806	66	10,230
43,18	17	6,6929	170,18	67	26,3780	5,1816	17	55,774	20,4216	67	219,816	109,677	17	2,635	432,257	67	10,385
45,72	18	7,0866	172,72	68	26,7717	5,4864	18	59,055	20,7264	68	223,097	116,129	18	2,790	438,709	68	10,540
48,26	19	7,4803	175,26	69	27,1654	5,7912	19	62,336	21,0312	69	226,378	122,580	19	2,945	445,160	69	10,695
50,80	20	7,8740	177,80	70	27,5591	6,0960	20	65,617	21,3360	70	229,659	129,032	20	3,100	451,612	70	10,850
53,34	21	8,2677	180,34	71	27,9528	6,4008	21	68,898	21,6408	71	232,940	135,484	21	3,255	458,064	71	11,005
55,88	22	8,6614	182,88	72	28,3465	6,7056	22	72,178	21,9456	72	236,220	141,935	22	3,410	464,515	72	11,160
58,42	23	9,0551	185,42	73	28,7402	7,0104	23	75,459	22,2504	73	239,501	148,387	23	3,565	470,967	73	11,315
60,96	24	9,4488	187,96	74	29,1339	7,3152	24	78,740	22,5552	74	242,782	154,838	24	3,720	477,418	74	11,470
63,50	25	9,8425	190,50	75	29,5276	7,6200	25	82,021	22,8600	75	246,063	161,290	25	3,875	483,870	75	11,625
66,04	26	10,2362	193,04	76	29,9213	7,9248	26	85,302	23,1648	76	249,344	167,742	26	4,030	490,322	76	11,780
68,58	27	10,6299	195,58	77	30,3150	8,2296	27	88,583	23,4696	77	252,625	174,193	27	4,185	496,773	77	11,935
71,12	28	11,0236	198,12	78	30,7087	8,5344	28	91,863	23,7744	78	255,906	180,645	28	4,340	503,225	78	12,090
73,66	29	11,4173	200,66	79	31,1024	8,8392	29	95,144	24,0792	79	259,186	187,096	29	4,495	509,676	79	12,245
76,20	30	11,8110	203,20	80	31,4961	9,1440	30	98,425	24,3840	80	262,467	193,548	30	4,650	516,128	80	12,400
78,74	31	12,2047	205,74	81	31,8898	9,4488	31	101,706	24,6888	81	265,748	200,000	31	4,805	522,579	81	12,555
81,28	32	12,5984	208,28	82	32,2835	9,7536	32	104,987	24,9936	82	269,029	206,451	32	4,960	529,031	82	12,710
83,82	33	12,9921	210,82	83	32,6772	10,0584	33	108,268	25,2984	83	272,310	212,903	33	5,115	535,483	83	12,865
86,36	34	13,3858	213,36	84	33,0709	10,3632	34	111,549	25,6032	84	275,591	219,354	34	5,270	541,934	84	13,020
88,90	35	13,7795	215,90	85	33,4646	10,6680	35	114,829	25,9080	85	278,871	225,806	35	5,425	548,386	85	13,175
91,44	36	14,1732	218,44	86	33,8583	10,9728	36	118,110	26,2128	86	282,152	232,258	36	5,580	554,838	86	13,330
93,98	37	14,5669	220,98	87	34,2520	11,2776	37	121,391	26,5176	87	285,433	238,709	37	5,735	561,289	87	13,485
96,52	38	14,9606	223,52	88	34,6457	11,5824	38	124,672	26,8224	88	288,714	245,161	38	5,890	567,741	88	13,640
99,06	39	15,3543	226,06	89	35,0394	11,8872	39	127,953	27,1272	89	291,995	251,612	39	6,045	574,193	89	13,795
102,60	40	15,7480	228,60	90	35,4331	12,1920	40	131,234	27,4320	90	295,276	258,064	40	6,200	580,644	90	13,950
104,14	41	16,1417	231,14	91	35,8268	12,4968	41	134,514	27,7368	91	298,556	264,516	41	6,355	587,096	91	14,105
106,68	42	16,5354	233,68	92	36,2205	12,8016	42	137,795	28,0416	92	301,837	270,967	42	6,510	593,548	92	14,260
109,22	43	16,9291	236,22	93	36,6142	13,1064	43	141,076	28,3464	93	305,118	277,419	43	6,665	599,999	93	14,415
111,76	44	17,3228	238,76	94	37,0079	13,4112	44	144,357	28,6512	94	308,399	283,870	44	6,820	606,450	94	14,570
114,30	45	17,7165	241,30	95	37,4016	13,7160	45	147,638	28,9560	95	311,680	290,322	45	6,975	612,902	95	14,725
116,84	46	18,1102	243,84	96	37,7953	14,0208	46	150,919	29,2608	96	314,961	296,774	46	7,130	619,354	96	14,880
119,38	47	18,5039	246,38	97	38,1890	14,3256	47	154,199	29,5656	97	318,241	303,225	47	7,285	625,806	97	15,035
121,92	48	18,8976	248,92	98	38,5827	14,6304	48	157,480	29,8704	98	321,522	309,677	48	7,440	632,257	98	15,190
124,46	49	19,2913	251,46	99	38,9764	14,9352	49	160,761	30,1752	99	324,803	316,128	49	7,595	638,708	99	15,345
127,00	50	19,6850	254,00	100	39,3701	15,2400	50	164,042	30,4800	100	328,084	322,580	50	7,750	645,160	100	15,500

Чтобы пересчитать	В	Нужно умножить на	Чтобы пересчитать	В	Нужно умножить на
Акры	Гектары (10000 м <sup>2</sup> )	0,4047	Килограммы	Фунты (вес)	2,2046
Акры	Кв. футы	43560	Килограммы на кв. метр	Граммы на кв. см.	0,1
Акры	Кв. метры	4047	Килограммы на кв. метр	Фунты на кв. дюйм (вес)	0,001422
Акры	Кв. мили	0,001562	Килограммы на кв. метр	Фунты на кв. фут (вес)	0,2048
Ампер-витки	Гильберты	1,257	Килограммы на куб. метр	Фунты на куб. дюйм (вес)	0,036×10 <sup>-3</sup>
Атмосферы	Дюймы вод. ст. при 4 °С	406,8	Килограммы на куб. метр	Фунты на куб. фут (вес)	0,06243
Атмосферы	Дюймы рт. ст. при 0 °С	29,92	Киловатт-часы	Джоули	3,6×10 <sup>-6</sup>
Атмосферы	Килограммы на кв. м	10330	Киловатт-часы	Килограммометры	367100
Атмосферы	Ньютоны на кв.м	101,320	Литры	Куб. сантиметры	1000
Атмосферы	Фунты на кв. дюйм	14,7	Литры	Куб. футы	0,03532
БТЕ	Джоули	1054,8	Литры	Куб. дюймы	61,03
БТЕ/мин.	Ватты	17,57	Литры	Куб. метры	0,001
Градусы Цельсия	Градусы Фаренгейта	(С×1,8)+32°	Литры	Галлоны (брит)	0,2199
Сантиметры	Футы	0,03281	Литры	Пинты	1,759
Сантиметры	Дюймы	0,3937	Метры	Сантиметры	100
Сантиметры	Метры	0,01	Метры	Дюймы	39,37
Круговые мили	Кв. сантиметры	5,067×10 <sup>-6</sup>	Метры	Футы	3,281
Круговые мили	Кв. дюймы	0,785×10 <sup>-6</sup>	Метры	Ярды	1,0936
Куб. сантиметры	Куб. футы	35,31×10 <sup>-6</sup>	Микробары (дин / кв. см.)	Ньютоны на кв. метр	0,1
Куб. сантиметры	Куб. дюймы	0,06102	Микробары	Фунты на кв. фут	0,00209
Куб. сантиметры	Куб. метры	1×10 <sup>-6</sup>	Микробары	Фунты на кв. дюйм	0,0145×10 <sup>-3</sup>
Куб. футы	Куб. сантиметры	28320	Мили (морские)	Футы	6080
Куб. футы	Куб. дюймы	1728	Мили (англ.)	Футы	5280
Куб. футы	Куб. метры	0,02832	Мили	Километры	1,6093
Куб. футы	Литры	28,32	Мили в час	Футы в минуту	88
Куб. футы в минуту	Куб. метры в час	1,698	Мили в час	Километры в час	1,6093
Куб. футы в минуту	Литры в секунду	0,4717	Мили в час	Метры в секунду	0,44704
Куб. дюймы	Куб. сантиметры	16,387	Миллиметры	Дюймы	0,03937
Куб. дюймы	Куб. футы	0,5787×10 <sup>-3</sup>	Мм. вод. ст. при 4 °С	Дюймы вод. ст. при 4 °С	0,03937
Куб. дюймы	Куб. метры	0,0164×10 <sup>-3</sup>	Мм. вод. ст. при 4 °С	Ньютоны на кв. метр	9,807
Куб. дюймы	Куб. сантиметры	1000000	Мм. вод. ст. при 4 °С	Паскалы	9,807
Куб. метры	Куб. футы	35,31	Ньютоны	Дины	100000
Куб. метры	Куб. дюймы	61020	Ньютоны	Килограммы	0,1020
Куб. метры	Куб. ярды	1,308	Ньютоны	Фунты	0,2248
Куб. ярды	Куб. метры	0,7646	Ньютоны на кв. метр	Дины на кв. см.	10
Градусы (угл.)	Радианы	0,01745	Ньютоны на кв. метр	Фунты на кв. фут (силы)	0,020884
Дины	Фунты (силы)	2,248×10 <sup>-6</sup>	Ньютоны на кв. метр	Фунты на кв. дюйм	0,000145
Дины	Паундали (силы)	72,33×10 <sup>-6</sup>	Фунты (вес)	Граммы	453,6
Дины	Ньютоны	10×10 <sup>-6</sup>	Фунты	Килограммы	0,4536
Дины на кв. см.	Ньютоны на кв. м.	0,1	Фунты (силы)	Ньютоны	4,448
Дины на кв. см.	Фунты на кв. фут (силы)	0,00209	Фунты воды	Куб. футы	0,01602
Эрги	Футо-фунты (силы)	0,0737×10 <sup>-6</sup>	Фунты воды	Галлоны	0,0997
Эрги	Джоули	0,10×10 <sup>-6</sup>	Фунты на куб. фут (вес)	Килограммы на куб. метр	16,02
Эрги в сек	Футо-фунты в секунду	0,0737×10 <sup>-6</sup>	Фунты на куб. дюйм	Фунты на куб. фут	1728
Эрги в сек	Ватты	0,10×10 <sup>-6</sup>	Фунты на кв. фут	Граммы на кв. см.	0,4882
Эрги в сек на кв. см.	Футо-фунты в сек. / кв. фут	68,47×10 <sup>-6</sup>	Фунты на кв. фут	Килограммы на кв. метр	4,882
Эрги в сек на кв. см.	Ватты на кв. метр	1×10 <sup>-3</sup>	Фунты на кв. фут (силы)	Ньютоны на кв. метр	47,85
Градусы Фаренгейта	Градусы Цельсия	(F-32)×0,555	Фунты на кв. фут	Фунты на кв. фут (силы)	0,006944
Фатомы	Футы	6	Фунты на кв. дюйм (вес)	Килограммы на кв. метр	703,1
Футы	Сантиметры	30,48	Фунты на кв. дюйм (силы)	Ньютоны на кв. метр	6894
Футы	Метры	0,3048	Фунты на кв. дюйм (силы)	Фунты на кв. фут (силы)	144
Футы в минуту	Метры в секунду	0,00508	Паундали (силы)	Дины	13830
Футы вод. ст. при 4 °С	Дюймы рт. ст. при 0 °С	0,8826	Паундали	Фунты (силы)	0,031
Футы вод. ст. при 4 °С	Килограммы на кв. метр	304,8	Паундали	Ньютоны	0,1382
Футы вод. ст. при 4 °С	Ньютоны на кв. метр	2989	Рейлы	Рейлы МКС	10
Футы вод. ст. при 4 °С	Фунты на кв. фут	62,43	Кв. сантиметры	Кв. дюймы	0,1550
Футы вод. ст. при 4 °С	Фунты на кв. дюйм	0,4335	Кв. футы	Кв. дюймы	144
Футо-фунты	Килограммометры	0,1383	Кв. футы	Кв. метры	0,0929
Галлоны (брит.)	Куб. метры	0,003785	Кв. футы	Кв. ярды	9
Галлоны (брит.)	Галлоны (США)	1,201	Кв. метры	Кв. футы	10,764
Галлоны (брит.)	Литры	4,545	Кв. метры	Кв. дюймы	1550
Гауссы	Линии на кв. дюйм	6,452	Кв. метры	Кв. ярды	1,196
Гауссы	Веберы на кв. метр	0,0001	Кв. мили	Акры	640
Гильберты	Ампер-витки	0,7958	Кв. мили	Кв. километры	2,590
Граммы	Дины	980,7	Тонны (2240)	Тонны (1000 кг)	1,016
Граммы	Унции (весовые)	0,03527	Давление вод. столба (дюйм)	Ньютоны на кв. метр	249
Граммы	Фунты (весовые)	0,002205	Давление вод. столба (мм)	Ньютоны на кв. метр	9,807
Граммы на кв. см.	Фунты на кв. фут	2,0481	Ватты	Эрги в секунду	100×10 <sup>6</sup>
Лошадиные силы	Футо-фунты в минуту	33000	Ватты	Футо-фунты в минуту	44,26
Лошадиные силы	Киловатты	0,746	Ватты	Лошадиные силы	0,001341
Лошадиные силы	Килокалории в минуту	10,69	Ватты	Килокалории в минуту	0,01433
Дюймы	Сантиметры	2,54	Ватты на кв. метр	Ватты на кв. см.	0,1×10 <sup>-3</sup>
Дюймы	Метры	0,0254	Веберы на кв. метр	Гауссы	10×10 <sup>3</sup>
Дюймы вод. ст. при 4 °С	Килограммы на кв. метр	25,4			
Дюймы вод. ст. при 4 °С	Фунты на кв. фут	5,202			
Джоули	Футо-фунты	0,7376			
Джоули	Эрги	10×10 <sup>6</sup>			
Килокалорий	Килограммометры	426,9			
Килограммы	Граммы	1000			

## ТОК ПОЛНОЙ НАГРУЗКИ ТРЕХФАЗНЫХ АГРЕГАТОВ

Стандартные трехфазные напряжения и КМ = 0,8

		АМПЕРЫ								
НАПРЯЖЕНИЕ		550/	440/254	415/240	400/230	380/220	346/200	220/127	208/120	190/110
кВА при КМ = 0,8	1	1,0	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	2,6	2,8	3,0
	2	2,1	2,6	2,7	2,8	3,0	3,3	5,2	5,6	6,0
	3	3,1	3,9	4,1	4,3	4,5	5,0	7,8	8,4	9,1
	4	4,2	5,3	5,5	5,7	6,0	6,7	10,5	11,0	12,1
	5	5,2	6,6	6,9	7,2	7,6	8,3	14,0	14,0	15,1
	6	6,3	7,9	8,3	8,6	9,1	10,0	15,8	16,7	18,2
	7	7,3	9,2	9,7	10,1	10,6	11,7	18,4	19,5	21,2
	8	8,4	10,5	11,1	11,6	12,1	13,3	21	22,3	24,3
	9	9,4	11,8	12,5	13	13,6	15,2	23,6	25	27,4
	10	10,5	13	13,9	14	15	16,7	26	28	30
	15	16	20	20,8	21	22,7	25,0	39	42	45
	20	21	26	27,8	29	30	33,4	52	55	60
	25	26	33	34,7	36	38	41,7	66	69	76
	30	32	39	41,7	43	45	50,0	78	83	91
	35	37	46	49	50	53	58,5	92	98	106
	40	42	53	55	57	60	66,8	105	111	122
	45	47	59	62	65	68	75,2	118	124	137
	50	52	66	69	72	76	83,5	131	138	152
	55	58	72	76	79	83	91,8	144	152	167
	60	63	79	83	86	91	100	157	166	183
	65	68	85	90	93	98	108	170	180	198
	70	73	92	97	101	106	116	184	194	213
	75	79	98	104	108	114	125	197	208	228
	80	84	105	111	115	121	133,6	210	222	243
	85	89	112	118	123	129	141	223	236	258
	90	95	118	125	130	136	150	236	250	274
	95	100	125	132	137	144	158	250	264	289
	100	105	131	139	144	152	167,0	262	278	304
	105	110	138	146	152	159	175	276	292	319
	110	116	144	153	159	167	184	288	305	334
	115	121	151	159	166	175	192	302	319	350
	120	126	158	166	173	182	200	315	333	364
	125	131	164	174	181	190	208	328	347	380
	130	136	171	180	188	197	217	341	361	395
	135	142	177	187	195	205	225	355	375	410
140	147	184	194	202	212	233	367	389	425	
145	152	190	201	209	220	242	380	403	441	
150	157	197	208	217	228	250	394	416	456	
155	163	203	215	224	235	258	407	430	471	
160	168	210	222	231	243	266	420	444	487	
165	173	217	229	238	250	275	433	458	502	
170	179	223	236	246	258	283	446	472	516	
175	184	230	243	253	266	291	459	486	531	
180	189	236	250	260	273	300	472	500	547	
185	195	243	257	267	281	308	486	514	562	
190	200	250	264	274	289	316	500	528	578	
195	205	256	271	281	296	324	512	542	593	
200	210	263	278	289	304	334	525	555	608	
205	215	269	285	296	310	342	538	569	623	
210	221	275	292	303	319	350	551	583	638	
215	226	282	299	311	327	359	565	597	654	
220	231	289	306	318	335	367	577	611	668	
225	236	296	313	325	342	375	590	625	684	
230	242	302	319	332	350	384	604	638	700	
235	247	308	326	339	359	392	616	652	715	
240	252	315	333	347	365	400	630	666	730	
245	259	322	340	354	372	409	643	680	745	
250	263	328	347	361	379	493	656	694	760	
300	315	394	417	434	456	501	787	833	912	
400	420	525	556	578	608	668	1050	1110	1215	
500	525	656	695	722	760	835	1312	1389	1520	
600	630	787	834	866	912	1002	1575	1665	1823	
700	735	919	974	1010	1064	1169	1837	1943	2127	
750	787	984	1043	1083	1140	1252	1968	2082	2279	

## ТОК ПОЛНОЙ НАГРУЗКИ ОДНОФАЗНЫХ АГРЕГАТОВ

Стандартные однофазные напряжения

		АМПЕРЫ					
НАПРЯЖЕНИЕ		240	220	200	120	110	100
кВА при КМ = 0,8	5	21	23	25	42	45	50
	10	42	45	50	84	91	100
	15	63	68	75	125	136	150
	20	83	91	10	166	182	200
	25	104	114	125	208	227	250
	30	125	136	150	250	272	300
	35	146	159	175	292	318	350
	40	167	182	200	334	364	400
	45	188	205	225	375	409	450
	50	208	227	250	417	454	500
	55	229	250	275	458	500	550
	60	250	273	300	500	546	600
	65	271	295	325	542	591	650
	70	292	318	350	584	636	700
	75	313	341	375	625	682	750
	80	333	364	400	666	727	800
	85	354	386	425	709	772	850
	90	375	409	450	750	818	900
	95	396	432	475	792	864	950
	100	417	455	500	834	909	1000
	105	438	477	525	875	954	1050
	110	458	500	550	916	1000	1100
	115	479	523	575	958	1046	1150
	120	500	546	600	1000	1091	1200
	130	542	591	650	1083	1182	1300
	135	563	614	675	1125	1227	1350
	140	583	636	700	1166	1272	1400
	145	604	659	725	1209	1318	1450
	150	625	682	750	1250	1364	1500
	155	646	704	775	1292	1409	1550
	160	667	727	800	1334	1454	1600
	165	688	750	825	1375	150	1650
	170	708	773	850	1417	1545	1700
	175	729	795	875	1458	1590	1750
	180	750	818	900	1500	1636	1800
	185	771	841	925	1542	1682	1850
	190	791	864	950	1583	1728	1900
	195	812	886	975	1625	1772	1950
	200	833	909	1000	1666	1818	2000
	205	854	931	1025	1708	1863	2050
	210	875	954	1050	1750	1909	2100
	215	896	977	1075	1791	1954	2150
	220	917	1000	1100	1833	2000	2200
	225	937	1023	1125	1875	2046	2250
	230	958	1045	1150	1917	2091	2300
	235	979	1068	1175	1958	2136	2350
	240	1000	1091	1200	2000	2181	2400
	245	1021	1114	1225	2042	2227	2450
	250	1042	1136	1250	2082	2272	2500

## Вопросник по установке генераторных агрегатов

С целью точной оценки потребности в материалах, технической стороны и стоимости любой установки крайне важно, чтобы перед вступлением в контакт с поставщиком были собраны все доступные сведения о генераторе, его расположении и необходимом пространстве / помещении. Такая услуга может также быть предоставлена Вашим локальным дилером компании Cummins.

Проект .....  
 Заказчик (Конечный пользователь) .....  
 Адрес строительной площадки .....  
 Консультант .....  
 Адрес .....  
 Телефон .....  
 План местности № .....  
 Архитектор .....

### СВЕДЕНИЯ О ГЕНЕРАТОРНОМ АГРЕГАТЕ

Модель ..... кВА (потребляемая мощность) .....  
 KM ..... кВт (мощность) .....  
 Напряжение ..... Фазность .....  
 Частота ..... Двигатель .....  
 Генератор переменного тока ..... Система управления .....  
 Номер ..... Размер помещения .....

Расположение агрегата(ов) .....

по возможности укажите на плане местности

Панели управления  встроенные  отдельно расположенные  
 Размещение отдельно расположенной панели управления .....  
 Запуск двигателя  ДА  НЕТ  
 Зарядка ИБП  ДА  НЕТ  
 Управление лифтами  ДА  НЕТ  
 Основной топливный резервуар  ДА  НЕТ  
 Прямая подача из наливного бака  ДА  НЕТ

Размещение наливного бака .....

### СОСТОЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Краткое описание условий работы на строительной площадке, включая график установки оборудования ...

Тип крана .....  
 Расстояние от места установки крана до места установки оборудования .....  
 Имеется ли площадка с твердым покрытием для установки крана ДА  НЕТ   
 Тип транспорта .....  
 Участие полиции ДА  НЕТ  Перекрытие дорог ДА  НЕТ

Доступ (препятствия, ограничения, др.)

Установка агрегата  В подвале   На уровне земли   
 На среднем уровне   На крыше   
 Необходимость демонтажа агрегата  ДА   НЕТ   
 На цокольных балках   На стальных балках прямоуг. сечения   На полу

Специальные требования к доступу .....

Радиатор  40 °C   Удаленный  50 °C   Прочий   
 Тип радиатора Встроенный   Удаленный   
 Расположение удаленного радиатора относительно агрегата и панели управления .....

### ВЫХЛОПНАЯ СИСТЕМА

Какой дымоотвод предполагается использовать: Стальной  Из нержавеющей стали с двойными стенками

Общая длина выхлопной линии: Гориз. .... Верт. .... метров/футов

Количество изгибов .....

Тип глушителей:  Встроенный   Акустические   Прочие   
 Роликовый   Фиксированный   Пружинный   
 ГЖК   Смешанный   
 Соединения труб:  Фланцевые   Сварные встык

Установка встроенного глушителя:

Напольная   Настенная   Потолочная

Установка акустического глушителя:

Напольная   Настенная   Потолочная

Выветривание выхлопных газов:

Через крышу   Через стену

Окончание выхлопной линии:

Выхлопная труба   Зонт

Покрытие трубопровода:

Сурик   Черная эпоксидная краска

Доступ к месту установки трубопровода:

Хороший   Плохой   Требуются леса

Возможность проведения сварки:

ДА   НЕТ

Тип изоляции:

Минеральная вата   Другой

Толщина изоляции:

50 мм   75 мм   Другая

Тип оболочки:

Алюминий 22 БСП   Нержавеющая сталь   Другой

Длина трубопровода, покрываемого оболочкой и изоляцией ..... метров/футов

Тип глушителя, покрываемого оболочкой и изоляцией

Встроенный   Акустический

### КАБЕЛИ

Тип силовых кабелей: ПВХ - Арм. ст. проволокой - ПВХ  Хлорсульфированный ПЭ / этиленпропиленовый каучук  Шина  Огнеустойчивый кабель

Строительная длина кабельной линии от агрегата до панели управления ..... метров/футов

Тип кабелей управления ПВХ - Арм. ст. проволокой - ПВХ  ПВХ  Огнеустойчивый кабель

Размер силовых кабелей .....

Количество на фазу .....

Размер нейтрального кабеля, то есть  100 %   200 %   Другой

Прокладка силовых и контрольных кабелей  В кабель- канале   В желобе   На зажимах

Перепуск силовых и контрольных кабелей  По стене   По полу   В канавке

Вход кабеля в панель управления  Сверху   Снизу   Сбоку

Расположение низковольтной аккумуляторной батареи .....

Прочие контрольные кабели:

Питающий кабель наружной сети ..... метров/футов

Тип кабеля ..... метров/футов

Строительная длина кабельной линии ..... метров/футов

## ВОДА

Длина трубопровода между радиатором и двигателем ..... метров/футов  
 Длина трубопровода между разделительным резервуаром и радиатором ..... метров/футов  
 Необходимость установки разделительного резервуара:  ДА  НЕТ

Подсоединение трубопровода: Резьбовое  Сварное   
 Трубопровод: Оцинкованный  Стальной

## ТОПЛИВО

Тип наливной цистерны Цилиндрическая  Прямоугольная  С двойной обшивкой  С защитой от утечек

Емкость наливной цистерны ..... литров  
 Стандартные распорки  Дополнительные распорки

Расположение наливной цистерны по отношению к агрегату ..... (высота над землей или глубина погружения и т.д.)

Доступ для опорожнения .....

Строительная длина трубопровода между наливной цистерной и топливным баком

Линия подачи Линия возврата ..... метров/футов

Рабочая атмосфера  Удаленное выходное отверстие  Длина линии .....  
 Трубопровод: Надземный  Подземный

Необходимость заключения трубопровода в оболочку: ДА  НЕТ

Труба: С подогревом  Denso

Требуемый тип узла заполнения Корпусной  Вентиль, крышка и цепь

Строительная длина трубопровода между узлом заполнения ..... метров/футов

Необходимость установки устройства сигнализации заполнения и поплавкового выключателя в цистерне ДА  НЕТ

Трубы Толщина стенки ..... Однослойная  Двухслойная

Если двухслойная: на всем протяжении трубы  или на участке .....

Опоры / фиксаторы трубопровода .....

Тип указателя уровня в наливной цистерне: Гидростатический  Электронный  Механический

Положение указателя уровня: Отдельно  На агрегате

Расстояние от наливной цистерны ..... метров/футов

Положение рабочего бака: Отдельно  На агрегате

Необходимость переливного резервуара ДА  НЕТ

При отдельно расположенном баке – строительная длина трубопровода до двигателя ..... метров/футов

Автоматическая система перекачки топлива ДА  НЕТ

Дуплекс ДА  НЕТ

Необходимость установки электромагнитного клапана ДА  НЕТ

Место установки .....

Если насос устанавливается отдельно от резервуара – указать место установки .....

Необходимость установки пожарного клапана: ДА  НЕТ

MERC (компонент, повышающий мобильность): ДА  НЕТ

MKOB  SQR  Батарейный блок

Необходимость установки сигнализации других видов .....

Сбросной клапан

## ШУМОПОГЛОЩЕНИЕ

Требуемый уровень шума ..... дБ(А)

На каком расстоянии ..... метров/футов

Положение делителя входящего потока Низкий уровень  Высокий уровень

Положение делителя исходящего потока Низкий уровень  Высокий уровень

Количество акустических заслонок .....

Тип: Одинарные  Двойные

Необходимость установки гасителей вибрации ДА  НЕТ

Акустические жалюзи ДА  НЕТ

Необходимость контроля уровня шума ДА  НЕТ

Звукопоглощающий слой ДА  НЕТ

Контейнер  Наброшено сверху  Внутренняя установка

Круговое  Тугая посадка  Тип ЕС

Чистовая покраска ..... Шкала цветов RAL / BS4800 .....

## КАНАЛИЗАЦИЯ

Длина выпускного канала ..... метров/футов

Количество изгибов .....

Длина выпускного канала ..... метров/футов

Количество изгибов .....

Выпускной канал: Напольный  Настенный  За потолком

Выпускной канал: Напольный  Настенный  За потолком

Пламегаситель во выпускном канале ДА  НЕТ

Пламегаситель в выпускном канале ДА  НЕТ

## ЖАЛЮЗИ

Выпускные жалюзи  Выпускные жалюзи

Тип: Фиксированные ламели  Под действием силы тяжести  Механизированные

Расположение выпуска жалюзи Наружное  Внутреннее

Расположение выпуска жалюзи Наружное  Внутреннее

Окраска жалюзи .....

При наличии привода: Пружина разомкнута / мотор замкнут  Мотор разомкнут / пружина замкнута

Питание мотора 24 В постоянного напряжения  240 В переменного напряжения

Поддержание питания От прочих источников  От аккумуляторной батареи генераторного агрегата

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Расстояние от генераторного агрегата / соединения ..... метров/футов

Батарея нагрузки  Резистивная  Реактивная

Уровень земли  Крыша  Другой

Работа по выходным

Внеурочная работа

Урочная работа

Предполагаемая длительность эксплуатации 2 дня  3-5 дней  1-2 недели  3-4 недели  5-6 недель

Первая заливка смазочного масла ДА  НЕТ  ..... литров

Первая заправка топливом  Количество  ..... литров

Антифриз  ДА  НЕТ

Необходимость заключения договора на техобслуживание ДА  НЕТ

Необходимость выполнения общестроительных работ ДА  НЕТ

Длина агрегата, мм .....

Ширина, мм .....

Высота, мм .....

Масса, кг .....

## УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ

AMF-контроллер для 1 агрегата  AMF-контроллер для 2 и более агрегатов  AMF-контроллер для 2 агрегатов параллельно

AMF-контроллер для 2 и более агрегатов параллельно  Параллельно с агрегатом

## ЧЕРТЕЖИ

Агрегатная  Строения / гражданские строения  Схема топливной системы  Прочие

СОСТАВЛЕНО:

ДАТА:

ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ			
Жидкость	Фунтов на брит. галлон	Кг на литр	Удельный вес
Вода	10,00	1,00	1,000
Смазочное масло (SAE70)	9,00	0,92	0,916
Дизельное топливо	8,50	0,86	0,855
Керосин	8,00	0,80	0,8000

Основания – УСТОЙЧИВОСТЬ К НАГРУЗКЕ			
Материал	Кг/см <sup>2</sup>	Фунтов на кв. дюйм	кПа
Камни, твердый грунт	4,92	70	482
Плотная глина, гравий и крупный песок	3,93	56	386
Рыхлый среднезернистый песок и среднеплотная глина	1,96	28	193
Рыхлый мелкий песок	0,98	14	96,4
Мягкая глина	0-0,98	0-14	0-96,4

**Расчет опорной прочности основания**

(см. также Раздел «Рекомендации компании Cummins в отношении фундаментов и оснований»)

Для генераторных агрегатов производства HE компании Cummins, а также не имеющих встроенных противовибрационных устройств и устанавливаемых жестко, можно использовать следующую формулу, однако, результатом ее применения может быть использование бетонных панелей чрезмерно больших размеров.

Для расчета высоты фундамента, необходимой для установки требуемого веса (W), воспользуйтесь следующей формулой:

$$h = \frac{W}{d \times l \times w}$$

где h = высота/глубина фундамента в метрах (футах)

l = длина фундамента в метрах (футах)

w = ширина фундамента в метрах (футах)

d = плотность бетона = 2322 кг/м<sup>3</sup> (145 фунтов на куб. фут)

W = полный вес-нетто генераторного агрегата в кг (фунтах) (см. Раздел «Расчет общего веса»)

**Преобразование единиц мощности**

Преобразование единиц энергии			Давление		
Перевод единиц			Мм. рт. ст. (0 °C)		
Чтобы перевести из	Надо умножить на	Чтобы получить	× 0,1333		кПа
<b>Тепло</b>			× 0,001333		бар
Килокалории	× 4,187	кДж	× 3,386		кПа
Брит. тепл. единицы	× 1,056	кДж	× 0,0339		бар
БТЕ/куб фут	× 37,294	кДж/м <sup>3</sup>	× 2,989		кПа
	× 0,037294	МДж/м <sup>3</sup>	× 0,0299		бар
			× 98,066		кПа
<b>Мощность</b>			× 0,9807		бар
БТЕ/ч	× 0,0002930	кВт	Фунты/кв. дюйм	× 6,895	кПа
Ккал/ч	× 0,001163	кВт		× 0,0689	бар
Метр. л.с.	× 0,7335	кВт	<b>Удельный расход топлива</b>		
Л.с. (С.К.) (33000	× 0,7457	кВт	Килокалории на	× 0,005689	МДж/кВт·ч
футы-фунтов в мин)			метрическую л.с. в час		
Тонна охлаждения	× 3,517	кВт	БТЕ на эфф. мощность в час	× 0,001415	МДж/кВт·ч
(12000 БТЕ/ч)					
			<b>Объем</b>		
			Куб. футы в мин.	× 0,0004719	м <sup>3</sup> /с
			Куб. футы в час	× 0,028	м <sup>3</sup> /ч
			Куб. м в час	× 35,313	Куб. футы/ч



{пустая в оригинале}

### Общие рекомендации

Для рассмотрения возможных вариантов размещения оборудования на строительной площадке необходимо установить следующие критерии:

**Общая доступная площадь и ограничения в ее пределах (например, необходимость выполнения скрытой или подвесной проводки).**

**Расположение отверстий выпуска выхлопных газов и горячего воздуха по отношению к соседним зданиям.**

**Любые ограничения уровня шума (например, близкое расположение офисных помещений или жилых зданий).**

**Доступ к строительной площадке, первоначально для доставки и установки оборудования, затем – для доставки топлива и технического обслуживания и т.д.**

**Состояние земельного участка (горизонтальный или наклонный).**

При установке оборудования в помещении необходимо принимать во внимание каждый из следующих факторов:

Для работы оборудования необходима система принудительной вентиляции, обеспечивающая доступ достаточного количества охлаждающего и аспирационного воздуха в помещение сзади от генератора и его удаление спереди от генератора. В зависимости от планировки здания для обеспечения требуемых воздушных потоков может возникнуть необходимость установки дополнительных каналов.

С целью уменьшения избыточного тепла внутри помещения все элементы выхлопной системы, находящиеся вне двигателя должны быть полностью термоизолированы. Глушитель и максимальная объем трубопровода по возможности должны располагаться за пределами машинного зала.

Доступ в здание, вначале для установки оборудования, а в дальнейшем – для его обслуживания и ремонта.

Размеры машинного зала должны быть достаточными для размещения следующих компонентов оборудования:

Генераторный агрегат (генератор + двигатель).

Местный топливный бак (при наличии такового).

Панель управления генератором, включая диспетчерский пункт (если панель располагается отдельно).

Выхлопная система (если устанавливается внутри).

Воздушная система, включая любое шумоподавляющее оборудование.

Относительная высота основания для наливных цистерн также должна приниматься во внимание при определении типа системы перекачки топлива, которую предполагается использовать. Размер наливных цистерн для хранения топлива зависят от длительности хранения и ограничений, налагаемых местным законодательством.

По возможности оборудование должно размещаться таким образом, чтобы избежать пересечения вспомогательных линий (топливо, вода и электропитание / управление).

Необходимо уделять должное внимание расположению шумочувствительных зон, так чтобы расположение компонентов системы, являющихся источником шума (например, выпускные отверстия выхлопной системы) позволило избежать возможных проблем.

### Модульная установка

По внешнему виду «открытая» система абсолютно идентична контейнеризованной. Принципиальным различием между двумя системами является то, что в контейнеризованной системе генератор монтируется на полу модуля, в то время как в «открытом» варианте он располагается непосредственно на бетонном цоколе, на который сверху ставится корпус агрегата.

С целью сохранения преимущества сокращения объема работ необходимо внимательно отнестись к размещению агрегата, чтобы оптимизировать использование пространства и свести к минимуму количество взаимных соединений.

### Фундаменты

Примечание: необходимости использования специальных фундаментов нет. Горизонтальное бетонное основание соответствующей прочности является достаточным.

Ответственность за проектирование фундамента (включая его сейсмостойкость) возлагается на инженера-строителя или инженера-конструктора, специализирующегося на работах данного типа.

Основными функциями фундамента являются:

- удержание полного веса генераторного агрегата
- изоляция вибрации генератора от окружающих конструкций

Для осуществления проектирования конструкции инженер-строитель должен располагать следующими сведениями:

- рабочая температура в помещении (передача тепла от машин к массе фундамента может вызвать нежелательные растягивающие напряжения)
- габаритные размеры предполагаемого фундамента
- средства монтажа крепления станка генератора.

### Выгрузка и размещение оборудования

Перед началом выгрузки оборудования необходимо пользоваться соответствующими чертежами строительной площадки и оборудования точно наметить места размещения основных компонентов оборудования на полу помещения / цоколе.

Необходимо также определить порядок размещения различных компонентов оборудования во избежание его чрезмерных перемещений.

Необходимо подобрать кран соответствующих размеров и грузоподъемности, имея в виду условия строительной площадки и возможный размах действий. Для разгрузки и размещения оборудования необходимо использовать соответствующие подъемные цепи, траверсы, стропы и т.д.

Траверсы должны использоваться на всех генераторных агрегатах во избежание повреждения панелей и воздушных фильтров.

## Требования к фундаменту

Пол из плит: для установки большинства агрегатов компании Cummins не требуется массивное основание. Основной задачей заключается в установке генератора таким образом, чтобы обеспечить адекватную поддержку его веса и простоту обслуживания. Бетонный фундамент или цокольные балки размещаются поверх бетонного пола и служат для поднятия генераторного агрегата на высоту, обеспечивающую удобство его эксплуатации и облегчающую перемещения вокруг него в процессе обслуживания.

- Фундамент должен выполняться из железобетона с прочностью при сжатии в течении 28 дней с усилием не менее 17200 кПа (2500 фунтов на кв. дюйм).
- Фундамент или цоколь должен иметь глубину не менее 150 мм (6 дюймов) и выходить за пределы агрегата во все стороны не менее чем на 150 мм (6 дюймов).
- Основание для установки генераторного агрегата должно быть плоским и горизонтальным в продольном, поперечном и диагональном направлении.

Конструкция некоторых генераторных агрегатов подразумевают жесткое крепление двигателя / генератора к станку агрегата. Агрегаты, не имеющие внутренней изоляции, должны устанавливаться с использованием виброизолирующих приспособлений, таких как подушки, амортизаторы или пневматические рессоры.

ПРИМЕЧАНИЕ: болтовое крепление генераторного агрегата, не имеющего встроенной изоляции, непосредственно к полу или фундаменту приводит к образованию избыточного шума и вибрации и создает опасность повреждения самого агрегата и прочего оборудования вибрация также может передаваться через строительные конструкции и приводить к их повреждению.

## Болтовое крепление к фундаменту

Если соответствующее бетонное основание уже имеется или оно непригодно для использования завершенных болтов, можно использовать анкерные болты или аналогичные им средства крепления. С этой целью необходимо подготовить в фундаменте отверстия под болты, как описано выше, уделяя внимание правильности диаметра отверстий.

## Виброизоляция

Каждый генератор, выпущенный компанией Cummins Power Generation, представляет собой единый модуль, включающий двигатель и генератор переменного тока, связанные между собой переходной камерой с отказоустойчивой виброизоляцией, установленной между генераторным агрегатом и станком или под станком. Таким образом, устраняется необходимость в тяжелых бетонных основаниях, которые обычно используются для поглощения вибрации двигателя, и все, что нужно для установки генератора – это горизонтальный бетонный пол, способный выдержать распределенный вес агрегата. Такой подход обеспечивает поглощение основной части вибрации двигателя (примерно 80 %) и предотвращает ее передачу через пол в другие помещения.

## Модульная система / Малошумные генераторы

В процессе проектирования размещения систем этого типа должны соблюдаться те же требования и ограничения, что и для генераторных агрегатов; корпус устанавливается непосредственно на цоколь. Необходимо уделять больше внимания качеству отливки последнего с целью обеспечения его горизонтальности с последующей обработкой затирочной машиной.

Если генераторный агрегат имеет «открытую» конфигурацию, необходимо обеспечить наличие атмосферостойкого уплотнения в форме угловой секции, которое укладывается на водонепроницаемый шланг. Это также помогает избежать протечек топлива, воды или масла.

## Общий вес

Общий вес генераторного агрегата, охладителя, топлива и фундамента обычно выражается в нагрузке на грунт (ННГ) менее 9800 кг/м<sup>2</sup> (2000 фунтов на кв. фут) или 96 кПа. Хотя такая нагрузка допустима для большинства грунтов, необходимо всегда проверять ее соответствие местному законодательству на основании результатов анализа грунта. Помните, что при выполнении этих расчетов нужно учитывать вес охладителя, смазки и топлива (при наличии такового). Расчет осуществляется по следующей формуле:

$$\text{ННГ (фунт/дюйм}^2\text{)} = \frac{W + (h \times w \times l \times d)}{l \times w \times 144},$$

- где
- h – высота фундамента в метрах (футах)
  - l – длина фундамента в метрах (футах)
  - w – ширина фундамента в метрах (футах)
  - d – плотность бетона (2322 кг/м<sup>3</sup> = 145 фунтов на куб. фут)
  - W – общий вес нетто генераторного агрегата в кг (фунтах)
  - 144 – коэффициент перевода кв. футов в кв. дюймы

### Цоколь (цокольные балки)

Генератор может устанавливаться непосредственно на горизонтальный бетонный пол, однако если речь идет о постоянной установке, рекомендуется размещать генератор на двух приподнятых продольных цокольных балках. Это обеспечивает легкий доступ для обслуживания, а также позволяет разместить под маслосборником поддон в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Балки должны обеспечивать подъем агрегата на 100-125 мм над уровнем пола, фактическая высота зависит от типа агрегата. Цокольные балки обычно отливаются из бетона, однако могут изготавливаться прокатной стали или дерева. При использовании любого из двух вышеперечисленных материалов необходимо надежно закрепить балки болтами. По всем вопросам обращайтесь к инженеру-строителю.

### Болтовое крепление

Крепежные болты могут использоваться для крепления цокольных балок при наличии такой необходимости.

**ВНИМАНИЕ:** Перед тем как установить агрегат и затянуть крепежные болты убедитесь, что бетон окончательно встал и затвердел.

### Выравнивание

Плохой фундамент может привести к избыточной вибрации агрегата.

### Соединения

Все трубопроводные и электрические подключения должны осуществляться при помощи гибких разъемов, что позволяет избежать их повреждения при перемещении агрегата в процессе эксплуатации. Линии подачи воды и топлива, выхлопные трубы и каналы могут повреждаться под действием вибрации на значительном протяжении.

### Уменьшение натяжения силовых и управляющих кабелей

Силовые кабели и в особенности управляющие кабели должны разводиться с опорой на механическую конструкцию генератора или панели управления, а не на физические контакты или разъемы. Использование многожильных управляющих кабелей вместо одножильных наряду со средствами уменьшения натяжения кабелей помогают избежать повреждения кабелей или их соединений, вызванных вибрацией.



Стандартный генератор на 300 кВА с основным топливным баком в типовом машинном зале

### Генераторные установки с уровнем шума 85 дБ на расстоянии 1 м

Примечание: Представленные рисунки приведены для примера и предназначены для уяснения основ установки генераторных агрегатов, однако перед окончанием проектирования машинного зала необходимо убедиться в наличии чертежа установки генератора, соответствующего конкретному проекту. Такие факторы как определенный уровень температуры окружающей среды или особые требования к строительной площадке / месту установки могут повлиять на окончательную конфигурацию установки генератора, его размещение и размеры машинного зала.

#### Допустимые размеры машинного зала

Размеры, указанные в таблицах ниже, обеспечивают наличие вокруг генератора пространства, достаточного для обслуживания и эвакуации. В идеале расстояние от генератора до любой стены, резервуара или панели в машинном зале должно составлять не менее 1 метра.

#### Доступ к агрегату

Важно помнить, что генератор будет размещаться в готовом машинном зале, поэтому проем двери для доступа персонала должен быть достаточных размеров для свободного доступа в помещение. Альтернативным вариантом является расширение отверстия входного / выходного attenuатора до уровня обработанного пола с последующей надстройкой нижней части проема после помещения генератора в машинный зал.

#### Входной и выходной attenuаторы с защитными жалюзи

Входной и выходной attenuаторы устанавливаются в деревянных рамах и включают в себя воздуховоды размером 100 мм с акустическими модулями размером 200 мм. Attenuаторы должны оснащаться жалюзи для защиты от погодных воздействий с минимальной площадью свободного пространства 50 %, хорошими вентиляционными характеристиками и малым сопротивлением прохождению воздушного потока. Уровень шума 80 дБ(а) на расстоянии 1 метра соответствует минимальным требованиям ЕС. Для достижения более низкого уровня шума необходимо увеличить длину attenuатора более чем в два раза.

Защитные жалюзи должны иметь экраны для защиты от птиц и животных, устанавливаемые изнутри, однако эти экраны не должны препятствовать свободному доступу охлаждающего и аспирационного воздуха.

Выходной attenuатор должен соединяться с фланцем радиатора посредством тепло- и маслоустойчивого гибкого соединения. Ограничения допусков на воздуховод см. в спецификации генераторного агрегата.

Размер полотняного перехода между радиатором и воздуховодом или attenuатором должен составлять не менее 300 мм.

#### Выхлопные системы

Выхлопные системы, показанные на схемах, подвешиваются к потолку. Если конструкция здания такова, что потолочная система подвески не в состоянии удерживать выхлопную систему, необходимо использовать напольный стальной выхлопной стенд. Выхлопные трубы должны заканчиваться минимум в 2,3 м над уровнем земли, чтобы обеспечить безопасность любого, проходящего мимо или случайно коснувшегося их.

Необходимо уделить внимание следующим аспектам отвода выхлопных газов:

- предотвращение рециркуляции
- направление видимого контура выхлопных газов по отношению к другим строениям, транспортным и пешеходным потокам

Рекомендуется подсоединять сильфоны к выхлопному коллектору двигателя с последующим отводом к глушителю при помощи жестких труб.

Размер «Е», указанный на схемах, соответствует использованию стандартных глушителей изготовителя оборудования, обеспечивающих уровень шума 1 дБ на расстоянии 1 м. Убедитесь, что глушители, которые предполагается использовать, могут быть расположены, как показано на схеме, поскольку упомянутый размер влияет на параметры строительной конструкции, такие как размеры стальных отверстий под выхлопные трубы.

Как показано на схеме, поток выхлопных газов проходит через муфту в боковой стенке, заполненную теплоустойчивым материалом и закрытой от погодных воздействий стенными панелями.

Если машинный зал внутри или снаружи отделяется профилированными стальными листами с пластиковым покрытием, важно обеспечить, чтобы стенные секции в месте выхода выхлопных труб были изолированы от высокой температуры выхлопной трубы и уплотнены при помощи специальной футеровки. То же самое относится к любой выхлопной линии, проходящей через любой деревянный или пластмассовый канал.

Хорошей практикой при установке выхлопной системы в пределах машинного зала является ее изоляция минимум 50 мм высокоплотного высокотемпературного минерального материала, покрытого сверху алюминиевой оболочкой.

Это снижает риск получения оператором ожога, а также интенсивность излучения тепла в пространство машинного зала.

#### Кабельные системы

Принципиальные схемы предполагают, что распределительная аппаратура за пределами машинного зала и находится в щитовой. Окончательная схема зависит от особенностей проекта.

Выходные силовые кабели, идущие от выходного прерывателя генератора к распределительной панели, должны иметь гибкую конструкцию:

Этиленпропиленовый каучук / Хлорсульфированный ПЭ (6381TQ)  
PCP (ПВХ - Арм. ст. проволокой – ПВХ) (H07RNF)

Если строительная длина кабеля от генератора до щитовой достаточно велика, гибкие кабели могут оканчиваться на силовом терминале поблизости от генератора, а далее до щитовой прокладываться армированные многожильные кабели (см. схему типовой коробки силового терминала).

Гибкие силовые кабели должны укладываться в трилистник, размещаемый в опорном канале / желобе в канавке, с соблюдением рекомендованных зазоров и отдельно от управляющих кабелей системы.

В любом случае необходимо следовать указаниям изготовителя оборудования и расчетным таблицам.

Одножильные гибкие силовые кабели на входе в любую панель должны проходить через неметаллическую муфту.

### Коммутационные панели и отдельные прерыватели

Если коммутационные панели должны устанавливаться внутри машинного зала, необходимо определить пространство стен/пола, необходимое для их установки.

Для коммутационных шкафов до 700 А настенная панель максимальной глубиной 350 мм может устанавливаться без создания значительных проблем непосредственно поверх желобка разводки, в боковой зоне доступа.

Для коммутационных шкафов от 1000 А и более используется вертикальная напольная панель, для размещения которой необходимо дополнительное место (размеры см. в Разделе Г).

При использовании шкафов следующих размеров необходимо увеличить пространство в области кабелепроводов / коммутационных панелей с целью обеспечения вокруг них свободного пространства и доступа персонала. Минимальное расстояние для доступа сзади должно составлять 800 мм, кроме случаев, когда было определено и согласовано наличие только переднего доступа.

Вблизи от места расположения коммутационного шкафа необходимо расширить кабельный канал для соблюдения требований по обеспечению доступа к сетевому, силовому и генераторному кабелям.

### Генераторные агрегаты

Все генераторы должны иметь основной топливный бак на 8 часов работы. Допускается использование отдельно стоящих топливных резервуаров, однако это потребует дополнительного пространства в машинном зале.

Подвод воздуха должен располагаться сзади генератора и обеспечивать адекватную циркуляцию воздуха.

Избегайте размещения батарей вблизи от подвода воздуха.

### Рекомендованные размеры машинного зала

#### Условия определения размеров машинного зала

Температура окружающей среды: 40 °С.

Высота: 150 м (зависит от конкретного типа двигателя, используемого в генераторе).

Расчетная мощность (кВА): основная при 50 Гц.

Приток воздуха 50 Гц: при 1500 об./мин.

Приток воздуха от:

- радиатора
- аспирации
- излучения тепла.

(Данные из Пункта «Основные характеристики» Раздела Ж «Технические характеристики»).

Размеры attenuатора: исходя из воздуховодов 100 мм и акустических модулей 200 мм.

Рекомендации в отношении attenuатора:

- должен оснащаться жалюзи для защиты от погодных воздействий с минимальной площадью свободного пространства 50 %, хорошими вентиляционными характеристиками и малым сопротивлением прохождению воздушного потока.

- защитные жалюзи должны иметь экраны для защиты от птиц и животных, устанавливаемые изнутри, однако эти экраны не должны препятствовать свободному доступу охлаждающего и аспирационного воздуха.

### Двери

Двери всегда должны открываться наружу. Это не только создает лучшее уплотнение дверей во время работы агрегата, но и обеспечивает возможность быстрой эвакуации в экстренных случаях. Возможность перемещения генератора внутрь помещения обеспечивается наличием двойных дверей в одном из торцов машинного зала.

### Генераторные установки БЕЗ акустической обработки

Примечание: размер впускных жалюзи определяется эмпирически, как  $\times 1,5$  от размера радиатора.

Все предшествующие примечания относительно «установки генераторов с акустической обработкой» действительны и для установок без акустической обработки, за исключением Параграфа 3 относительно впускных и выпускных жалюзи.

### Впускные и выпускные жалюзи

Впускные и выпускные защитные жалюзи должны устанавливаться в деревянных рамах с минимальной площадью свободного пространства 50 %, хорошими вентиляционными характеристиками и малым сопротивлением прохождению воздушного потока.

Защитные жалюзи должны иметь экраны для защиты от птиц и животных, устанавливаемые изнутри, однако эти экраны не должны препятствовать свободному доступу охлаждающего и аспирационного воздуха.

Выпускные жалюзи должны соединяться с фланцем радиатора посредством тепло- и маслоустойчивого гибкого соединения.

**Если радиатор устанавливается на конце основной рамы агрегата, необходимо разместить агрегат так, чтобы радиатор находился как можно ближе к выпуску воздуха; в противном случае возможна рециркуляция горячего воздуха. Рекомендованное максимальное расстояние до выпуска воздуха без использования воздуховодов составляет 150 мм.**

Размещение в машинном зале:

- минимум 1 метр от любой стены, топливного резервуара или панели управления внутри зала.

Воздушные потоки (дежурные проектные значения при 50 Гц):

- положение действительно для использования генератора в дежурном режиме от 1 до 24 часов. Если необходимо поддерживать дежурные значения свыше указанного периода, рекомендуется проконсультироваться с изготовителем оборудования. Поток воздуха через радиатор остается неизменным как в основном, так и дежурном режиме, однако потребление аспирационного воздуха возрастет примерно на 10 % от потребления аспирационного воздуха в основном режиме.

Потоки выхлопных газов:

- см. «Технические характеристики», Раздел Ж.

Размеры агрегатов:

- см. «Технические характеристики», Раздел Ж.

Рекомендованные размеры кабельных каналов:

- зависят от выходной мощности агрегата (кВА).

## Генераторные агрегаты Cummins мощностью 32-511 кВА на 50 Гц БЕЗ акустической обработки

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Заднее пр-во	Расст. до прод. оси	Выхлоп		Выпуск. жалюзи		Подъем	Впускные жалюзи		Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота			Вывод	Высота	F	G		H	J	K	L	M
32,5	V3.3G1		26DGGC	3100	3000	2600	400	1500	159	2300	650	700	650	750	800	420	400	1165
50	V3.3G2		40DGHC	3100	3000	2600	400	1500	275	2300	750	800	650	900	900	420	400	1165
38	4B3.9G		30DGHC	3100	3000	2600	400	1500	141	2300	650	750	600	750	850	520	400	1325
52	4BT3.9G4	4g	42DGCG	3200	3000	2600	400	1500	194	2300	650	750	600	750	850	520	400	1325
64	4BT3.9G4	4g	51DGCH	3200	3000	2600	400	1500	194	2300	650	750	600	750	850	520	400	1325
70	4BTA3.9G1		56DGCC	3250	3000	2600	400	1500	194	2300	650	750	600	750	850	520	400	1410
96	6BT5.9G6		77DGDH	3500	3000	2600	400	1500	168	2300	700	860	540	800	800	520	400	1630
106	6BT5.9G6		85DGDJ	3500	3000	2600	400	1500	168	2300	700	860	540	800	800	520	400	1630
140	6BTA5.9G2		112DGDE	3600	3000	2700	400	1500	168	2300	800	950	540	1000	1000	520	400	1730
129	6CT8.3G2	4g	103DGEA	3850	3000	2700	400	1500	255	2300	850	1025	600	1000	1150	520	400	1910
153	6CTA8.3G	4g	122DGFA	3850	3000	2700	400	1500	255	2300	850	1025	600	1000	1150	520	400	1910
185	6CTA8.3G	4g	148DGFB	3850	3000	2700	400	1500	255	2300	850	1025	600	1000	1150	520	400	2070
204	6CTAA8.3G	4g	163DGFC	3950	3000	2700	400	1500	255	2300	850	1025	600	1000	1150	520	400	2070
230	6CTAA8.3G2		184DGFE	3950	3000	2700	400	1500	255	2300	850	1025	600	1000	1150	520	400	2070
233	LTA10G2		186DFAB	4850	3250	2800	500	1625	361	2300	1000	1075	520	1150	1250	625	400	2285
252	LTA10G3		202DFAC	4850	3250	2800	500	1625	361	2300	1000	1075	520	1150	1250	625	400	2285
313*	NT855G6		250DFBF	4850	3200	2700	500	1600	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525
315	NT855G6		252DFBH	4850	3200	2700	500	1600	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525
350	NTA855G4		280DFCC	4850	3200	2700	500	1600	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525
425*	NTA855G6		340DFCE	4850	3200	2700	500	1600	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2630
431	KTA19G3		345DFEC	5275	3400	3000	500	1700	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815
450	KTA19G3		360DFEL	5275	3400	3000	500	1700	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815
511	KTA19G4		409DFED	5275	3400	3000	500	1700	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815
455	QSX15-G8	4g	364DFEJ	5275	3400	3000	500	1700	442	2500	1400	1450	600	1600	1675	850	400	2815
500	QSX15-G8	4g	400DFEK	5275	3400	3000	500	1700	442	2500	1400	1450	600	1600	1675	850	400	2815

\* Только в дежурном режиме.

Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.



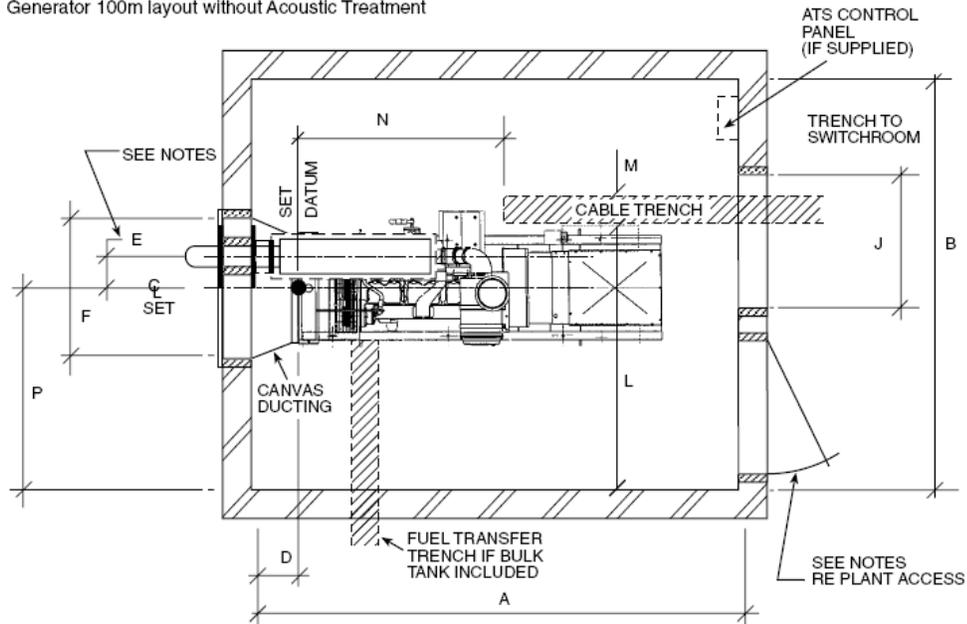
Примечание: если не указано иное, все выходы Работают в основном режиме на частоте 50 Гц при рабочих температурах до 40 °С. Дежурные значения см. в «Технических спецификациях», Раздел Ж.

На фото представлен одиночный генераторный агрегат мощностью 1256 кВА с двигателем KTA50G3, показана опорная система глушителя и специально установленные противовибрационные пружины, используемые для установки на крышу, при которой передача шума через конструкции зданий некоторых типов может стать источником проблем.

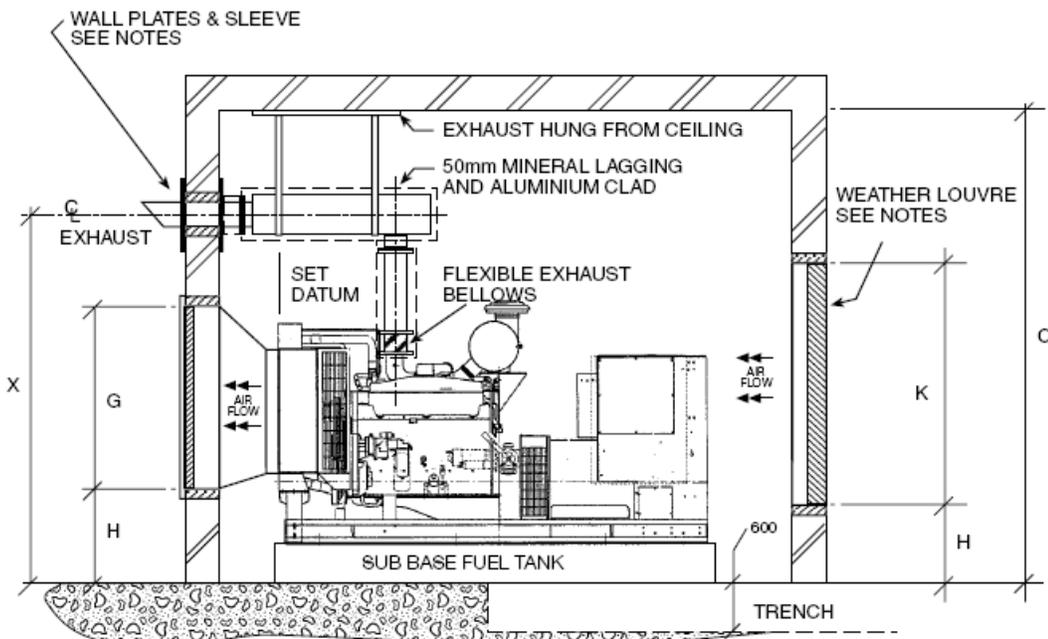
# Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



Генераторные агрегаты Cummins мощностью 32-511 кВА  
 Схема расположения генератора 100м без акустической обработки.  
 Generator 100m layout without Acoustic Treatment



See notes	См. примечания
Set	Агрегат
Canvas ducting	Полотняный канал
Set datum	Окончательное положение агрегата
Cable trench	Кабельный канал
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re plant access	Доступ в зал (см. примечания)
ATS control panel (if supplied)	Панель управления генераторным агрегатом (при наличии таковой)
Trench to switchroom	Канал в щитовую



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Exhaust	Выхлопная линия
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Weather louver – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

Генераторные агрегаты Cummins мощностью 32-511 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Заднее пр-во	Положение агрегата	Выхлоп		Размеры аттенюатора			Подъем	Положение кабельного канала			
				Длина	Ширина	Высота			Вывод	Высота	F	Y	G		H	L	M	N
32	B3.3G1		26DGGC	4900	3000	2700	400	1500	159	2300	900	900	1000	400	420	400	1165	
50	B3.3G2		40DGHC	4900	3000	2700	400	1500	275	2300	900	900	1000	400	420	400	1165	
38	4B3.9G		30DGBC	4920	3000	2700	400	1500	168	2300	900	900	1000	400	520	400	1325	
52	4BT3.9G4	4g	42DGCG	5000	3000	2700	400	1500	221	2300	900	900	1000	400	520	400	1325	
64	4BT3.9G4	4g	51DGCH	5000	3000	2700	400	1500	221	2300	900	900	1000	400	520	400	1325	
70	4BTA3.9G1		560GCC	5000	3000	2700	400	1500	221	2300	900	900	1000	400	520	400	1410	
96	6BT5.9G6		77DGDH	5600	3000	2700	400	1500	208	2300	900	1200	1000	400	520	400	1630	
106	6BT5.9G6		85DGDJ	5600	3000	2700	400	1500	208	2300	900	1200	1000	400	520	400	1630	
140	6BTA5.9G2		112DGOE	5700	3000	2700	400	1500	208	2300	900	1200	1200	400	520	400	1730	
129	6CT8.3G2	4g	103DGEA	6300	3000	2800	400	1500	320	2300	900	1200	1200	400	520	400	1910	
153	6CTA8.3G	4g	122DGF A	6300	3000	2800	400	1500	320	2300	900	1200	1200	400	520	400	1910	
185	6CTA8.3G	4g	148DGF B	6300	3000	2800	400	1500	320	2300	900	1200	1200	400	520	400	2070	
204	6CTAA8.3G1	4g	163DGF C	6450	3000	2800	400	1500	320	2300	1200	1200	1200	400	520	400	2070	
230	6CTAA8.3G2		184DGF E	6450	3000	2800	400	1500	320	2300	1200	1200	1200	400	520	400	2070	
233	LTA10G2		186DFAB	7100	3250	2900	500	1625	426	2400	1200	1200	1200	300	625	400	2285	
252	LTA10G3		202DFAC	7100	3250	2900	500	1625	426	2400	1200	1200	1200	300	625	400	2285	
313*	NT855G6		250DFBF	7840	3200	3000	500	1600	362	2500	1200	1200	1600	400	625	400	2525	
315	NT855G6		252DFBH	7240	3200	3000	500	1600	362	2500	1200	1200	1600	400	625	400	2525	
350	NTA855G4		280DFCC	7240	3200	3000	500	1600	362	2500	1200	1200	1600	400	625	400	2525	
425*	NTA855G6		340DFCE	7360	3200	3200	500	1600	362	2700	1500	1200	1800	400	625	400	2630	
431	KTA19G3		345DFEC	7775	3400	3250	500	1700	420	2750	1500	1200	1850	400	775	400	2815	
450	KTA19G3		280DFEL	7775	3400	3250	500	1700	420	2750	1500	1200	1850	400	775	400	2815	
511	KTA19G4		409DFED	7775	3400	3250	500	1700	420	2750	1500	1200	1850	400	775	400	2815	
455	QSX15-G8		364DFEJ	7775	3400	3250	500	1700	542	2750	1500	1200	1850	400	850	400	2815	
500	QSX15-G8	4g	400DFEK	7775	3400	3250	500	1700	542	2750	1500	1200	1850	400	850	400	2815	

\* Только в дежурном режиме.

Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.

Указанные размеры аттенюатора основаны на воздуховодах 100 мм и акустических модулях 200 мм.

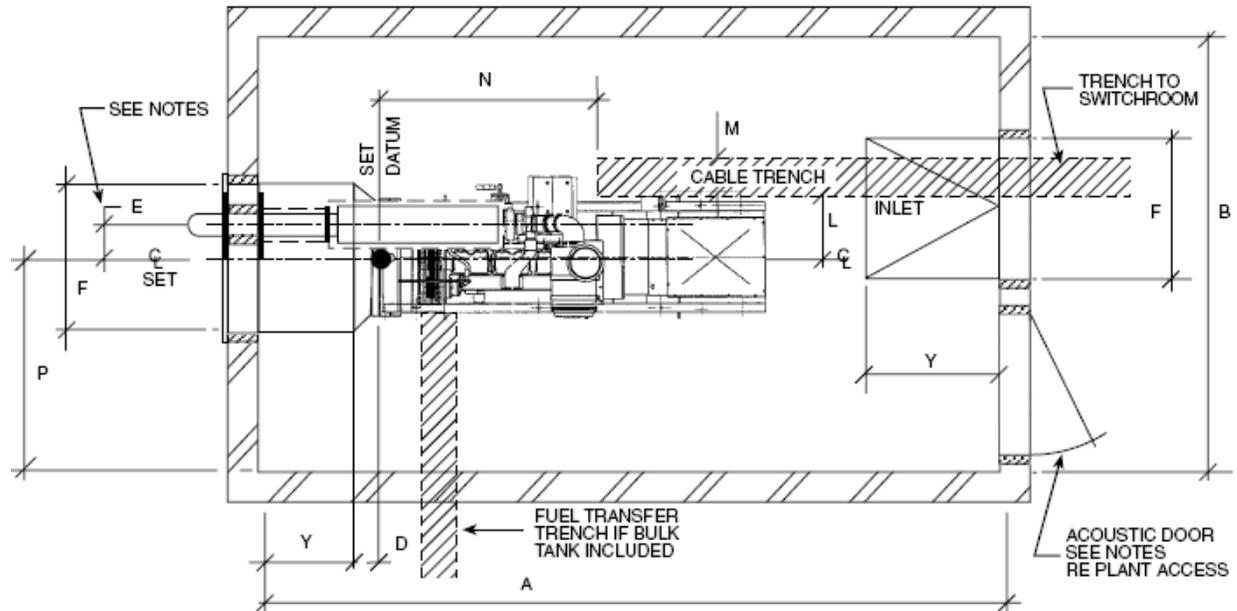
Полагается, что проведенная обработка позволит достичь значения этого показателя в безэховых условиях, равного 85 дБ(А) на расстоянии 1 метра.

## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)

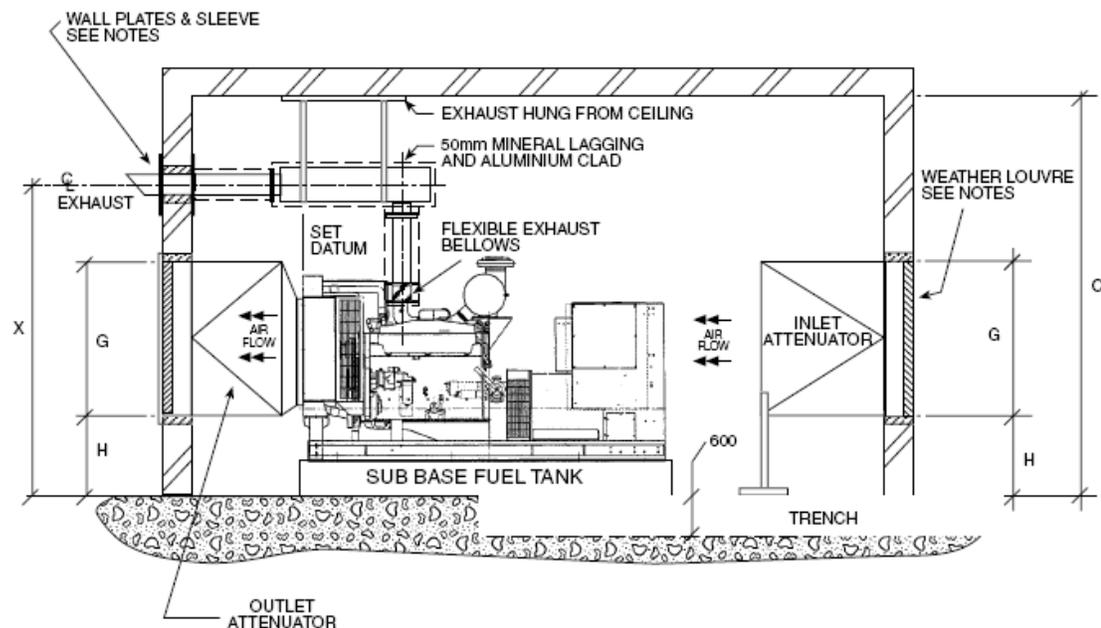


### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 32-511 кВА

Схема расположения генератора 100м с акустической обработкой для получения уровня 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр.



See notes	См. примечания
Set	Агрегат
Set datum	Окончательное положение агрегата
Cable trench	Кабельный канал
Inlet	Впуск
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
Acoustic door, see notes re plant access	Акустическая дверь (см. примечания по доступу к агрегату)
Trench to switchroom	Канал в щитовую



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Exhaust	Выхлопная линия
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сифоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания
Inlet attenuator	Входной аттенуатор
Outlet attenuator	Выходной аттенуатор

## Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц БЕЗ акустической обработки

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Заднее пр-во	Расст. до прод. оси	Выхлоп		Выпуск. жалюзи		Подъем	Впускные жалюзи		Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота			Выход	Высота	F	G		J	K	L	M	N
				A	B	C			D	P	E	X		F	G	H	J	K
575	VTA28G5		460DFGA	5300	3450	3200	400	1725	300	2700	1500	1800	600	1800	2000	775	500	3150
640	VTA28G5		512DFGB	5300	3450	3200	400	1725	300	2700	1500	1800	600	1800	2000	775	500	3150
750	VTA28G6		600DFGD	5300	3450	3200	400	1725	300	2700	1500	1800	600	1850	2000	920	500	3150
725	QST30G1	4g	580DFHA	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
800	QST30G2	4g	640DFHB	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
939	QST30G3		751DFHC	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
1000	QST30G4		800DFHD	5960	3640	3500	500	1820	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	3825
725	QST30G6	2g	580DFHE	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
800	QST30G7	2g	640DFHF	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
939	QST30G8	2g	751DFHG	5960	3640	3400	500	1820	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	3575
936	KTA38G3		748DFJC	6050	3800	3400	500	1900	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	500	3655
1019	KTA38G5		815DFJD	6050	3800	3500	500	1900	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	3655
1256	KTA50G3		1005DFLC	6800	3800	3500	500	1900	350	3000	2100	2150	600	2200	2350	920	600	4375
1406	KTA50G8		1025DFLE	7500	4000	3500	500	2000	350	3000	2100	2150	600	2300	2600	920	600	5000
1500	KTA50GS8		1200DFLF	7500	3800	3500	500	1900	350	3000	2100	2150	600	2200	2350	920	600	5000
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	6800	3800	3500	500	1900	350	3000	2100	2150	600	2200	2350	920	600	4375
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	6800	3800	3500	500	1900	350	3000	2100	2150	600	2200	2350	920	600	4375
1875	QSK60G3		1500DQSC	7850	4500	4400	600	2250	693	3720	2600	2750	400	3000	3250	645	600	5000
2000	QSK60G4		1600DQSD	7850	4500	4400	600	2250	693	3720	2600	2750	400	3000	3250	645	600	5000
1875	QSK60G3	2g	1500DQSE	8200	4000	4400	800	2000	693	3720	2500	2500	400	2500	2500	645	600	3800
2000	QSK60GS3	2g	1600DQSF	8200	4000	4400	800	2000	693	3720	2500	2500	400	2500	2500	645	600	3800

- 1) Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.
- 2) Двигатели QSK60 с тангенциальным люфтом оборудуются выносными радиаторами; впускные жалюзи машинного зала должны оснащаться нагнетательным вентилятором для удаления тепла, выделяемого двигателем в пространство машинного зала, и поступления аспирационного воздуха и воздуха для охлаждения генератора в соответствии с техническими спецификациями.



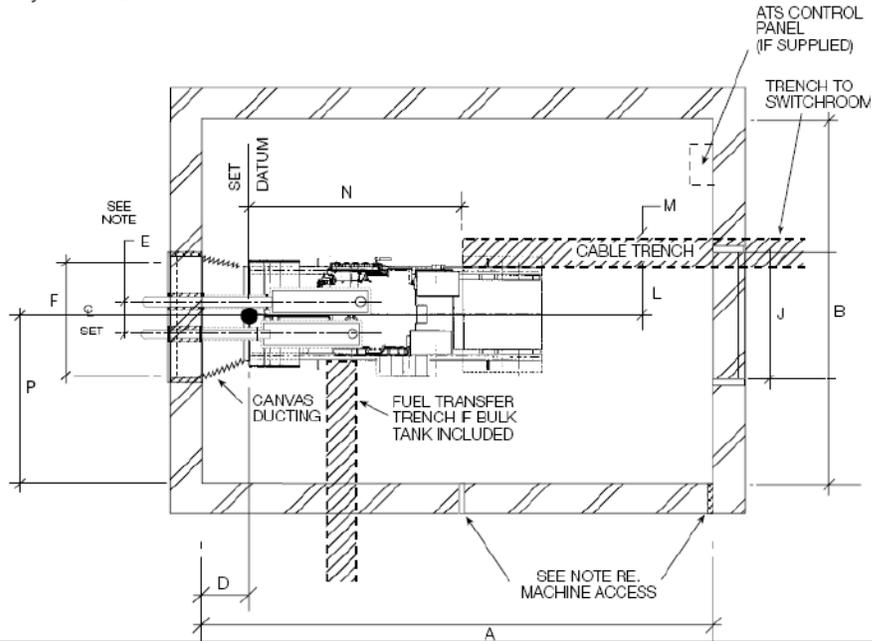
Модель 512 DFGB (640 кВА) в типовом варианте установке для жаркого климата

## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)

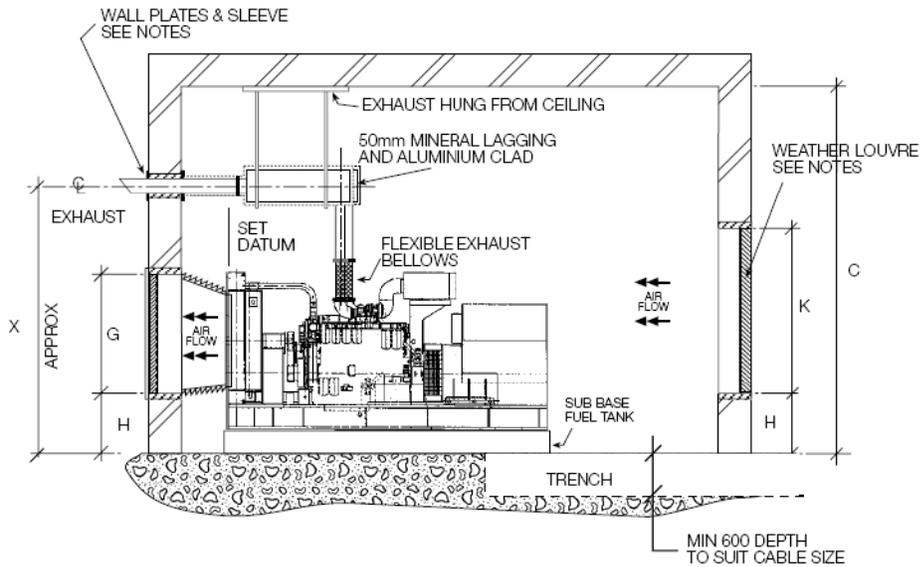


### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц

Схема расположения генератора без акустической обработки



See note	См. примечания
Set	Агрегат
Set datum	Окончательное положение агрегата
Canvas ducting	Полотняный канал
Cable trench	Кабельный канал
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re. machine access	См. примечания по доступу к агрегату
Trench to switchroom	Канал в щитовую
ATS control panel (if supplied)	Панель управления (при наличии таковой)



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Exhaust	Выхлопная линия
Approx	Приблизительно
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сифоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания
Min. 600 depth to suit cable size	Минимальная глубина для соответствия размеру кабеля – 600

## Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

Оси. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Заднее пр-во	Расст. до прод. оси	Выхлоп		Размеры attenuатора			Подъем	Положение кабельного канала			
				Длина	Ширина	Высота			Вывод	Высота	F	Y	G		H	L	M	N
575	VTA28G5		460DFGA	8400	3450	3450	400	1725	400	2950	1500	1500	2000	400	775	500	5150	
640	VTA28G5		512DFGB	8400	3450	3450	400	1725	400	2950	1500	1500	2000	400	775	500	5150	
750	VTA28G6		600DFGD	8400	3450	3450	400	1725	400	2950	1500	1500	2000	400	775	500	5150	
725	QST30G1	4g	580DFHA	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
800	QST30G2	4g	640DFHB	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
939	QST30G3		751DFHC	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
1000	QST30G4		800DFHD	8450	3640	3800	500	1820	450	3150	2700	1200	2400	200	920	500	5100	
725	QST30G6	2g	580DFHE	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
800	QST30G7	2g	640DFHF	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
939	QST30G8	2g	751DFHG	8400	3640	3700	500	1820	400	3150	2400	1200	2400	400	920	500	5100	
936	KTA38G3		748DFJC	9500	3800	3800	500	1900	450	3100	1950	1800	2200	200	920	500	3655	
1019	KTA38G5		815DFJD	9500	3800	3800	500	1900	450	3100	1950	1800	2200	200	920	600	3655	
1256	KTA50G3		1005DFLC	10360	3800	3800	500	1900	450	3100	1950	1800	2200	200	920	600	4375	
1406	KTA50G8		1025DFLE	11700	4000	4500	500	2000	500	3500	2450	2100	2600	200	920	600	5000	
1500	KTA50GS8		1200DFLF	11700	3800	3800	500	1900	500	3100	2450	2100	2600	200	920	600	5000	
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	10360	3800	3800	500	1900	450	3100	1950	1800	2200	200	920	600	4375	
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	10360	3800	3800	500	1900	450	3100	1950	1800	2200	200	920	600	4375	
1875	QSK60G3		1500DQKC	12650	4500	4500	600	2250	693	3800	2800	2400	2600	645	645	600	5000	
2000	QSK60G4		1600DQKD	12650	4600	4500	600	2250	693	3920	3150	2400	3100	645	645	600	5000	
1875	QSK60G3	2g	1500DQKE	11200	4000	4500	800	2000	693	3800	2700	1500	2500	645	645	600	3800	
2000	QSK60GS3	2g	1600DQKF	11200	4000	4500	800	2000	693	3800	2700	1500	2600	645	645	600	3800	

- 1) Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.
- 2) Указанные размеры attenuатора основаны на воздуховодах 100 мм и акустических модулях 200 мм.
- 3) Предполагается, что проведенная обработка позволит достичь значения этого показателя в безэховых условиях, равного 85 дБ(А) на расстоянии 1 метра.
- 4) Двигатели QSK60 с тангенциальным люфтом оборудуются выносными радиаторами; впускные жалюзи машинного зала должны оснащаться нагнетательным вентилятором для удаления тепла, выделяемого двигателем в пространство машинного зала, и поступления аспирационного воздуха и воздуха для охлаждения генератора в соответствии с техническими спецификациями.



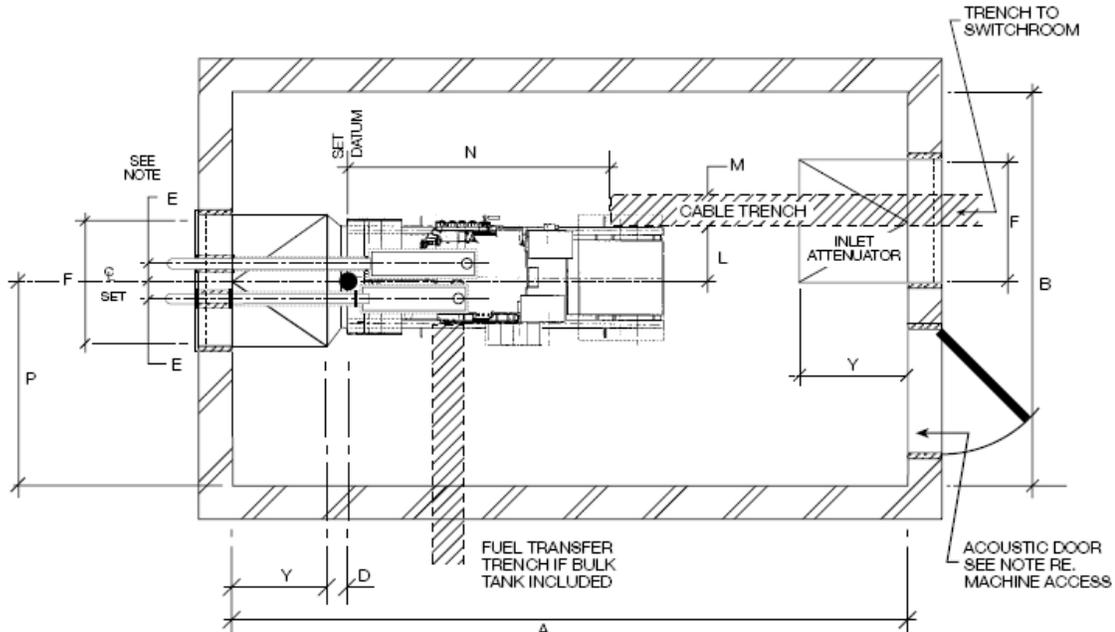
Хороший пример строения, специально предназначенного для размещения двух генераторов на 1000 кВА каждый с наружными шумоглушителями

## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)

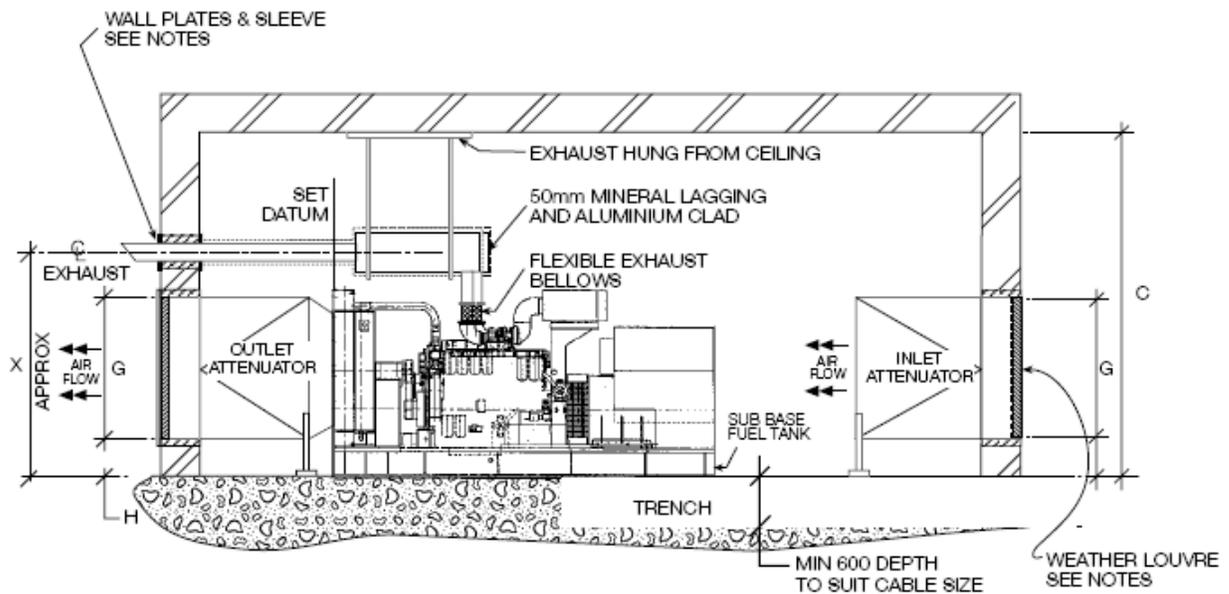


### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА

Схема расположения генератора с акустической обработкой для получения уровня 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр.



See note	См. примечания
Set	Агрегат
Set datum	Окончательное положение агрегата
Cable trench	Кабельный канал
Inlet attenuator	Впускной аттенуатор
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
Acoustic door, see notes re plant access	Акустическая дверь (см. примечания по доступу к агрегату)
Trench to switchroom	Канал в щитовую



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Exhaust	Выхлопная линия
Approx.	Приблизительно
Air flow	Поток воздуха
Outlet attenuator	Выпускной аттенуатор
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Set datum	Окончательное положение агрегата
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сифоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания
Inlet attenuator	Впускной аттенуатор
Min. 600 depth to suit cable size	Минимальная глубина для соответствия размеру кабеля – 600

Установка двух генераторов в одном машинном зале.

Генераторные агрегаты Cummins мощностью 233-511 кВА на 50 Гц без акустической обработки

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. лофт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Выпускные жалюзи		Подъем	Впускные жалюзи			Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	G		H	J	K	L	M	N
233	LTA10G2		186DFAB	4850	6300	2800	2250	500	2425	361	2300	1000	1075	520	1150	1250	625	400	2285	
252	LTA10G3		202DFAC	4850	6300	2800	2250	500	2425	361	2300	1000	1075	520	1150	1250	625	400	2285	
313*	NT855G6		250DFBF	4850	6200	2700	2200	500	2425	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525	
315	NT855G6		252DFBH	4850	6200	2700	2200	500	2425	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525	
350	NTA855G4		280DFCC	4850	6200	2700	2200	500	2425	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2525	
425*	NTA855G6		340DFCE	4850	6200	2700	2200	500	2425	284	2300	1000	1300	700	1250	1400	625	400	2630	
431	KTA19G3		345DFEC	5275	6600	3000	2400	400	2500	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815	
450	KTA19G3		360DFEL	5275	6600	3000	2400	400	2500	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815	
511	KTA19G4		409DFED	5275	6600	3000	2400	400	2500	320	2500	1400	1450	700	1600	1675	775	400	2815	
455	QSX15-G8	4g	364DFEJ	5275	6600	3000	2400	400	2500	442	2500	1400	1450	600	1600	1675	850	400	2815	
500	QSX15-G8	4g	400DFEK	5275	6600	3000	2400	400	2500	442	2500	1400	1450	600	1600	1675	850	400	2815	

\* только в дежурном режиме.

Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.



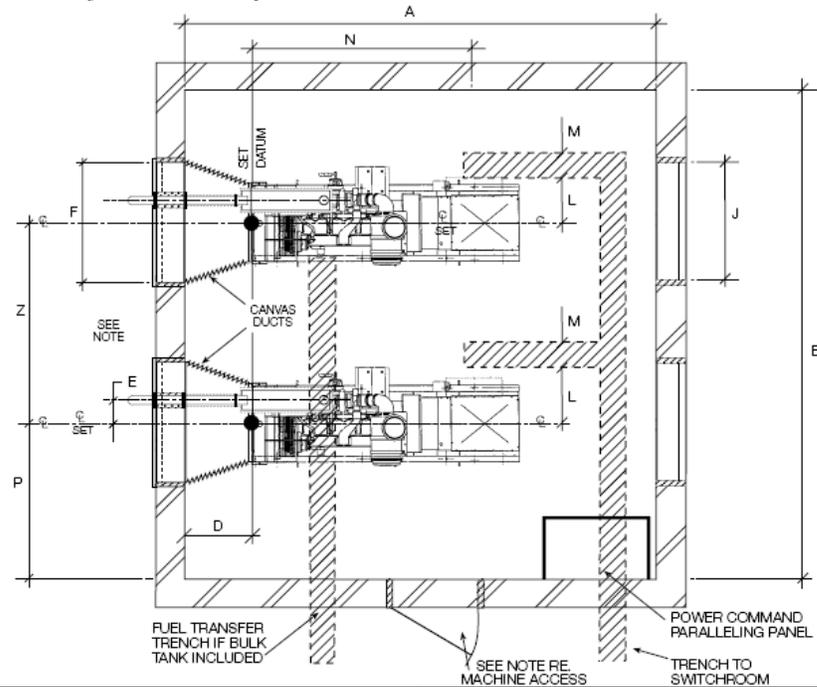
Twin 800 DFHD sets (1000 kVA) with QST30 G4 engines, PCC control and DMC autosync cubicle in a typical installation.

Типовой вариант установки двух агрегатов DFHD мощностью 1000 кВА каждый с двигателями QST30G4, диспетчерским пунктом и автосинхронизирующимся центром управления данными.

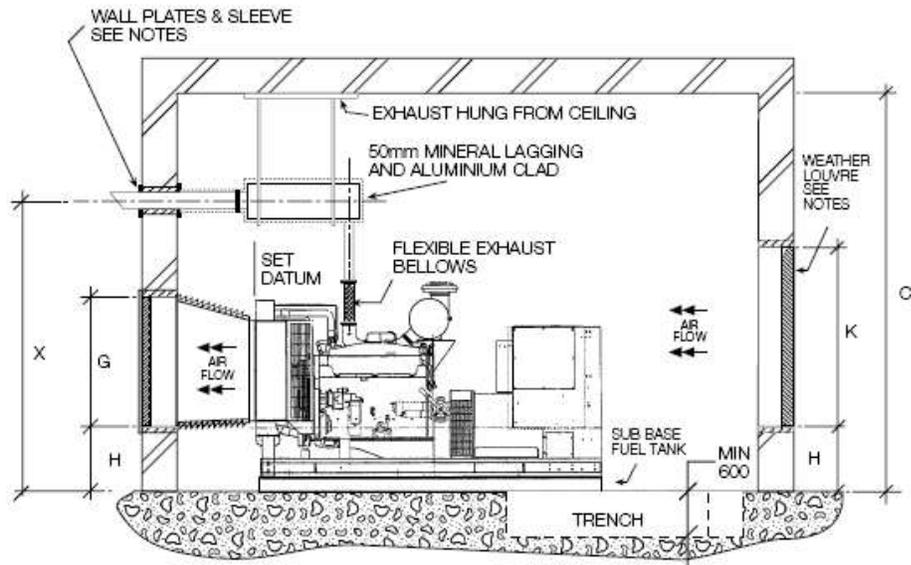
# Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



## Генераторные агрегаты Cummins мощностью 233-511 кВА Парная установка без акустической обработки



See note	См. примечания
Set	Агрегат
Set datum	Окончательное положение агрегата
Canvas ducts	Полотняные каналы
See notes re. machine access	См. примечания по доступу к агрегатам
Trench to switchroom	Канал в щитовую
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
Power command paralleling panel	Делительная панель диспетчеризации электроэнергии



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Air flow	Поток воздуха
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Set datum	Окончательное положение агрегата
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Min. 600	Минимум 600
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

## Установка двух генераторов в одном машинном зале.

### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 233-511 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

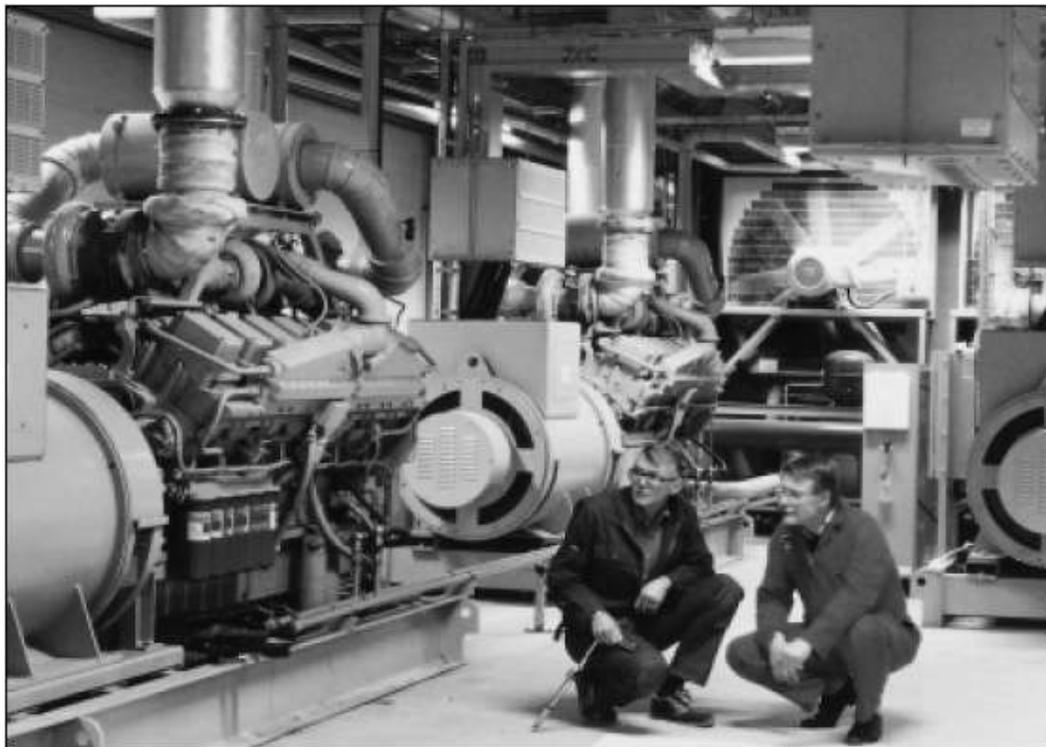
Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. лофт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Размеры аттенуатора			Подъем		Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	Y	G	H	L	M	N	
																			A
233	LTA10G2		186DFAB	7700	6300	2900	2250	500	2425	426	2400	1200	1500	1200	300	625	400	2285	
252	LTA10G3		202DFAC	7700	6300	2900	2250	500	2425	426	2400	1200	1500	1200	300	625	400	2285	
313*	NT855G6		250DFBF	7840	6200	3000	2200	500	2425	362	2500	1200	1500	1600	400	625	400	2525	
315	NT855G6		252DFBH	7840	6200	3000	2200	500	2425	362	2500	1200	1500	1600	400	625	400	2525	
350	NTA855G4		280DFCC	7840	6200	3000	2200	500	2425	362	2500	1200	1500	1600	400	625	400	2525	
425*	NTA855G6		340DFCE	7960	6200	3200	2200	500	2425	362	2700	1500	1500	1800	400	625	400	2630	
431	KTA19G3		345DFEC	8375	6600	3250	2400	400	2500	420	2750	1500	1500	1850	400	775	400	2815	
450	KTA19G3		360DFEL	8375	6600	3250	2400	400	2500	420	2750	1500	1500	1850	400	775	400	2815	
511	KTA19G4		409DFED	8375	6600	3250	2400	400	2500	420	2750	1500	1500	1850	400	775	400	2815	
455	QSX15-G8	4g	364DFEJ	8375	6600	3250	2400	400	2500	542	2750	1500	1500	1850	400	850	400	2815	
500	QSX15-G8	4g	400DFEK	8375	6600	3250	2400	400	2500	542	2750	1500	1500	1850	400	850	400	2815	

\* только в дежурном режиме.

Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.

Указанные размеры аттенуатора основаны на воздуховодах 100 мм и акустических модулях 200 мм.

Полагается, что проведенная обработка позволит достичь значения этого показателя в безэховых условиях, равного 85 дБ(А) на расстоянии 1 метра.



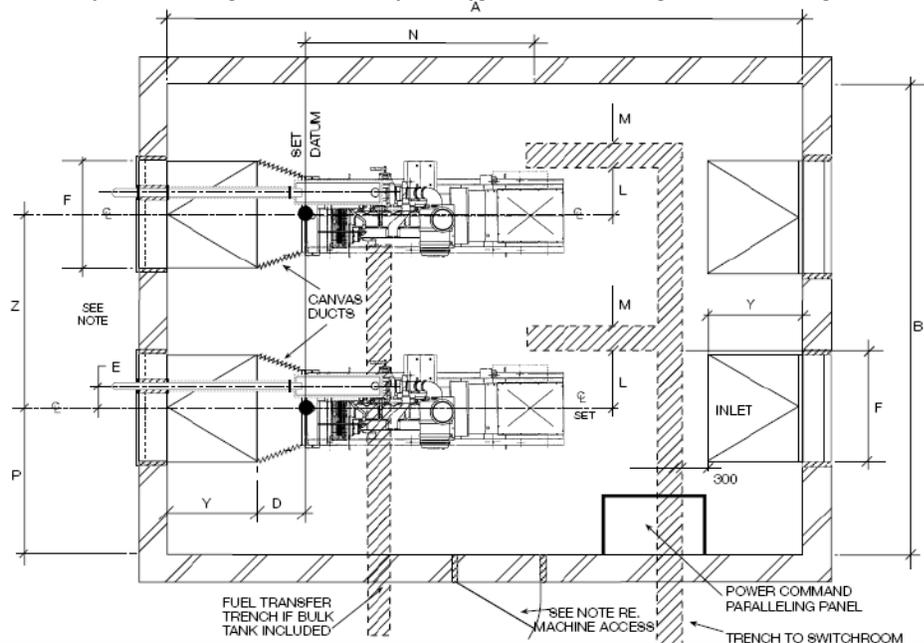
Три дежурных агрегата мощностью 1256 кВА каждый с двигателями Cummins KTA50G предназначены для обеспечения аварийного бесперебойного питания 150 компьютерных центров в Норвегии

## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)

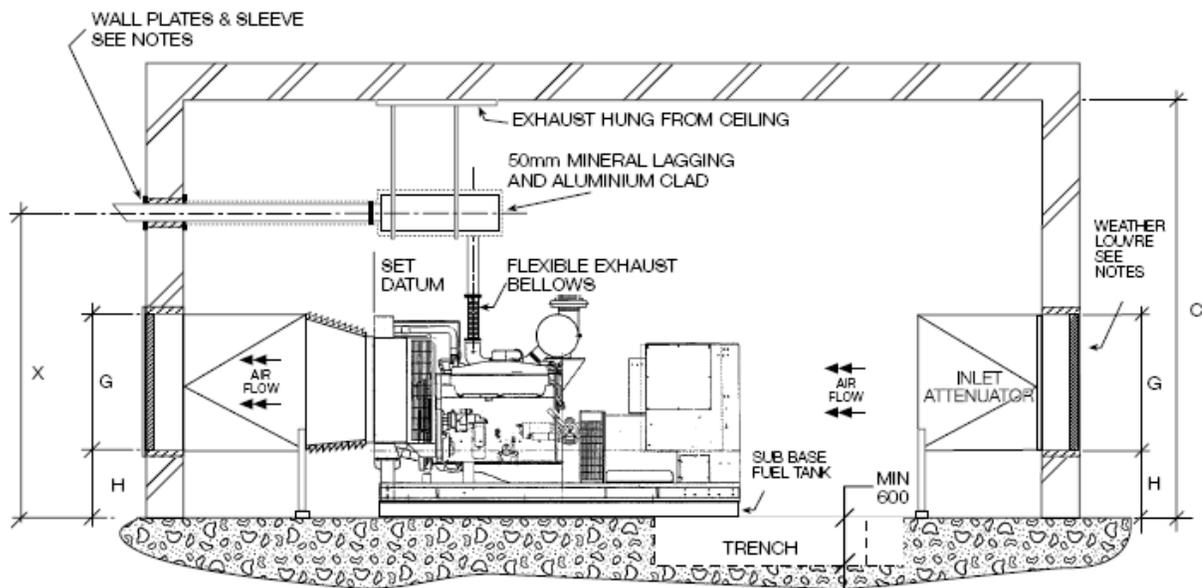


### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 233-511 кВА

Парная установка с акустической обработкой для получения уровня 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр.



See note	См. примечания
Set datum	Окончательное положение агрегата
Canvas ducts	Полотняные каналы
See notes re. machine access	См. примечания по доступу к агрегатам
Trench to switchroom	Канал в щитовую
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
Power command paralleling panel	Делительная панель диспетчеризации электроэнергии
Inlet	Впуск



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Min. 600	Минимум 600
Inlet attenuator	Впускной аттенуатор
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

## Установка двух генераторов в одном машинном зале.

### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц без акустической обработки

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Выпускные жалюзи		Подъем	Впускные жалюзи			Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	G		H	J	K	L	M	N
575	VTA28G5		460DFGA	5300	6700	3200	2450	400	2575	300	2700	1500	1800	600	1800	2000	775	500	350C	
640	VTA28G5		512DFGB	5300	6700	3200	2450	400	2575	300	2700	1500	1800	600	1800	2000	775	500	350C	
750	VTA28G6		600DFGD	5300	6700	3200	2450	400	2575	300	2700	1500	1850	600	1850	2000	775	500	350C	
725	QST30G1	4g	580DFHA	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
800	QST30G2	4g	640DFHB	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
939	QST30G3		751DFHC	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
1000	QST30G4		800DFHD	6050	7080	3500	2460	500	2620	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	420C	
725	QST30G6	2g	580DFHE	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
800	QST30G7	2g	640DFHF	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
939	QST30G8	2g	751DFHG	5960	7080	3400	2460	500	2620	300	2950	1500	1850	600	1850	2000	920	500	390C	
936	KTA38G3		748DFJC	6050	7400	3500	2800	500	2700	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	500	365S	
1019	KTA38G5		815DFJD	6200	7400	3500	2800	500	2700	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	365S	
1256	KTA50G3		1005DFLC	6800	7400	3500	2800	500	2700	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	500C	
1406	KTA50G8		1025DFLE	7500	7800	3500	3000	600	2800	350	3000	2100	2150	600	2300	2600	920	600	570C	
1500	KTA50GS8		1200DFLF	7500	7800	3500	3000	600	2800	350	3000	2100	2150	600	2300	2600	920	600	570C	
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	6800	7400	3500	2800	500	2700	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	500C	
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	6800	7400	3500	2800	500	2700	350	3000	1800	2150	600	2200	2350	920	600	500C	
1875	QSK60G3		1500DQKC	7850	8800	4400	3500	600	3050	693	3720	2600	2750	325	3000	3250	645	600	480S	
2000	QSK60G4		1600DQKD	7850	8800	4400	3500	600	3050	693	3720	3150	2750	325	3500	3300	645	600	500C	
1875	QSK60G3	2g	1500DQKE	8200	7000	4400	3000	800	2000	693	3720	2500	2500	325	2500	2500	645	600	380C	
2000	QSK60GS3	2g	1600DQKF	8200	7000	4400	3000	800	2000	693	3720	2500	2500	325	2500	2500	645	600	380C	

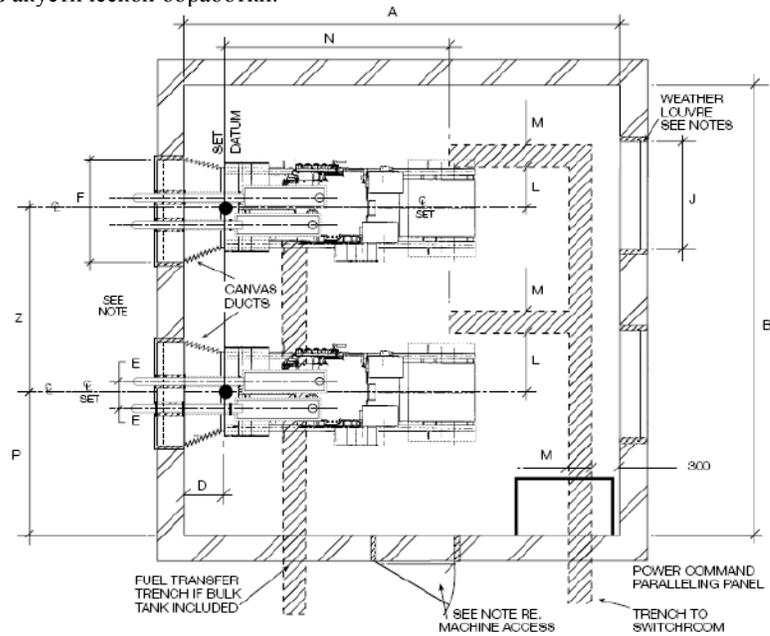
\* только в дежурном режиме.

- 1) Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.
- 2) Двигатели QSK60 с тангенциальным люфтом оборудуются выносными радиаторами; впускные жалюзи машинного зала должны оснащаться нагнетательным вентилятором для удаления тепла, выделяемого двигателем в пространство машинного зала, и поступления аспирационного воздуха и воздуха для охлаждения генератора в соответствии с техническими спецификациями.

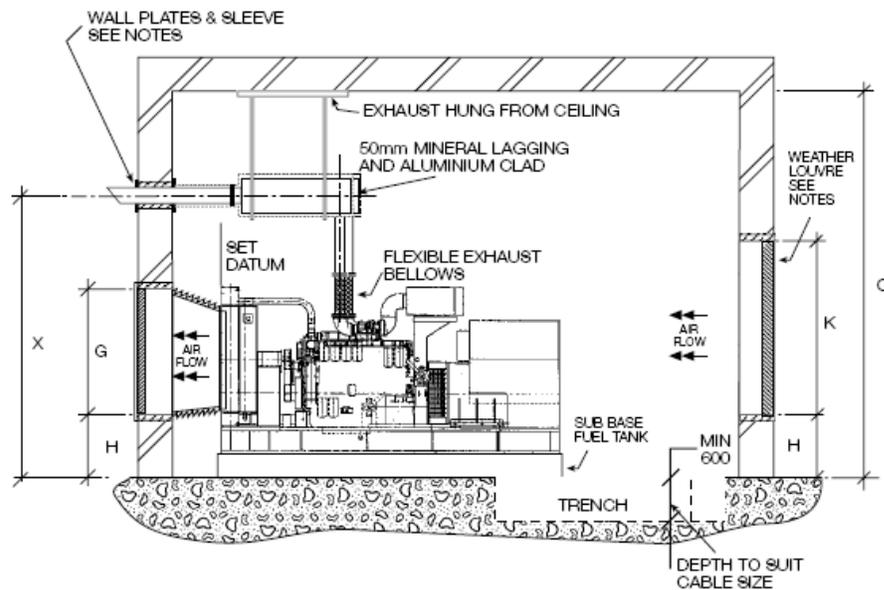
## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА  
Парная установка без акустической обработки.



See note	См. примечания
Set	Агрегат
Set datum	Окончательное положение агрегата
Canvas ducts	Полотняные каналы
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re. machine access	См. примечания по доступу к агрегатам
Trench to switchroom	Канал в щитовую
Power command paralleling panel	Делительная панель диспетчеризации электроэнергии
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сифоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Min. 600	Минимум 600
Depth to suite cable size	Глубина, соответствующая размеру кабеля
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

Установка двух генераторов в одном машинном зале.

Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-1875 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Размеры attenuатора			Подъем		Положение кабельного канала		
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	Y	G	H	L	M	N	
																			A
575	VTA28G5		460DFGA	9000	6700	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1800	2000	400	775	500	3500	
640	VTA28G5		512DFGB	9000	6700	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1800	2000	400	775	500	3500	
750	VTA28G6		600DFGD	9000	6700	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1800	2000	400	775	500	3500	
725	QST30G1	4g	580DFHA	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G2	4g	640DFHB	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G3		751DFHC	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
1000	QST30G4		800DFHD	9050	7080	3800	2640	500	2620	450	3150	2700	1500	2400	200	920	500	4200	
725	QST30G6	2g	580DFHE	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G7	2g	640DFHF	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G8	2g	751DFHG	9000	7080	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1500	2400	400	920	500	3900	
936	KTA38G3		748DFJC	10100	7400	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2100	2200	200	920	500	3655	
1016	KTA38G5		815DFJD	10100	7400	3800	2800	500	2700	500	3100	1950	2100	2200	200	920	600	3655	
1256	KTA50G3		1005DFLC	10960	7400	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2100	2200	200	920	600	5000	
1405	KTA50G8		1125DFLE	12300	7800	4500	3000	600	2800	500	3500	2450	2400	2600	200	920	600	5700	
1500	KTA50GS8		1200DFLF	12300	7800	4500	3000	600	2800	500	3500	2450	2400	2600	200	920	600	5700	
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	10960	7400	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2100	2200	200	920	600	5000	
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	10960	7400	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2100	2200	200	920	600	5000	
1875	QSK60G3		1500DQKC	13250	8800	4500	3500	600	3050	693	3800	2800	2700	2600	325	645	600	4805	
2000	QSK60G4		1600DQKD	13250	8800	4600	3500	600	3050	693	3900	3150	2700	3100	250	645	600	5800	
1875	QSK60G3	2g	1500DQKE	11800	7600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	1800	2500	325	645	600	3800	
2000	QSK60GS3	2g	1600DQKF	11800	7600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	1800	2600	325	645	600	3800	

- 1) Перед окончательной планировкой машинного зала убедитесь, что Вы внимательно изучили указания.
- 2) Указанные размеры attenuатора основаны на воздуховодах 100 мм и акустических модулях 200 мм.
- 3) Полагается, что проведенная обработка позволит достичь значения этого показателя в безэховых условиях, равного 85 дБ(А) на расстоянии 1 метра.
- 4) Двигатели QSK60 с тангенциальным люфтом оборудуются выносными радиаторами; впускные жалюзи машинного зала должны оснащаться нагнетательным вентилятором для удаления тепла, выделяемого двигателем в пространство машинного зала, и поступления аспирационного воздуха и воздуха для охлаждения генератора в соответствии с техническими спецификациями.

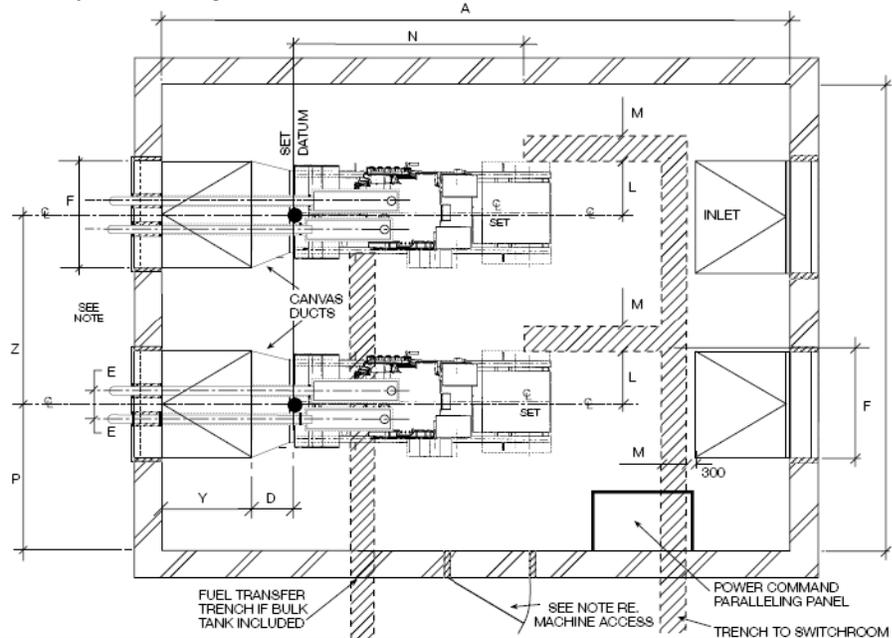
См.

См.

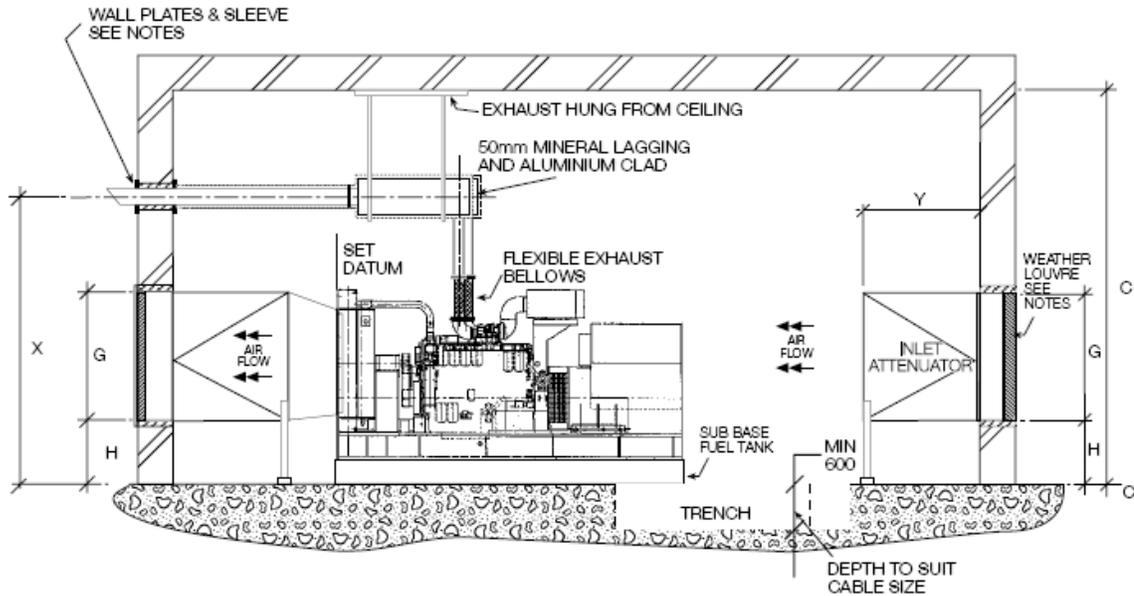
# Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА  
Парная установка с акустической обработкой.



See note	См. примечания
Set datum	Окончательное положение агрегата
Canvas ducts	Полотняные каналы
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re. machine access	См. примечания по доступу в к агрегатам
Trench to switchroom	Канал в щитовую
Power command paralleling panel	Делительная панель диспетчеризации электроэнергии
Inlet	Впуск



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Min. 600	Минимум 600
Depth to suit cable size	Глубина, соответствующая размеру кабеля
Inlet attenuator	Впускной аттенуатор
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

# Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



## Установка трех генераторов в одном машинном зале.

### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Размеры аттенуатора			Подъем	Положение кабельного канала			
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	Y	G		H	L	M	N
575	VTA28G5		460DFGA	9300	9150	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1950	2000	400	775	500	3500	
640	VTA28G5		D512FGB	9300	9150	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1950	2000	400	775	500	3500	
750	VTA28G6		600DFGD	9300	9150	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	1950	2000	400	775	500	3500	
725	QST30G1	4g	580DFHA	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G2	4g	640DFHB	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G3		751DFHC	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
1000	QST30G4		800DFHD	9350	9720	3800	2640	450	2620	450	3150	2700	1650	2400	200	920	500	4200	
725	QST30G6	2g	580DFHE	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G7	2g	640DFHF	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G8	2g	751DFHG	9300	9720	3700	2640	400	2620	400	3150	2400	1650	2400	400	920	500	3900	
936	KTA38G3		748DFJC	10400	10200	3800	2800	450	2700	450	3100	1950	2000	2200	200	920	500	3655	
1016	KTA38G3		815DFJD	10400	10200	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2000	2200	200	920	600	3655	
1256	KTA50G3		1005DFLC	11260	10200	3800	2800	450	2700	450	3100	1950	2250	2200	200	920	600	5000	
1405	KTA50G8		1125DFLE	12600	10800	4500	3000	500	2800	500	3500	2450	2550	2600	200	920	600	5700	
1500	KTA50GS8		1200DFLF	12600	10800	4500	3000	500	2800	500	3500	2450	2550	2600	200	920	600	5700	
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	11260	10200	3800	2800	450	2700	450	3100	1950	2250	2200	200	920	600	5000	
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	11260	10200	3800	2800	450	2700	450	3100	1950	2250	2200	200	920	600	5000	
1875	QSK60G3		1500DQKC	13550	12300	4500	3500	600	3050	693	3800	2800	2850	2600	325	645	600	4805	
2000	QSK60G4		1600DQKD	13550	12300	4600	3500	600	3050	693	3920	3150	2850	3100	250	645	600	5800	
1875	QSK60G3	2g	1500DQKE	12100	10600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	1950	2500	325	645	600	3800	
2000	QSK60GS3	2g	1600DQKF	12100	10600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	1950	2600	325	645	600	3800	

См.4)

См.4)

## Установка четырех генераторов в одном машинном зале.

### Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА на 50 Гц с акустической обработкой

Осн. мощность, кВА	Тип двигателя	Танг. люфт	Модель агрегата	Размеры маш. зала			Размещение			Выхлоп		Размеры аттенуатора			Подъем	Положение кабельного канала			
				Длина	Ширина	Высота	Удаление друг от друга	Заднее пространство	Расст. до прод. оси	Вывод	Высота	F	Y	G		H	L	M	N
575	VTA28G5		460DFGA	9600	11600	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	2100	2000	400	775	500	3500	
640	VTA28G5		D512FGB	9600	11600	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	2100	2000	400	775	500	3500	
750	VTA28G6		600DFGD	9600	11600	3450	2450	400	2575	400	2950	1500	2100	2000	400	775	500	3500	
725	QST30G1	4g	580DFHA	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G2	4g	640DFHB	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G3		751DFHC	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
1000	QST30G4		800DFHD	9650	12360	3800	2640	500	2620	450	3150	2700	1800	2400	200	920	500	4200	
725	QST30G6	2g	580DFHE	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
800	QST30G7	2g	640DFHF	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
939	QST30G8	2g	751DFHG	9600	12360	3700	2640	500	2620	400	3150	2400	1800	2400	400	920	500	3900	
936	KTA38G3		748DFJC	10400	13000	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2000	2200	200	920	500	3655	
1016	KTA38G3		815DFJD	10400	13000	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2000	2200	200	920	600	3655	
1256	KTA50G3		1005DFLC	11560	13000	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2400	2200	200	920	600	5000	
1405	KTA50G8		1125DFLE	12900	13800	4500	3000	600	2800	500	3500	2450	2700	2600	200	920	600	5700	
1500	KTA50GS8		1200DFLF	12900	13800	4500	3000	600	2800	500	3500	2450	2700	2600	200	920	600	5700	
1256	KTA50G6	4g	1005DFLG	11560	13000	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2400	2200	200	920	600	5000	
1256	KTA50G7	2g	1005DFLH	11560	13000	3800	2800	500	2700	450	3100	1950	2400	2200	200	920	600	5000	
1875	QSK60G3		1500DQKC	13850	15800	4500	3500	600	3050	693	3800	2800	3000	2600	325	645	600	4805	
2000	QSK60G4		1600DQKD	13850	15800	4600	3500	600	3050	693	3920	3150	3000	3100	250	645	600	5800	
1875	QSK60G3	2g	1500DQKE	12400	13600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	2100	2500	325	645	600	3800	
2000	QSK60GS3	2g	1600DQKF	12400	13600	4500	3000	800	2800	693	3800	2700	2100	2600	325	645	600	3800	

См.4)

См.4)

1) Перед окончательной планировкой машинного зала убедиться, что Вы внимательно изучили указания.

2) Указанные размеры аттенуатора основаны на воздуховодах 100 мм и акустических модулях 200 мм.

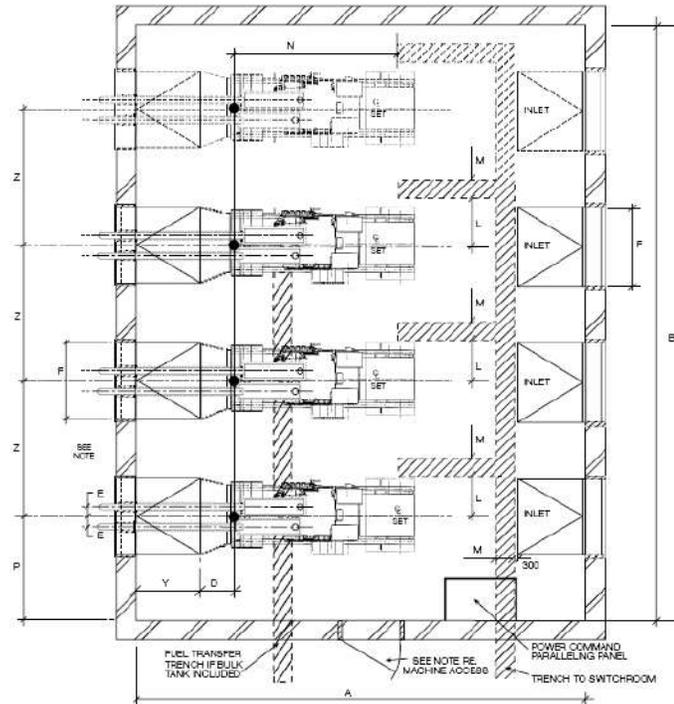
3) Полагается, что проведенная обработка позволит достичь значения этого показателя в безэховых условиях, равного 85 дБ(А) на расстоянии 1 метра.

4) Двигатели QSK60 с тангенциальным люфтом оборудуются выносными радиаторами; впускные жалюзи машинного зала должны оснащаться нагнетательным вентилятором для удаления тепла, выделяемого двигателем в пространство машинного зала, и поступления аспирационного воздуха и воздуха для охлаждения генератора в соответствии с техническими спецификациями.

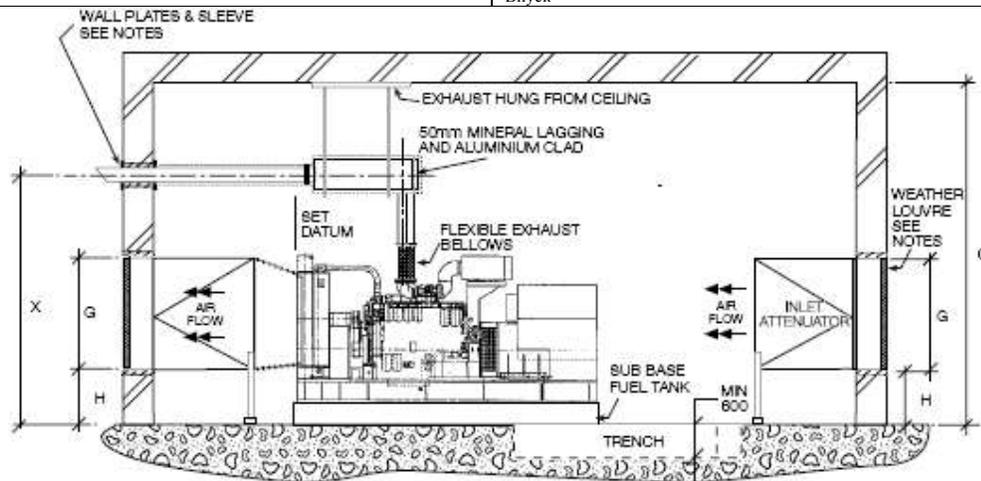
## Рекомендованные размеры помещения (машинного зала)



Генераторные агрегаты Cummins мощностью 575-2000 кВА (общая мощность установки до 4, 5 МВт)  
Установка комплекса агрегатов с акустической обработкой для получения уровня 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр.



See note	См. примечания
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re. machine access	См. примечания по доступу в к агрегатам
Trench to switchroom	Канал в щитовую
Power command paralleling panel	Делительная панель диспетчеризации электроэнергии
Inlet	Впуск



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Min. 600	Минимум 600
Inlet attenuator	Впускной аттенуатор
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

Установка нескольких агрегатов в одном машинном зале



Установка 4-х агрегатов по 800 кВА каждый в машинном зале на уровне земли с простой, но эффективной выхлопной системой



Четыре агрегата по 150 кВА с двигателями KTA50 работают с базисной нагрузкой в Саудовской Аравии

### Установка генераторных агрегатов в корпусе и на крыше

Если установка внутри помещения на уровне земли или на фундаменте невозможна, можно установить генератор либо на прилегающей открытой территории, либо на плоской крыше здания, при условии, что конструкция обладает достаточной прочностью или имеется возможность ее усиления. Вариант установки на крышу получил широкое распространение во многих городах, как больших, так и малых, где свободное пространство ценится на вес золота. Отдельные агрегаты в корпусах с шумоизоляцией и мощностью до 2 МВт каждый были успешно установлены за последние десять лет во многих странах мира.

### Рекомендации по крышевой и высотной установке

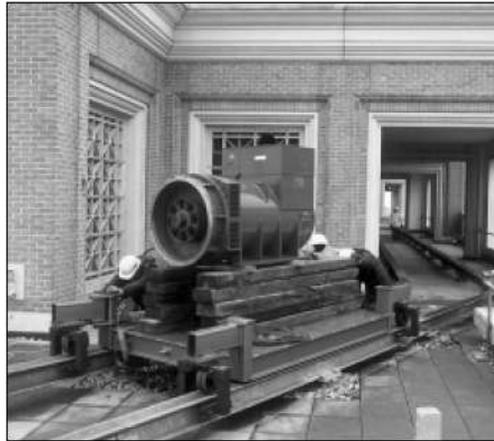
Вариант рассматривается только при отсутствии возможности установки агрегата на землю или на фундамент, а также/либо если стоимость высотной установки, включая конструкционные работы, ниже, чем у обычного варианта установки.

#### Преимущества

- Нет проблем с подачей воздуха
- Не требует дорогих трубопроводных работ
- Отсутствие длинных выхлопных линий
- Отсутствие проблем с выбросом выхлопных газов
- Отсутствие проблем с шумом
- Отсутствие проблем с ограничением свободного пространства

#### Недостатки

- Необходимость усиления конструкции крыши
- Необходимость использования большого крана
- Возможность перекрытия движения на дорогах
- Необходимость получения проектного разрешения
- Большая длина кабелей
- Ограничение запасов топлива



Нестандартный вариант установки трех агрегатов по 15 кВА каждый на крыше 15/этажного дома требует демонтажа агрегатов для перевозки по железной дороге, а также использования специально сделанной платформы для транспортировки и подъема.

### Конструкция крыши

Конструкция крыши должна быть пригодной для установки, важнейшим моментом является ее прочность. Если поверхность крыши признается негодной, проблема часто решается установкой плавающего основания или стальных платформ поперек несущих конструкций здания.

### Вибрация

Интенсивность вибрации, передаваемой конструкциям здания, может быть существенно снижена

а) за счет использования антивибрационных приспособлений, встроенных в конструкцию агрегата. Такое решение позволяет убрать 75-80 % вибрации, передаваемой от двигателя.

б) за счет установки дополнительных гасителей вибрации между шасси генераторного агрегата и крышей. Вариант возможен, однако требует специального проектирования во избежание резонанса. Позволяет устранить до 98 % вибрации.

в) для генераторов мощностью более 1 МВт может оказаться желательным использование бетонного основания, которое подвижно закрепляется и гасит вибрации от генератора.

Хотя все перечисленные методы использовались на различных зданиях, в большинстве случаев признается удовлетворительной стандартная встроенная антивибрационная система.



Если существует возможность установки агрегата в корпусе на основную раму, как это показано на примере агрегата 300 кВА, установка осуществляется быстрее. Поверх агрегата устанавливается шумоизолированный корпус. Обратите внимание на подготовленную опорную стальную конструкцию.

### Шум

Все генераторные агрегаты, устанавливаемые на крышу, оснащаются шумоизолированными корпусами, а при установке в помещении – входным и выходным гасителем шума и двойным стационарным глушителем. Тяжелые шумозащитные корпуса могут снизить уровень шума с 15-30 дБ(А), причем ограничения определяются только бюджетом или положениями местного законодательства. Уровень шума 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр от агрегата является существенным снижением и представляет собой офисную норму.

### Доступность

При принятии окончательного решения о размещении генератора на крыше необходимо принимать во внимание требования к свободе использованию подъемных кранов. Например, передвижной кран грузоподъемностью 100 тонн с радиусом действия 100 футов (30 метров) сможет поднять только около 5 тонн. Проблем с вертикальным подъемом груза не возникает, однако установка большого генератора в 30-40 метрах от края крыши здания вызывает большую нагрузку на крановую балку. Таким образом, при увеличении радиуса действия грузоподъемность снижается. Так, чтобы поднять агрегат мощностью 1,3 МВт, весящий 22 тонны, на крышу 8-этажного здания и установить его в 14 метрах от края крыши, понадобился кран грузоподъемностью 250 тонн.

Во многих случаях проблемы с радиусом действия и грузоподъемностью в сочетании с ограничениями доступа заставляют разбирать агрегат, иногда на пять-шесть частей – двигатель генератор, шасси, блок управления, шумозащитный корпус и радиатор. Для сохранения гарантийных обязательств сборка должна осуществляться под контролем технических специалистов Cummins Power Generation.

Хотя эта процедура занимает несколько больше времени в плане аренды крана, разборки и сборки, кран меньшего размера будет стоить меньше, так что общая стоимость установки существенно не изменится.

Можно использовать вертолет, однако при этом применяются ограничения по весу и безопасности полетов, а преодоление возникающих ограничений может оказаться очень затратным. Так или иначе, можно поднять не менее 2 тонн и, хотя это неизбежно означает предварительный монтаж агрегата, стоимость использования вертолета составит лишь одну пятую от стоимости использования крана соответствующей грузоподъемности.

Если при использовании вертолета возникает необходимость переноски оборудования на любое расстояние, нужно обеспечить по пути следования свободное «сбросовое» пространство. В качестве альтернативы вертолет должен иметь возможность поднять оборудование с чистого и безопасного пространства и установить его на крышу. Необходимая консультативная поддержка и получение разрешения на полет в соответствующих органах возлагается на компанию по аренде вертолетов, либо весь объем работ осуществляется самим изготовителем оборудования.

### Цвет и разрешение на перепланировку

Поскольку Вы практически неизбежно измените контур здания, необходимо подумать о получении разрешения на проведение строительных работ. Многие местные органы оговаривают невозможность изменения контуров зданий, другие допускают установку шумозащитных корпусов при условии слияния их с контуром здания.

Получение разрешения на проведение строительных работ возлагается на заказчика или на агента.

### Подача топлива

При установке агрегатов на крышу возникает серьезное ограничение объема запаса топлива. На первый план выступают соображения веса и пожарной безопасности. Обычно для каждого генератора допускается наличие резервуара, обеспечивающего его работу в течение одного дня, однако даже этот объем может быть серьезно ограничен (до 450 литров = 100 галлонов) некоторыми местными строительными и пожарными властями. Необходимо получить все требуемые официальные разрешения в отношении топливной системы.

Наливная цистерна является объектом мер противопожарной безопасности. Которые устанавливаются местными властями и регулируют все вопросы безопасности. Топливо подкачивается в «дневной» бак, который обычно оснащается верхним и нижним поплавковыми выключателями, приводящими в действие мотор насоса. Важно обеспечить наличие на «дневном» баке адекватных переливных устройств, диаметр которых должен быть не менее диаметра подающей трубы и которые осуществляют возврат топлива в наливную цистерну.



Установленные на крыше выносные радиаторы от четырех генераторных агрегатов мощностью 1000 кВА каждый и удлиненные выхлопные трубы в условиях ограничения свободного пространства и циркуляции воздуха.

### **Выхлопные воздух и газы**

При установке оборудования на крыше проблемы, связанные с выхлопными газами и циркуляцией воздуха, обычно минимальны, что является главным преимуществом такого расположения. Если уровень крыши ниже окружающих зданий, необходимо тщательно продумать направление выброса выхлопных газов с учетом розы ветров. В некоторых случаях, при наличии поблизости офисов с открытыми окнами рекомендуется устанавливать вертикальную трубу с флюгаркой.

Необходимо поддерживать пути доступа воздуха свободными от любых загрязнений, которые могут ограничить поступление воздуха к агрегату. Проблем с выпуском воздуха обычно не возникает, однако необходимо опять принимать во внимание розу ветров, поскольку направление ветра непосредственно в отверстие выпуска воздуха может препятствовать его выходу. В качестве решения этой проблемы используются угловые впускные жалюзи.

### **Разводка**

Пожалуй, наиболее дорогостоящий аспект при установке оборудования на крыше. Рекомендуется, чтобы блок управления с контактами располагался как можно ближе к точке подачи электроэнергии в здание. Это позволяет сократить длину силового кабеля до минимума.

Управляющие кабели неизбежно протягиваются до крыши, однако они имеют малое поперечное сечение. рекомендуется. Чтобы система управления и контрольно-измерительные средства генератора размещались в точной близости от него. По возможности для прокладки выходного кабеля используются существующие кабельные каналы.

### **Полиция и местные власти**

Использование тяжелой техники и больших кранов неизменно приведет к перекрытию дорог, особенно в густонаселенных районах. Рекомендуется заблаговременно ставить в известность полицию и местные власти о проведении работ и пользоваться их содействием. В загруженных городских районах регулирование движения имеет большое значение, поэтому доставка и установка оборудования возможны только на выходных.



Два агрегата по 1000 кВА, установленные на крыше универмага с максимальным шумоподавлением и расширенными аттенуаторами.

### Контрольная таблица для установки оборудования на крышу

- (1) Высота здания.
- (2) Площадь установки.
- (3) Размещение генератора / Смежное оборудование.
- (4) Расстояние от края крыши до места установки.
- (5) Прочность крыши здания. Наличие усиленных панелей или стальных балок.
- (6) Необходимость звукоизоляции крыши, например, при помощи дополнительных антивибрационных устройств, специальных матов и т.д.
- (7) Доступ на крышу для персонала и технического обслуживания (смазка и т.д.).
- (8) Необходимый размер крана.
- (9) Вес генераторного агрегата, корпуса, панелей управления.
- (10) Возможность подъема оборудования в цельном виде или необходимость его демонтажа с последующей сборкой на крыше.
- (11) Необходимая длина крановой балки.
- (12) Максимальная необходимая высота.
- (13) Твердые / бетонные площадки для установки опор крана.
- (14) Наличие доступа для передвижного крана и его ограничения.
- (15) Возможность проведения установки при дневном свете или в ночное время. Необходимость перекрытия дорог.
- (16) Время установки крана и проведения подъемных работ – будние дни или выходные.
- (17) Расположение выпуска выхлопной системы во избежание выброса выхлопов в окна и т.д., потоки воздуха вокруг генераторного агрегата.
- (18) Расположение кабелей и линий подачи топлива.

Спаренные генераторные агрегаты Cummins на 1875 кВА с двигателями QSK60G3, установленные на крыше 10-этажного здания компьютерного центра. Шумоподавление до уровня 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр, вес каждого агрегата – 26000 кг, вес контейнера с панелью управления – 700 кг. С учетом загруженности центра города установка проводилась ночью.

## Описание проекта

**Рекомендованные размеры помещений для установки газовых генераторных агрегатов 1100-1750 кВт**

### Основная электростанция с шумоподавлением

(Полная информация приведена в Разделе Ж).

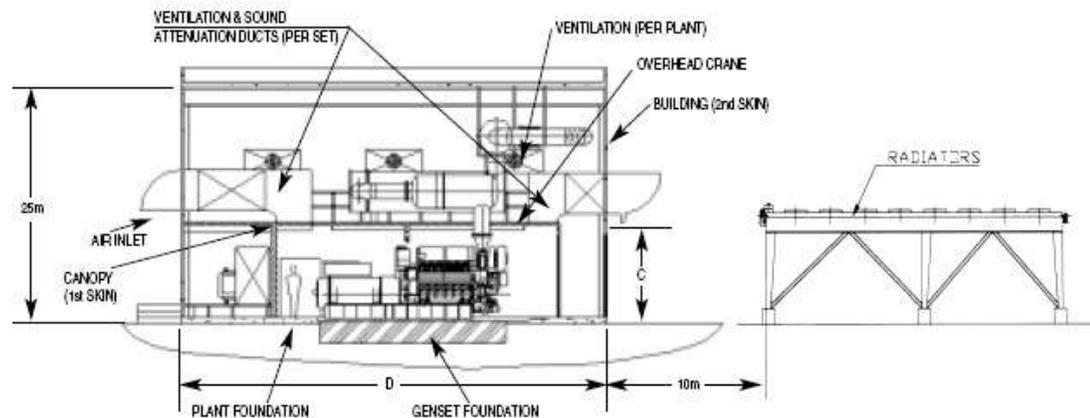
### Общие сведения

Компания Cummins Power Generation осуществляет установку электростанций с нуля, включая все строительные работы – от укладки фундамента из бетонных плит до разводки кабелей и трубопроводов. Тип корпуса оборудования зависит от ограничений свободного пространства, срочности ввода в эксплуатацию и срока реализации проекта. Краткосрочный проект с жесткими пространственными ограничениями предполагает контейнеризованное решение, в то время как проект с длительным сроком осуществления и наличием достаточного свободного пространства требует возведения кирпичного или обшитого сталью здания.

### Пример характеристик (установки со звукоизоляцией)

Непрерывная нагрузка при 50 Гц	Модель агрегата	Модель двигателя	Длина (А) маш. зала, м	Ширина маш. зала, м	Высота (С), м	Общая длина (D), м	Непрерывная нагрузка при 60 Гц	Длина агрегата, м	Ширина агрегата, м	Прибл. высота агрегата, м	Вес (т)	Сред. эфф. давление, бар
1370 кВт	GQMA	QSV81G	10	5,7	3,4	14	1100 кВт	5,4	1,7	2,6	19,0*	14
1570 кВт	GQMB	QSV81G	10	5,7	3,4	14	-	-	-	-	-	16
1540 кВт	GQNA	QSV91G	10	5,7	3,4	14	1250 кВт	5,6	1,7	2,6	20,5*	14
1750 кВт	GQNB	QSV91G	10	5,7	3,4	14	1750 кВт	5,6	1,7	2,6	22*	16

\* см. Раздел Ж.



Ventilation & sound attenuation ducts (per set)	Вентиляционные и звукопоглощающие каналы
Air inlet	Впуск воздуха
Canopy (1 <sup>st</sup> skin)	Навес (1-ая оболочка)
Plant foundation	Фундамент установки
Genset foundation	Фундамент генераторного агрегата
Ventilation (per plant)	Вентиляция (общая на всю установку)
Overhead crane	Кран-балка
Building (2 <sup>nd</sup> skin)	Здание (1-ая оболочка)
Radiators	Радиаторы
10 m	10 метров

### Энергетическая установка с акустической обработкой для непрерывной эксплуатации в тропическом климате

#### Шумоподавление

Данный машинный зал предназначен для стран с теплым или жарким климатом. За счет усиленной системы шумоподавления уровень остаточного шума составляет 50 дБ(А) на расстоянии 50 метров.

Вокруг генераторных агрегатов оставлено пространство для технического обслуживания, что позволяет осуществлять ремонт каждого отдельно установленного генератора без огульного шума.

Наружная конструкция здания может выполняться из стали с применением изолирующих материалов или бетона. Стены и крыша должны покрываться минеральным изолирующим материалом в форме заполнения, а входящий и выходящий воздух проходит через аттенуаторы. Двери уплотняются минеральным изолирующим материалом.

Служебные двери должны быть достаточного размера для извлечения генератора из здания.

Воздух для горения подается в генератор извне посредством вентилятора в шумовом фильтре. Впуск воздуха звукоизолирован, а выхлопная линия оснащена двумя высокоэффективными стационарными глушителями.

Силовые кабели могут прокладываться в кабель-каналах или настенных лотках.

Доп. информация приведена в Руководстве по проектированию газовой электростанции.

## Здания электростанций (общие сведения)

В данном Разделе изложены основные принципы возведения стальных и кирпичных зданий. Он не рассматривается как непреложное руководство по строительству зданий. Типовые компоновочные чертежи, приведенные в данном разделе, служат лишь в качестве примера. Конструкция и внешний вид здания, а также его содержимое, зависят от конкретного проекта.

### Внешний вид и компоновка зданий

Здание в большой степени отражает специфику процессов, происходящих внутри него. Размер является отражением размеров и размещения оборудования с учетом пространства, необходимого для его установки и технического обслуживания, а также для адекватного доступа для установки оборудования и его демонтажа с целью замены или ремонта.

Высота здания должна обеспечивать достаточно пространства для подвески глушителей выхлопной системы и трубопроводов, а также лотков и каналов для прокладки кабелей, если их траншейная прокладка невозможна.

Необходимо также спланировать разводку линий подачи воды, топлива, смазочного масла и газа, если они не могут располагаться в закрытых каналах / траншеях.

Циркуляция вентиляционного и аспирационного воздуха должна тщательно планироваться, так чтобы расположение точек впуска и выпуска воздуха обеспечивало отвод тепла, выделяемого генератором, без рециркуляции. Скорость, объем и приемлемое повышение температуры воздуха определяют размер отверстий, а также количество и пропускную способность вентиляторов.

Во всех случаях, когда возможно резкое увеличение интенсивности звука, необходимо наличие акустической обработки и средств управления им. Стены и крыша должны покрываться минеральным изолирующим материалом в форме заполнения, а входящий и выходящий воздух проходит через аттенуаторы. Двери уплотняются минеральным изолирующим материалом.

### Фундаменты генераторных агрегатов

Фундаментная плита должна быть способна выдерживать статический вес генераторного агрегата при условии его равномерного распределения между изоляторами. Если изоляторы не используются, вес фундаментной плиты должен составлять 125 % от веса генераторного агрегата.

В таблице ниже приведены размеры «А» и «В», которые должны превышать размеры генератора на 300 мм.

Глубина бетонного основания зависит от состава подлежащей почвы. Твердая, ровная поверхность почвы, гравий или камень обеспечивают надежную опору. Такие виды почв как мягкая глина, рыхлый песок или песок вблизи уровня грунтовых вод, особенно неустойчивы под действием динамических нагрузок и требуют использования более существенного фундамента.

Площадь опорной поверхности подбирается в зависимости от ее материала. Чтобы определить давление (Р), оказываемое генераторным агрегатом, необходимо разделить общий влажный вес (W) на общую площадь поверхности (А):

$$P(\text{фут/кв. дюйм}) = \frac{W(\text{к(к)}}{A(\text{мм})}$$

Давление, оказываемое весом генераторного агрегата, должно быть меньше несущей способности подлежащего материала.

Сезонные и погодные изменения оказывают неблагоприятное воздействие на установочные поверхности. При замерзании и оттаивании характеристики почвы значительно изменяются. Во избежание смещения конструкций вследствие сезонных изменений необходимо продлить фундамент ниже линии замерзания.

### Бетонное основание

Конструкция бетонной основной плиты должна выдерживать все статические и динамические нагрузки, образуемые генераторным агрегатом, а также всем необходимым сопутствующим оборудованием. Кроме того, плита должна надежно располагаться на почве или жесткой конструкции, чтобы сохранять горизонтальность расположения.

Тип двигателя	Вес ген. агрегата (кг) в рабочем состоянии	Размеры фундамента (мм) [удельный вес бетона = 2,4]		
		А	В	С
QSV 81G	20500	6500	2000	700
QSV 91G	22000	7000	2000	700

Размеры основания приведены лишь для справки. Для получения достоверных сведений о конкретных вариантах установки обращайтесь на предприятие-изготовитель.



Один из шести 18-цилиндровых газовых генераторных агрегатов Cummins QSV91GCHP в составе установки с производительностью 1750 кВт энергии и 2000 кВт тепла на каждый агрегат.

## Рекомендованные размеры помещений для установки газовых генераторных агрегатов 1100-1750 кВт Основная электростанция без шумоподавления

### Основные свойства

Данная электростанция предназначена для экономной установки и обеспечивает быстрый ввод в строй и упрощение обслуживания.

Для предотвращения затопления необходимо возводить цельное здание из гофрированной стали или кирпича на возвышенном плитовом фундаменте. По фасаду здания необходимо установить вентиляторы для забора воздуха внутрь здания, к двигателю, трансформатору и генератору. Если температура наружного воздуха составляет менее 35 °С, вентиляция помещения может осуществляться путем естественной конвекции через большое впускное и выпускное отверстие с жалюзи. Выпускные отверстия для выпуска воздуха обычно располагаются на крыше, однако необходимо принимать во внимание розу ветров.

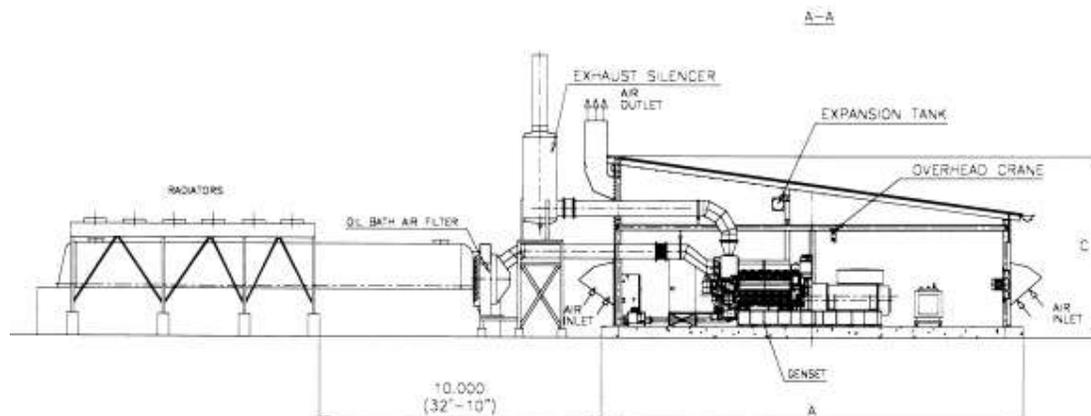
Вспомогательное механическое оборудование должно размещаться вблизи от переднего торца двигателя, чтобы избежать избыточной разводки трубопроводов.

Масляные воздушные фильтры, устанавливаемые снаружи, могут забирать воздух с высокой интенсивностью, предотвращая рециркуляцию пыли и горячих выхлопных газов.

Щитовая должна строиться из каменной кладки во избежание изменений температуры и образования конденсата, а ее размещение в центре здания позволит сократить длину силовых и управляющих линий. Силовые кабели могут быть проложены в траншеях или подвесных лотках / кабельных каналах.

Радиаторы обычно устанавливаются вместе, чтобы избежать рециркуляции горячего воздуха. Рекомендуется устанавливать их на расстоянии 10 метров (30 футов) от электростанции.

Непрерывная нагрузка при 50 Гц	Модель двигателя	A, м	B (см. Раздел В), м	C, м	Кол-во агрегатов	Непрерывная нагрузка при 50 Гц
GQMA – 1370 кВт	QSV81G	15	5,5	7,0	От 2 до 8	GQMA – 1100 кВт
GQMB – 1570 кВт	QSV81G					-
GQNA – 1540 кВт	QSV91G					GQNA – 1250 кВт
GQNB – 1750 кВт	QSV91G					GQNB – 1750 кВт



Radiator	Радиатор
Oil bath air filter	Масляный воздушный фильтр
Exhaust silencer	Глушитель выхлопной системы
Air outlet	Выпуск воздуха
Air inlet	Впуск воздуха
Expansion tank	Расширительный резервуар
Overhead crane	Кран-балка
Genset	Генераторный агрегат

### Строительные нормы

Законодательство, регулирующее планирование и строительство сооружений, в разных странах предъявляет разные требования. Тем не менее, принципы, на которых основано такое законодательство, почти всегда одни и те же и поэтому должны приниматься во внимание. К ним относятся:

- приемлемость места расположения и экологическая безопасность

Зональные планы по определенным областям определяют функцию и общий внешний вид (размер, высоту и т.д.) зданий в данной конкретной области.

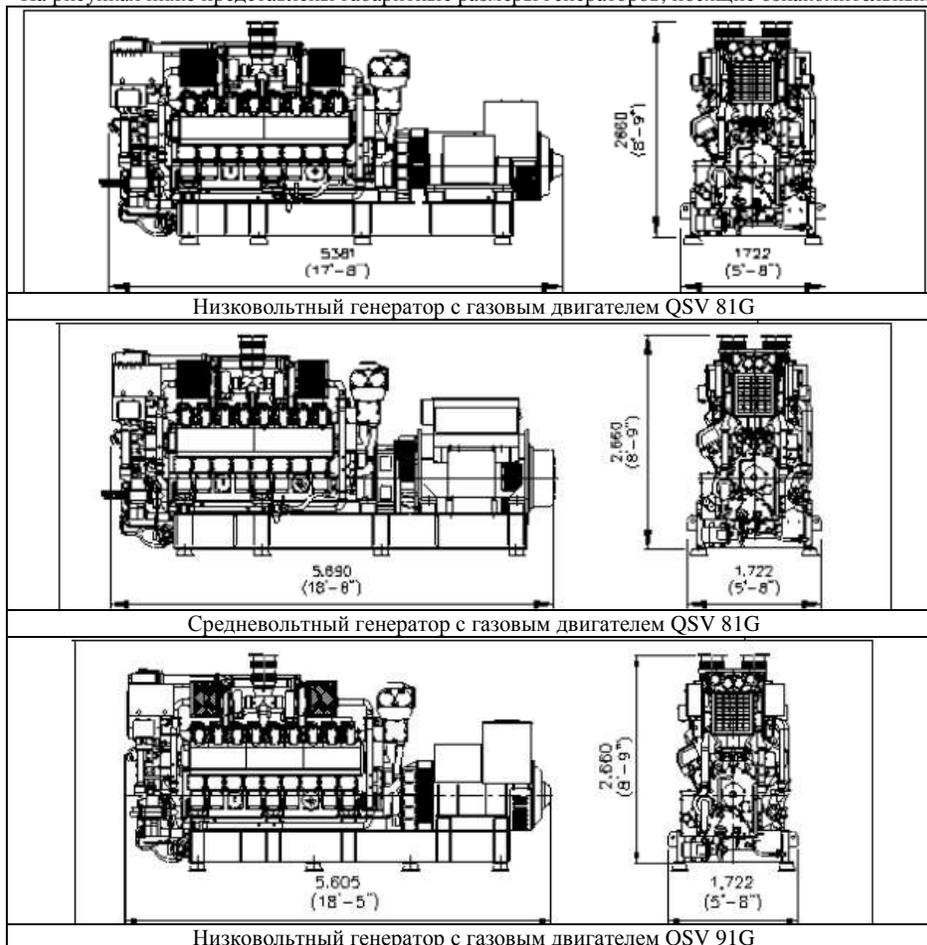
- конструкционная стабильность

Конструкция здания должна естественным образом выдерживать давления и нагрузки, прилагаемые к ней в силу местных воздействий. Нормы строительства определяют нагрузки, на которые должны быть рассчитаны здания в соответствии с местными обстоятельствами.

Своды законов по всему миру различаются в отношении требований к конструкционной стабильности, поэтому окончательные конструкционные решения также будут отличаться друг от друга. Особого внимания требуют экстремальные обстоятельства, такие как риск землетрясения или шторма.

## Газовые генераторы – Компоновка генераторного агрегата

На рисунках ниже представлены габаритные размеры генераторов, носящие ознакомительный характер.



Низкое напряжение – до 440 В  
Среднее напряжение – до 13,8 кВ

### Природный газ

Состав природного газа в значительной степени зависит от места его добычи. Газы, состав которых соответствует представленному ниже, называются природными. Если состав используемого природного газа отличается от приведенного ниже, необходимо уделить особое внимание рентабельности использования газового двигателя.

### Типовой состав природного газа

Газ	Формула	Содержание в %
Метан	CH <sub>4</sub>	75-99
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0-5
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0-3
Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0-2
Водород	H <sub>2</sub>	0
Углекислый газ	CO <sub>2</sub>	0-10
Кислород	O <sub>2</sub>	0-0,2
Азот	N <sub>2</sub>	0-15
Прочие		0-5

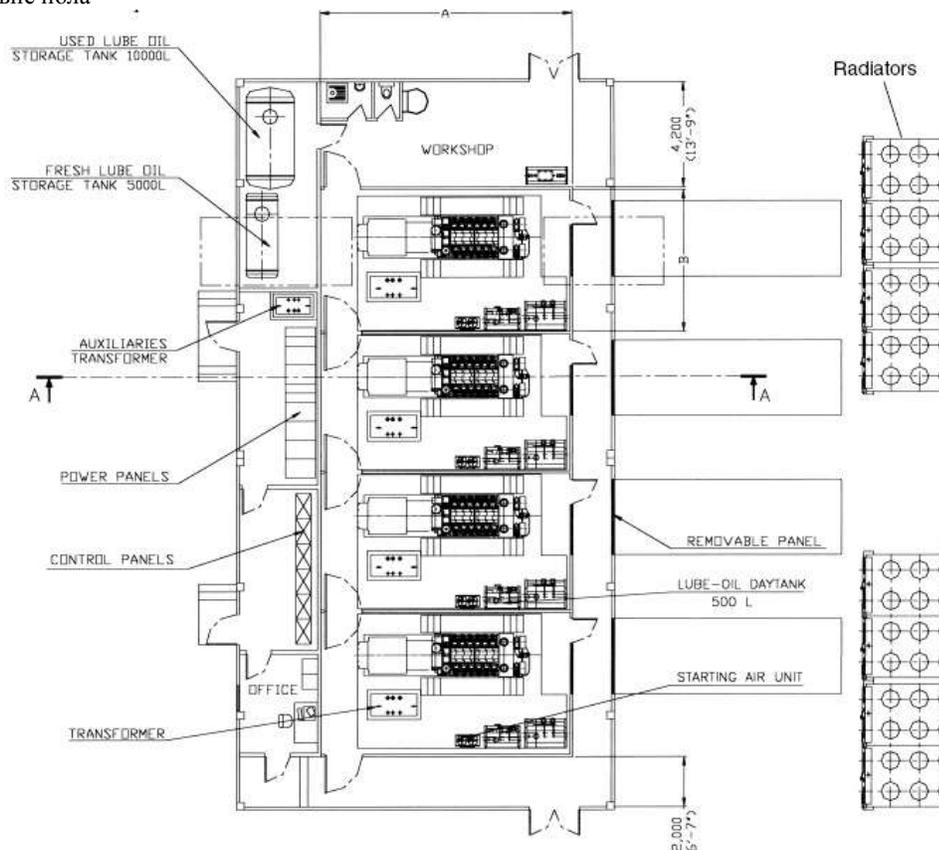
### Требования к качеству газа

С целью обеспечения правильной работы и производительности двигателя газ, используемый в качестве топлива, должен соответствовать критериям, приведенным ниже.

В случае несоответствия топливного газа предъявляемым требованиям двигатель должен быть отключен (см. спецификации).

Газ	Единица / формула	Критерий
Наименьшая теплопроизводительность газа	МДж/Н·м <sup>3</sup>	>30
Плотность газа	кг/м <sup>3</sup>	0,7-0,9
Метановое число	МЧ	>52
Содержание сероводородной кислоты	H <sub>2</sub> S	>0,01 %
Максимальная температура газа	°C	50

## Газовые генераторы - Многоагрегатная установка План на уровне пола



Used lube oil, storage tank 10000 l	Отработанное смазочное масло, расходная цистерна 10000 л
Fresh lube oil, storage tank 5000 l	Новое смазочное масло, расходная цистерна 5000 л
Auxiliaries / transformer	Вспомогательное оборудование / трансформатор
Power panels	Силовые щиты
Control panels	Панели управления
Transformer	Трансформатор
Office	Офис
Workshop	Мастерская
Removable panel	Съемная панель
Lube-oil daytank, 500 l	«Дневной» резервуар смазочного масла, 500 л
Radiators	Радиаторы



Модель GQNB на 1750 кВт, с 18-цилиндровым V-образным двигателем QSV91G

### Большие контейнеризированные газовые генераторные агрегаты

#### Общая информация

Контейнеризированные электростанции предназначены для быстрой и простой доставки в любую точку мира и установки в кратчайшие сроки. Низкий уровень шума за счет использования шумоизолированного контейнера составляет 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр вокруг контейнера, а в варианте с усиленной шумоизоляцией – 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр.

#### Модульность

Эти большие энергетические установки помещаются в два типа контейнеров: один – 40-футовый – для генераторного агрегата, второй – 20 или 40 футов, с системой кондиционирования воздуха – для управляющего оборудования. Радиаторы могут поставляться отдельно и устанавливаться вблизи генераторного контейнера или встраиваться в контейнер в качестве составной части единой системы.

Повышающие силовые трансформаторы расположены снаружи. Предлагаются готовые кабели для взаимного подключения контейнеров с механическим и электрическим оборудованием.

Контейнер с мастерской, оборудованный системой кондиционирования воздуха, является факультативным компонентом, то есть, не входит в основной комплект поставки.

#### Требования к установке

Контейнеризированная система предполагает быструю установку на замощенной территории. Для взаимного соединения нескольких генераторных агрегатов могут использоваться кабельные и трубные каналы. Толщина бетонной плиты не должна варьировать в пределах всей площади опоры контейнера более чем на 30 мм, однако сама зависит от состава почвы. Прочность основной плиты должна быть достаточной только для поддержки указанного веса. Во время работы оборудования значимые динамические усилия отсутствуют.

Отдельно взятый объем поставки в основном зависит от системы диспетчеризации электроэнергии и /или распределительного щита.

Кроме того, необходимо питание системы для ее разогрева и запуска из расчета 25-50 кВт на агрегат, а также подвод пресной воды для заполнения контура охлаждения.

По требованию заказчика возможна поставка контейнеризированной электростанции, способной осуществлять пуск из полностью обесточенного состояния.

#### Установка радиаторов

Радиаторы и охлаждающая система составляют неотъемлемую часть контейнеризированной энергосистемы производства компании Cummins. Генераторы оснащены горизонтально расположенными крышевыми радиаторами, которые подключаются непосредственно к двигателю. Никаких работ по установке не требуется. В качестве альтернативного варианта, если технические условия включают необходимость установки радиаторов на удалении от контейнера, во избежание рециркуляции выхлопных газов расстояние между радиаторами и контейнером генератора должно составлять десять метров. При установке нескольких радиаторов рекомендуется группировать их вместе, при условии что поперечное сечение боковых воздухозаборов больше или равно верхней поверхности. Это обеспечивает поступление свежего воздуха к центральным насосам. При выполнении этих требований рециркуляция горячего воздуха от установленных радиаторов сводится к минимуму.

Во избежание закупорки радиаторов пылью под ними необходимо обустроить замощенные или гравийные площадки.

#### Выхлопная труба

Установка глушителей и трубопроводов / линий для контейнеризированных электросистем на крыше каждого контейнера осуществляется в соответствии с концепцией компании Cummins. Никаких установочных работ не требуется. В качестве альтернативного варианта, если выхлопные трубы сводятся воедино, каждая выхлопная линия от отдельных двигателей прокладывается отдельно.

#### Строительные работы

Между контейнерами необходимо оставлять свободное пространство, а трубопроводы и силовые кабели прокладывать в отдельных траншеях. Управляющие и служебные кабели могут в определенных случаях прокладываться поверх трубопроводов, но никогда не должны соседствовать с силовыми кабелями. Адекватное дренирование траншей должно осуществляться при помощи свободных труб большого диаметра.

Бетонная плита должна располагаться на хорошо дренируемом участке. Плиты вокруг контейнеров должны быть способны выдержать вес генераторного агрегата, извлеченного из контейнера, а прилегающий участок – обеспечить достаточную опору для грузовых кранов.

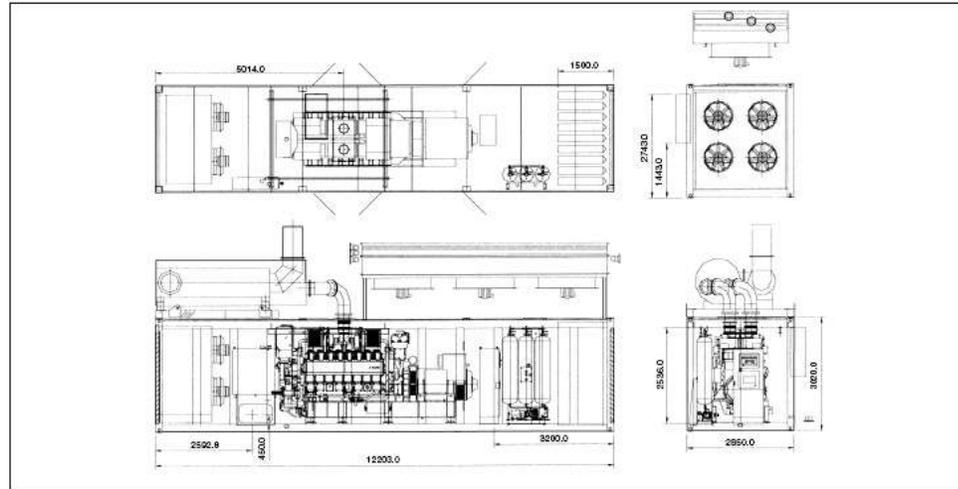
По теме «Фундаменты» – см. Раздел Б.



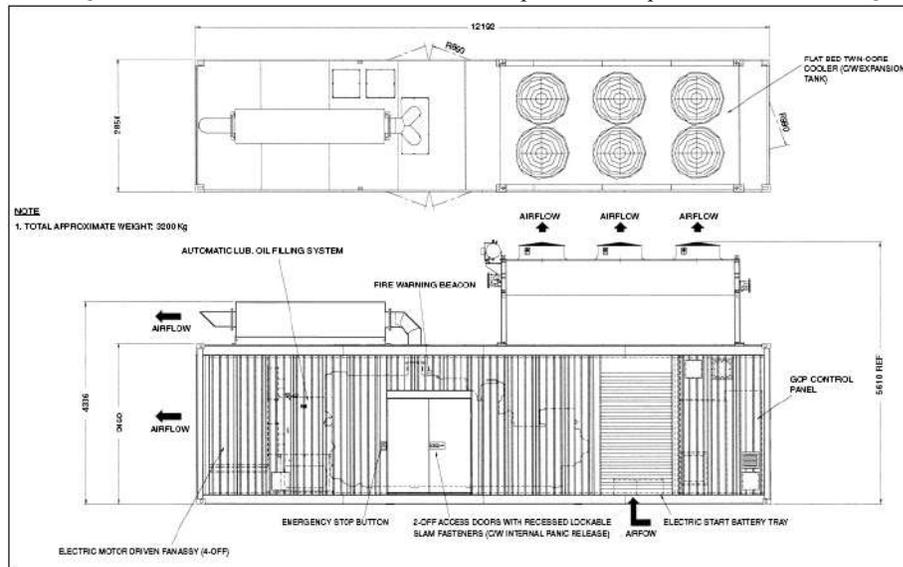
Типовая газовая генераторная установка на 1750 кВт

Комбинированная / интегрированная контейнеризированная система компании Cummins. Оснащена пусковой системой, выхлопной системой и системой охлаждения радиатора, а также местными или удаленными средствами управления

Диапазон: 1370-1750 кВт, 50 Гц  
1100-1750 кВт, 60 Гц



Модель GQMBна 1570 кВт с двигателем 16-цилиндровым V-образным двигателем QSV81G



Модель GQMBна 1750 кВт с двигателем 18-цилиндровым V-образным двигателем QSV91G

Note: 1. Total approx. weight: 3200 kg

Automatic lub. oil filling system

Airflow

Electric motor driven fan assy (4-off)

Emergency stop button

Fire warning beacon

2-off access doors with recessed lockable slam fasteners (c/w internal panic release)

Electric start battery tray

GCP control panel

Примечание: 1. Приблизительный общий вес: 3200 кг

Автоматическая система заливки смазочного масла

Поток воздуха

Вентилятор с электромотором в сборе (4 на выдув)

Кнопка аварийного останова

Индикатор пожарной сигнализации

Две открывающиеся наружу двери в помещение с потайными фиксируемыми защелками (в комплекте с системой аварийной разблокировки изнутри)

Поддон для пусковой аккумуляторной батареи

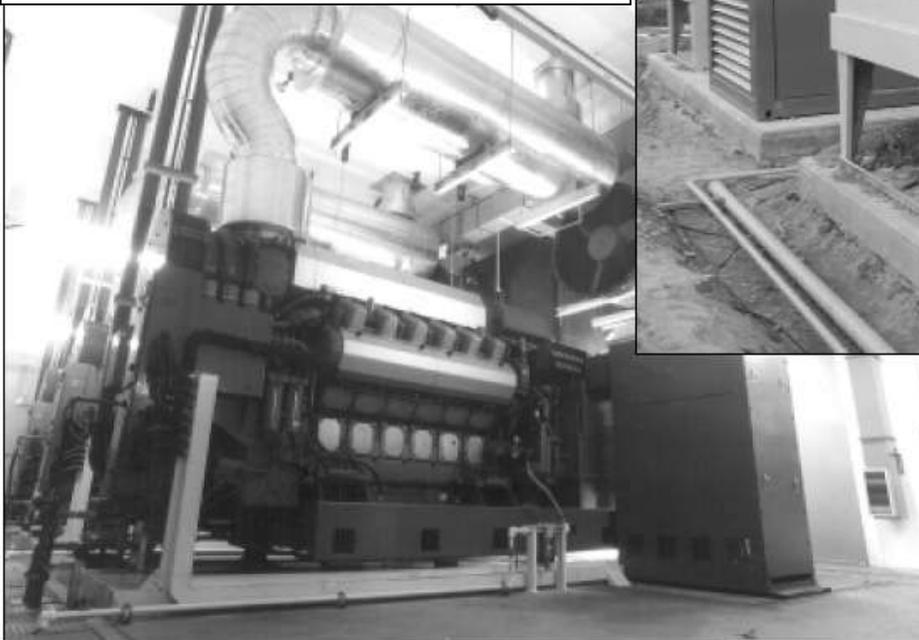
Панель управления генераторами



Контейнеризованные высоковольтные агрегаты на 1,57 МВт, используемые для снижения пиковых нагрузок, с горизонтальными наружными охлаждающими радиаторами. Вся установка шумоизолирована до 75 дБ(А) на расстоянии 1 м; на расстоянии примерно 50 футов шум не слышен.



Топливопроводы и дополнительная кабельная разводка



Дежурные агрегаты в специально подготовленном машинном зале. Обратите внимание на высоту, необходимую для установки больших глушителей.



## Общая информация

В зависимости от особенностей конкретной конструкции подача топлива к двигателю может осуществляться по одним из следующих способов:

1. Из основного топливного бака, находящегося под основанием генераторного агрегата.
2. Из промежуточного «дневного» бака, расположенного внутри машинного зала или шумоизолирующего корпуса генератора и автоматически пополняемого из наливной цистерны.
3. Наливной цистерны, при условии, что выпускной штуцер этой цистерны расположен минимум на 500 мм выше основания, на котором установлен генератор.

Известные поставщики обеспечивают чистое топливо, не содержащее влаги. Основная часть загрязнений и влаги попадают в топливо в результате неосторожного обращения, нечистоты топливных резервуаров или топливопроводов, а также неплотного закрытия крышек топливных баков.

Окончательный выбор топливной системы в большой степени зависит от плана строительной площадки и соотношения высоты генератора и наливной цистерны. Двигатель предназначен для работы на легком бытовом топливе в соответствии со следующими требованиями:

Существует множество требований к составу дизельного топлива. В таблице ниже представлены характеристики топлива и их предельные значения, далее даются наиболее важные определения.

Очень важно, чтобы топливо, приобретенное для использования в любом двигателе, было как можно более чистым и по возможности не содержало воды. Наличие загрязнений в топливе может привести к закупорке выхода инжектора и разрушению тонких деталей в системе впрыска топлива, а присутствие в топливе воды ускоряет коррозию этих деталей.

### Рекомендации относительно жидкого топлива

Дизельное топливо, используемое для двигателей Cummins, должно относиться к классу A1 или A2.

### Основной топливный резервуар / бак

Все агрегаты компании Cummins Power Generation могут поставлять с основными топливными резервуарами или без таковых. Емкость резервуаров варьирует, однако рассчитана на работы при полной нагрузке в течение примерно 8 часов. При работе с различным уровнем нагрузки это время удлинится. Рекомендуемые чертежи компоновки машинного зала (Раздел Б) включают основные топливные резервуары, при условии, что высота помещения позволяет их установку.

Наличие указанного резервуара обеспечивает автономность системы в отсутствие дополнительных линий подачи топлива, траншей и топливоперекачивающих насосов. Генераторы с основными резервуарами поставляются в полностью подключаемыми и готовыми к эксплуатации.

Все основные резервуары предполагают подключение линий подачи топлива от внешних наливных цистерн или дополнительных отдельно стоящих топливных баков, установленных в машинном зале.

Перекачка топлива может осуществляться вручную, посредством электропривода, либо автоматически, при помощи устройств с приводом от электромоторов.

Для дежурных установок особого назначения рекомендуется постоянно поддерживать присутствие положительного уровня топлива в топливоперекачивающем насосе.

### В отсутствие промежуточного топливного бака (Рис. С1)

Наиболее простой схемой представляется подача топлива непосредственно из наливного топливного резервуара и возврат излишка топлива от инжектора напрямую в указанный резервуар. Типовая компоновка описанного варианта представлена на Рис. С1.

Основные ограничения для данного метода заключаются в следующем:

Чтобы питание двигателя топливом осуществлялось под действием силы тяжести, выпускное отверстие наливной цистерны должно располагаться минимум на 600 мм выше уровня основания генератора;

Получаемое при этом давление обычно составляет 165 мм рт. ст. или 0,22 бар.

Размеры линии доставки топлива из наливной цистерны к двигателю могут быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить доставку полного объема, необходимого для работы двигателя (потребляемое плюс возвращаемое топливо) под действием силы тяжести.

### При наличии промежуточного топливного бака (Рис. С2)

Если в силу пространственных ограничений не представляется возможным осуществлять подачу топлива к двигателю непосредственно от наливной цистерны, можно разместить промежуточный топливный бак внутри корпуса агрегата «генератор/двигатель», топливо из которого будет подаваться напрямую к двигателю.

Эта в дальнейшем эта система может быть дополнительно расширена за счет включения следующих вспомогательных факультативных элементов оборудования:

1. Автоматический дуплексный топливоперекачивающий насос и система первичной фильтрации, предназначенная для запуска системы в случае неисправности дежурного насоса. Топливоперекачивающие насосы должны иметь достаточную пропускную способность для перекачки полного объема, необходимого для работы двигателя, то есть объем топлива, потребляемого топлива, плюс объем возвращаемого топлива (Рис. С5).
2. Клапан прекращения подачи топлива по перепаду давления под действием собственной силы тяжести с плавким элементом, предназначенный для прекращения подачи топлива в промежуточный топливный бак и передачи сигнала в случае возгорания
3. Клапан аварийного слива топлива по перепаду давления под действием собственной силы тяжести с плавким элементом, предназначенный для слива содержимого местного бака обратно в наливную цистерну в случае возгорания внутри корпуса генератора.

Подробности подключения вышеперечисленных дополнительных компонентов оборудования показаны на Рис. С2.

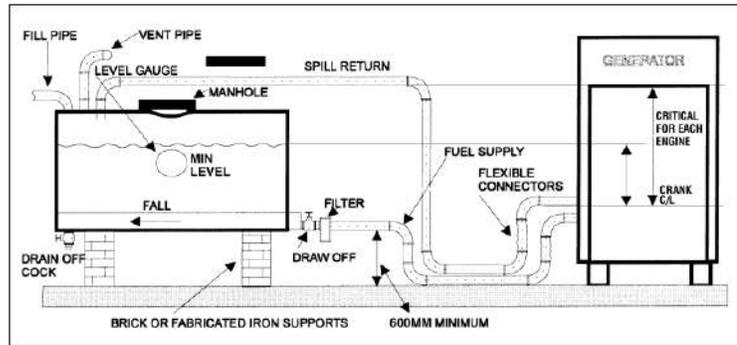


Рис. С1. Топливная система без промежуточного топливного бака

BULK STORAGE TANK	НАЛИВНАЯ ТОПЛИВНАЯ ЦИСТЕРНА
Vent pipe	Воздушная труба
Fill pipe	Наливная труба
Level gauge	Датчик уровня
Manhole	Лаз для инспекции и осмотра резервуара
Min level	Минимальный уровень
Filter	Фильтр
Fall	Сброс
Drain off cock	Сливной кран
Brick or fabricated iron supports	Опоры из кирпича или формованного железа
Draw off	Спускное устройство
600 mm min	600 мм мин.
Duplex pumps/filters (if fitted)	Дуплексные насосы/фильтры (при наличии таковых)
LOCAL FUEL TANK	МЕСТНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ БАК
Alternative connection for overflow (into bund)	Альтернативное соединение для избежания перелива
Overflow pipe	Переливная труба
Bund	Поддон
Bund float switch (if fitted)	Поплавковый выключатель поддона
Dump valve (if fitted)	Сбросной клапан (при наличии такового)
Critical for each engine	Критическое значение для каждого двигателя
Supply to engine	Подача к двигателю
Spill return	Линия возврата слива топлива
Flexible connectors	Гибкие соединители
GENERATOR	ГЕНЕРАТОР
Crank c/l	Предельный уровень для колен

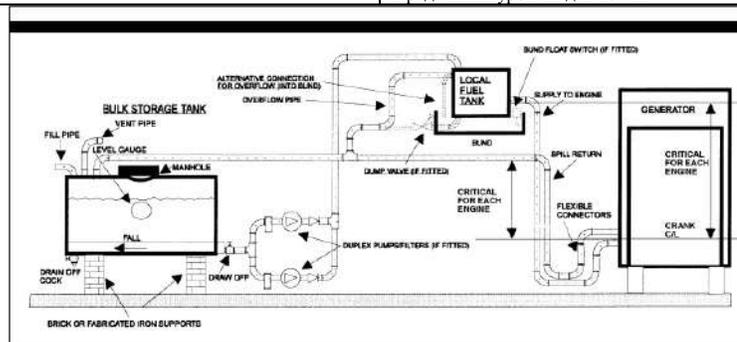


Рис. С2. Топливная система с промежуточным топливным баком

BULK STORAGE TANK	НАЛИВНАЯ ТОПЛИВНАЯ ЦИСТЕРНА
Vent pipe	Воздушная труба
Fill pipe	Наливная труба
Level gauge	Датчик уровня
Manhole	Лаз для инспекции и осмотра резервуара
Fall	Сброс
Drain off cock	Сливной кран
Brick or fabricated iron supports	Опоры из кирпича или формованного железа
Draw off	Спускное устройство
Duplex pumps/filters (if fitted)	Дуплексные насосы/фильтры (при наличии таковых)
LOCAL FUEL TANK	МЕСТНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ БАК
Alternative connection for overflow (into bund)	Альтернативное соединение для избежания перелива
Overflow pipe	Переливная труба
Bund	Поддон
Bund float switch (if fitted)	Поплавковый выключатель поддона
Dump valve (if fitted)	Сбросной клапан (при наличии такового)
Critical for each engine	Критическое значение для каждого двигателя
Supply to engine	Подача к двигателю
Spill return	Линия возврата слива топлива
Flexible connectors	Гибкие соединители
GENERATOR	ГЕНЕРАТОР
Crank c/l	Предельный уровень для колен



Пример отдельной установки топливного бака на 900 литров в пределах стенки поддона



Наливная цистерна емкостью 14000 литров (3000 галлонов) в поддоне, обеспечивает топливом супершумоизолированный агрегат мощностью 500 кВА в объеме, достаточном для работы с полной нагрузкой в течение 6 дней.

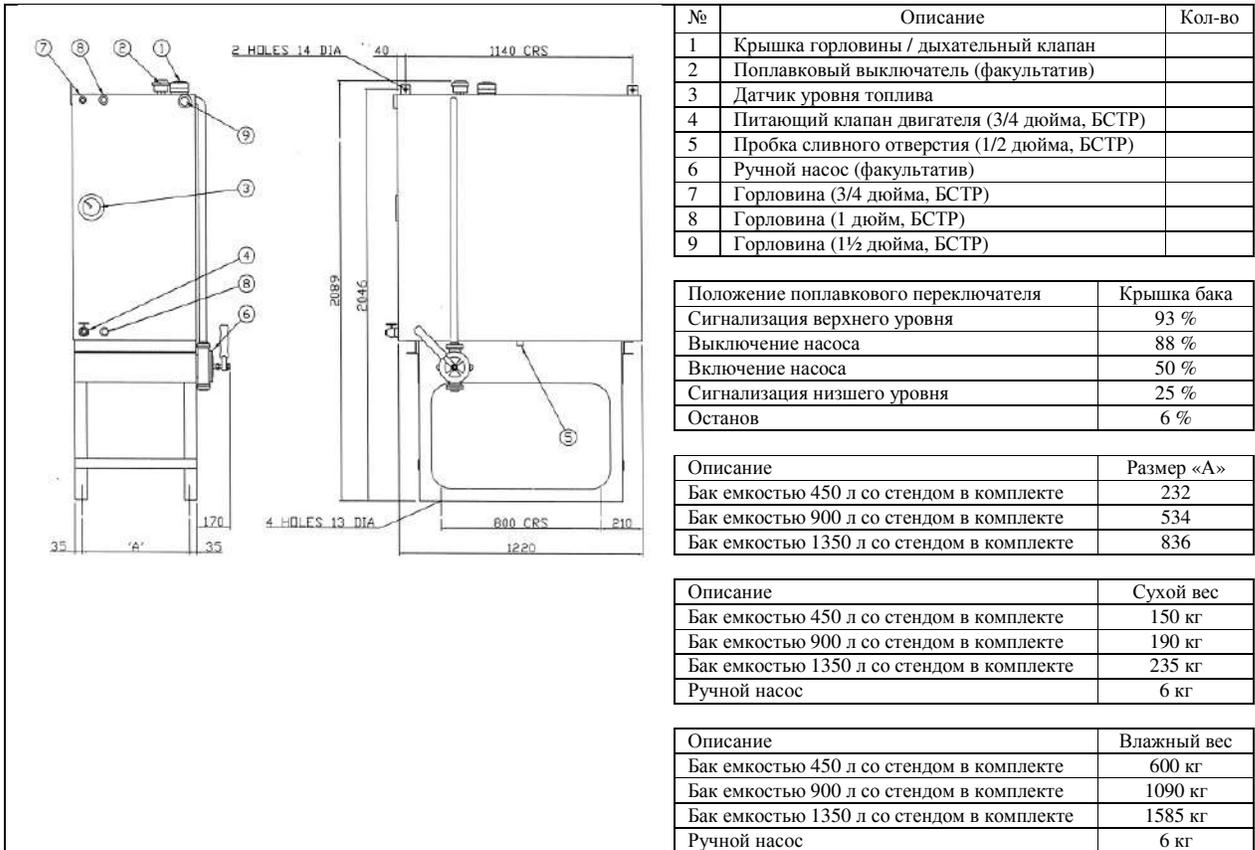


Рис. С3. Топливный бак и стенд в сборе

4 holes 13 dia – 4 отверстия диаметром 13  
2 holes 14 dia -2 отверстия диаметром 14

Емкость «дневного» бака может составлять 450, 900 или 1300 литров, а система перекачки предназначена для автоматической подачи их наливной цистерны посредством насоса с электроприводом, приводимого в действие сигналами с поплавкового выключателя уровня топлива. Вся трубопроводная система должна соответствовать характеристикам перекачивающего насоса и его требуемой пропускной способности.

Топливные резервуары не должны выполняться из оцинкованного железа, поскольку дизельное топливо вступает в реакцию с цинком.

«Дневной» бак должен располагаться таким образом, чтобы обеспечивать свободный доступ для его наполнения. Помимо автоматической системы наполнения необходимо предусмотреть возможность наливки системы из бочек посредством лопастного ручного насоса.

Дыхательный патрубок должен располагаться в верхней точке установки. Его диаметр должен быть не меньше диаметра наливной горловины. Необходимо принять меры по предотвращению попадания грязи внутрь бака.

Перелив из «дневного» промежуточного бака может:

1. Откачиваться непосредственно в наливную цистерну.
2. Либо откачиваться в поддон промежуточного бака, при этом система сигнализации уровня топлива в поддоне должна выключать систему перекачки топлива при обнаружении утечки.
3. Либо перекачиваться в перелив защищенного от утечек участка с выключением системы.

Питающее соединение бака должно располагаться не ниже 600 мм над основанием, на котором установлен двигатель, что в критических ситуациях позволяет поддерживать положительное давление топлива, которое, однако, не должно превышать максимального давления для топливоперекачивающего насоса.

При возврате перелива необходимо избегать попадания воздуха в топливную систему двигателя в стационарном положении.

В линии возврата не допускается превышение максимального статического давления (см. спецификации двигателя). Линия возврата должна проходить отдельно от линии подачи топлива, поскольку отводимое топливо имеет высокую температуру и при перекачке в малый промежуточный бак может потребовать охлаждения.

Если промежуточный бак расположен ниже уровня наливной цистерны, крайне важно, чтобы система перекачки топлива включала электромагнитный клапан.

Во избежание передачи вибрации через трубопроводы все подключения топливной системы к двигателю должны осуществляться при помощи гибких шлангов.

#### Наливные цистерны

Задачей системы подачи топлива является удержание адекватного количества топлива для выполнения функций, для которых она предназначена. Соответствующим образом подбирается размер наливной цистерны.

Заполнение цистерн осуществляется путем соединения, расположенного в подходящей запирающемся корпусе, который размещается таким образом, чтобы обеспечить доступ транспортным средствам. В том же корпусе может располагаться датчик уровня и система сигнализации перелива, соединенная с поплавковым выключателем в горловине бака.

### Наливные цистерны

При наличии промежуточного бака необходимо иметь топливоперекачивающий насос с электроприводом, который по возможности должен располагаться поблизости от наливной цистерны на том основании, что любому насосу проще толкать топливо, чем «притягивать» его. Полезно устанавливать разгрузочный клапан для отведения излишков топлива со стороны подачи на сторону всасывания насоса.

Наливная цистерна должна обладать следующими свойствами:

- возможность изоляции во время чистки или ремонта (при наличии нескольких цистерн)
- наливное соединение
- дыхательный патрубок / клапан
- соединение удаления перелива из промежуточного бака
- крышка инспекционного или смотрового колодца примерно 18 дюймов в диаметре
- дренажное соединение в нижней точке
- индикатор уровня (если содержимое перекачивается через точку заправки) или стержневой указатель уровня
- питающее соединение на противоположном конце от дренажного соединения
- сетчатый фильтр и (при необходимости) нижний клапан

Опоры цистерны должны устанавливаться таким образом, чтобы цистерна отклонялась от горизонтального уровня примерно на 5°. Опоры должны иметь стандартную 4-часовую пожарную защиту и допускать температурные деформации. Конец цистерны, к которому подключаются основные топливные линии, закрепляется на опорах, противоположный конец остается подвижным.

Все надземные резервуары оснащаются системой защиты от протечек, соответствующей следующим требованиям:

- поддон должен быть достаточно большим прочным, чтобы выдержать объем, превышающий объем бака не менее чем на 10 %
- дно должно быть герметичным
- стенки и дно покрываются непроницаемым покрытием
- имеется круговой доступ к стенкам и соединениям резервуара
- опорожнение поддона облегчается ручной или электрической системой
- металлические части заземляются в соответствии с действующими правилами

Для подземных резервуаров размер котлована должен быть достаточным, чтобы перед его засыпанием между его стенками и корпусом резервуара оставался 1 метр свободного пространства. Подземные резервуары должны иметь удлиненный стакан достаточной длины, чтобы при засыпании избежать попадания в горловину грунта, толщина слоя которого над верхней частью цистерны составит 0,6 метра.

### Определение размеров трубопроводов

Минимальный размер трубопроводов определяется размером впускного соединения топливоперекачивающего насоса. Внутренний диаметр трубы должен быть не меньше диаметра впуска насоса. При необходимости транспортировки топлива на большие расстояния диаметр трубы должен быть увеличен. Кроме того, может возникнуть необходимость в дополнительном топливоперекачивающем насосе на выходе резервуара во избежание чрезмерного повышения давления всасывания, поскольку при этом топливо испаряется внутри трубы и объем его подачи к двигателю сокращается.

При выборе труб для топливных систем необходимо принимать во внимание точки помутнения и застывания дизельного топлива. При обычных температурах это фактор не имеет значения, однако при достижении указанных точек (температур) вязкость топлива увеличивается, что требует использования трубопроводов большего размера.

При подборе размеров трубопроводов всегда принимайте во внимание падение давления на фильтрах, фитингах и ограничительных клапанах.

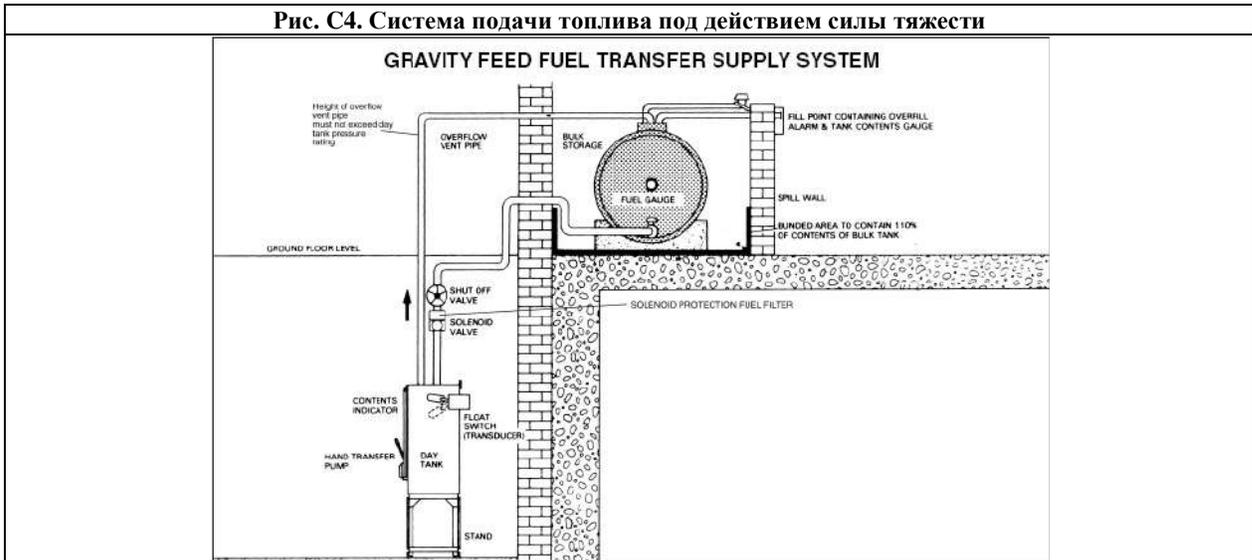
Для изоляции топливной системы от вибрации двигателя необходимо использовать гибкие соединения, в противном случае возможно повреждение трубопроводов и утечка топлива. Гибкие соединения должны располагаться как можно ближе к топливоперекачивающим насосам двигателя.

Во избежание повреждений все трубы должны быть надлежащим образом закреплены. Для изоляции системы от вибрации используются кронштейны и хомуты.

Топливные линии никогда не должны проходить рядом с теплопроводами, печами, электропроводами и выхлопными коллекторами. Если пространство вокруг топливопровода теплое, его необходимо изолировать во избежание передачи топливу и трубе избыточного тепла.

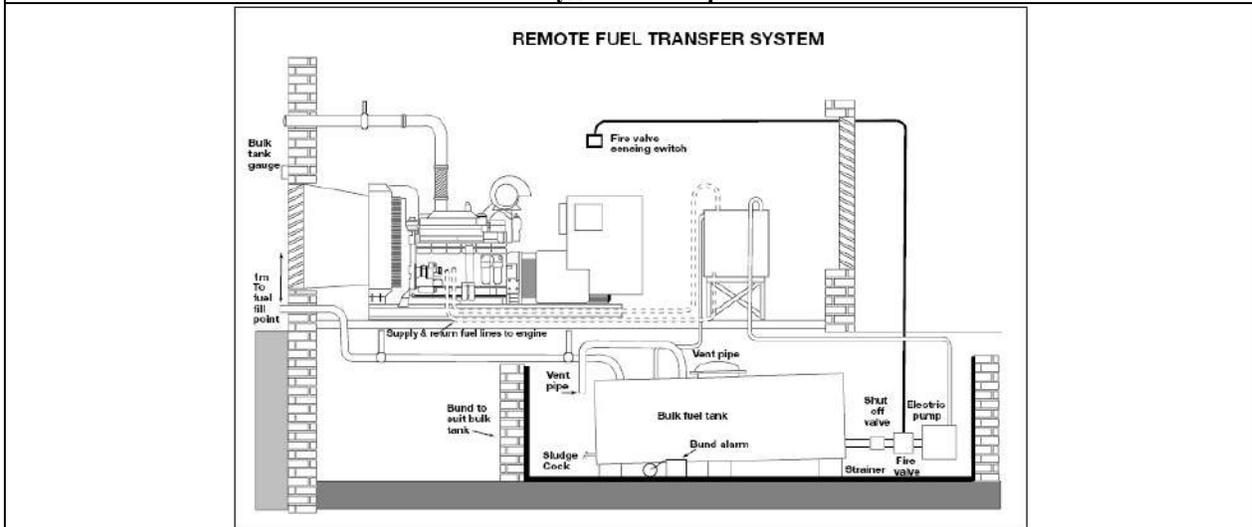
Перед установкой все трубы должны проверяться на предмет утечек и общего состояния, включая чистоту. Перед началом работы необходимо продуть все трубы по направлению к наливной цистерне во избежание попадания избыточных загрязнений в двигатель. После установки необходимо удалить воздух из топливной системы. С этой целью в некоторой верхней точке системы устанавливается спускной кран.

Рис. С4. Система подачи топлива под действием силы тяжести



Height of overflow vent pipe must not exceed day tank pressure rating	Высота переливной патрубка не должна превышать ограничения по давлению для дневного бака
Ground floor level	Уровень земли
Hand transfer pump	Топливоперекачивающий насос
Contents indicator	Индикатор содержимого
Day tank	Дневной бак
Stand	Стенд
Float switch (transducer)	Поплавковый переключатель (датчик)
Solenoid valve	Электромагнитный клапан
Shut off valve	Отсечной клапан
Solenoid protection fuel filter	Топливный фильтр электромагнитного клапана
Overflow vent pipe	Переливная труба
Bulk storage	Наливная цистерна
Fuel gauge	Индикатор уровня топлива
Fill point containing overfill alarm & tank contents gauge	Заливное соединение с сигнализацией перелива и указателем содержимого цистерны
Spill wall	Защитная стенка
Bunded area to contain 110 % of contents of bulk tank	Зона защиты от утечек, вмещающая 110 % объема наливной цистерны

Рис. С5. Система удаленной перекачки топлива



Bulk tank gauge	Указатель уровня топлива в наливной цистерне
1 m to fuel fill point	1 м до точки заправки
Supply & return fuel lines to engine	Линии подачи топлива к двигателю и возврата топлива
Bund to suit bulk tank	Поддон (зона, защищенная от утечек) наливной цистерны
Vent pipe	Дыхательный патрубок
Sludge cock	Сточный кран для спуска осадков
Bulk fuel tank	Наливная цистерна
Bund alarm	Сигнализация поддона
Shut off valve	Отсечной клапан
Fire valve sensing switch	Датчик пожарного клапана
Fire valve	Пожарный клапан
Electric pump	Электронасос
Strainer	Сетчатый фильтр

Для соединения труб между собой используются не колена, а тройники. Это позволяет осуществлять их чистку путем удаления закупорок и продувки линий. Все резьбовые соединения герметизируются соответствующей пастой.

**Внимание:** не используйте ленту для уплотнения соединений между трубами топливной системы, поскольку фрагменты ленты могут отрываться и закупоривать насос или инжекторы

### Линии возврата топлива

Линии возврата отводят от инжекторов горячее топливо, не использованное в рабочем цикле двигателя, либо обратно в наливную цистерну, либо в дневной бак. Тепло от избыточного топлива рассеивается в резервуаре.

**Внимание:** никогда не возвращайте топливо напрямую в линии подачи топлива к двигателю, так как при этом топливо перегревается и разлагается.

Линии возврата топлива всегда должны входить в наливную цистерну или дневной бак выше наивысшего возможного уровня топлива в них. Это условие действительно для всех генераторных агрегатов компании Cummins, приводимых в действие двигателями с напорной топливной системой (классов L10, NT, V28 и K), тем не менее, в агрегатах с двигателями классов В, С и QST30 размещение подключение линий выше уровня топлива вызовет сифонирование топлива через линию подачи и приведет к затруднениям при запуске двигателя. Размер линии возврата должен быть как минимум на один трубный размер меньше размера линии подачи топлива.

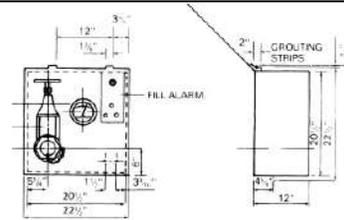
### Охладители топлива

Топливо, возвращающееся в топливный бак, забирает тепло от двигателя. В некоторых случаях, особенно в агрегатах с двигателями QSK45 и QSK60, необходимо оснащать топливную систему охладителем топлива.

### ТИПОВЫЕ РАЗМЕРЫ НАЛИВНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЦИСТЕРН (ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТИПА)

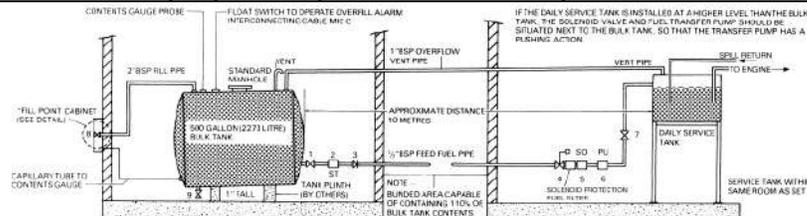
Диаметр		Длина		Диаметр		Длина	
500 галлонов	1372 мм	1753 мм	4000 галлонов	2438 мм	4267 мм		
2273 литра	4 фута 6 дюймов	5 футов 9 дюймов	18184 литра	8 футов 0 дюймов	14 футов 0 дюймов		
1000 галлонов	1372 мм	3353 мм	5000 галлонов	2286 мм	5944 мм		
4546 литров	4 фута 6 дюймов	11 футов 0 дюймов	22730 литров	7 футов 6 дюймов	19 футов 6 дюймов		
2000 галлонов	1981 мм	3277 мм	6000 галлонов	2744 мм	5029 мм		
9092 литра	6 футов 6 дюймов	10 футов 9 дюймов	274276 литров	9 футов 0 дюймов	16 футов 6 дюймов		
3000 галлонов	2134 мм	4115 мм					
13638 литров	7 футов 0 дюймов	13 футов 6 дюймов					

№	ОПИСАНИЕ	При необходимости использования самотечной системы наливная цистерна должна находиться в возвышенном положении, однако необходимо избегать избыточного давления к питательному баку. Примечание: проконсультируйтесь с местными властями относительно возможности использования автоматической системы перекачки топлива.	
1	Задвижка		
2	Сетчатый фильтр		
3	Обратный клапан		
4	Механический пожарный клапан с плавкой вставкой на двигателе над воздухозаборником		
5	Электромагнитный клапан, открывающийся в соответствии с работой насоса		
6	Топливный насос, приводимый в действие поплавковым выключателем в питательном баке		
7	Задвижка		
8	Задвижка со БСТР 2 дюйма		
9	Кран для спуска осадка		
Примечание: пп. 5 и 6 – электронасос			
Contents gauge	Указатель содержимого	Fill alarm	Сигнализация заполнения
2" BSP valve	Клапан с БСТР 2 дюйма	Grouting strips	Полосы цементирования
Fill point cabinet		Корпус точки заправки	



При установке дневного бака выше наливной цистерны электромагнитный клапан и топливоперекачивающий насос должны находиться за наливной цистерной, так чтобы насос «толкал» топливо, а не всасывал его.

**Рис. С6. Примерная схема установки наливной цистерны и дневного бака**



Contents gauge probe	Датчик указателя уровня содержимого
Fill point cabinet (see details)	Корпус точки заправки (см. увеличенное изображение сверху)
2" BSP fill pipe	Наливная труба с БСТР 2 дюйма
Capillary tube to contents gauge	Капилляр к указателю уровня
Float switch to operate overflow alarm, interconnecting cable mic C	Поплавковый выключатель, включающий сигнализацию перелива, кабель Mic C
Standard manhole	Стандартная горловина / люк
Vent	Дыхательный патрубок
500 gallon (2273 litre) bulk tank	Наливная цистерна емкостью 500 галлонов (2273 литра)
1" fall	Слив 1 дюйм
Tank plinth (by others)	Опора цистерны (поставляется другими изготовителями)
1" overflow vent pipe	Линия перелива 1 дюйм
Approximate distance 10 m	Расстояние приблизительно 10 метров
1/2" BSP feed fuel pipe	Линия подачи топлива с БСТР 1/2 дюйма
Note: banded area capable of containing 110% of bulk tank contents	Примечание: поддон способен вместить 110% емкости наливной цистерны
Solenoid protection fuel filter	Топливный фильтр защиты электромагнитного клапана
Vent pipe	Дыхательный патрубок
Spill return	Линия возврата разлива
To engine	К двигателю
Daily service tank	Дневной бак
Service tank with same room as set	Питательный бак в том же помещении, что и агрегат

## Выхлопная система

### Определение размеров

Выхлопная система предназначена для отвода выхлопных газов в атмосферу из ближайшей возможной точки в пределах установки. Длина выхлопного канала и количество его изгибов должны быть минимальными.

Расчет действия на обратное давление основан на ограничении длины прямых участков труб, изгибов и глушителей. Чем меньше просвет трубы, больше ее длина и количество изгибов, тем большее сопротивление потоку газов она создает. Сопротивление в пределах глушителя варьирует в зависимости от степени шумоподавления, которой необходимо достичь.

Формула для вышеуказанного расчета основывается на следующих параметрах:

F – поток выхлопных газов (Рис. С8)

P – максимальное допустимое обратное давление

A – площадь поперечного сечения трубы

L – длина прямого участка трубы

B – количество изгибов

R – сопротивление в глушителе(ях)

V – линейная скорость потока при прохождении через глушитель

Ниже приведены номинальные просветы труб и площади их поперечного сечения (A):

Площадь поперечного сечения выхлопных труб			
Дюймы	Кв. футы	Мм	Кв. метры
3	0,049	76	0,0045
4	0,087	102	0,008
6	0,196	152	0,018
8	0,349	203	0,032
10	0,545	254	0,050
12	0,785	305	0,073
14	1,070	356	0,099
16	1,396	406	0,129

Двигатель	Просвет выхлопной трубы глушителя	
	Дюймы	Мм
B3.3, 4B, 6B	3	76
6C	4	100
L, N, K19, V28	6	152
K38, QSK30	6×2	152
K50, QSK15	8	200
QSK60	12	300

Предел обратного давления для большинства агрегатов компании Cummins составляет 3 дюйма рт. ст. (76 мм рт. ст.), хотя у последних моделей агрегатов значение этого параметра при максимальном потоке выхлопных газов снижено до 2 дюймов рт. ст. (50 мм рт. ст.). При наличии сомнений см. технические спецификации (Раздел Ж).

На Рис. С8 показан типовой выхлопной канал с изгибами, прямыми участками и глушителями. Падение давления на каждом участке зависит от средней скорости потока (V) при прохождении через него. Общее падение является результирующим. Оценка размера трубы осуществляется, начиная с просвета выхлопного фланца на выходе из коллектора с увеличением на 25 мм (1 дюйм) на каждые 6 м (20 футов) длины трубы или каждые три изгиба под углом 90°/

Выбор глушителей определяется необходимой степенью шумоподавления, линейная скорость потока при прохождении через глушитель равна частному от потока (F, футов в секунду) и площади поперечного сечения (A) просвета глушителя.

Например, просвет глушителя у двигателей класса L (250 кВА) составляет 6 дюймов (152 мм), а его площадь поперечного сечения – 0,196 кв. фута.

Поток выхлопных газов при работе в основном режиме (1500 об./мин.) составляет 1405 куб. футов в минуту.

1405 куб. футов в минуту / 0,196 кв. фута = 7168 футов в минуту / 60 = 119 футов в секунду.

Скорость при прохождении просвета глушителя. Взяв 119 на графике (Рис. С10), получаем, что сопротивление глушителя составляет 4 мм. вод. ст. изб. ст.



Комбинация стационарного и стандартного глушителя в форме выпускной трубы обеспечивает эффективное шумоподавление

Рис. С8. Типовой выхлопной канал

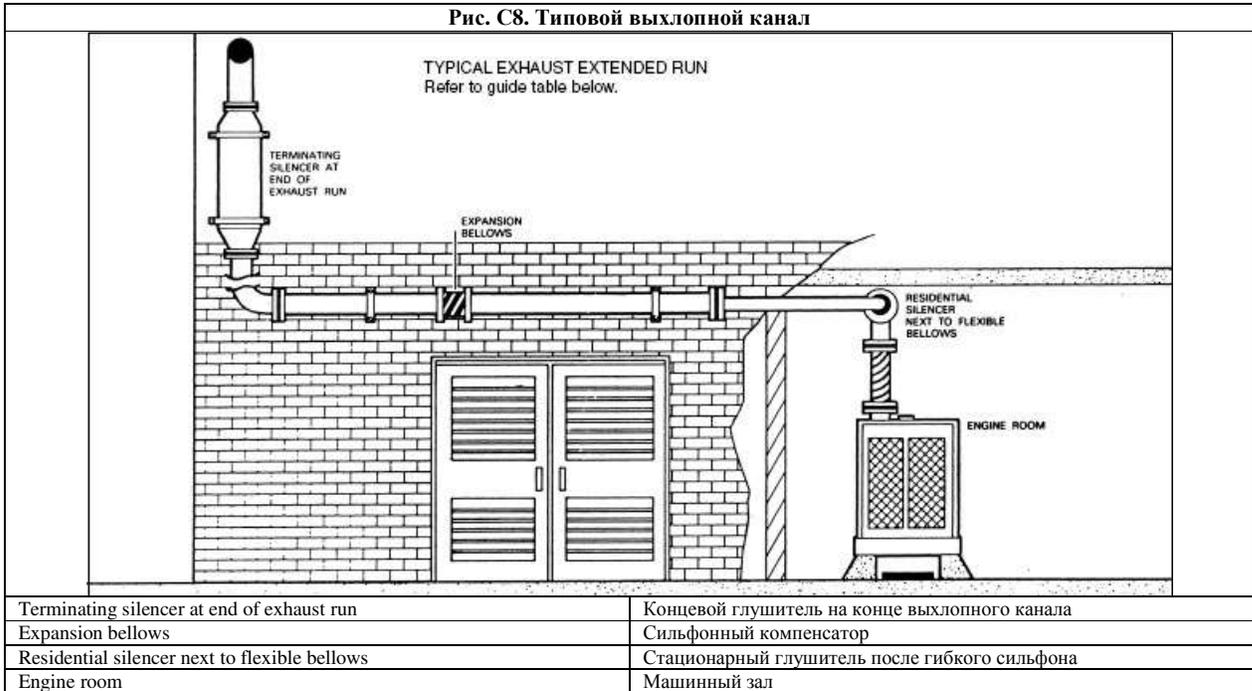


Рис. С7. Рекомендации по выхлопной линии

Размер выхлопного отверстия, мм (дюймов)		Рекомендации относительно размеров выхлопных труб*							
		До 6 м (20 футов)		6-12 м (20-40 футов)		12-18 м (40-60 футов)		18-24 м (60-80 футов)	
мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы
56	2	50	2	63	2½	76	3	76	3
76	3	76	3	89	3½	100	4	100	4
89	3½	89	3½	100	4	100	4	100	4
100	4	100	4	127	5	127	5	150	6
127	5	127	5	150	6	150	6	200	8
150	6	150	6	150	6	200	8	200	8
200	8	200	8	200	8	254	10	254	10
254	10	254	10	254	10	305	12	305	12
300	12	300	12	355	14	400	16	460	18

\* Примечание: указанные размеры являются ориентировочными. Особенности конструкции глушителя и условий эксплуатации могут изменять фактические параметры выхлопных линий.

Для расчета фактического обратного давления в выхлопной системе при заданных значениях длины и диаметра используется следующая формула:

$$P = \frac{L \times S \times Q^2}{5184 \times D^5},$$

L – длина трубопровода и изгибов в футах (метрах)

Q – поток выхлопных газов в куб. футах в минуту (куб. метрах в секунду)

D – внутренний диаметр трубы в дюймах (метрах)

S – удельный вес выхлопных газов в фунтах на куб. фут (кг на куб. метр). Варьирует в зависимости от абсолютной температуры газа, как показано ниже:

$$S = \frac{41}{460 + t_{\text{выкл.}} (^{\circ}\text{F})} \quad \left| \quad S = \frac{365}{273 + t_{\text{выкл.}} (^{\circ}\text{C})}$$

P – обратное давление в фунтах на кв. дюйм, не должно превышать максимальное допустимое значение, приведенное в сопутствующей таблице.

**Некоторые полезные переводы единиц**

Миллиметры в дюймы – умножить на 0,03937

Дюймы в сантиметры – умножить на 2,54

Метры в футы – умножить на 3,281

Куб. метры в куб. футы – умножить на 35,31

Градусы Цельсия в градусы Фаренгейта – C × 1,8 + 32

Фунты на кв. дюйм в дюймы вод. столба –разделить на 0,0361

Дюймы вод. столба в мм вод. столба – умножить на 25,4

Метрическая формула

$$P = \frac{L \times S \times Q^2}{77319 \times D^5}$$

Обратите внимание, что все двигатели после KTA19G имеют сдвоенные выхлопные коллекторы, которые открываются либо в единый выхлопной канал, либо используются как два отдельных выхлопных канала.

Рис. С9. Потоки и температура выхлопных газов

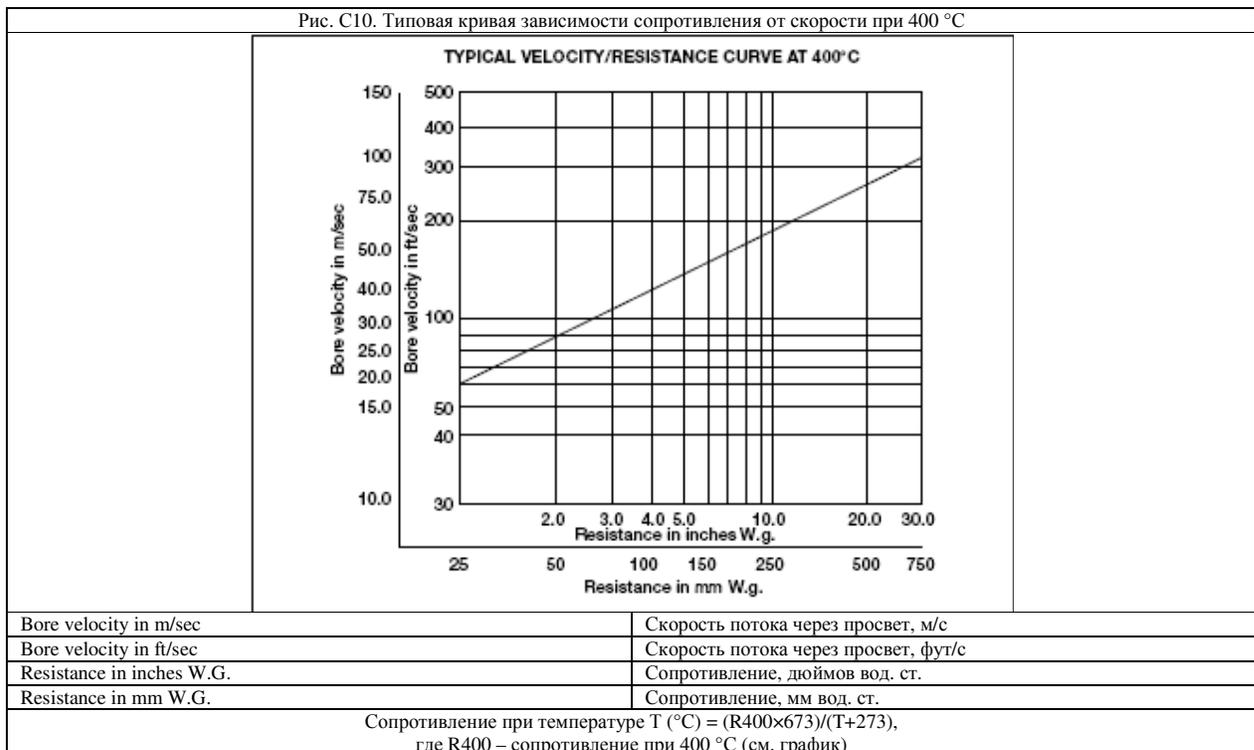
Двигатель	1500 об./мин.				1800 об./мин.			
	Основной		Дежурный		Основной		Дежурный	
	Куб фут/ мин.	°F						
B3.3G1	282	842	302	926	225	815	250	860
B3.3G2	282	887	302	975	332	905	357	950
4B3.9G*	260	1105	280	1215	325	1120	350	1270
4BT3.9G1	290	870	315	935	370	860	395	915
4BT3.9G2	335	970	365	1030	420	950	460	1010
4BTA3.9G1	377	940	352	890	420	950	460	1010
6BT5.9G2	600	1070	650	1130	745	1010	800	1060
6CT8.3G2	895	970	980	1040	1100	951	1221	1065
6CTA8.3G2	1090	1180	1205	1210	1380	1095	1515	1130
6CTAA8.3G1	1080	1080	1272	1100	1436	925	1605	952
LTA10G2	1405	955	1290	935	1655	905	1915	920
LTA10G3	1371	950	1508	975	1644	939	1904	959
NT855G6	2270	1065	2450	1125	2290	950	2400	975
NTA855G4	2390	975	2595	1005	1866	895	2030	925
QSX15G8	2800	855	3090	880	3105	885	3625	925
KTA19G3	2850	975	3155	990	3345	880	3630	915
KTA19G4	3039	1000	3398	1604	3673	898	3945	939
VTA28G5	4210	920	4340	945	4635	885	5040	935
QST30G1	1995	527	2170	538	2620	455	2908	480
QST30G2	2216	538	2526	557	2794	467	3118	496
QST30G3	2430	541	2720	563	3000	464	3290	481
QST30G4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
KTA50G3	7900	968	8500	977	8400	860	9100	887
KTA50G8	8150	900	9210	950	-	-	-	-
KTA50G9	-	-	-	-	9600	880	10650	960
QSK60G3	10700	940	11800	960	-	-	-	-
QSK60G4	10990	805	11880	842	-	-	-	-
QSK60G6	-	-	-	-	14070	860	15500	890

N/A – нет данных

Данные приведены для температуры окружающей среды 40 °С.

Метрические данные см. в Разделе Ж.

Рис. С10. Типовая кривая зависимости сопротивления от скорости при 400 °С



## Расчеты падения давления

Участок А – прямой участок трубы

Участок В – изгиб под углом 90°

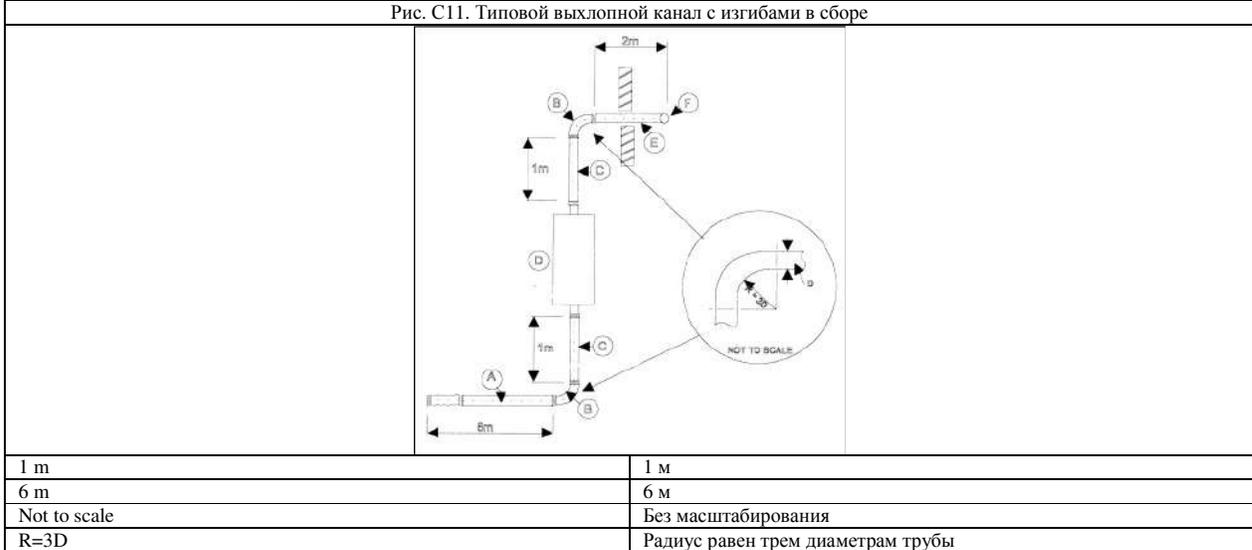
Участок С – прямой участок трубы длиной в одну шестую участка А

Участок D – выхлопной глушитель, для расчета падения давления необходимы сведения от производителя

Участок Е – прямой участок трубы длиной в одну треть участка А

Участок F – выпуск, полный сброс давления в системе

Рис. С11. Типовой выхлопной канал с изгибами в сборе



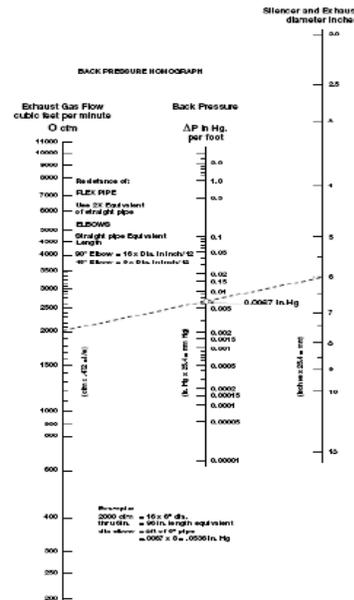
Выберите соответствующий глушитель (или несколько глушителей), которые бы обеспечивали необходимый уровень шумоподавления, и определите линейную скорость прохождения потока газов через каждый из них, путем деления потока (F) в футах в секунду на площадь поперечного сечения просвета глушителя.

Например, F(8500 куб. футов в минуту = 64,98 куб. футов в секунду.  $60 \times A(2,180 \text{ кв. футов})$ )

Сопrotивление в глушителе может быть определено по номограмме изготовителя глушителя (на Рис. С12 представлена номограмма Nelson Burgess BSA). Если для достижения требуемого уровня шумоподавления необходимо использовать реактивный и абсорбционный глушители, последний устанавливается после первого, а его сопротивление принимается равным сопротивлению прямого отрезка трубы эквивалентного просвета.

При суммировании этого сопротивления с сопротивлением глушителей общее значение не должно превышать максимальное допустимое для двигателя обратное давление. В противном случае необходимо повторить процедуру с использованием труб и/или глушителей большего просвета.

Рис. С12. Номограмма глушителя и прямых участков



Back pressure nomogram	Номограмма обратного давления
Silencer and exhaust pipe diameter, inches	Диаметр глушителя и выхлопной трубы, дюймов
Exhaust gas flow, cubic feet per minute	Поток выхлопных газов, куб. футов в минуту
Back pressure	Обратное давление
$\Delta P$ in Hg per foot	Перепад давления в дюймах рт. ст. на фут
Resistance of:	Сопrotивление:
FLEX PIPE	ГИБКОГО ТРУБОПРОВОДА
Use 2x equivalent of straight pipe	Эквивалент прямого участка $\times 2$
ELBOWS	ИЗГИБЫ
Straight pipe equivalent length	Прямая труба эквивалентной длины
90° elbow = 16x dia. in inch/12	Изгиб 90° = 16 $\times$ диаметр в дюймах / 12
45° elbow = 9x dia. in inch/12	Изгиб 45° = 9 $\times$ диаметр в дюймах / 12
Cfm $\times 0.472$ =l/s	Куб. Футы в минуту $\times 0,472$ = л/с
In Hg $\times 25.4$ =mm Hg	Дюймы рт. ст. $\times 25,4$ = мм. рт. ст.
Inches $\times 25.4$ =mm	Дюймы $\times 25,4$ = мм

Пример: 2000 куб.фут/мин = 16 $\times$ 6 дюймов диам.; через 6 дюймов = экв. 96 дюймов длины; диам. изгиба = 8 футов 6-дюймовой трубы = 0,0067 $\times$ 8=0,0536 мм рт. ст.

## Прокладка

После определения окончательных размеров и схемы расположения трубопроводов и глушителя можно определить схему прокладки выхлопного канала, принимая во внимание следующие факторы:

- на опоры двигателя должны устанавливаться гибкие сильфоны, что обеспечивает его подвижность на креплениях;
- если, несмотря на размеры и вес глушителя, его необходимо устанавливать в машинном зале, он должен устанавливаться на опоре над полом;
- в каждой точке изменения направления трубопровода может потребоваться установка расширительных соединений, компенсирующие тепловое расширение труб в процессе эксплуатации;
- внутренний радиус изгиба 90° должен в три раза превышать диаметр трубы;
- основной глушитель устанавливается как можно ближе к двигателю.

При установке выхлопной системы большой длины может возникнуть необходимость в использовании оконечного глушителя, чтобы понизить уровень шума, который может возникать в трубопроводе после основного глушителя.

Конечная точка трубопровода не должна быть направлена на горючие материалы / конструкции, места скопления огнеопасных паров, а также точки, в которых существует риск обратного попадания выхлопных газов в машинный зал через воздухозаборник, либо через любое иное отверстие в любое иное здание на территории объекта.

Все жесткие элементы трубопровода должны устанавливаться таким образом, чтобы отсутствовала нагрузка на выпускной патрубок двигателя. Прокладка тру должна предусматривать их фиксацию к стенам здания, либо существующими стальными конструкциями.

## Установка

Если, несмотря на размеры и вес глушителя, его необходимо установить внутри машинного зала, на ранних этапах планировки необходимо принять решение о том, каким именно способом будет осуществляться перемещение этого элемента внутрь машинного зала и его подъем до конечного положения, поскольку может возникнуть необходимость его установки до установки генератора в окончательное положение.

Чтобы избежать попадания конденсата обратно в выхлопной коллектор, горизонтальные трубы должны располагаться наклонно вниз в направлении от двигателя. Необходимо расположить устройства для слива конденсата с глушителя и других точек его скопления, таких как основание вертикального участка трубопровода, таким образом, чтобы обеспечить доступ к ним для регулярного опорожнения.

В местах прохода канала через кровлю из горючего материала необходимо обеспечить защиту посредством стальных муфт с замыкающими панелями, заполненными минеральной ватой (см. Рис. C13).

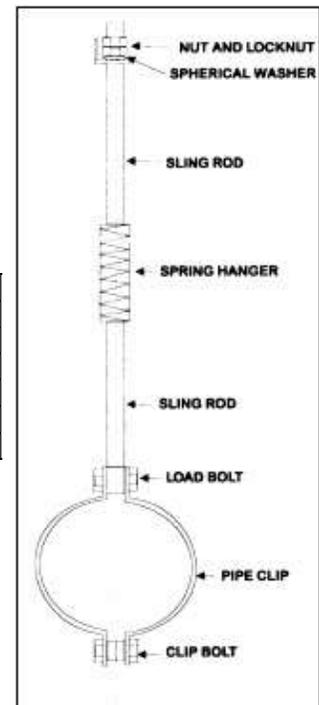
Рис. C.13. Защита посредством металлических муфт



При наличии возможности с целью уменьшения выделения тепла в машинном зале как можно большая часть выхлопной системы должна располагаться за его пределами, а часть канала, остающаяся внутри зала подлежит полной тепловой изоляции. Тем не менее, если при наличии особых пространственных ограничений необходимо установить в машинном зале глушитель и дополнительную выхлопную линию, они должны быть полностью изолированы 50 мм минеральной ваты и покрыты алюминиевой фольгой. Кроме того, может потребоваться установить глушитель внутри машинного зала во избежание звукового удара на выходе из участка трубы, подходящей к глушителю со стороны двигателя.

Необходимо соблюдать осторожность во время изолирования труб в точках размещения креплений или опор, поскольку температурная подвижность трубопровода должна быть сохранена. (См. Рис. C14).

Nut and locknut	Гайка и контргайка
Spherical washer	Сферическая шайба
Sling rod	Штанга подвески
Spring hanger	Пружинная подвеска
Load bolt	Несущий болт
Pipe clip	Трубный хомут
Clip bolt	Болт хомута



## Требования и рекомендации по проектированию выхлопной системы

### Уровень шума

Шум выхлопных газов, создаваемый двигателем, должен подавляться в соответствии с местными нормами и требованиями, в том числе установленными для строительной площадки. Эта задача может быть решена путем правильного подбора глушителя.

- промышленного (или некритического) – шумоподавление от 12 до 18 дБ(А)
- стационарного – шумоподавление от 18 до 25 дБ(А)
- критического – шумоподавление от 25 до 35 дБ(А).

### Системные ограничения

Необходимо поддерживать обратное давление в выхлопной системе на минимальном возможном уровне. Избыточное обратное давление может способствовать снижению производительности двигателя и сокращению срока его службы за счет отрицательного влияния на эффективность сгорания топлива и повышения температуры выхлопных газов.

Предел обратного давления для большинства агрегатов компании Cummins составляет 3 дюйма рт. ст. (76 мм рт. ст.), хотя у последних моделей агрегатов значение этого параметра при максимальном потоке выхлопных газов снижено до 2 дюймов рт. ст. (50 мм рт. ст.). При наличии сомнений см. технические спецификации (Раздел Ж). для выполнения этого требования необходимо минимизировать длину выхлопного канала, количество изгибов и ограничений на глушителе и увеличить диаметр канала.

### Расположение выпускного отверстия выхлопной системы

#### Планирование расположения

Обычно обсуждение места расположения выпускного отверстия выхлопной системы проходит в рамках ее проектирования, однако этот вопрос заслуживает конкретного внимания.

Наиболее удобное расположение выпускного отверстия выхлопной системы не всегда является оптимальным. Проектировщик должен признать, что роза ветров, конструкция здания, расположение жилых домов и расстояние до границы зоны жилой застройки, а также возможная скорость потока выхлопных газов являются критическими составляющими при выборе правильного расположения выпуска. Газы не должны иметь возможность попадания в любые основные пути поступления воздуха (окна, двери, вентиляционные каналы, воздухозаборники двигателя, в том числе воздуха для сжигания топлива, охлаждения и вентиляции, и т.д.), а для выполнения этого условия необходимо принять во внимание множество моментов.

Особое внимание необходимо уделить розе ветров, то есть преобладающим направлениям ветра, а также возможным местам застоя воздуха вблизи зданий. Эти факторы имеют столь же большое значение, сколь и расстояние между выпускным отверстием выхлопной системы и основными воздухозаборниками.

При выборе места расположения выпускного отверстия выхлопной системы необходимо свести к минимуму воздействие шума от выброса выхлопных газов на персонал и окружающее население, а также возможность осаждения угольных частиц на прилегающих постройках.

#### Проектирование выхлопного канала

Выхлопной канал должен надежно фиксироваться к зданию или корпусу.

Глушитель не в коем случае нельзя устанавливать непосредственно на выхлопной коллектор или на или выпускное отверстие турбосистемы без дополнительной опоры.

Выпускное отверстие глушителя должно оснащаться флюгаркой, колпаком или иным средством защиты от попадания снега или дождевой воды в выхлопную систему.

Конденсатоотводчик и сливной вентиль должны размещаться как можно ближе к двигателю и служат для улавливания водяных паров, которые могут конденсироваться из выхлопных газов.

#### Затраты

Разумеется, выхлопная система стоит денег, однако сокращение расходов в ходе осуществления проекта может откликаться его пользователю в течение всего срока эксплуатации агрегата. Ограничительная система будет требовать эксплуатации двигателя при неприемлемом соотношении топлива и воздуха, что может привести к сокращению срока его службы за счет нарушения температурного режима и возникновению проблем с дымом.

#### Протяженность системы

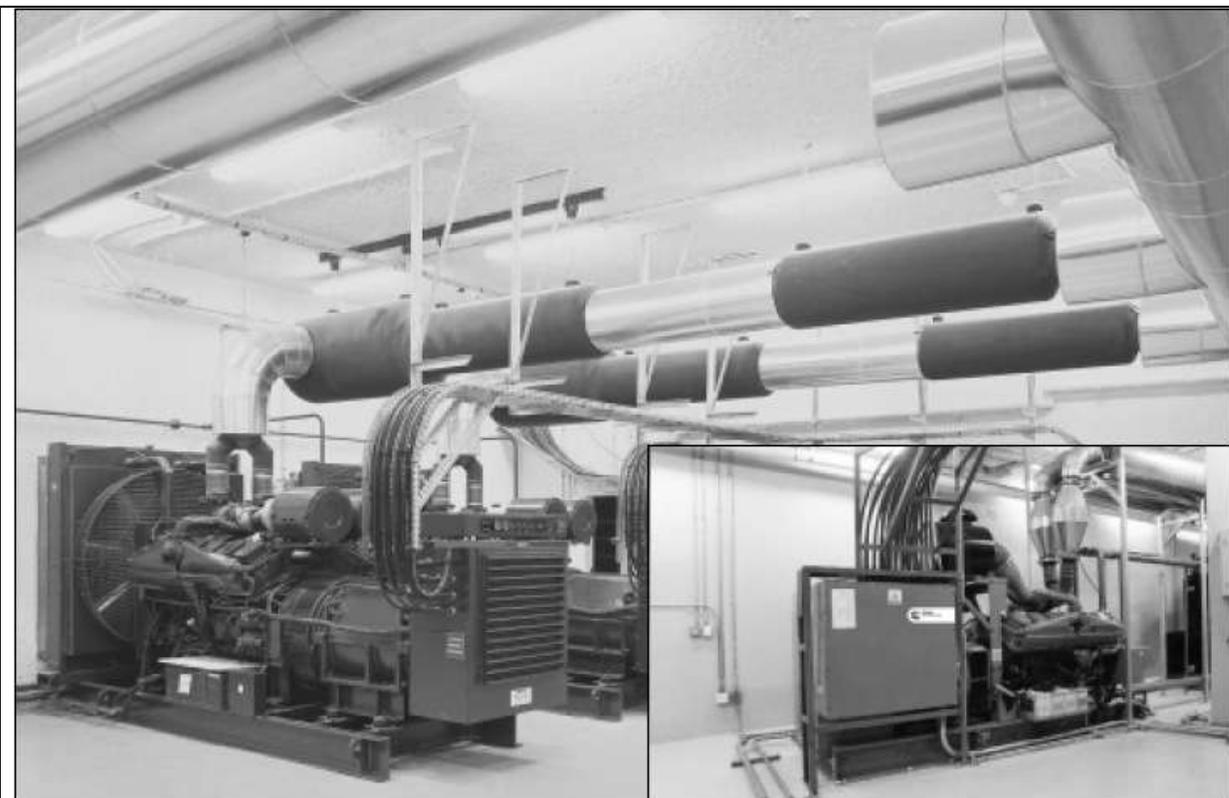
Проектировщик должен сделать все возможное для нахождения кратчайшего варианта прокладки выхлопного канала между двигателем и соответствующим образом выбранным местом расположения выходного отверстия канала. Ниже приведены некоторые причины, по которым протяженность системы должна быть минимальной:

- минимизация ограничений эффективности системы (обратное давление)
- поддержание надлежащей скорости потока выхлопных газов с целью облегчения их рассеяния
- минимизация конденсации за счет снижения их плотности в момент выброса.

Выброс плотных газов с малой скоростью способствует возникновению проблем с дымом и плохому рассеянию.

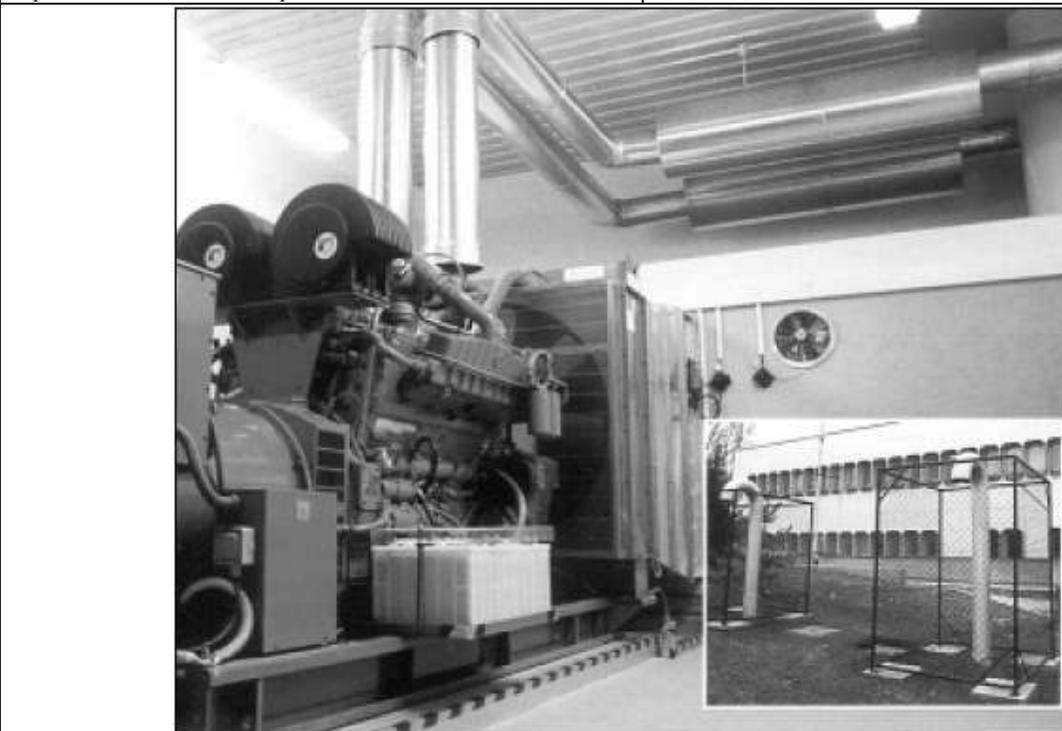
#### Гибкие соединения

Выхлопная система будет расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении, а также воспринимает вибрацию от двигателя. В этой связи между выхлопной системой и двигателем необходимо использовать гибкие соединения, которые снижают нагрузку на двигатель и выхлопной канал. Гибкое соединение располагается на патрубке выпуска выхлопных газов из двигателя, либо поблизости от него (выпускной коллектор).



Хороший пример чистого и хорошо изолированного выхлопного канала от двух 12-цилиндровых дежурных агрегатов с двигательным приводом по 725 кВт каждый

Пример установки с каталитическими конвертерами с целью уменьшения выброса выхлопных газов



Двойной выхлопной канал с теплоизоляцией и оболочкой из алюминиевой фольги от 12-цилиндрового агрегата Cummins 640 кВт / 50 Гц с двумя двигателями VTA28 с турбонадувом

### Обязательные принадлежности

Выпускное отверстие глушителя должно оснащаться флюгаркой, колпаком или иным средством защиты от попадания снега или дождевой воды в выхлопную систему.

Флюгарки створчатого типа представляются эффективными, однако они подвержены коррозии и отложению угля, что может помешать их нормальной работе, поэтому их использование оправдано только при наличии легкого доступа к ним для осуществления технического обслуживания.

Конденсатоотводчик и сливной клапан должны размещаться как можно ближе к двигателю и служат для улавливания водяных паров, которые могут конденсироваться из выхлопных газов. Такие устройства рекомендуются к использованию также и на переносных агрегатах, однако на практике это случается редко.

### Единая система для нескольких источников выхлопных газов

Приведение нескольких двигателей к одной выхлопной системе в печах, бойлерах и прочих типах установок не рекомендуется. Неработающее оборудование может серьезно повреждаться за счет отложения угля и попадания конденсата от работающих компонентов. Система турбонаддува неработающего двигателя может приводиться в движение потоком выхлопных газов от работающего двигателя, что приводит к ее выходу из строя вследствие недостаточности смазки. Способов эффективной изоляции отдельных двигателей от общей выхлопной системы не существует. Клапаны, используемые в трубопроводах для изоляции отдельных ответвлений, страдают от угольных отложений и теряют герметичность и подвижность.

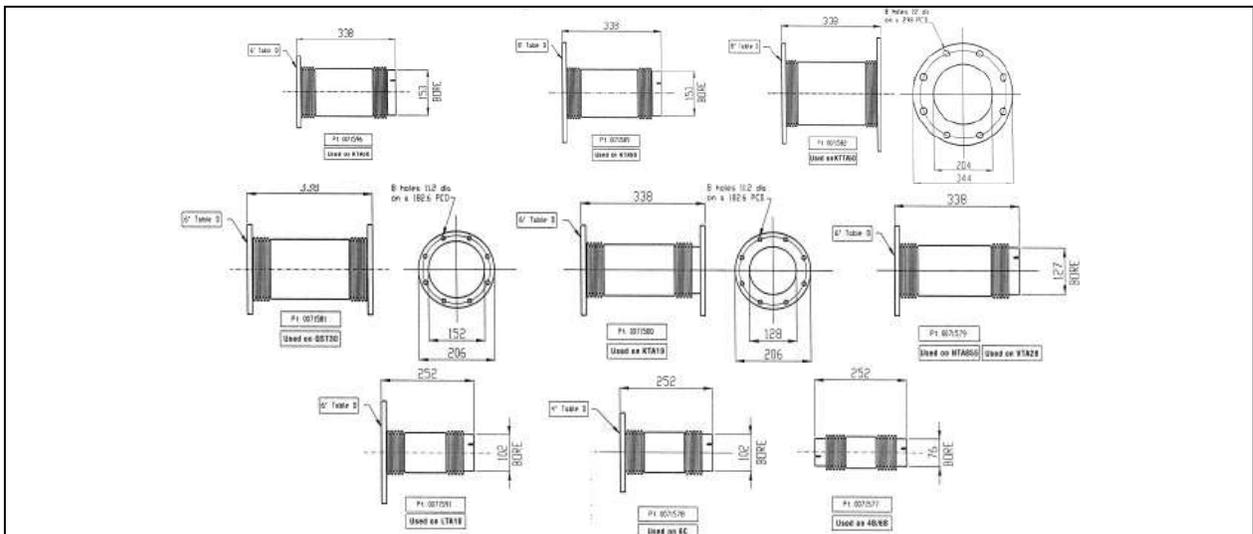
Скорость потока выхлопных газов в такой системе также страдает, особенно когда работают лишь некоторые источники выхлопа. Это приводит к конденсации и ухудшению рассеяния выхлопных газов при выбросе из системы. Существует возможность разработки системы принудительной вентиляции для выдува газов из общего канала и придания им необходимой скорости, однако это усложнит конструкцию системы. Компания Cummins не имеет опыта работы с такими системами.

### Каталитические конвертеры

При необходимости сведения выхлопных выбросов к абсолютному минимуму можно использовать каталитические конвертеры, представляющие собой комбинацию твердых фильтров и химических реакций, которая понижает содержание нежелательных газов.



Три дежурных агрегата по 1 МВт каждый с приводом от двигателей Cummins KTA38G4, установленные в больнице и оснащенные каталитическими конвертерами с целью уменьшения выхлопных выбросов.



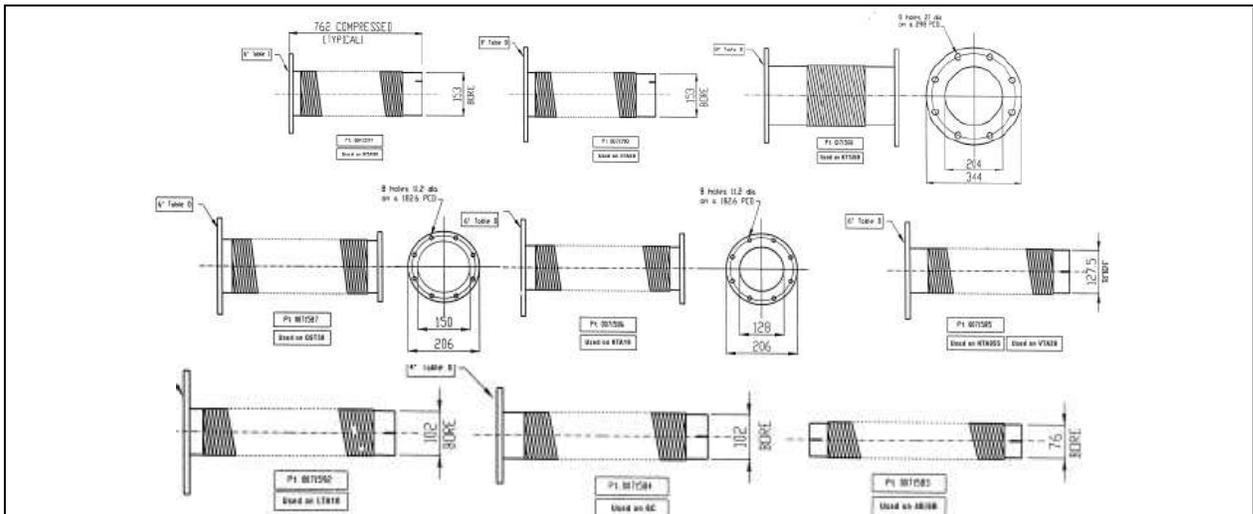
Pt	Деталь
Table	Здесь: фланцевое кольцо
Bore	Просвет
Used on	Используется на
8 holes 11.2 dia	8 отверстий диаметром 11,2
8 holes 22 dia	8 отверстий диаметром 22

**Информация о фланцевых кольцах**

Номинальный просвет	Наружный диаметр фланца	Глубина фланца	Д-р делительной окружности	Диаметр отверстий	Кол-во отверстий
100 (4 дюйма)	216	13	178	17,5	4
150 (6 дюймов)	280	13	235	17,5	8
200 (8 дюймов)	336	13	292	17,5	8

**Стандартные выхлопные сильфоны**

Примечание: соединение с двигателем с противоположного конца от фланца D



Pt	Деталь
Table	Здесь: фланцевое кольцо
Bore	Просвет
Used on	Используется на
8 holes 11.2 dia	8 отверстий диаметром 11,2
Compressed [typical]	В сжатом состоянии (типичная)

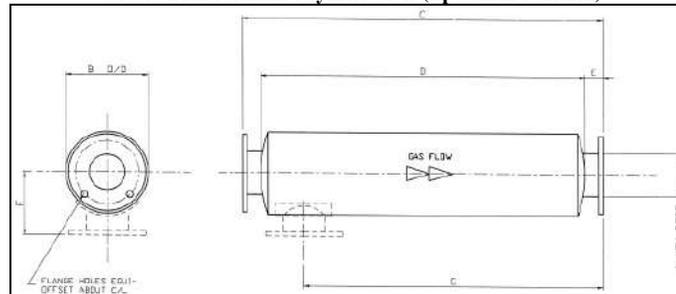
**Информация о фланцевых кольцах**

Номинальный просвет	Наружный диаметр фланца	Глубина фланца	Д-р делительной окружности	Диаметр отверстий	Кол-во отверстий
100 (4 дюйма)	216	13	178	17,5	4
150 (6 дюймов)	280	13	235	17,5	8
200 (8 дюймов)	336	13	292	17,5	8

**Стандартные выхлопные гибкие соединения**

Примечание: соединение с двигателем с противоположного конца от фланца D

## Схема выхлопных глушителей (промышленных)

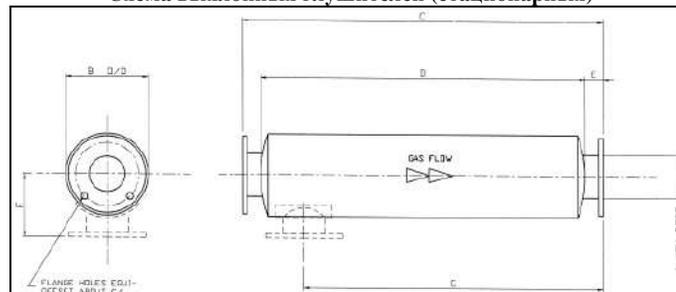


Flange holes equi-offset about c/l		Фланцевые отверстия на равном расстоянии от центральной оси			
O/D		Наружный диаметр			
Gas flow		Поток газов			
Nom. bore		Номинальный просвет			
Информация о фланцевых кольцах					
Номинальный просвет	Наружный диаметр фланца	Глубина фланца	Д-р делительной окружности	Диаметр отверстий	Кол-во отверстий
100	216	13	178	17,5	4
150	280	13	235	17,5	8
200	336	13	292	17,5	8
300	457	16	406	22	12

Примечание: глушители с просветом 3 дюйма имеют вместо фланцев три шпильки с наружной БСТР

Используется на	Дет. №	P-p A	P-p B	P-p C	P-p D	P-p E	P-p F	P-p G
B3.3	X0791921	75 (3")	152	780	680	50	126	670
4B, 6B	015322	75 (3")	152	780	680	50	/	/
4B, 6B	015308	75 (3")	152	/	680	50	126	670
6C	015323	100	260	900	800	50	/	/
6C	015319	100	260	/	800	50	180	745
L, N, K19, V28, K38, Q30	015324	150	375	1250	1100	75	/	/
L, N, K19, V28, K38, Q30	015320	150	375	/	1100	75	255	1050
QSX15	01553491	200	567	1750	1600	75	360	1400
K50, K19G4, K38G4/5, Q30G4/8	015325	200	413	1550	1400	75	/	/
K50, K19G4, K38G4/5, Q30G4/8	015321	200	413	/	1400	75	285	1310
QSK60	01553431	300	575	2200	2000	100	385	1825

## Схема выхлопных глушителей (стационарных)

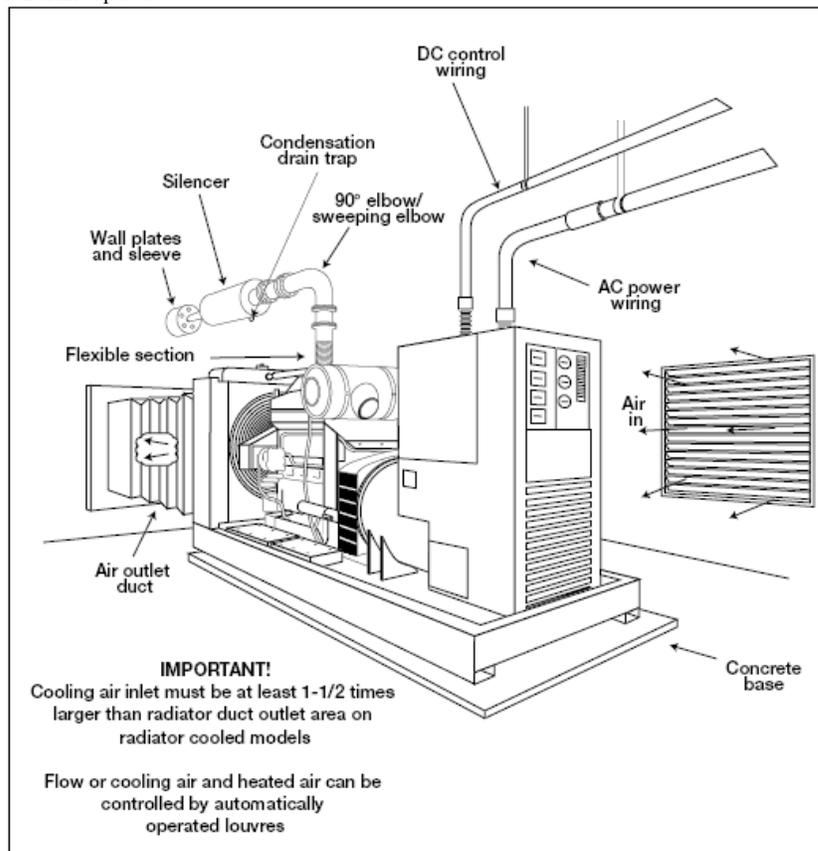


Информация о фланцевых кольцах					
Номинальный просвет	Наружный диаметр фланца	Глубина фланца	Д-р делительной окружности	Диаметр отверстий	Кол-во отверстий
100	216	13	178	17,5	4
150	280	13	235	17,5	8
200	336	13	292	17,5	8
300	457	16	406	22	12

Примечание: глушители с просветом 3 дюйма имеют вместо фланцев три шпильки с наружной БСТР

Используется на	Дет. №	P-p A	P-p B	P-p C	P-p D	P-p E	P-p F	P-p G
B3.3	X0791922	75 (3")	260	750	650	50	180	590
4B, 6B	015313	75 (3")	260	750	650	50	/	/
4B, 6B	015309	75 (3")	260	/	650	50	180	590
6C	015314	100	304	900	800	50	/	/
6C	015310	100	304	/	800	50	205	712
L, N, K19, V28, K38, Q30	015315	150	413	1350	1200	75	/	/
L, N, K19, V28, K38, Q30	015311	150	413	/	1200	75	285	1070
K50, QSX15, K19G4, K38G4/5, Q30G4/8	015316	200	567	1750	1600	75	/	/
K50, QSX15, K19G4, K38G4/5, Q30G4/8	015312	200	567	/	1600	75	360	1400
QSK60	01553433	300	750	2600	2400	100	470	2075

Типовой вариант установки агрегата



Air outlet duct	Выпуск воздуха
Flexible section	Гибкий элемент
Wall plates and sleeve	Настенные панели и муфта
Silencer	Глушитель
Condensation drain trap	Конденсатоотводчик
90° elbow/sweeping elbow	Изгиб 90° /уравновешивающее колено
DC control wiring	Управляющие кабели постоянного напряжения
AC power wiring	Силовые кабели переменного напряжения
Air in	Впуск воздуха
Concrete base	Бетонное основание

**ВАЖНО!** На моделях с радиаторным охлаждением площадь отверстия впуска воздуха должна быть как минимум в 1,5 раза больше, чем площадь выпуска радиатора.

Поток охлаждающего и нагретого воздуха может контролироваться при помощи автоматических жалюзи.

### Выбор глушителя

Существуют три общие категории шумоподавления:

- промышленная (или некритическая) – шумоподавление от 12 до 18 дБ(А)
- стационарная – шумоподавление от 18 до 25 дБ(А)
- критическая – шумоподавление от 25 до 35 дБ(А).

Промышленные глушители используются в местах с относительно высоким уровнем шумового фона или расположенных изолированно. Стационарные и критические глушители используются при необходимости поддерживать определенный низкий уровень шума, например, в больницах, офисах т.д. помните. Что такие глушители влияют лишь на интенсивность выхлопных шумов. Для достижения требуемого критического уровня шума необходимо полностью провести полную изоляцию агрегата.

## Общая информация

Охлаждение и вентилирование машинного зала имеют большое значение. Необходимо обеспечить прохождение через машинный зал адекватного потока воздуха с целью замены воздуха, потребляемого двигателем, а также воздуха, отводимого вентилятором охлаждающего радиатора.

Существуют различные типы охлаждающих систем, основными среди которых являются:

Радиатор, установленный на агрегате

Удаленный (отдельно расположенный) радиатор

Охлаждение при помощи теплообменника

## ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Агрегаты с радиаторным охлаждением

**Если радиатор устанавливается на агрегате, он должен соответствовать выпускному аттенюатору и соединительному трубопроводу между ними.**

Минимальная площадь поперечного сечения трубопровода должна быть такой же, что и площадь охлаждения радиатора. Для этой цели обычно подходит плотный канал с металлическими фланцами, соответствующими радиатору и выпускным жалюзи.

Радиус изгибов трубопровода должен составлять 3 диаметра трубы, а при необходимости использования длинных прямых участков для снижения обратного давления в радиаторе их диаметр необходимо увеличить. Трубопроводы с шумоподавлением требуют использования длинных пролетов и должны проектироваться с учетом специфики конкретного здания. Отверстия впуска и выпуска воздуха обычно оснащаются жалюзи или забираются сеткой. При расчете размера отверстия необходимо учитывать площадь, занимаемую ламелями или элементами сетки.

Большой объем воздуха, необходимый для работы и охлаждения дизельного двигателя не всегда учитывается, поэтому рекомендуется, чтобы общая площадь отверстия забора воздуха была в 1,5-2 раза больше площади радиатора. Все отверстия должны быть защищены от попадания дождя и снега. В условиях холодного климата, где агрегаты выполняют дежурную функцию и запускаются лишь иногда, необходимо поддерживать тепло в машинном зале. Отверстия забора воздуха и выпуск радиатора должны оснащаться соответствующими жалюзи, которые могут закрываться на период простоя агрегата. иммерсионные нагреватели с термостатическим управлением обычно устанавливаются в системе охлаждения двигателя автоматических генераторов, запускающихся в случае неисправности магистральной сети.

### Заслонки

Заслонки или жалюзи защищают генераторный агрегат от воздействий окружающей среды. Их открытие и закрытие обуславливается режимом эксплуатации агрегата.

В условиях более холодного климата используются подвижные заслонки, которые допускают рециркуляцию воздуха обратно в машинный зал. Это позволяет нагревать машинный зал, в то время как двигатель еще остается холодным, что повышает эффективность работы последнего.

### Требования к радиаторной установке

Охлаждающий воздух в радиаторной системе забирается позади радиатора и за счет действия толкающего вентилятора проталкивается через радиатор.

Радиатор имеет соединительный фланец выпуска воздуха. Подсоедините канал из полотна или листового металла к фланцу и отверстию выпуска воздуха при помощи винтов и гаек, так чтобы канал мог демонтироваться для проведения его технического обслуживания. Канал предотвращает рециркуляцию нагретого воздуха. Перед его установкой удалите защиту сердцевины радиатора.

**Стандартная система радиаторного охлаждения** использует радиатор, устанавливаемый на агрегате, а также толкающий вентилятор для охлаждения водяной рубашки двигателя. Воздух выходит из генераторного конца агрегата, проходит по всему двигателю и выходит через радиатор. Решетка радиатора окружается цельным соединительным фланцем.

**Удаленная система радиаторного охлаждения** (факультатив) включает удаленный (отдельно установленный) радиатор и вентилятор с электроприводом вместо установки указанных компонентов на агрегате. Это снижает уровень шума без применения дополнительных средств и постоянной зависимости от постоянства подачи охлаждающей воды. Установка с удаленным радиатором должна быть полностью защищена от замерзания.

Перед заполнением охлаждающей системы проверьте все оборудование на надежность и безопасность. Сюда относятся хомуты на шлангах, стяжные болты, фитинги и соединения. Используйте гибкие линии при подключении теплообменника, стояка конденсатоотводчика или удаленного (отдельно установленного) радиатора.

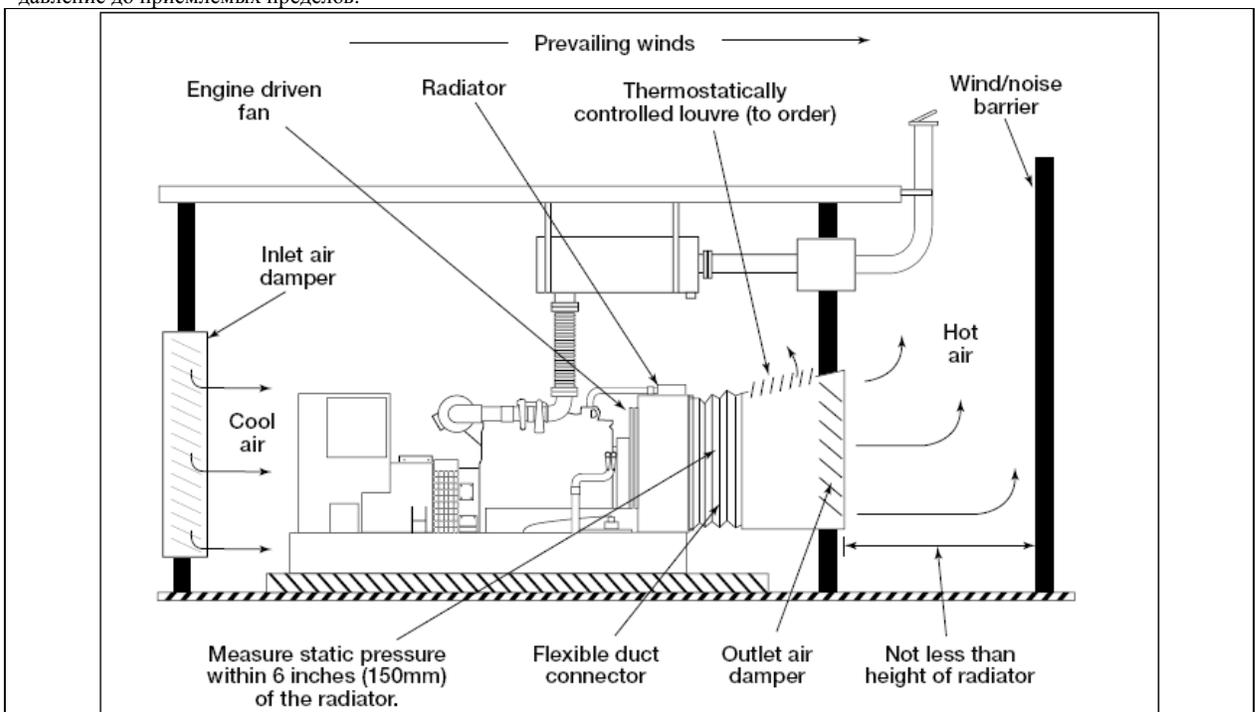
**Вентилирование**

Вентилирование машинного зала необходимо для удаления тепла и испарений, выделяемых двигателем, генератором и вспомогательным оборудованием, а также для подачи воздуха, необходимого для сжигания топлива.

**Вентиляция через радиатор установленный на предприятии**

В при этой конфигурации вентилятор прогоняет воздух через агрегат и выталкивает его через радиатор, который имеет фланцы для соединения с выпуском. Необходимо иметь в виду следующие моменты:

- См. Спецификации генератора на предмет расчетных характеристик потока воздуха через радиатор и допусков на него, которые нельзя превышать. Перед пуском агрегата в эксплуатацию необходимо измерить статическое давление (ограничение потока воздуха), чтобы убедиться, что система не налагает чрезмерных ограничений, в особенности когда вентиляционный воздух подается и выводится через длинные каналы, ограничительные колонки, экраны и жалюзи.
- Обратите внимание на то, что впускной канал должен поддерживать поток воздуха для сжигания топлива (см. Спецификации агрегата), а также вентиляционного воздуха, и иметь соответствующие размеры.
- Жалюзи и экраны на отверстиях забора и выпуска воздуха ограничивают его поток и значительно влияют на пропускную способность системы. Так, например, жалюзи с узкими ламелями обуславливают большее ограничение, чем жалюзи с широкими ламелями. Необходимо руководствоваться фактическим значением площади открытого пространства жалюзи или экрана, установленным изготовителем оборудования.
- Поток воздуха через радиатор обычно достаточен для вентиляции машинного зала. См. примерные расчеты по методам определения потока воздуха, необходимого для нивелирования повышения температуры в машинном зале (при наличии такового).
- Поскольку вентилятор радиатора создает небольшое отрицательное давление в машинном зале, настоятельно рекомендуется, чтобы оборудование, сопряженное со сжиганием, такое как котлы отопительной системы здания, не размещались в том же помещении, что и генераторный агрегат. Если это неизбежно, необходимо определить место локализации неблагоприятных эффектов, таких как обратная тяга, а также обеспечить наличие средств (сверхбольшие отверстия забора воздуха и воздухопроводы, нагнетательные вентиляторы и т.д.), способных повысить отрицательное давление до приемлемых пределов.



Measure static pressure within 6 inches (150 mm) of the radiator	Измерить статическое давление в пределах 6 дюймов (150 мм) от радиатора
Cool air	Холодный воздух
Inlet air damper	Впускная воздушная заслонка
Engine driven fan	Вентилятор с приводом от двигателя
Radiator	Радиатор
Prevailing winds	Преобладающее направление ветра
Thermostatically controlled louvre (to order)	Термостатически управляемые жалюзи (на заказ)
Wind / noise barrier	Ветровой / звуковой барьер
Hot air	Горячий воздух
Not less than height of radiator	Не менее высоты радиатора
Outlet air damper	Выпускная воздушная заслонка
Flexible duct connector	Гибкое соединение трубопровода

**Рис. С15. Установленная на предприятии система радиаторного охлаждения**

- В условиях более холодного климата необходимо использовать автоматические заслонки для закрытия забора и выпуска воздуха с целью сохранения машинного зала в тепле в период отсутствия эксплуатации агрегата.
- Помимо подачи воздуха, рециркулирующего от радиатора в условиях холодного климата, в машинный зал, весь вентиляционный воздух должен отводиться напрямую в окружающее пространство, а его использование для обогрева любых пространств, кроме машинного зала, не допускается.
- Для установки радиатора необходимо использовать гибкое соединение, обеспечивающее погашение перемещений генераторного агрегата и шума со стороны механического привода.
- Отверстия забора вентиляционного воздуха и выпуска воздуха должны располагаться или прикрываться таким образом, чтобы свести к минимуму шум от вентиляторов и последствия воздействия ветра на воздухопроводы.

Вентиляция машинного зала может оцениваться по следующим формулам:  
 $V$  (куб. футов в минуту) =  $(H/(0,070 \times 0,24 \times \Delta T)) + \text{воздух для сжигания топлива}$

Или

$V$  (м<sup>3</sup>/мин) =  $(H/(1,019 \times 0,070 \times \Delta T)) + \text{воздух для сжигания топлива}$

$V$  – вентиляционный воздух (куб. футов в минуту или м<sup>3</sup>/мин.)

$H$  – тепловое излучение (БТЕ/мин или кВт)

$\Delta T$  – допустимое повышение температуры в машинном зале

Плотность воздуха при 100 °F = 0,070 фунтов на куб. фут или 1,099 кг/м<sup>3</sup>.

Удельная теплота воздуха = 0,24 БТЕ/°F или 0,017 кВт/°C

Температура окружающего воздуха принимается равной 38 °C (100 °F).

Пример расчета по току вентиляционного воздуха: В спецификации на генераторный агрегат указано, что тепловое излучение в машинный зал от агрегата (генератор + двигатель) составляет 4100 БТЕ/мин (72 кВт). Глушитель и 10 футов 5-дюймовой выхлопной трубы также расположены внутри машинного зала. Необходимо определить поток воздуха, необходимый для ограничения повышения 30 °F.

1. Суммируем тепло, излучаемое в машинный зал всеми источниками. В Таблице 11 видно, что теплотеря от 5-дюймовой выхлопной трубы составляет 132 БТЕ в минуту на фут трубы, а от глушителя – 2500 БТЕ в минуту. Итого:

Тепло от генераторного агрегата = 4100

Тепло от выхлопной трубы =  $10 \times 132 = 1320$

Тепло от глушителя = 2500

Общее тепло от всех источников (БТЕ/мин) = 7920

2. Требуемый поток воздуха пропорционален общему теплу, деленному на допустимое повышение температуры в зале:

Требуемый поток воздуха =  $59,5 \times \text{общее тепло (БТЕ/мин)} / \text{повышение температуры } (\Delta F) = 58 \times 7920 / 30 = 15312$  куб. футов в минуту.

Диаметр трубы, дюймов (мм)	Тепло от трубы, БТЕ/минхфут (кДж/минхм)	Тепло от глушителей, БТЕ/мин (кДж/мин)
1.5 (38)	47 (162)	297 (313)
2 (51)	57 (197)	490 (525)
2.5 (64)	70 (242)	785 (828)
3 (76)	84 (291)	1,100 (1,160)
3.5 (96)	96 (332)	1,408 (1,485)
4 (102)	108 (374)	1,767 (1,864)
5 (127)	132 (457)	2,500 (2,638)
6 (152)	156 (540)	3,550 (3,745)
8 (203)	200 (692)	5,467 (5,768)
10 (254)	249 (862)	8,500 (8,968)
12 (305)	293 (1,014)	10,083 (10,638)

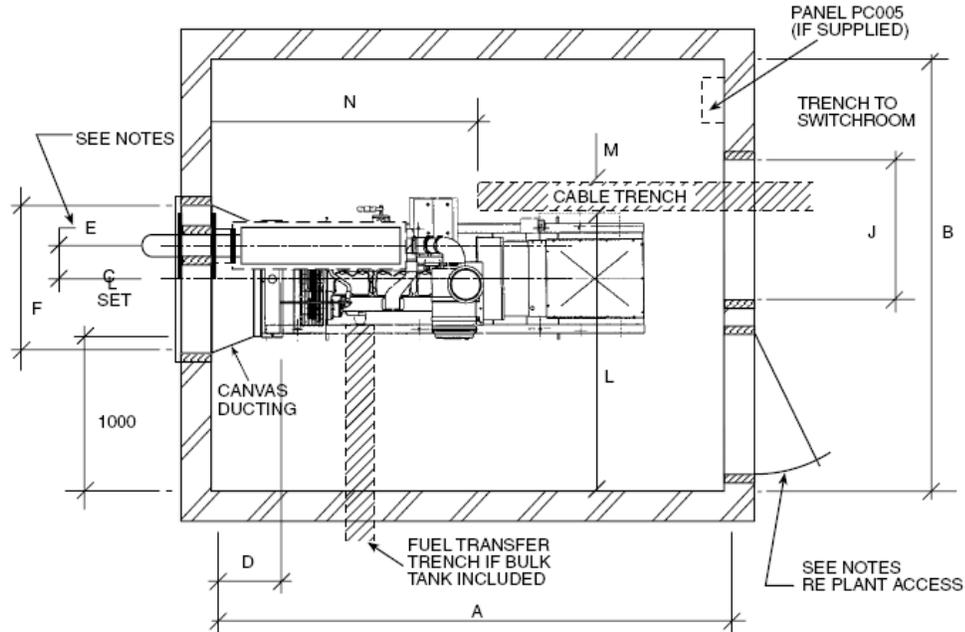
Рис. 16. Теплотеря от неизолированных элементов выхлопной системы (выхлопных труб и глушителей)

## Руководство по определению теплового излучения в машинный зал от двигателя и генератора

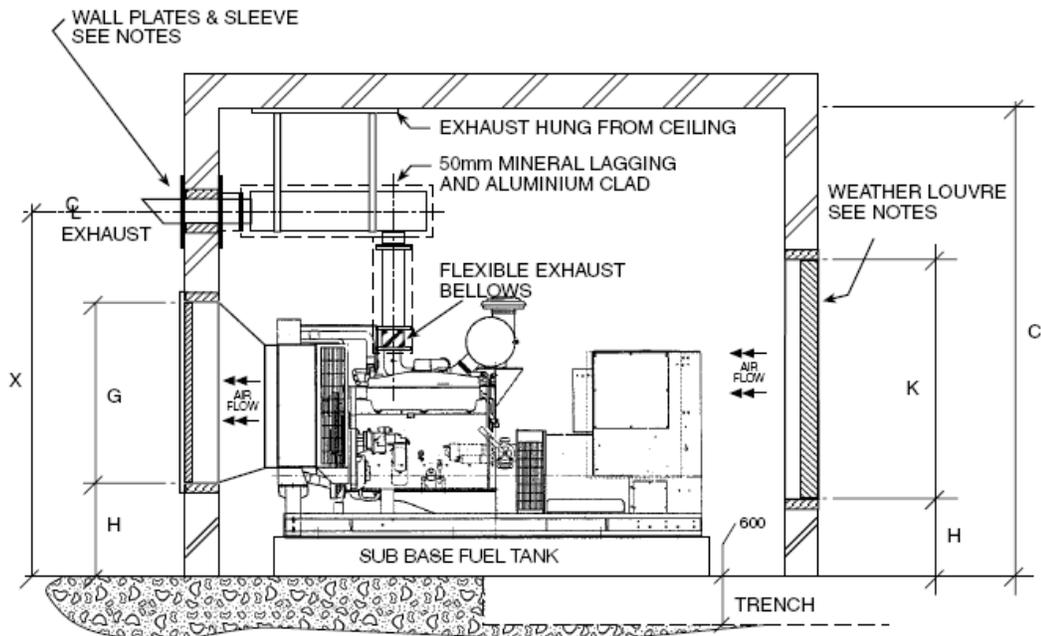
Двигатель	кВт/мин	
	При 50 Гц	При 60 Гц
B3.3G1	15.4	13.1
B3.3G2	15.4	21.1
4B3.9G	10.8	11.4
4BT3.9G1	13.1	15
4BT3.9G2	15	17
4BTA3.9G1	15.5	18
6BT5.9G2	22	25
6CT8.3G2	34	36
6CTA8.3G2	35	40
6CTAA8.3G1	30	N/A
LTA10G2	41	50
LTA10G3/G1	46	55
NT855G6	57	N/A
NTA855G4/G2	65	72
NTA855G3	N/A	76
QSK15	50	80
KTA19G2	N/A	85
KTA19G3	79	95
KTA19G4	88	99
VTA28G5	114	133
QST30G1	126	153
QST30G2	137	166
QST30G3	137	152
QST30G4	152	N/A
KTA38G4	N/A	197
KTA50G3	176	229
KTA50G8	210	N/A
KTA50G9	N/A	224
QSK60G3	318	N/A
QSK60G4/6	300	252

Рис. С17. 1 кВт/мин = 56,8 БТЕ/мин.

Генераторные агрегаты Cummins 37 кВА-511 кВА - отведение выхлопных газов и радиаторное охлаждение  
 Схема расположения генератора без акустической обработки (размеры см. в Разделе Б).



See notes	См. примечания
Set	Агрегат
Canvas ducting	Полотняный канал
Cable trench	Кабельный канал
Fuel transfer trench if bulk tank included	Канал перекачки топлива при наличии наливной цистерны
See notes re plant access	Доступ в зал (см. примечания)
Panel PC005 (if supplied)	Панель PC005 (при наличии таковой)
Trench to switchroom	Канал в щитовую



Wallplates & sleeve – See notes	Настенные накладки и муфта
Exhaust	Выхлопная линия
Air flow	Поток воздуха
Set datum	Окончательное положение агрегата
Exhaust hung from ceiling	Потолочная подвеска выхлопной линии
50 mm mineral lagging and aluminum clad	Минеральная изоляция толщиной 50 мм и алюминиевая оболочка
Flexible exhaust bellows	Выхлопные сильфоны
Sub base fuel tank	Топливный бак (расположен под основанием агрегата)
Trench	Канал
Weather louvre – See notes	Защитные жалюзи – См. примечания

## Система охлаждения с удаленным радиатором

Если пространство в подземной установке не позволяет разместить охлаждающие трубопроводы, существует ряд альтернативных вариантов.

Одним из них является отдельная радиаторная система, пример установки которой показан на Рис. С18. В ней радиатор отделен от двигателя, а вентилятор приводится в действие электродвигателем.

Радиатор с электроприводом может поставляться в сплошном корпусе для наружного использования, либо в открытом варианте для установки внутри здания.

Если радиатор устанавливается более чем в трех метрах над агрегатом, в большинстве случаев необходимо использовать промежуточный резервуар и водяной насос с электроприводом. Размер резервуара зависит от общей емкости системы охлаждения.

Вода подается из резервуара через радиатор и двигатель при помощи насоса с электроприводом.

Поскольку вентилятор и насос питаются от генератора, эта нагрузка должна включаться в общую мощность системы.

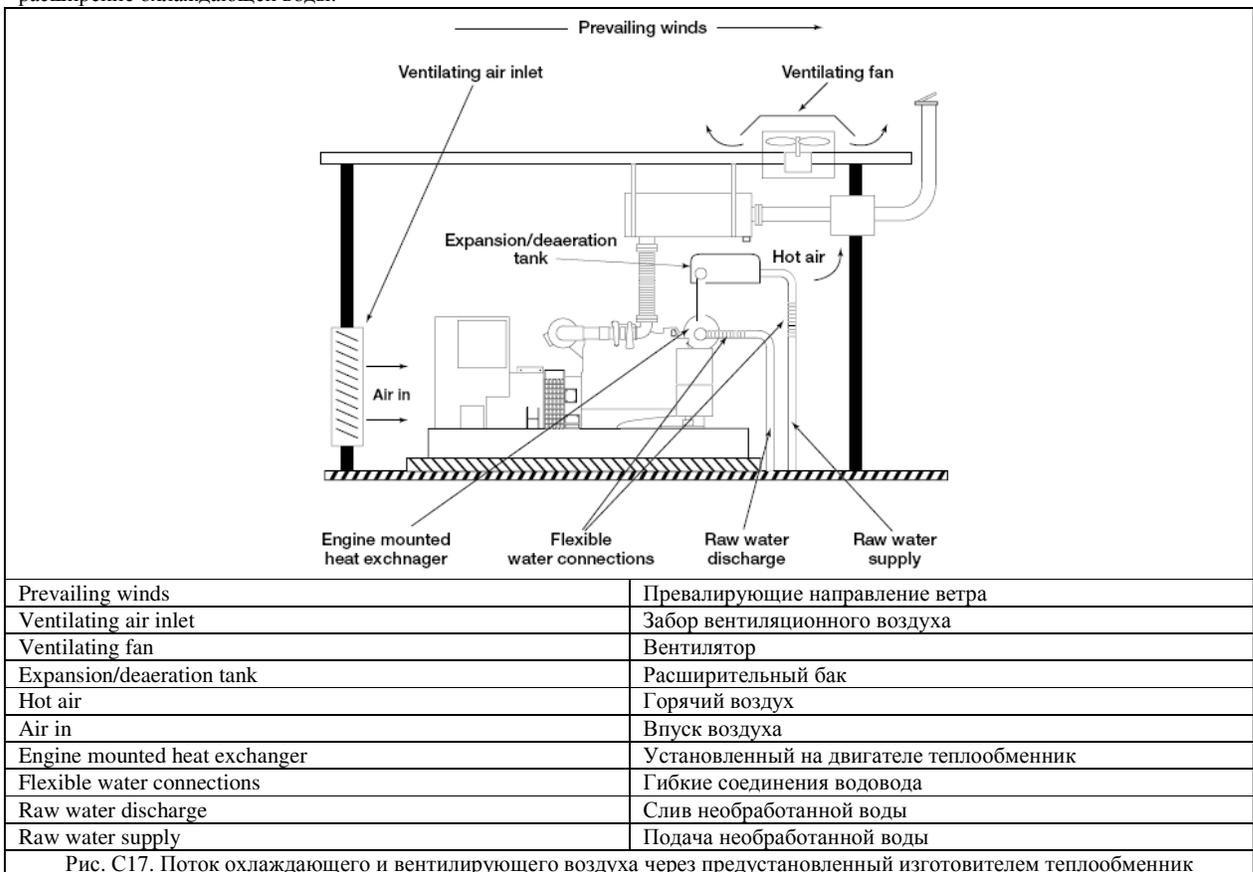
Поскольку в нерабочем состоянии вода из радиатора сливается в промежуточный резервуар. Он должен обладать достаточной емкостью для заполнения всей системы охлаждения при включении агрегата, а также удерживать количество хладагента, достаточной для эффективной работы системы.

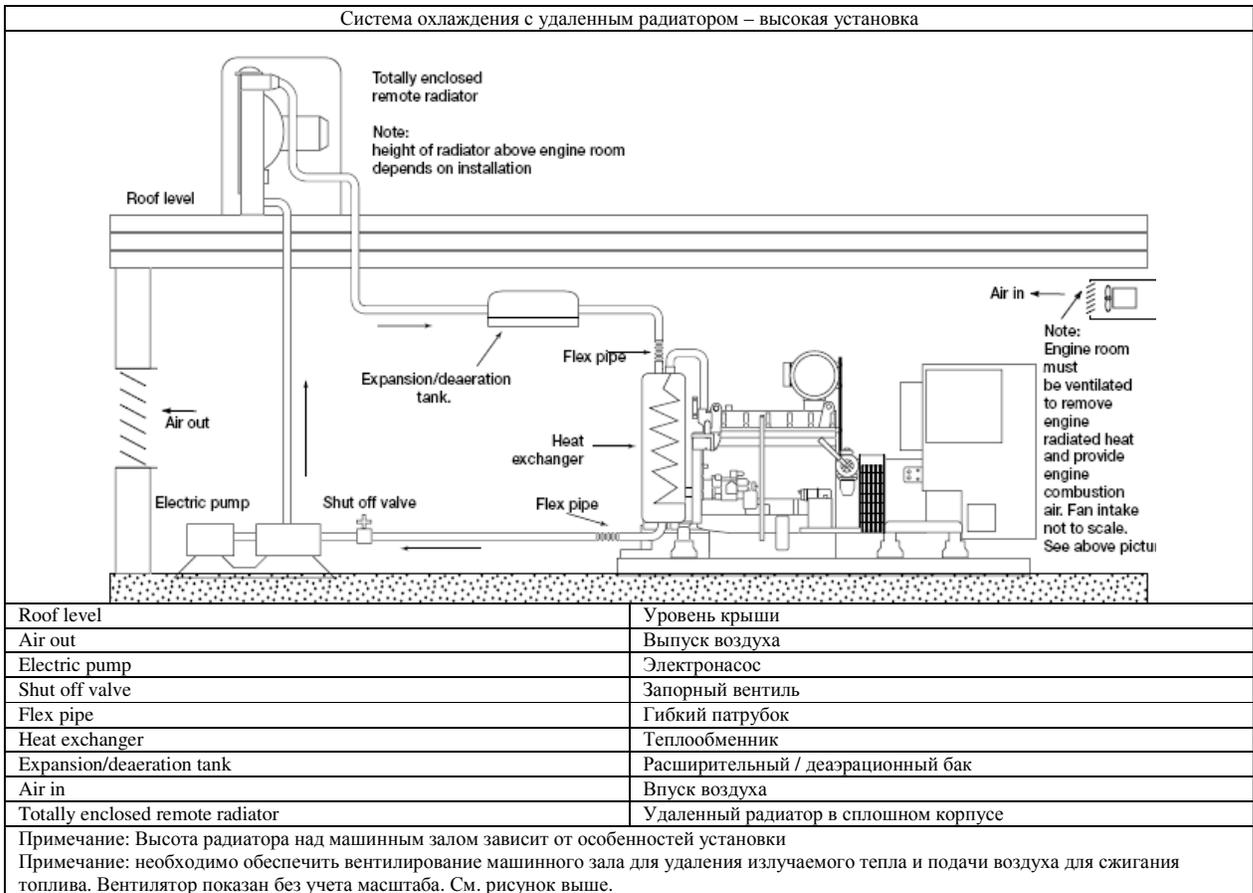
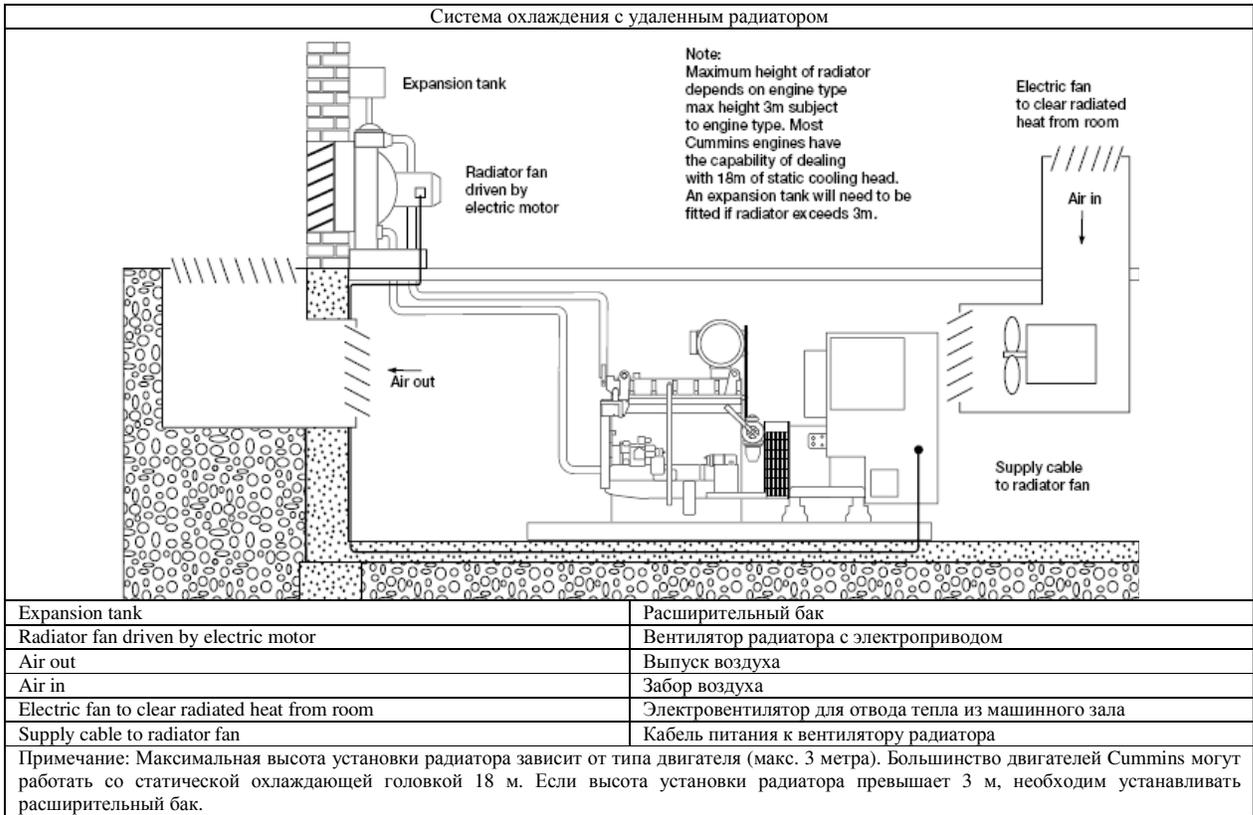
### Меры предосторожности

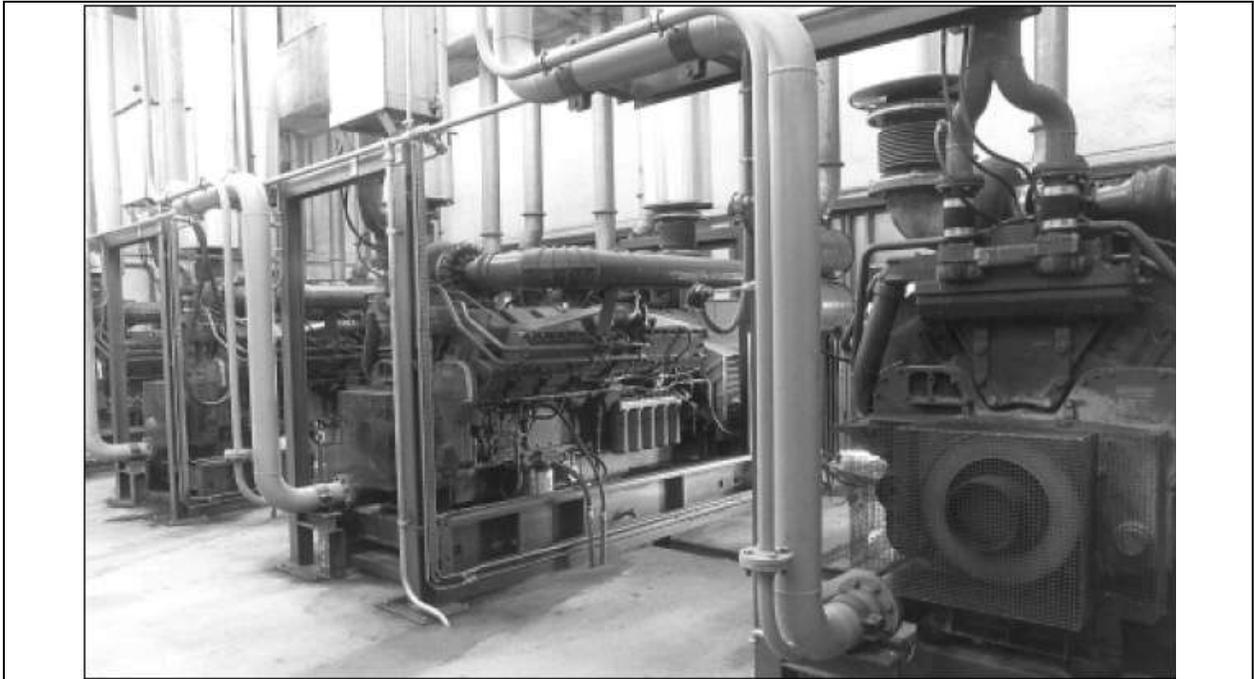
Во время работы системы необходимо соблюдать меры предосторожности

1. Против загрязнения охлаждающей воды посторонними примесями.
2. Против аэрации воды за счет турбулентности в промежуточном резервуаре.
3. Против образования воздушных пробок (трубопроводы должны иметь дыхательные клапаны).
4. Вода должна проходить подготовку в соответствии с требованиями изготовителя оборудования.
5. Необходима защита от замерзания.
6. Двигатель работает практически не под давлением.

Если радиатор устанавливается на одном уровне с двигателем и необходимость в установке промежуточного резервуара отсутствует, непосредственно над радиатором устанавливается компенсационный бак, который позволяет компенсировать расширение охлаждающей воды.







Четыре непрерывно работающих агрегата с двигателями KTA50 и теплообменным охлаждением на фабрике в Испании

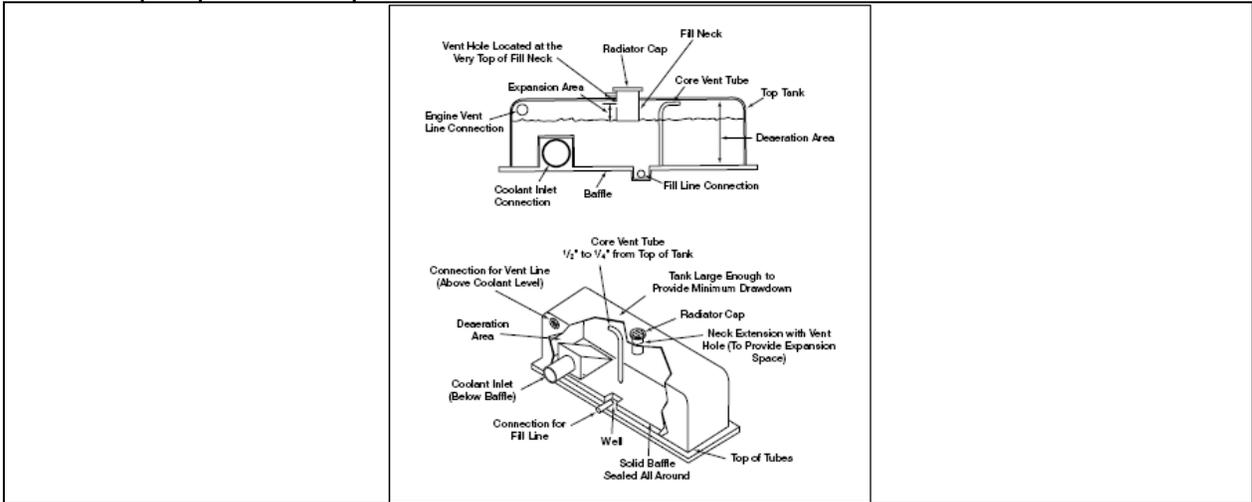


При установке агрегатов в подвале гибкие воздуховоды обеспечивают подачу холодного воздуха к впускному воздухоочистителю

**Расширительные / деаэрационные баки**

На Рис. 17 и 18 показаны варианты установки расширительного / деаэрационного бака над теплообменником. Обычно эти баки включаются в состав теплообменника, а в качестве альтернативного варианта изготавливаются по отдельному заказу.

**Компоненты расширительных / деаэрационных баков**



Engine vent line connection	Подключение вентиляционной линии двигателя
Vent hole located at the very top of fill neck	Дыхательное отверстие в верхней части горловины
Expansion area	Расширительная зона
Coolant inlet connection	Подключение линии подачи хладагента
Baffle	Поддон
Radiator cap	Крышка радиатора
Fill neck	Горловина
Core vent tube	Центральная вентиляционная трубка
Top tank	Верхний резервуар
Deaeration area	Зона деаэрации
Fill line connection	Подключение питающей линии
Connection for vent line (above coolant level)	Подключение вентиляционной линии (над уровнем хладагента)
Core vent tube ( 1/2 – 1/4" from top of tank)	Центральная вент. трубка (1/2 - 1/4 дюйма от верхней части бака)
Tank large enough to provide minimum drawdown	Бак достаточной емкости для обеспечения минимального снижения уровня
Neck extension with vent hole (to provide expansion space)	Удлинение горловины с дыхательным отверстием (для обеспечения расширительного пространства)
Coolant inlet (below baffle)	Впуск хладагента (под поддоном)
Well	Паз
Solid baffle sealed all around	Жесткий поддон с круговым уплотнением
Top of tubes	Верхняя граница труб

Конструкция системы охлаждения должна быть таковой, чтобы при заполнении холодной системы оставалось 6 (максимум 8) % дополнительной емкости для расширения хладагента при рабочей температуре и правильной концентрации. Этот дополнительный объем достигается за счет правильного расположения горловины. Расстояние между нижней поверхностью крыши бака и донной частью горловины служит для расширения жидкости при нагревании и составляет не менее 6 % от всего объема системы.

**Теплообменник**

При наличии постоянного источника холодной воды, такого как резервуар или река, охлаждение двигателя может осуществляться посредством теплообменника. Тем не менее, если используется прямое водяное охлаждение, качество воды играет важную роль для состояния двигателя. Необработанная природная вода, например, из реки, озера, резервуара или пруда, может вызывать формирование накипи, так что необработанная вода пропускается через трубки теплообменника. Необходимо определить состав и качество воды, чтобы обеспечить правильный выбор материала для трубок. Теплообменник устанавливается в машинном зале, по соседству с двигателем, а напорная цистерна располагается над двигателем или теплообменником. Циркуляционный насос размещается в нижней точке системы, поскольку толкательная способность насосов обычно превышает их подъемную силу.

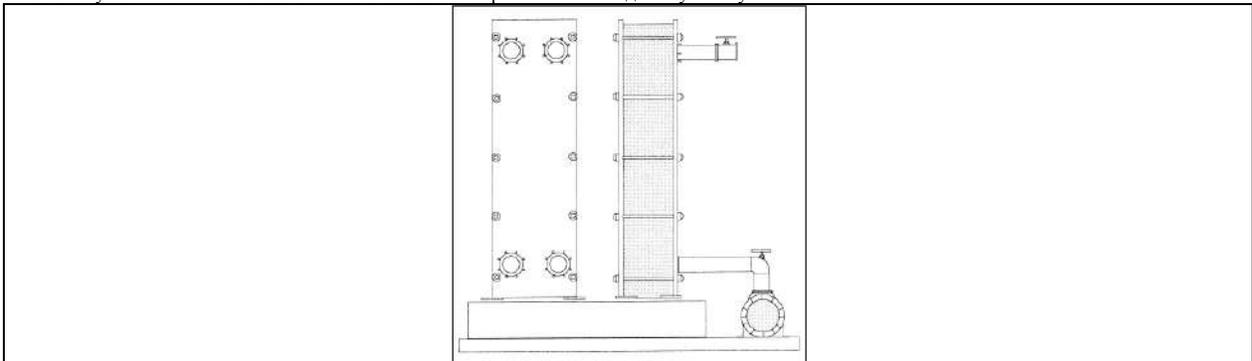


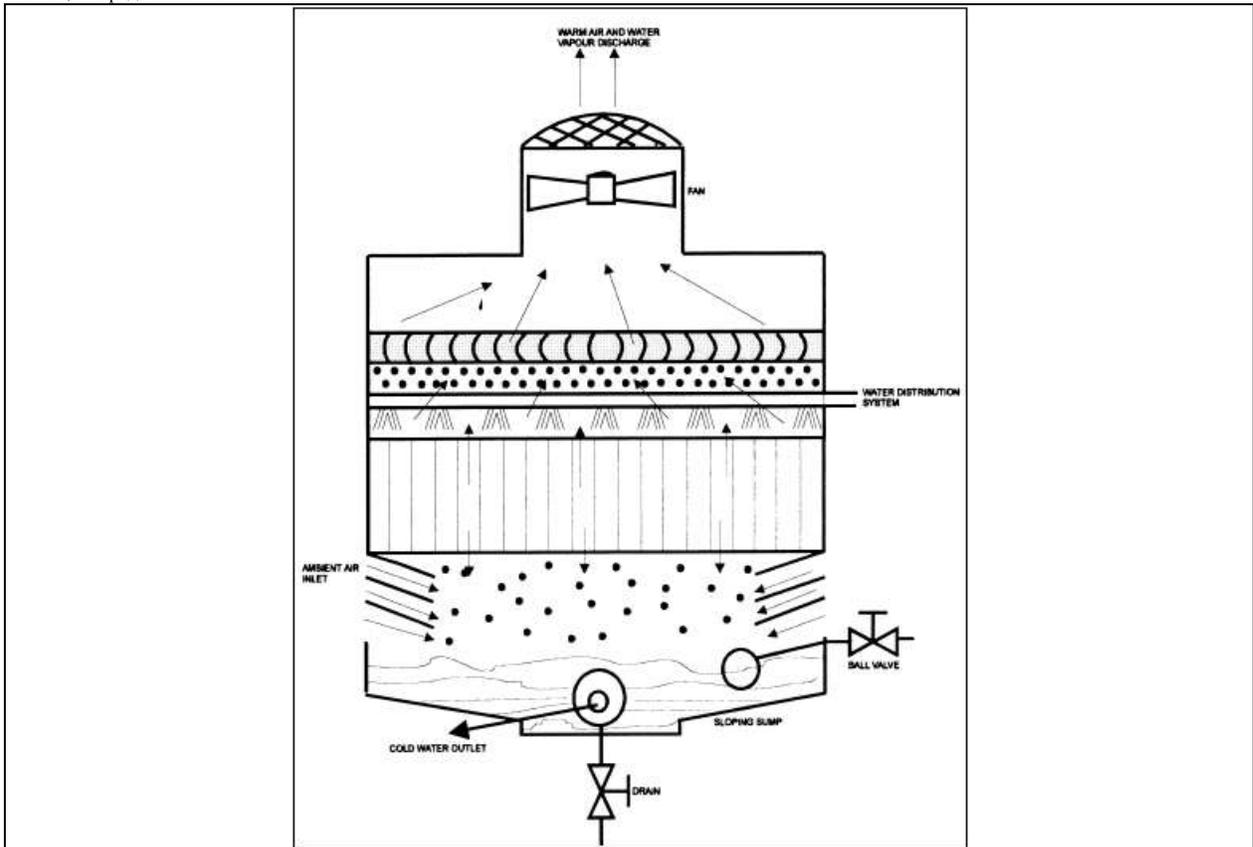
Рис. С19. Теплообменник

Трубопроводы теплообменника рекомендуется выполнять из стали, чугуна или неопрена, а в некоторых случаях – из алюминия, меди или оцинкованной стали. Все подключения к двигателю осуществляются посредством гибких патрубков во избежание передачи вибрации. Если теплообменник размещается в машинном зале, при выборе размещения вентиляторов необходимо принимать во внимание излучение тепла от оборудования и его конвекцию.

## Охлаждающая башня

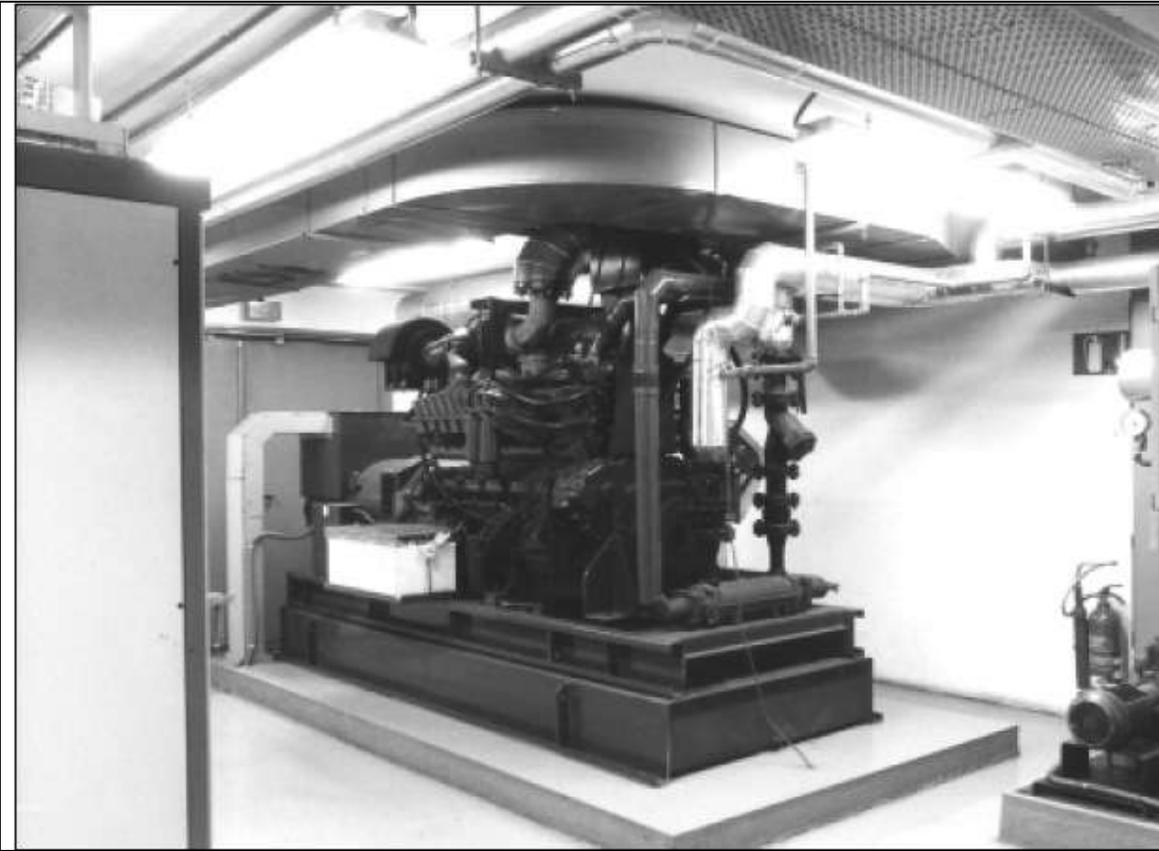
Если в силу особенностей условий эксплуатации, таких как очень высокая температура окружающего воздуха, охлаждение двигателя стандартными средствами представляется непрактичным, однако имеется источник достаточного количества необработанной воды, а температура по влажному термометру относительно низка, наряду с теплообменником может применяться охлаждающая башня. При этом необходимо подобрать охлаждающую башню, теплообменник и циркуляционный насос таким образом, чтобы они составляли единую систему. Насос должен обеспечивать требуемую скорость потока, преодолевающего сопротивление теплообменника, охлаждающей башни и трубопроводных линий.

Необработанная вода после прохождения через теплообменник двигателя нагнетается в охлаждающую башню, где пропускается по пластинам, охлаждается и собирается в резервуар. С целью повышения эффективности охлаждения в зависимости от размеров башни и объемов охлаждаемой воды может потребоваться электровентилятор. Циркуляционный водяной насос для охлаждающей башни также должен устанавливаться внутри в машинном зале, поблизости от теплообменника. Охлаждающая башня должна располагаться в удобном месте, за пределами зала.

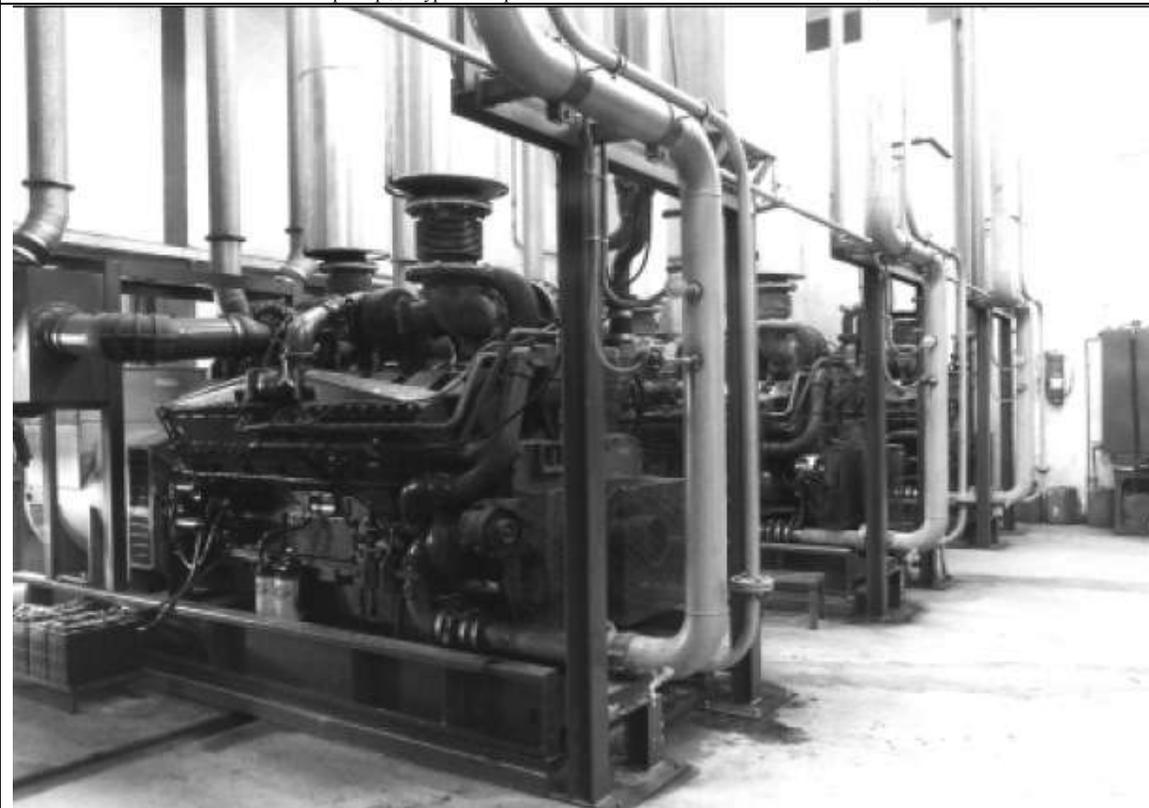


Warm air and water vapour discharge	Отвод теплого воздуха и водяных паров
Ambient air inlet	Забор наружного воздуха
Water distribution system	Система распределения воды
Ball valve	Шаровой кран
Cold water outlet	Выпуск холодной воды
Drain	Слив
Sloping sump	Поддон с наклонными стенками

Рис. С20. Охлаждающая башня



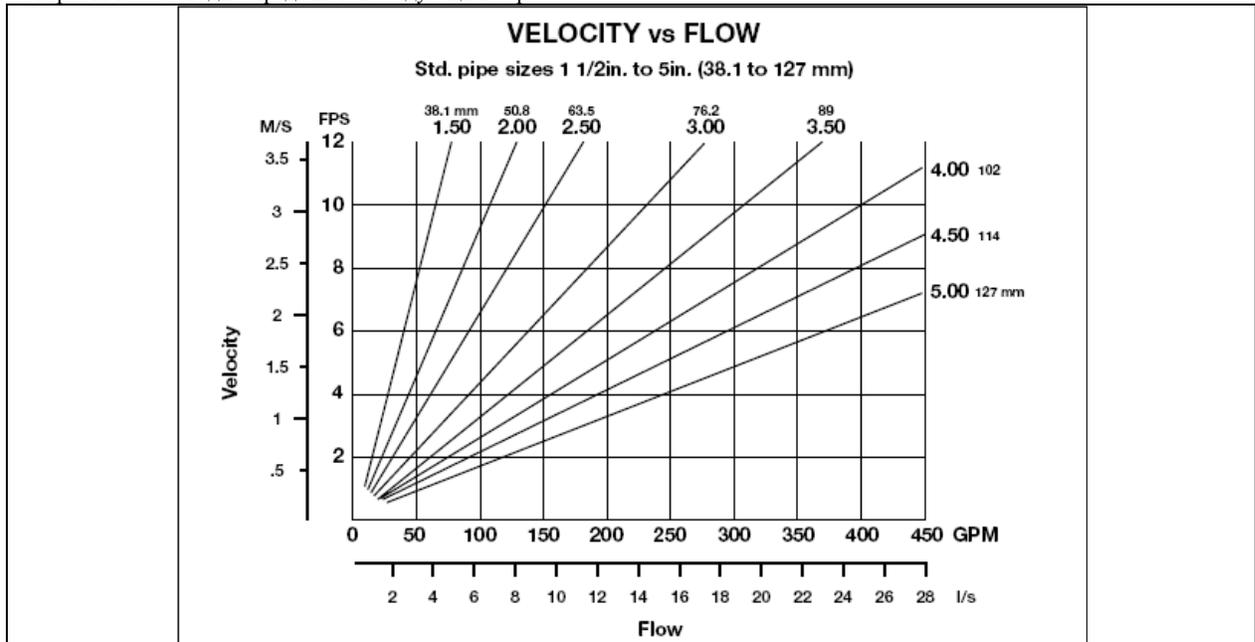
Пример дежурного агрегата на 600 кВт с теплообменным охлаждением



Четыре агрегата (1 МВт) с теплообменным охлаждением для эксплуатации при основной нагрузке

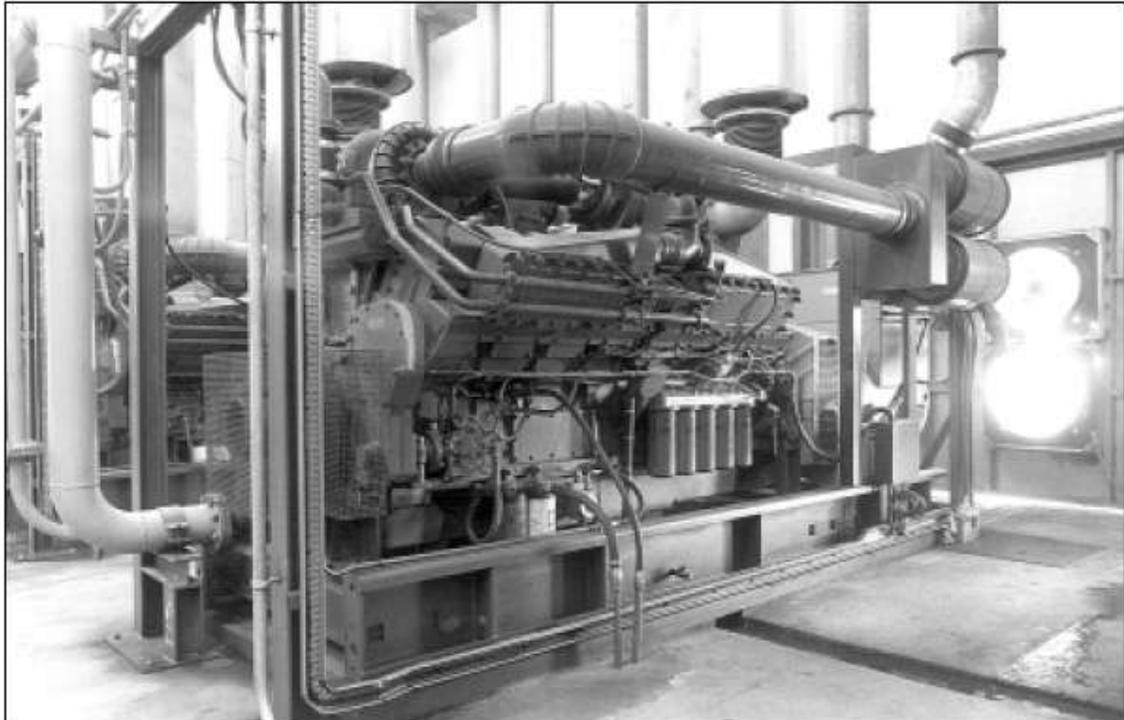
**Линейные скорости**

Скорость потока воды определяется следующим образом:



Velocity vs flow	Зависимость скорости от потока
Velocity	Скорость
Flow	Поток
Mm	Мм
GPM	Галлонов в минуту
Std. pipe sizes 1 1/2 in to 5 in (38.1 to 127 mm)	Стандартные трубные размеры 1 1/2-5 дюймов (38,1-127 мм)

Рис. С23



Основные генераторы 1250 кВА с системой теплопередачи

### Общая информация

Система охлаждения двигателя подвержена ржавчине и кавитации. С целью минимизации этих явлений к абсолютно чистой и прозрачной охлаждающей воде может добавляться антикоррозионный агент.

Кроме того, во избежание замерзания системы в холодную погоду необходимо использовать антифриз.

### Охладитель двигателя

Вода для охлаждения двигателя должна быть чистой и не содержать никаких коррозирующих реактивов, таких как хлориды, сульфаты и кислоты. Она должна иметь слегка щелочную реакцию с pH от 8,5 до 10,5.

Обычно можно использовать любую воду, пригодную для питья, при условии выполнения описанной ниже обработки.

### Защита от коррозии

Добавка к хладагенту (Cummins DCA4 или эквивалент) используется для защиты системы охлаждения от обрастания и коррозии.

Кроме того, рекомендуется использовать антифриз, поскольку от его концентрации зависит концентрация добавки. Антифриз взаимодействует с DCA4, обеспечивая дополнительную защиту от коррозии и кавитации.

Внимание: перед снятием крышки радиатора дайте системе остыть. Изучите инструкции изготовителя относительно охлаждающих систем под давлением и соблюдайте крайнюю осторожность при снятии крышки радиатора.

### Защита на случай холодной погоды

При наличии любой возможности замерзания системы необходимо добавлять антифриз, в противном случае замерзание и оттаивание системы приведет к повреждению двигателя.

Рекомендуется использовать смесь воды и антифриза в соотношении 50 на 50 %, поскольку концентрации добавки зависят от концентраций антифриза. В отсутствие антифриза дозировка добавки должна быть увеличена. Рекомендуется использовать низкосиликатный антифриз.

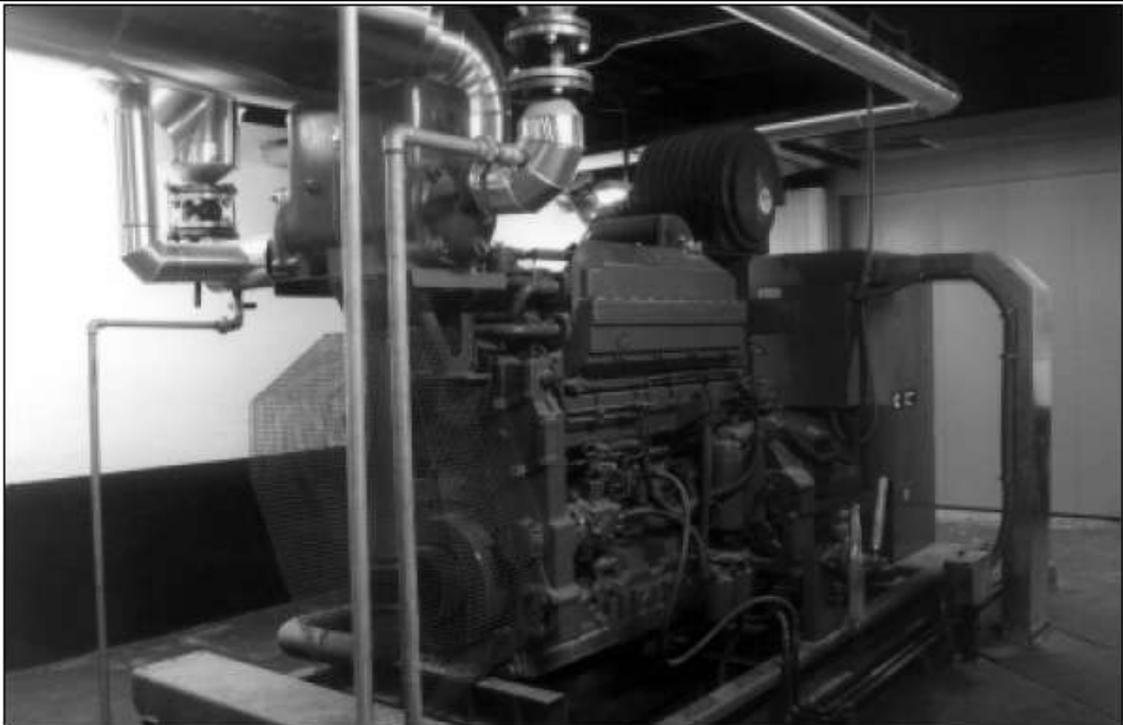
### Методика подготовки хладагента

1. Добавьте требуемое количество воды в смесительный резервуар и растворите в ней требуемое количество DCA.
2. Добавьте требуемое количество антифриза и тщательно перемешайте.
3. Залейте хладагент в систему охлаждения и надежно заверните крышку радиатора.

### Прогрев двигателя

Если система охлаждения оснащена погружными нагревателями с термостатическим управлением, питаемыми от магистральной сети, в холодную погоду они поддерживают температуру хладагента на постоянном уровне.

Нагреватель, установленный в радиаторе, сам по себе недостаточен для пуска двигателя или предотвращения замерзания системы, поэтому необходимо использовать антифриз.



Теплообменная система охлаждения установленного в подвале генераторного агрегата на 450 кВА с двигателем KTA19G требует наличия расширенной сети впускных и выпускных трубопроводов

Система нагнетания воздуха для сжигания топлива и аспирационного воздуха состоит из следующих компонентов:

Воздухозаборный фильтр (на всех двигателях)

Турбокомпрессор (на большинстве двигателей)

Основная функция системы нагнетания воздуха состоит в обеспечении двигателя свежим воздухом надлежащего качества и в достаточном количестве для сжигания топлива. Недостаточное поступление воздуха приводит к отложению сажи на компонентах двигателя.

### **Воздухозаборный фильтр**

Сухой воздухозаборный фильтр

На двигателе обычно устанавливается воздухозаборный фильтр сухого типа, который предотвращает попадание пыли и грязи в систему сжигания топлива.

Воздухозаборный фильтр может поставляться для установки на наружной поверхности корпуса агрегата или машинного зала, подключается и встраивается в воздушную систему двигателя.

### **Поток воздуха для сжигания топлива**

См. Раздел Ж.

### **Воздухозаборные фильтры для тяжелых условий эксплуатации**

В тяжелых условиях эксплуатации, таких как пустыня, необходимо использовать специальные воздухоочистители, состоящие из одного или нескольких гофрированных бумажных элементов, герметичны и пожаробезопасны. Частицы пыли и грязи оседают на волокнах бумаги, постепенно засоряя элементы, которые подлежат периодической чистке или замене.

Для прочих мест с тяжелыми условиями эксплуатации (цементные заводы и т.д.) установлены следующие максимальные уровни концентрации посторонних частиц на входе турбокомпрессора:

Цементная пыль –  $10 \text{ мг/м}^3$

Кальция гидроксид –  $5 \text{ мг/м}^3$

Хлорин –  $10 \text{ мг/м}^3$

Оксиды серы –  $10 \text{ мг/м}^3$

### **Отвод тепла**

В то время как вышеописанная система охлаждения служит для удаления значительной части тепла, вырабатываемого двигателем, дополнительными источниками поступления тепла в машинный зал являются:

Генератор переменного тока в форме прямого излучения от корпуса и из общей системы воздушного охлаждения.

Излучение тепла от двигательной установки.

Компоненты выхлопной системы, находящиеся в пределах машинного зала, в особенности неизолированные части труб и глушители.

Подробные сведения об интенсивности излучения тепла в окружающую среду приводятся в технической документации на оборудование или проектной документации. При оценке общего тепла принимается во внимание тепло, излучаемое выхлопной системой (трубами и коллекторами). Обычно 10 % значения, приведенного в спецификации двигателя, рассматривается как «тепло, отводимое с выхлопами», при условии, что система термоизолирована.

Вентиляционная система должна проектироваться таким образом, чтобы ограничивать подъем температуры внутри зала по сравнению с окружающей средой при полной нагрузке на 10-15°C (18-27 °F). Если результирующая температура внутри машинного зала превышает 40 °C, необходимо подводить к двигателю аспирационный воздух напрямую из внешней среды или уменьшить нагрузку на двигатель.

### **Расчет потока охлаждающего воздуха**

С учетом общего выделяемого тепла, используя следующую формулу, можно рассчитать поток воздуха, который необходимо пропускать через зал:

Поток воздуха (куб. футов в минуту) = выделенное тепло (кВт) × 58 / [плотность воздуха (0,07) × теплоемкость воздуха (0,238) × повышение температуры (°F)].

Под общим теплом в кВт понимается тепло, выделяемое всеми компонентами оборудования в пределах машинного зала: генератором, выхлопными трубами, глушителями и т.д.

Под повышением температуры понимается максимальное допустимое повышение температуры внутри машинного зала по сравнению с окружающей средой (10-15°C (18-27 °F)).

### **Вентиляторы и вентиляционные жалюзи**

Если радиаторы охлаждения устанавливаются снаружи, для удаления теплого воздуха из машинного зала используются вентиляторы. Размер впускных и выпускных жалюзи должен рассчитываться с учетом вентиляторов плюс подачи аспирационного воздуха (если последний подается изнутри зала). Если охлаждающий радиатор устанавливается в машинном зале, отверстие в наружной стене должно располагаться соосно потоку воздуха через радиатор. Радиатор имеет выпускной адаптер, к которому может подсоединяться полотняный канал, обеспечивающий отвод горячего воздуха из зала и препятствующий его рециркуляции. Последняя возможна также, если впускное и выпускное отверстия расположены слишком близко.

В некоторых случаях требуется удалять тепло из машинного зала, даже если генератор не работает. Впускные и выпускные жалюзи могут оснащаться приводом и автоматически устанавливаться в открытое положение при запуске генератора. В радиаторах напорного типа жалюзи могут приводиться в движение силой тяжести.

## Электрические системы запуска

Электрические системы запуска используются на большинстве генераторных агрегатов.

Они используют стартер, закрепленный на корпусе маховика и приводящий последний в движение посредством шестерни и системы передачи типа Bendix. В больших двигателях может использоваться двоянный стартер.

Система запуска питается от источника 12 или 24 В постоянного напряжения. Пусковое напряжение определяется размерами двигателя, напряжение 24 В используется на больших двигателях, что позволяет понизить пусковой ток и, соответственно, размер кабелей. Управление пуском осуществляется при помощи соленоида, который, в свою очередь, контролируется системой управления генераторного агрегата.

## Процедура пуска

При пуске двигателя система передач Bendix приводит в движение шестерню стартера с маховиком, пока двигатель не достигнет самоподдерживающихся оборотов. При этом датчик оборотов автоматически отключает питание соленоида, который снимает питание со стартера, и шестерня размыкается с маховиком.

## Аккумуляторные системы

Типы используемых аккумуляторов

Аккумуляторы делятся на два типа – свинцово-кислотные и никель-кадмиевые. В основном используются свинцово-кислотные батареи, поскольку они дешевле. Никель-кадмиевые батареи используются при необходимости продолжительного срока службы и т.д.

## Установка аккумуляторной системы

Батареи являются важнейшей частью любой дежурной генераторной системы, на их приходится около 90 % всех выходов таких систем из строя. Следовательно, жизненно необходимо, чтобы батареи хранились, использовались и обслуживались в соответствии с установленными стандартами.

На большинстве генераторных агрегатов компании Cummins Power Generation свинцово-кислотные батареи устанавливаются на шасси агрегата. Для этого используется специальная полка. При использовании никель-кадмиевых батарей необходимо иметь в виду следующее.

При установке аккумуляторной системы для обеспечения системы запуска необходимо иметь в виду следующее:

- Необходимое пространство – на больших двигателях аккумуляторная система может потребовать значительного свободного пространства.
- Место установки баба
- Батареи устанавливаются в чистое, хорошо освещенное и вентилируемое место. При установке в корпус также необходимо обеспечить адекватную вентиляцию, а кроме того легкий доступ для обслуживания (проверки уровня электролита, погружения ячеек и т.д.).
- Во избежание «эффекта памяти» никель-кадмиевые батареи требуют периодической быстрой разрядки/зарядки.
- Если батареи устанавливаются на пол, необходимо использовать подложку, желательно изолированную. Это позволит содержать донные поверхности аккумуляторов в чистоте.
- Избегайте размещения батарей в местах с высокой температурой. Для оптимальной работы рекомендуется эксплуатировать батареи всех типов при 15-25 °С.
- Для подключения в качестве батареи необходимо правильно размещать блоки ячеек. Вначале совместите межячеечные соединения, а затем устанавливайте основные свинцовые элементы батареи. Тщательно затяните все гайки торцевым гаечным ключом. Для предотвращения коррозии смажьте контакты вазелиновым маслом.
- Зарядное устройство
- Это может быть генератор переменного тока, который заряжает батареи только во время работы системы.
- Для дежурных систем и систем с автоматическим запуском используется зарядное устройство с питанием от сети, которое поддерживает батареи в заряженном состоянии вне работы системы и питается от магистральной сети.

Примечание: устройство должно питаться от сети, а не от генератора.

- Во время зарядки батареи выделяются взрывоопасные газы.

**ВНИМАНИЕ:** Убедитесь, что батареи заряжаются в хорошо проветриваемом месте, вдали от источников искр и открытого огня.

**ВНИМАНИЕ:** При установке батареи на агрегат подключайте землю ПОСЛЕДНЕЙ, а при извлечении батареи отключайте ее ПЕРВОЙ.

**ВНИМАНИЕ:** При подключении батареи следите за соблюдением полярности. Даже моментальное неправильное подключение может привести к повреждению электросистемы. Вначале подключайте ПЛЮСОВОЙ кабель генератора, потом – минусовой.

## Облегчение пуска

Для обеспечения быстрого запуска двигателя аварийного генераторного агрегата рекомендуется поддерживать температуру хладагента выше 40 °С. подогрев осуществляется термостатическими нагревателями, питаемыми от первичного источника питания. В тяжелых условиях рекомендуется использовать аналогичный нагреватель для смазочного масла.

Избегайте установки кислотных батарей в одном помещении с никель-кадмиевыми, поскольку последние будут повреждаться газообразными выделениями от первых.

Убедитесь, что все соединения проверены, а все провода находятся в наличии и исправном состоянии. Установите на место и закрепите все панели доступа, которые могли быть демонтированы в процессе установки оборудования

**Подключение батарей**

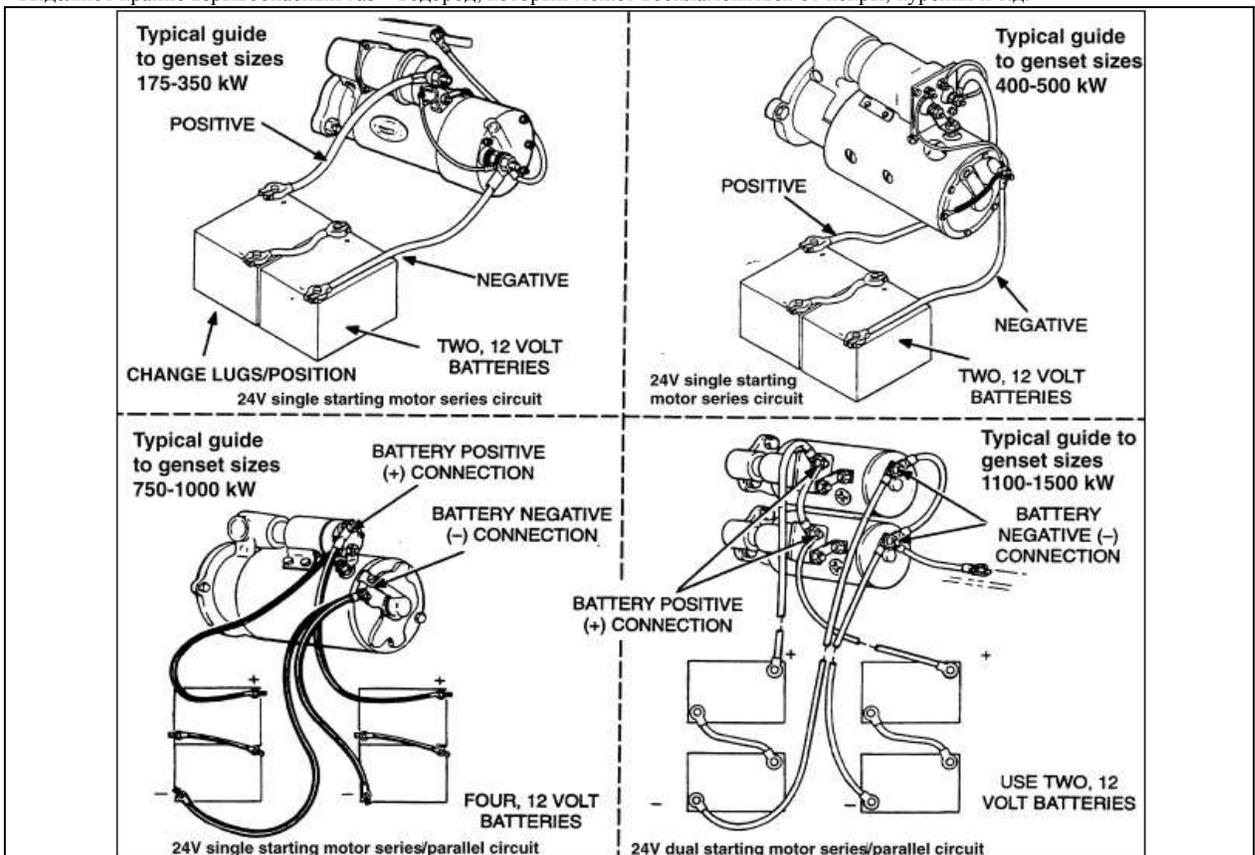
**ОПАСНО!** Самопроизвольный пуск генераторного агрегата может стать причиной серьезных телесных повреждений или смерти. Перед подключением батарей убедитесь, что переключатель «Run/Off/Auto» (Пуск/Выкл/Авто) на панели управления находится в положении Off (ВЫКЛ).

Агрегаты с двигателями LTA10 требуют 24 В постоянного напряжения, что предполагает две или четыре батареи по 12 В постоянного напряжения (см. Спецификации). Батареи подключаются последовательно: отрицательный контакт первой батареи к положительному контакту второй и т.д., как показано ниже.

Обслуживание батарей осуществляется в соответствии с инструкциями изготовителя. При нечастом использовании (как это бывает в дежурно-аварийном режиме) батареи могут самопроизвольно разрядиться до такой степени. Что пуск агрегата станет невозможным. При установке автоматического переключателя без встроенного контура зарядки необходимо использовать отдельное устройство для дозированной подзарядки малым током. Автоматические переключатели компании Cummins оснащены таким контуром.

**ОПАСНО!** Возгорание взрывоопасных аккумуляторных газов может стать причиной тяжелых телесных повреждений. Во избежание искрения всегда подключайте минус батареи в последнюю очередь.

**ОПАСНО!** Перед проведением работ в зоне размещения батарей убедитесь, что она хорошо проветривается. Все батареи выделяют крайне взрывоопасный газ – водород, который может воспламениться от искры, курения и т.д.



Typical guide for genset sizes ... kW	Типовое подключение агрегата мощностью ... кВт
Battery positive connection	Положительный контакт батареи
... 12 volt batteries	... 12-вольтовых батарей
Positive	Плюс
Negative	Минус
Battery negative connection	Отрицательный контакт батареи
Dual/single starting motor	Одиночный/двойной стартер
Series circuit	Последовательный контур
Parallel circuit	Параллельный контур
Подключение батарей на генераторных агрегатах мощностью 175-1500 кВт.	

Необходимо соблюдать положения существующего законодательства относительно шумового загрязнения окружающей среды, однако в большинстве случаев требования устанавливаются местными властями. В процессе проектирования необходимо консультироваться с местными властями для определения требований к уровню шума, которые зависят от состояния окружающей среды и времени работы генераторного агрегата и вспомогательного оборудования в предложенном месте размещения.

Необходимо принимать во внимание два вида шума:

Конструкционный шум – издается за счет вибрации, воздаваемой генераторным агрегатом и подключенным к нему вспомогательным оборудованием. Сводится к минимуму путем установки противовибрационных устройств и гибких соединений.

Воздушный шум – издается генераторным агрегатом.

### **Способы подавления шума**

Подавление конструкционного шума может осуществляться за счет использования противовибрационных устройств, а также гибких соединений и креплений. Подавление воздушного шума достигается за счет использования делительных аттенуаторов, акустической обработки стен и потолков, впускных и выпускных жалюзи и корпусов оборудования, а также применения специальных покровов.

Установка внутри машинного зала низкоскоростных вентиляторов или внутреннего теплообменника с наружной малошумной охладительной башней также являются преимуществами. Генераторный агрегат может накрываться дополнительным корпусом с целью изоляции остальной части машинного зала от издаваемого им шума.

Уровень шума в отдельно взятом месте является результатом суммирования шума от всех источников. Зная уровень шума и применимые к нему требования, можно подобрать необходимый размер шумоподавляющих жалюзи и прочих устройств.

Каждый двигатель имеет спектр шума, в который входит как механический шум, издаваемый собственно оборудованием, так и шум выхлопных газов, издаваемый конечной частью выхлопного канала. Эта информация наряду с требованиями к потокам охлаждающего воздуха и воздуха для сжигания топлива, а также ограничениями по максимальному давлению, должны предоставляться производителям шумоподавляющего оборудования с целью определения размеров делительных глушителей, устанавливаемых в отверстиях впуска и выпуска воздуха и выхлопных глушителях.

См. Раздел E «Малошумные генераторные агрегаты»

### **Законодательство относительно уровней шума**

В качестве законодательства, применимого к генераторам, работающим на строительных площадках и в зданиях, во всех странах ЕС принимается Директива ЕС 2000/14/ЕС.

### **За пределами ЕС**

Перед установкой оборудования необходимо внимательно изучить законодательство конкретной страны и требования местных властей.

### **Вспомогательные источники переменного напряжения**

Любое вспомогательное оборудование может обеспечиваться вспомогательными источниками переменного напряжения (вентиляторы вентиляционной системы, нагреватели, насосы и т.д.), а также прилагаемой к ним распределительной панелью переменного напряжения. При необходимости можно использовать отдельный блок управления двигателем.

### **Противопожарная защита**

Дизельное топливо может безопасно храниться под землей в пригодных для этого резервуарах. Поскольку точка вспышки э этого топлива высока, оно пожароопасно, поэтому необходимо использовать соответствующее противопожарное оборудование.

Наличие противопожарного оборудования должно определяться на начальном этапе проектирования машинного зала. Место его хранения должно по возможности находиться рядом с входной дверью.

Для тушения жидкого топлива, газов, смазочных масел необходимо использовать пену или углекислый газ.

Для тушения электролиний или возгораний вблизи неизолированных проводов используются углекислый газ или тетрахлорэтилен.

Для тушения небольших или изолированных очагов используется песок.

Ни при каких обстоятельствах не допускается использовать воду для тушения огня в машинном зале.

### **Инструменты**

На предприятии-изготовителе можно заказать стандартный набор инструментов для обслуживания двигателя. Необходимо оберегать их от коррозии и хранить в безопасном сухом месте.

### **Запасные части**

Если в комплект поставки оборудования входят запасные части, они должны быть защищены от коррозии и храниться в безопасном сухом месте.

### **Освещение и подсобное оснащение**

Машинный зал должен хорошо освещаться для осуществления ручного управления и технического обслуживания. Наиболее важные участки должны хорошо освещаться естественным светом из окон. Двойное остекление окон уменьшит теплопотерю и уровень издаваемого шума.

С целью для обеспечения доступа к возвышенным местам на крупных станциях может возникнуть необходимость установки лестниц и настилов, обеспечивающих безопасность перемещения.

### **Службное пространство**

Вокруг всех составляющих оборудования должно иметься широкое пространство для проведения технического обслуживания.

Вокруг блока управления должно иметься достаточное пространство для открытия и снятия всех дверок и панелей.

Вокруг всей станции должно обставаться достаточное пространство для безопасного перемещения персонала.

Расстояние от оборудования до любой стены, резервуара или панели в машинном зале должно быть не менее 1 метра.

## Панели управления генератора

Управление генераторным агрегатом осуществляется на месте, при помощи специальной панели управления. Панели устанавливаются на генератор, однако могут располагаться удаленно или размещаться на полу. Панели включают средства управления, измерения аварийной сигнализации и пользовательских подключений.

Различные системы предназначены как для осуществления базовых функций управления одиночными генераторами, так и для управления множеством генераторных агрегатов с полностью автоматизированной синхронизацией и сетевыми функциями.

Здесь относятся основанная панель управления питанием (PCL) (Рис. 1), панель управления питанием PowerCommand (PCC) (Рис. 2), система PCC mk11 или главные контроллеры для автоматического включения в случае неисправности сети или в параллели с MC150 PLTE (Рис. 3) или MC150-4, а также главный цифровой контроллер (DMC) (Рис. 4) с расширенными функциями управления и гибкостью, позволяющей управлять параллельными генераторами в составе двух и более станций.

### Система управления питанием (PLC) (Рис. 1)

PCL представляет собой малозатратную систему управления, контроля и обмера генератора, которая обеспечивает местное управление генераторным агрегатом и является частью главной панели управления, обеспечивая высокую надежность управления и оптимальную производительность генератора.

В наличии имеются два варианта PLC:

PCL001 обеспечивает управление генератором с ручным пуском.

PCL002 обеспечивает управление генератором с дистанционным пуском.

Оба варианта панели обеспечивают запуск / остановку генератора, а также отражают его рабочее состояние. В случае неисправности панели отображают состояние неисправности, а в случае аварийного останова (например, низкое давление масла) автоматически отключают агрегат. Неисправности отображаются посредством светодиодов.

PCL002 может использоваться с панелью управления безобрывного переключения, которая выявляет неисправность сети, посылает дистанционный сигнал на пульт управления генератором и обеспечивает управление прерывателем.

Модуль аварийной сигнализации с 6 каналами ввода и 6 соответствующими им светодиодами конфигурируется в зависимости от требований пользователя может использоваться как вспомогательное защитное оборудование, сигнализатор или смешанный вариант. Каждый блок имеет два релейных выхода. На одной панели управления генератором могут быть установлены максимум два аварийных сигнализатора.



Рис. 1. Система управления питанием PLC с демонстрацией всех возможностей, включая два сигнальных устройства

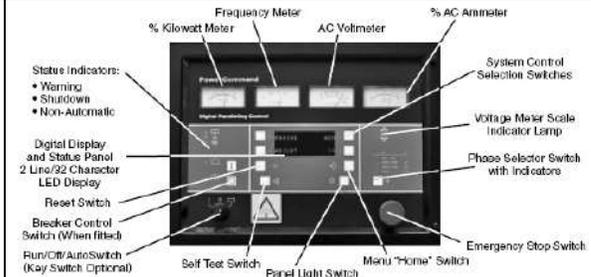


Рис. 2. Панель PowerCommand

Run/Off/Auto switch (key switch optional)	Переключатель Пуск/Выкл/Авто (факультативно – клавиша)
Breaker control switch (when fitted)	Выключатель прерывателя (при наличии такового)
Digital display and status panel 2 line/32 character LED display	Цифровой дисплей и панель состояния (2 строки, 32 символа, светодиодный)
Status indicators <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warning</li> <li>• Shutdown</li> <li>• Non-automatic</li> </ul>	Индикаторы состояния <ul style="list-style-type: none"> <li>• Опасность</li> <li>• Останов</li> <li>• Неавтоматический режим</li> </ul>
% kilowatt meter	Киловаттметр (%)
Frequency meter	Частотомер
AC voltmeter	Вольтметр переменного напряжения
% AC ammeter	Амперметр переменного тока (%)
System control selection switches	Переключатели управления системой
Voltage meter scale indicator lamp	Индикаторная лампа шкалы вольтметра
Phase selector switch with indicators	Переключатель фазы с индикаторами
Emergency stop switch	Выключатель аварийного останова
Menu "Home" switch	Выключатель главного меню
Panel light switch	Выключатель освещения панели управления
Self test switch	Выключатель самотестирования

### Панель PowerCommand™ (Рис. 2)

Панель PowerCommand™ представляет собой микропроцессорную панель управления, контроля и обмера генератора, обеспечивающую местное управление генератором, отличается высокой надежностью и эффективностью.

Панель предлагает расширенный встроенных стандартных функций управления и отображения, устраняя необходимость использования отдельных приборов, таких как регулятор напряжения, управляющее устройство и защитные реле. Разнообразие функций снимает потребность осуществления пользовательских настроек (см. техническую документацию Cummins).

В наличии имеются две версии PowerCommand:

- панель управления генератором PowerCommand™, обеспечивающая управление отдельными агрегатами.
- параллельная версия панели управления генератором PowerCommand™, обеспечивающая параллельное управление несколькими агрегатами или станциями в целом.

К основным функциям управления относятся:

- Цифровое управление, регулировка напряжения синхронизация и распределение нагрузок
- Обмеры аналогового и цифрового выходов переменного напряжения
- Цифровая сигнализация и дисплей состояния
- Дисплей состояния генераторного агрегата с отображением всех основных параметров и генератора
- Управление запуском, включая встроенную систему плавного увеличения подачи топлива для уменьшения образования черного дыма и заброса частоты оборотов с оптимизацией пуска в холодную погоду
- Простота в обслуживании
- Возможность обмена данными по сети

### **Главный контроллер, модель MC150 PLTE (Рис. 3)**

Система автоматического включения при неисправности сети или параллельного включения станций

Функция системы

MC150 PLTE представляет собой программируемый контроллер, предназначенный для использования в качестве системы автоматического включения при неисправности сети или параллельного включения станций в сочетании с генераторным агрегатом, управляемым системой PowerCommand. MC150 PLTE специально разработана для использования с шинами бесконечной мощности с участием одного генератора и одной станции.

### **Главный контроллер, модель MC150-4 (Рис. 3)**

Система для применения на устройствах автоматического включения при неисправности сети или параллельного включения станций

Функция системы

MC150 PLTE представляет собой программируемый контроллер, предназначенный для использования в качестве полностью системы с полностью автоматизированным интерфейсом, облегчающей автоматический запуск, синхронизацию между агрегатами и распределение нагрузки между до четырех агрегатов, оснащенных панелью PCC (PowerCommand Control) и имеющих одинаковые или неодинаковые параметры работы под постоянной нагрузкой.

### **Система DMC (Digital MasterControl) (Рис. 4)**

**Модель 300 для использования с шинами бесконечной мощности**

**Модель 200 для использования с изолированными шинами**

Система PowerCommand™ Digital MasterControl представляет собой микропроцессорный компонент системы параллельного включения, предназначенный для прямого взаимодействия с включенными на параллельную работу генераторными агрегатами с системой Cummins PowerCommand. Система предназначена для использования с низковольтными или средневольтными изолированными шинами. Модель 300 может применяться для наблюдения за системой генераторных агрегатов, параллельных друг другу (при изолированной шине) или для спараллеливания генераторных агрегатов со станцией (сетью) (при шине бесконечной мощности). Модель 200 используется, когда все питание обеспечивается генераторами, либо когда их подключение к местной нагрузке осуществляется при помощи автоматических переключателей или взаимосвязанных парных прерывателей. Панель управления обеспечивает возможность отслеживания состояния системы и осуществления функций управления с использованием программного обеспечения, отличается гибкостью в соответствии специфическим условиям применения, повышенной функциональностью, оптимальной надежностью и простотой обслуживания. При необходимости панель может встраиваться в двигательные отсеки системы.



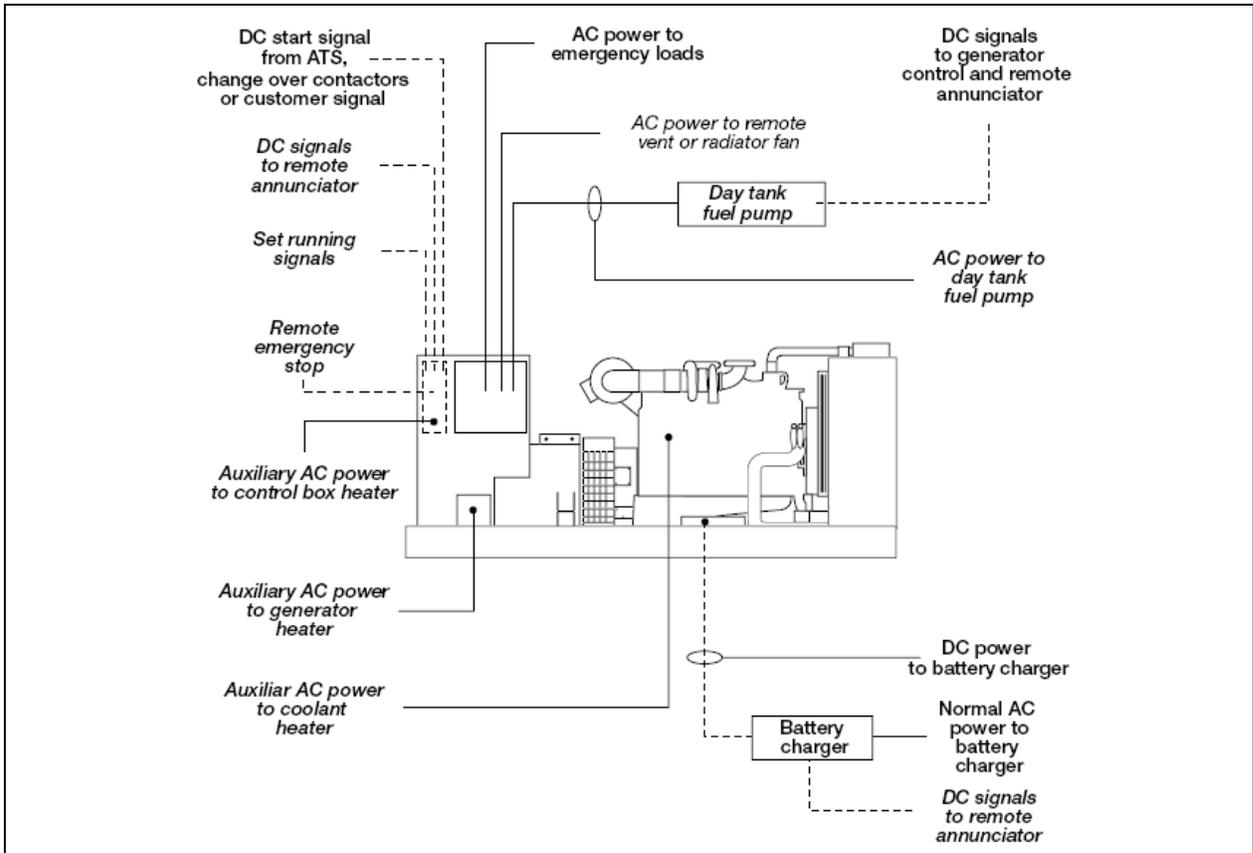
Рис. 4



Главные контроллеры MC150 в составе автоматической системы параллельного подключения



Отдельно установленный моторизованный прерыватель



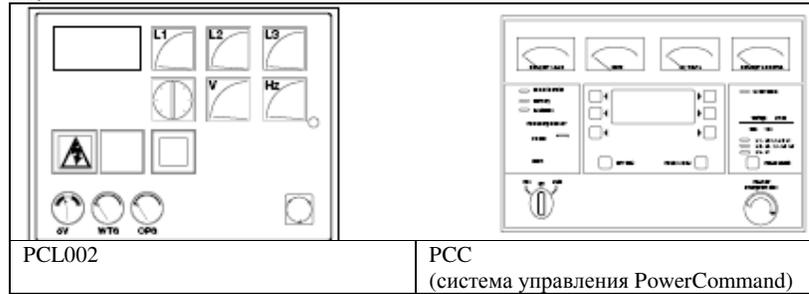
DC start signal from ATS	Пусковой сигнал постоянного тока от панели управления
DC signals to remote annunciator	Сигналы постоянного тока к удаленному сигнализатору
Set running signals	Сигналы работы агрегата
Remote emergency stop	Удаленный аварийный останов
Auxiliary AC power to control box heater	Дополнительное питание переменным напряжением для нагревателя пульта управления
Auxiliary AC power to generator heater	Дополнительное питание переменным напряжением для нагревателя генератора
Auxiliary AC power to coolant heater	Дополнительное питание переменным напряжением для нагревателя хладагента
Battery charger	Зарядное устройство
DC power to battery charger	Постоянное напряжение к зарядному устройству
Normal AC power to battery charger	Нормальное переменное напряжение к зарядному устройству
DC signals to remote annunciator	Сигналы постоянного напряжения к удаленному сигнализатору
AC power to day tank fuel pump	Переменное напряжение к топливному насосу дневного бака
Day tank fuel pump	Топливный насос дневного бака
AC power to remote vent or radiator fan	Переменное напряжение к удаленному вентилятору или вентилятору радиатора
AC power to emergency loads	Переменное напряжение к аварийным нагрузкам
DC signals to generator control and remote annunciator	Сигналы постоянного тока к управлению геератором и удаленному сигнализатору

Типовая разводка управления генераторным агрегатом и вспомогательным оборудованием

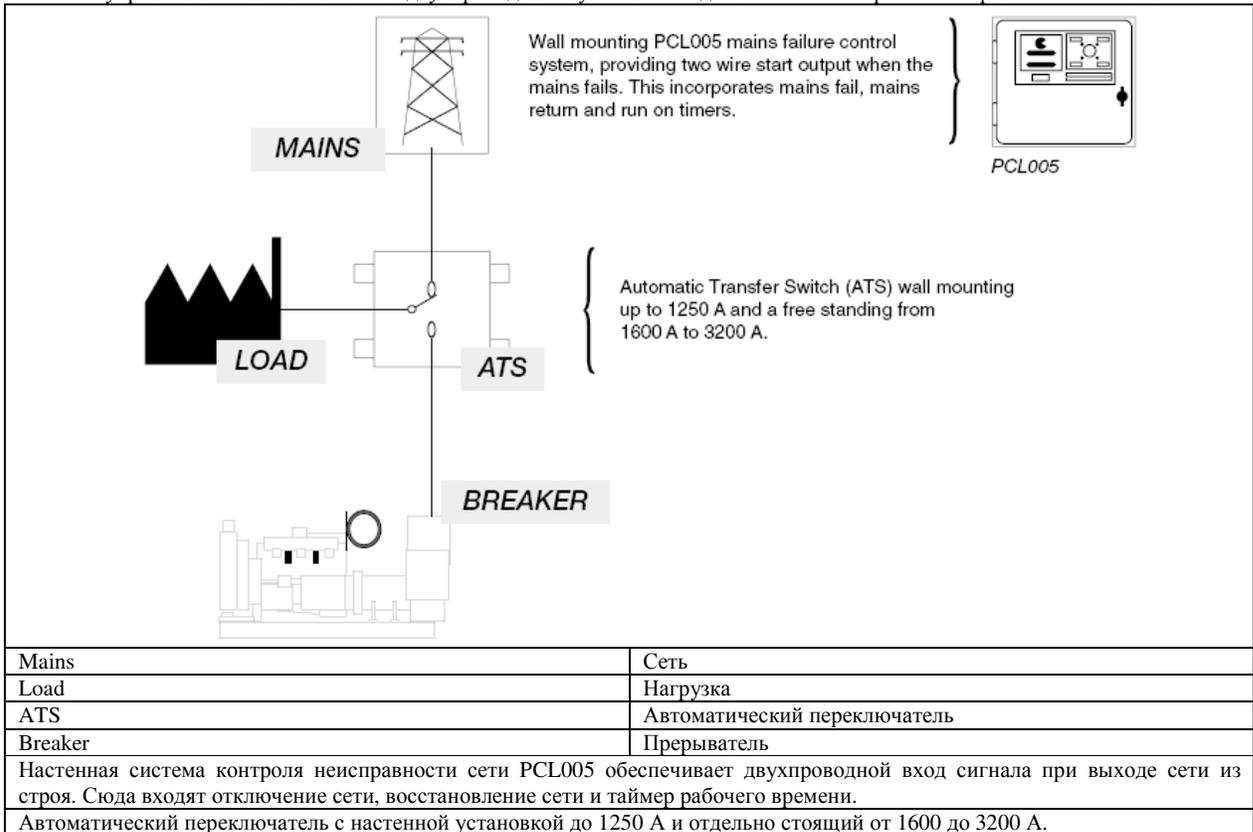
Рис. D1

## Типовая конфигурация систем автоматической подачи питания при неисправности сети с PCL или PCC

Одиночный генераторный агрегат с системой управления PCL002 или PCC, автоматический переключатель и контроллер переключателя (PCL005).



Система управления PCL002 или PCC с двухпроводным пусковым входом от блока контроля неисправности сети PCL005.



### Параллельная работа

Цифровые системы параллельного включения PowerCommand™ могут использоваться для устройств, параллельных сети и обеспечивающих изолированное первичное питание, аварийное дежурное питание или периодическое питание. Уникальность этих систем заключается в том, что они используют полностью интегрированные микропроцессорные функции управления для управления всеми функциями системы, что устраняет необходимость в использовании отдельных средств управления параллельной работой, таких как синхронизаторы и средства распределения нагрузки.

Системы PowerCommand™ предоставляют возможность эксплуатации всей системы параллельного управления на современном уровне, отслеживание и регулировку ее параметров при помощи переносного компьютера и программного обеспечения InPower.

Системы PowerCommand™ включают защиту параллельного управления AmpSentry Protection. Это развернутая система управления и контроля питания, которая обеспечивает электрическую защиту генератора и силовой системы в случае повышения тока, повышения или понижения напряжения, коротких замыканий, понижения частоты, перегрузки, обратной мощности, потери возбуждения, смещения фаз генератора и незамыкания параллельного прерывателя. В условиях короткого замыкания сила тока регулируется в пределах 300 % как для одной, так и для трех фаз.

Если генераторный агрегат эксплуатируется в течение продолжительного времени при потенциально повреждающем уровне тока, сигнализация повышения тока оповещает оператора о возникшей проблеме до того, как она приведет к системным повреждениям. Если повышение тока отмечается в течение времени, запрограммированного во временных параметрах генератора, система возбуждения перестает получать питание во избежание повреждения генератора. Функция защиты от повышения тока имеет задержку по времени в соответствии с теплоемкостью генератора. Это позволяет пропускать ток, пока работают вторичные предохранители и прерыватели, изолирует неисправность и, таким образом, обеспечивает избирательность координации.

Фиксированная задержка срабатывания при превышении / понижении напряжения и понижении частоты также обеспечивает определенную степень защиты местного оборудования. При повышении / понижении напряжения на цифровом дисплее появляется сообщение об отключении, а при понижении частоты – предупреждение и сообщение об отключении, в зависимости от продолжительности и величины отклонения от заданной частоты.

Защита AmpSentry включает в себя функцию сигнализации перегрузки, которая может использоваться в сочетании с переключателем или главными контроллерами для автоматического снижения нагрузки во избежание аварийного отключения генераторного агрегата. Сигнализация программируется на работу при определенной мощности, понижении частоты или в обоих случаях. Сюда также входит защита от обращения мощности генератора, потери возбуждения, смещения фаз генератора и незамыкания параллельного прерывателя, а также функция допустимой синхронизации для ручного и автоматического использования прерывателя.



Девять генераторных агрегатов по 900 кВА работают параллельно с использованием системы управления РССР на фабрике по разливу напитков на Среднем Востоке



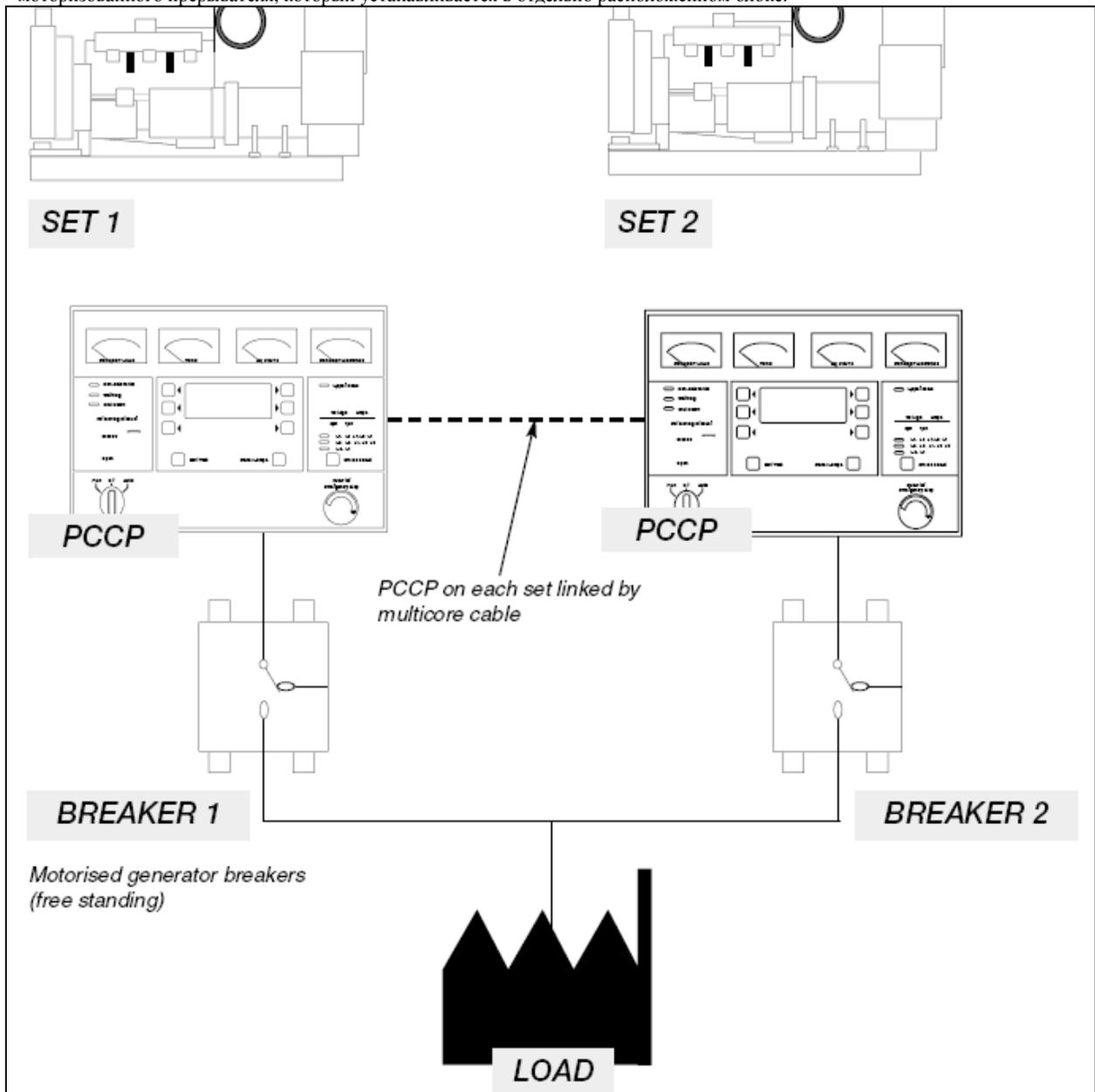
Двенадцать агрегатов по 1250 кВА работают вместе в качестве источника основного питания строительного лагеря с использованием системы управления PCL



Тридцать девять агрегатов по 1125 кВА с двигателями KTA50 работают параллельно с использованием систем управления PCC и DMC, вырабатывая в совокупности 30 МВт энергии.

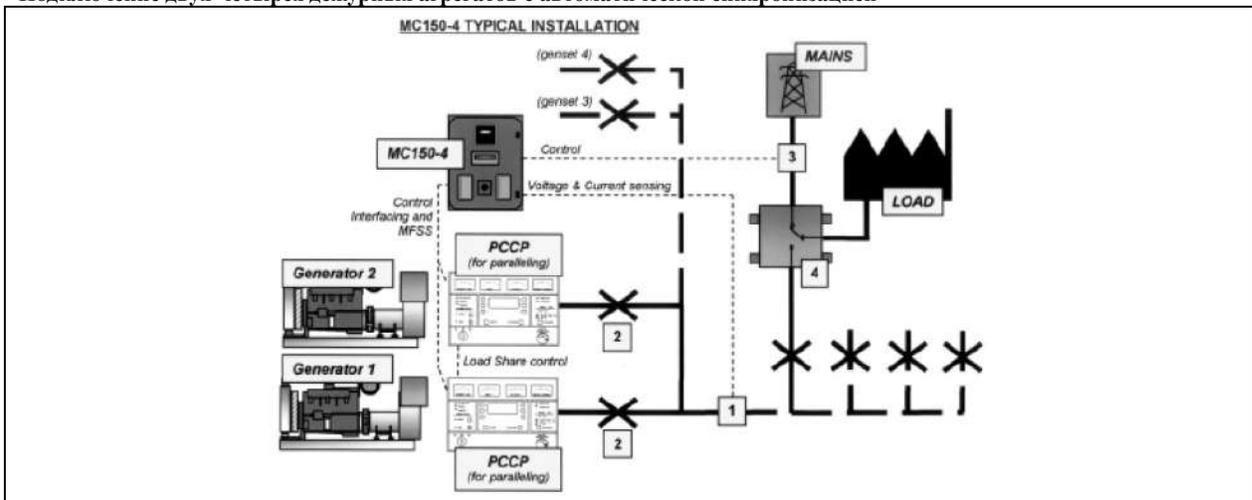
## Типовое параллельное подключение с использованием PCCP

При использовании PCC количество параллельно работающих агрегатов не ограничено. PCCP требует наличия моторизованного прерывателя, который устанавливается в отдельно расположенном блоке.



Set 1	Агрегат 1
Set 2	Агрегат 2
PCCP	Система параллельного управления
Breaker 1	Прерыватель 1
Breaker 2	Прерыватель 2
Load	Нагрузка
Motorized generator breakers (free standing)	Моторизованные прерыватели генератора (размещаются отдельно)
PCCP on each set linked by multicore cable	Система управления на каждом агрегата подключается многожильным кабелем

## Подключение двух-четырех дежурных агрегатов с автоматической синхронизацией



Типовая установка MC150-4

Genset	Генераторный агрегат
Control	Управление
Voltage & current sensing	Контроль уровней напряжения и силы тока
Mains	Сеть
Load	Нагрузка
Generator	Генератор
Control interfacing and MFSS	Интерфейс управления и выключатель, срабатывающий при изменении магнитного потока
PCCP (for paralleling)	Система параллельного управления
Load share control	Управление распределением нагрузки

### Свойства MC150-4

MC150-4 представляет собой системный контроллер, предназначенный для осуществления функций, связанных с нагрузкой, в пределах системы с изолированной шиной, в которую входят 2-4 генераторных агрегата с системами управления PCCP посредством синхронизирующего распределительного устройства.

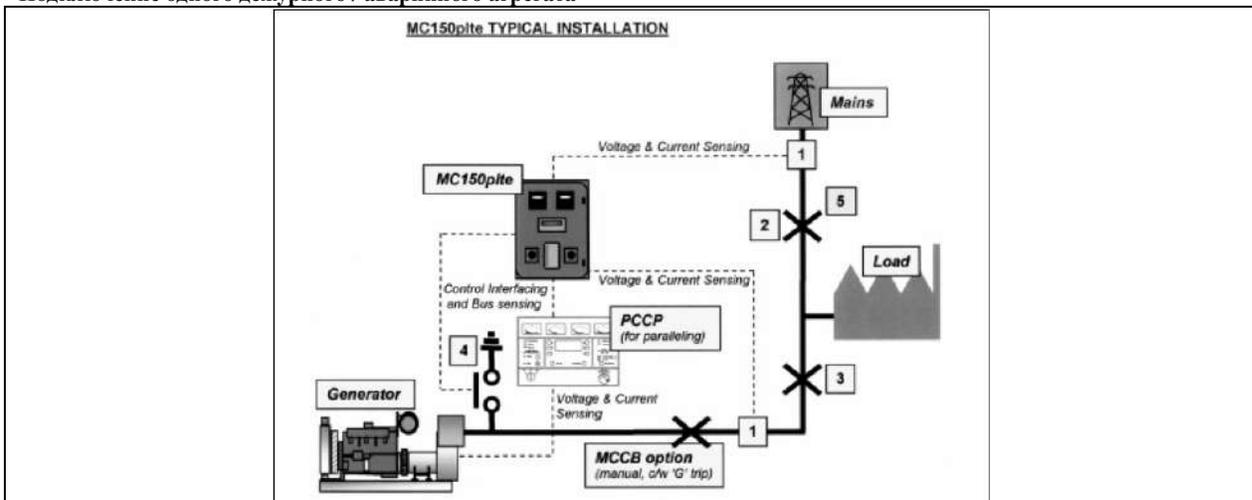
- Пуск при размыкании сети
- Готовый к нагрузке статус вывода
- 4-ступенчатая система контроля нарастания / снижения нагрузки
- Перезапуск системы
- Цифровые многофункциональные измерения параметров шины генератора
- Сигнализатор со светодиодной индикацией работы / неисправности
- Интерфейс BMS (сигналы без напряжения)
- Ручное управление
- Возможность настенного или свободного расположения
- Возможность конфигурации для
  - определения потребности в генераторе по порядку и продолжительности
  - определения последовательности и продолжительности нарастания / снижения нагрузки
  - статус вывода, готовый к нагрузке
  - индивидуальные настройки генератора
  - количество генераторов (2-4)

### Необходимые компоненты

1. Трансформаторы тока генератора с общей шиной для защиты других агрегатов (вторичный 5 А\*, класс 1, 5 номинальный ВА), трансформаторы потенциала генератора с общей шиной для защиты других агрегатов (при необходимости).
2. Синхронизирующий переключатель (управляется PCCP).
3. Датчики состояния сети (для запуска генераторов MC150-4 необходимо пусковой сигнал, например, от PCL005).
4. Переключатель (например, ATS).

\*Примечание: для снижения требований по нагрузке на длинные кабели можно использовать трансформаторы тока (вторичный 1 А).

## Подключение одного дежурного / аварийного агрегата



Типовая установка MC150-4

Voltage & current sensing	Контроль уровней напряжения и силы тока
Mains	Сеть
Load	Нагрузка
Generator	Генератор
Control interfacing and bus sensing	Интерфейс управления и контроль параметров шины
PCCP (for paralleling)	Система параллельного управления
MCCB option (manual, c/w 'G' trip)	Опция прерывателя в формованном корпусе (ручной, ход G)

### Свойства MC150-4

MC150-4 представляет собой системный контроллер, предназначенный для управления системой автоматической подачи питания при неисправности сети или параллельной сети с шиной бесконечной мощности, включающей один генератор и одну станцию (центральный источник питания).

- Автоматическое срабатывание при неисправности сети с интегральным мониторингом (датчики), выключением или невыключением на восстановление сети.
- Расширенное управление параллельно сети при снижении максимальной нагрузки или полной мощности (пригодна для поставки на экспорт).
- Нагрузка при отключении или в режиме испытаний (переключение).
- Защита G59 и параллельное ограничение.
- Контроль и управление контактом нейтрального заземления.
- Цифровые многофункциональные измерения параметров сети и генератора
- Сигнализатор со светодиодной индикацией работы / неисправности
- Интерфейс BMS (сигналы без напряжения)
- Настенная установка
- Возможность конфигурации для
  - режим автоматического выключения при восстановлении сети
  - режим включения при понижении максимальной нагрузки (автоматический, ручной и распределение)

### Необходимые компоненты

1. Трансформаторы тока генератора и сети для защиты других агрегатов (вторичный 5 А\*, класс 1, 5 номинальный ВА ), трансформаторы потенциала генератора и сети для защиты других агрегатов (при необходимости).
2. Синхронизирующий переключатель сети (управляется MC150p1te).
3. Синхронизирующий переключатель генератора (управляется PCCP).
4. Контакт зануления.
- 5 обратная мощность сети (только при необходимости, например, в качестве кратковременной параллельной защиты).

\*Примечание: для снижения требований по нагрузке на длинные кабели можно использовать трансформаторы тока (вторичный 1 А).

## Сетевые подключения

Система управления PowerCommand включает в себя модуль управления генератором (GCM), позволяющий осуществлять сообщение через сеть PowerCommand. Сеть может применяться для местного или удаленного управления и контроля системы с использованием сетевого оборудования PowerCommand и программного обеспечения PowerCommand для Windows (см. Рис. 28).

Сеть обеспечивает полноту и целостность управления, контроля и наблюдения; кроме того, все аварийные сигнализации могут программироваться на автоматический дозвон пользователю по указанному номеру в случае возникновения обусловленной ситуации. Это обеспечивает передачу всей необходимой информации с предприятий, работающих без присутствия обслуживающего персонала. Все события, включая срабатывание сигнализации, действия оператора и системные события, регистрируются и могут быть выведены на печать в форме отчетов или сохранены на диск для последующего включения в архив.

Программное обеспечение PowerCommand для Windows позволяет осуществлять удаленное управление генераторными станциями. На главный компьютер системы устанавливается программа PowerCommand Remote Access, Single Site (Удаленный Доступ, Одиночная Площадка). Система PowerCommand предоставляет подробную информацию о состоянии генераторных агрегатов и вспомогательного оборудования.

Сообщение между компонентами системы обеспечивается при помощи неэкранированного кабеля типа «витая пара», что устраняет необходимость использования дорогостоящих одиночных соединений.

## Распределительная коробка переменного напряжения

Распределительная коробка переменного напряжения, являющаяся частью панели управления генератором, выступает в роли распределительной коробки между двигателем / генератором и вспомогательными источниками переменного напряжения / системой контроля панели управления.

## Распределительная коробка генератора

Выходные контакты генератора располагаются в седле из толстой стали, приваренном к неприводному торцу генератора. Контакты полностью закрыты от окружающего воздуха и находятся на большом расстоянии друг от друга с целью обеспечения адекватных габаритов. Поверх седла находится большая стальная распределительная коробка, предоставляющая достаточно места для подключения потребителей и имеющая съемные панели для облегчения доступа. Внутри коробки находятся следующие компоненты:

- трансформаторы тока
- модуль регулятора напряжения генератора
- модуль электронного регулятора оборотов

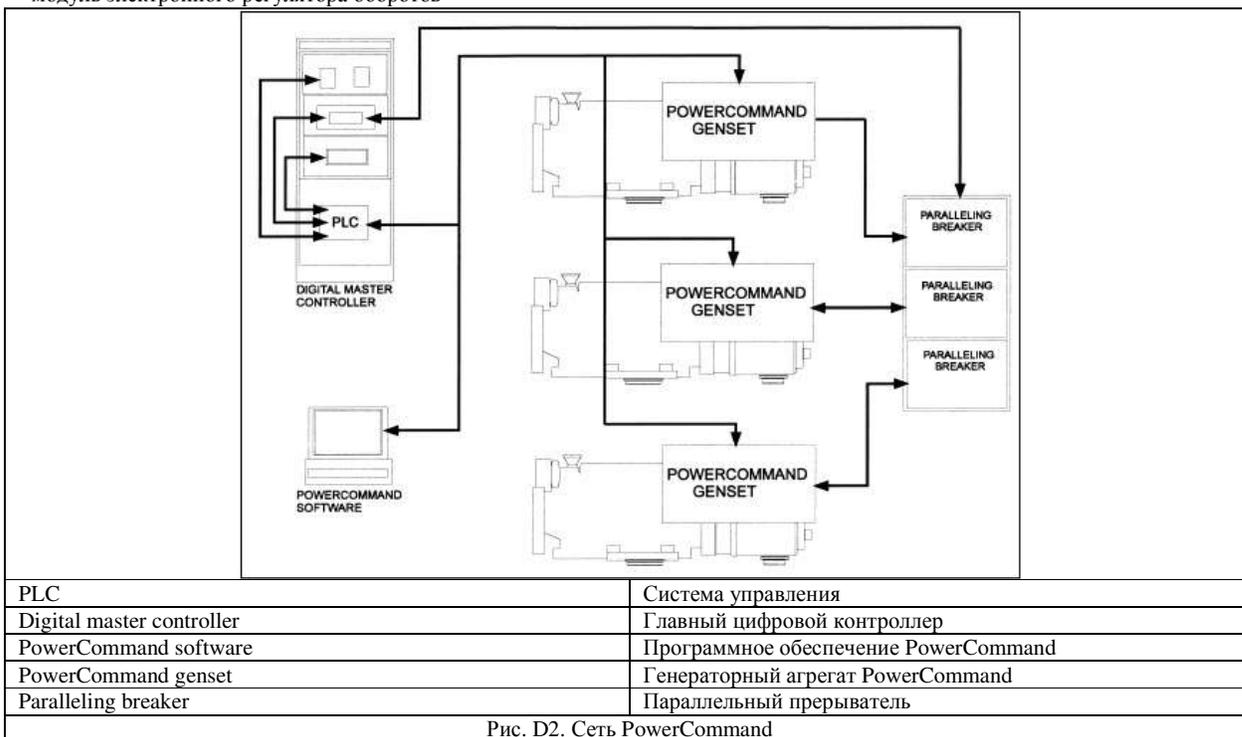


Рис. D2. Сеть PowerCommand

Прерыватель представляет собой электромеханический выключатель, который может подключаться последовательно с выходом генератора. Он относится к автоматическим переключательным механизмам. В нормальных условиях он пропускает ток и считается замкнутым. При превышении предустановленного значения силы тока он автоматически открывается или размыкается и разрывает цепь. Характеристикой прерывателя является полная тепловая нагрузка, которую он способен выдерживать постоянно. Основным назначением прерывателя генератора является **ЗАЩИТА ГЕНЕРАТОРА ОТ ИЗБЫТОЧНОГО ТОКА, КОТОРЫЙ ВЫЗЫВАЕТ ПЕРЕГРЕВ ИЗОЛЯЦИИ И СОКРАЩАЕТ СРОК СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ.**

Избыточная сила тока может быть результатом либо **КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ МЕЖДУ ФАЗОЙ И НЕЙТРАЛЬЮ,** либо **КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ МЕЖДУ ФАЗАМИ.**

Прерыватель должен гарантировать, что продолжительность прохождения тока силой, указанной на кривых повреждений для генератора, не превышает значений, указанных на тех же кривых.

Прерыватели классифицируются по ходу и количеству полюсов.

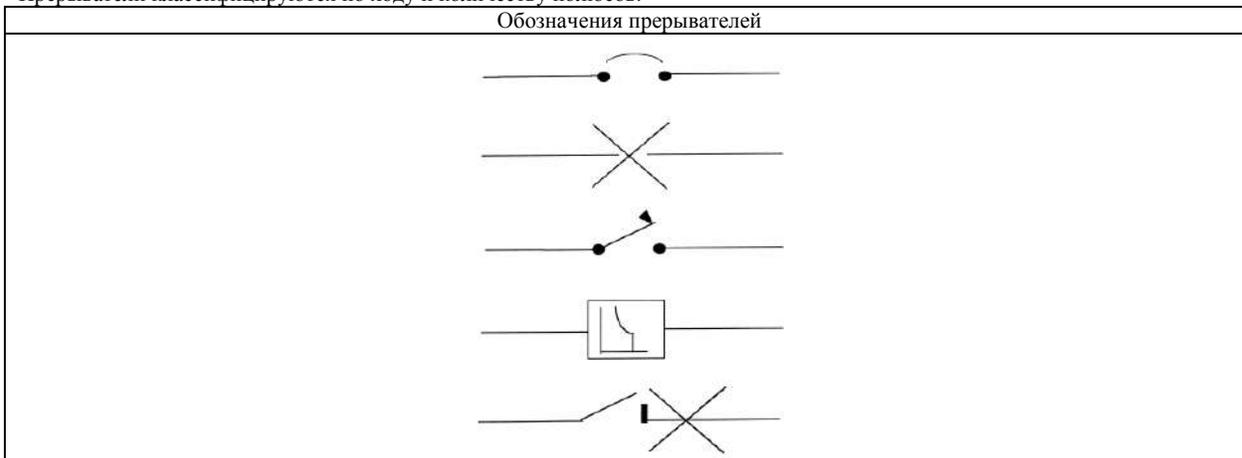
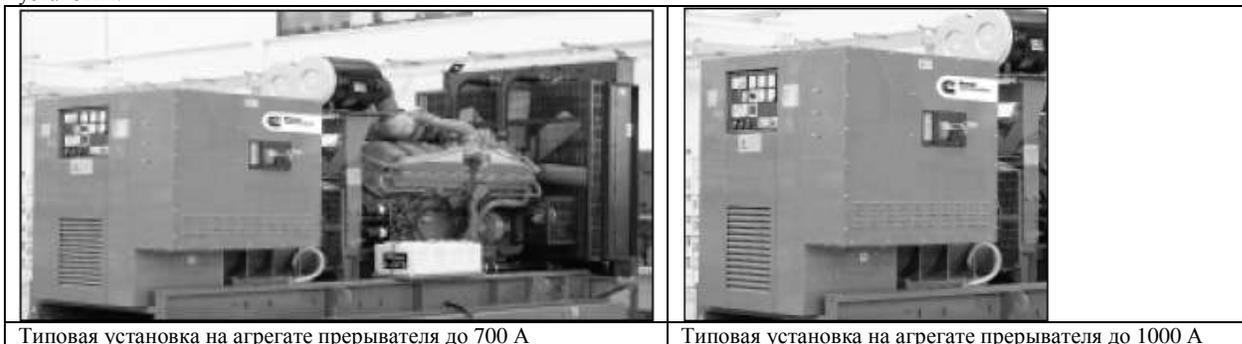


Рис. D7. На практике различные изготовители оборудования используют различные символы для обозначения прерывателей

Прерыватели обеспечивают один ход на фазу и в качестве опции – ход на нейтраль, со взаимной блокировкой положений, например:

- Трехполюсный прерыватель – все три фазы
  - Четырехполюсный прерыватель – все три фазы и нейтраль.
- Кроме того, имеется главный прерыватель, который выполняет следующие функции:
- Различение между стойким выходом из строя и временным коротким замыканием, срабатывание при наличии стойкой неисправности и несрабатывание при временной неисправности, которая может быть сглажена нижележащими устройствами.
  - Защита питающих кабелей генератора в случае перегрузки по току.
  - Обеспечение изоляции генератора от внешнего оборудования (автоматическими и ручными средствами).

При параллельном подключении генераторов прерыватели необходимы для изоляции одного работающего генераторного агрегата от другого, который может быть не задействован. В отсутствие возможности изоляции простаивающего агрегата он дубеет приводиться в действие работающим агрегатом, что приведет к повреждению его двигателя и/или генераторной установки.



Типовая установка на агрегате прерывателя до 700 А

Типовая установка на агрегате прерывателя до 1000 А

## Время отключения повреждения

Это полное время, необходимое защитному устройству, чтобы отключить генераторный агрегат от нагрузки в случае неисправности. Различные уровни аварийной силы тока требуют различных значений времени отключения повреждения. Например, генератор способен выдерживать силу тока 120 % от номинала намного дольше, чем силу тока 300 % от номинала, без вреда для изоляции.

Местное законодательство устанавливает требуемое необходимое максимальное время отключения повреждения для защитных устройств на случай короткого замыкания или неисправности заземления. На практике это время зависит от:

- **ИМПЕДАНСА КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ УСТАНОВКИ** (определяется путем суммирования сопротивления всех проводников системы или посредством измерений).
- Чувствительности защитного устройства (магнитные полосы, установленные в прерывателях в формованном корпусе могут регулироваться в пределах 20 %, в то время как прерыватели с жесткой конструкцией имеют допуск не более 1 %).

## Функция прерывателя

Прерывание прохождения тока между двумя контактами приводит к ионизации и проводимости воздуха между ними, в результате чего возникает дуга.

Образование дуги между контактами нежелательно, поэтому в конструкции прерывателей используются различные способы повышения сопротивления и, как следствие, предотвращения появления дуги. Повышение сопротивления среды между контактами является основным способом сокращения образования дуг. Кроме того, эти среды используются изготовителями оборудования для классификации прерывателей.

Термин «типоразмер», используемый по отношению к прерывателям, описывает физический размер механического корпуса, в котором располагается механизм прерывателя.

- Пневматический (воздушный) прерыватель.

В качестве разделяющей среды используется воздух. Прерыватели этого типа условно делятся на:

- прерыватели в формованном корпусе.

Это герметичные и относительно недорогие прерыватели для легких условий работы. Современные технологии позволяют использовать их при напряжениях до 690 В и силе тока от 100 до 2500 А. Примечание: в наличии имеются однофазные минипрерыватели на 2-100 А. Предназначены для использования в распределительных системах с легкими условиями работы для защиты нижележащей нагрузки, где также можно использовать плавкие предохранители.

## Высоковольтные прерыватели

- Масляные прерыватели

В настоящее время масляные прерыватели в значительной степени отходят на второй план благодаря успехам в области вакуумных прерывателей. В качестве разделительной среды в них используется масло, которое подлежит периодической замене и в некоторых случаях представляет опасность.

- Вакуумные прерыватели

Изолирующие свойства вакуума делают его идеальной разделительной средой для высоковольтных прерывателей.

- Прерыватели на основе гексафторида серы

Находясь под давлением, гексафторид серы является превосходным изолятором и разделительной средой для высоковольтных прерывателей.

Внимание: гексафторид серы образует ядовитые побочные продукты.

## Прерыватели в формованном корпусе

Такие прерыватели обычно используются для защиты низковольтных генераторных агрегатов и рассчитаны на 100-2500 А. Формованный корпус прерывателя герметично запаян и не требует технического обслуживания. Эти прерыватели предполагаются как недорогие защитные устройства и как таковые не предназначены для повторного прерывания прохождения тока (20000-50000 рабочих циклов). Поскольку всплеск тока в генераторе является исключением, прерыватели в формованном корпусе могут использоваться в большинстве обычных генераторных агрегатов до 1000 А; для более высоких значений силы тока обычно чаще используются воздушные прерыватели.

## Функция прерывателя в формованном корпусе

Прерыватель в формованном корпусе определяет и устраняет неисправности при помощи теплового и магнитного выключающего устройства.

- **Магнитная функция**

## Назначение

Основной характеристикой магнитного выключающего элемента является мгновенное срабатывание в случае серьезного короткого замыкания, которое может привести к выходу генератора из строя.

## Конструкция

Магнитный выключающий элемент представляет собой тип электромагнитного клапана, питающегося от тока прерывателя.

## Время срабатывания

Для данных устройств не установлено конкретного времени задержки, хотя физическое прерывание занимает примерно 16 мс.

## Регулировка

Регулировка проводится на уровне мгновенного срабатывания, диапазон регулировки определяется изготовителем, однако для режима G возможен номинал срабатывания 2-5, а для режима D – 4-10.

- **Температурная функция**

### Назначение

Основной характеристикой температурного выключающего элемента является срабатывание с обратнoзависимой задержкой в случае длительного превышения силой тока установленного номинала, сохранение которого может привести к повреждению генератора.

### Конструкция

Температурный выключающий элемент представляет собой биметаллическую полосу, которая деформируется в результате нагревания при длительном превышении силы тока.

## Время срабатывания

Срабатывание происходит не моментально, задержка обратно пропорциональна времени и величине превышения силы тока.

## Регулировка

Тепловые прерыватели калибруются изготовителями оборудования, диапазон регулировки обычно составляет 40-100 %. Тепловые прерыватели часто выпускаются в виде сменных модулей, которые составляют ряд типоразмеров.

Кроме этого прерыватели в формованном корпусе обладают следующими свойствами:

- **Ручное прерывание**

### Назначение

Средство ручной изоляции генераторного агрегата. Используются при испытаниях генераторных агрегатов и в качестве аварийного выключателя на некоторых установках.

### Конструкция

Имеется тумблер, который обычно выстоит из корпуса прерывателя и может использоваться в качестве ключа для размыкания прерывателя. Однако, даже если тумблер будет удерживаться физически, при повышении силы тока прерыватель все равно сработает.

## Время срабатывания

Вне зависимости от быстроты действий по ручному выключению выключатель запрограммирован на срабатывание в течение фиксированного времени, то есть аналогично магнитному элементу.

<p>The graph shows two curves on a log-log scale. The y-axis is 'DISCONNECTION TIME (S)' ranging from 0.1 to 1000. The x-axis is 'PROSPECTIVE FAULT CURRENT (A)' ranging from 10 to 10000. The upper curve is labeled 'THERMAL TRIP ACTION' and the lower curve is 'MAGNETIC TRIP ACTION'. A vertical line indicates 'MAX INTERRUPT CAPACITY' at approximately 1000 A.</p>	<p>The graph shows two curves on a log-log scale. The y-axis is 'TIME (s)' ranging from 10 to 100000. The x-axis is 'MULTIPLES OF kVA RATING' ranging from 10 to 10000. The upper curve is labeled 'DAMAGE CURVE' and the lower curve is 'MCCB TRIP'.</p>
Disconnection time (s)	Время отключения, с
Prospective fault current (A)	Предположительный ток повреждения, А
Thermal trip action	Температурное срабатывание
Magnetic trip action	Магнитное срабатывание
Max interrupt capacity	Макс. отключающая способность
Time (s)	Время, с
Multiples of kVA rating	Единицы, кратные кВА
Damage curve	Кривая повреждения
MCCB trip	Срабатывание прерывателя в формованном корпусе
Рис. D8. Температурный и магнитный профили прерывателей в формованном корпусе	Рис. D8. Профили прерывателей в формованном корпусе и кривые повреждения генератора

- **Прерыватель с механическим приводом для параллельного включения**

## Назначение

Приводной мотор (обычно постоянного тока) поставляется изготовителем прерывателя и аккуратно устанавливается на прерыватель, обеспечивая открытие и закрытие последнего за счет управляемого включения мотора (в отличие от расцепителя с шунтовой катушкой, который размыкает прерыватель в случае неисправности). Включение мотора может осуществляться через оборудование для параллельного подключения, прерыватель с механическим приводом является важным компонентом таких систем. Мотор должен обеспечить замыкание прерывателя в течение 250 мс.

## Конструкция

Мотор устанавливается на передней или боковой поверхности прерывателя в формованном корпусе. Размер конечной конструкции превышает размер самого выключателя, поэтому корпуса, предназначенные для выключателей в формованном корпусе, часто требуют переделки или замены для установки приводного мотора.

## Характеристики прерывателя

В большинстве стандартных генераторных агрегатов прерыватель является частью комплекта поставки, поэтому соответствует большинству агрегатов по размерам и характеристикам.

При выборе отдельного прерывателя необходимо иметь в виду следующее:

### Предельно допустимая сила установившегося тока

Это установившийся ток, который прерыватель способен пропускать непрерывно, например, во время работы генератора с полной нагрузкой.

### Отключающая сила тока

Это максимальная сила тока, которую способен выдерживать прерыватель и которая может превышать расчетную отключающую силу тока (при которой срабатывает магнитное устройство), например, в 40 раз. Отключающая способность (сила тока) должна рассчитываться, исходя из максимального возможного тока повреждения в трехфазной сети.

### Температура окружающей среды

Прерыватели обычно рассчитаны на температуру 40 °С. Поскольку в основе прерывания лежит температурный фактор, крайне важно принимать во внимание условия окружающей среды и влияние корпуса на рабочую температуру прерывателя.

### Непрерывное действие

Прерыватель должен выдерживать предельную нагрузку в течение бесконечного времени.

### Ток полной нагрузки

Ток полной нагрузки может быть рассчитан для отдельно взятой системы по следующей формуле:

$$\text{ТПН} = \frac{1000 (\text{мощность в кВт}) \times \text{коэффициент мощности (генератора)}}{1,73 \times \text{напряжение фазы} \times \text{коэффициент мощности (нагрузки)}}$$

или

$$\text{ТПН} = \frac{\text{Полная мощность (в кВА)}}{1,73 \times \text{напряжение фазы.}}$$

## Физические размеры, установка и подключение прерывателей в формованном корпусе

Чем выше сила тока и срабатывающая способность прерывателя, тем больший размер он имеет. В наличии имеются прерыватели в формованном корпусе до 1000 А, которые могут устанавливаться на распределительную коробку прерывателя. Это делается из соображений экономии. Проблемы с вибрацией возникают редко, однако прерыватели свыше 630 А обычно устанавливаются отдельно от генераторных агрегатов и обеспечиваются дополнительной защитой от вибрации.

Прерыватели свыше 1000 А относятся к стандартному типу автоматических прерывателей, они больше и тяжелее прерывателей в формованном корпусе и устанавливаются в отдельном ящике.

По мере нарастания предельной нагрузки прерывателя по току увеличивается и диаметр нагрузочного кабеля. Существует практика использования двоярных кабелей, по два на фазу, вместо использования одного большого, так что для подключения всех кабелей часто необходимо очень обширное пространство контактной панели прерывателя. Кроме того, с увеличением числа кабелей увеличивается объем работ по их прокладке и изоляции.

Необходимо определиться с взаимным расположением нагрузочных кабелей, в результате чего определится и оптимальное положение прерывателя.

Использование кабелей, армированных стальной проволокой, вызывает необходимость использования промежуточной клеммной коробки между прерывателем, установленным на генераторном агрегате, и армированным нагрузочным кабелем. Армированный кабель обладает большой жесткостью и должен укладываться в кабельный канал или фиксированный желоб. Кабель должен заканчиваться поблизости от генераторного агрегата, откуда при помощи гибких кабелей осуществляется подключение к прерывателю, изолированному от вибрации основания агрегата. Невыполнение этого требования при использовании кабелей, армированных стальной проволокой практически гарантированно приведет к повреждению крепления кабеля к генераторному агрегату и возможному повреждению самого кабеля с последующим возгоранием.

За подробной информацией о типах и характеристиках прерывателей обращайтесь в компанию Cummins Power Generation.

## **Низковольтные прерыватели**

Низковольтные воздушные прерыватели соответствуют международным стандартам. Они просты и безопасны и включают спектр средств управления, обладающих достаточным разнообразием функций, принадлежностей и вспомогательного оборудования для соответствия конкретным условиям эксплуатации. Прерыватели приводятся в действие за счет механизма, действующего при использовании запасенной энергии и обеспечивающего моментальное замыкание и размыкание прерывателя. Зарядка механизма осуществляется вручную или электрически.

Необходимо обеспечить полное соответствие всех характеристик прерывателя, так что можно выбрать подходящий прерыватель из Руководства компании Merlin Gerin. При этом необходимо принимать во внимание следующие моменты:

- номиналы силы тока и напряжения
- необходимое количество полюсов (три или четыре) в зависимости от особенностей применения системы
- отключающую способность и тип защиты
- Вспомогательное оборудование и принадлежности.

Перед окончательным выбором прерывателя необходимо обратиться литературным источникам изготовителя оборудования для ознакомления с кривыми повреждения и техническими характеристиками устройств.

## **Средне-и высоковольтные прерыватели**

Прерыватели соответствуют международным стандартам и предназначены для напряжений до 24 кВ и симметричных значений тока отключения до 40 кА. Системы изоляции и предотвращения образования дуги разработаны и сертифицированы для использования в трехфазных системах 50/60 Гц с заземленной нейтралью. Если требуется использовать данный тип прерывателя, необходимо обратиться к изготовителю оборудования.

Прерыватель включает в себя следующие компоненты:

- Пружинный механизм закрытия, который может заводиться как вручную, так и при помощи электромотора заводки пружины, а срабатывание прерывателя осуществляется при помощи как ручного рычага, так и расцепляющей катушки.
- Конструкция предусматривает систему взаимной блокировки, исключающую потенциально опасные ситуации или действия. Рычаги управления также могут поставляться с устройствами блокировки.
- Система изоляции из литой резины допускает импульсное повышение напряжения до 125 кВ при использовании в системах с номинальным напряжением 12 кВ, представляет собой единый блок, скрывающий три контактные системы, и служит опорой для главных контактов с изоляторами, экранами и розеточными частями шинных разъемов.

Необходимо обратиться литературным источникам изготовителя оборудования для ознакомления с кривыми повреждения и техническими характеристиками устройств.

## **Контакты**

При необходимости возможна поставка контактов для автоматического переключения между питанием от сети и от генераторного агрегата. Контакты устанавливаются на отдельной распределительной панели вместе с электрическими и механическими средствами блокировки. Они могут поставляться в трехполюсном или четырехполюсном варианте, в зависимости от особенностей системы и нейтрального заземления системы с мгновенной защитой от перегрузок.

Необходимо обратиться литературным источникам изготовителя оборудования для ознакомления с кривыми повреждения и техническими характеристиками устройств.

Важно, чтобы контакты резервировались соответствующими устройствами аварийного прерывания, такими как прерыватели или плавкие предохранители.

## **Шины**

Если несколько панелей шинных прерывателей устанавливаются вместе, обобщение питания и отвода достигается за счет использования единой шинной системы.

Стационарные прерыватели и шины устанавливаются в жестких, отдельно расположенных стойках, предназначенных для использования внутри помещений, с болтовым креплением крышек, барьеров и опор. Каркас выполняется из стали толщиной не менее 12. Компоненты управления полностью изолируются от силовых компонентов посредством изолированных металлических барьеров. Все компоненты и поверхности под напряжением свыше 50 В экранируются во избежание случайного контакта с ними.

Нагрузка шин по току определяется проводимостью материалов и рабочей температурой. В системах с пневматической изоляцией от шин выделяется тепло, однако при наличии изоляции его количество минимально.

Номинальные значения параметров шины должны соответствовать требованиям конкретной установки.

Примечание: если для параллельного подключения генераторов используется распределительное устройство заказчика, убедитесь, что общее время замыкания составляет менее 250 мс.

## Корпуса прерывателей

Корпуса прерывателей служат для защиты контактов под напряжением от случайного касания оператора, для сдерживания образования электрических дуг, а также для защиты системы прерывателя от воздействий окружающей среды.

Корпус прерывателя, используемого для защиты от генераторного агрегата, обычно устанавливается на агрегат, на стену или размещается отдельно. Настенный и свободно стоящий варианты требуют наличия кабельного соединения между генератором и прерывателем, в случае установки на генератор такое соединение не требуется. Расстояние между генератором и прерывателем должно быть минимальным, а соединительные кабели – соответствовать характеристикам прерывателя.

Необходимо внимательно изучить влияние корпуса на характеристики прерывателя. Так, при повышении температуры окружающего воздуха может нарушаться функция температурного срабатывания прерывателя. То есть, чем лучше герметизирован корпус и чем хуже вентиляция внутри него, тем большее ограничение рабочих характеристик прерывателя ожидается.

Эти изменения должны учитываться при проектировании генераторного агрегата. Тем не менее, в случае эксплуатации с полной нагрузкой при высоких температурах (выше 40 °C) важно иметь в виду влияние повышения внешней температуры во избежание самопроизвольного срабатывания прерывателя или перегрева внутренних проводников.

Уровень защиты, обеспечиваемый корпусом прерывателя, определяется Показателем защиты (IP) в соответствии с BS 5420 (IEC144).

В качестве общепринятого для корпусов прерывателей, используемых внутри помещений, принимается уровень IP33, который обеспечивает защиту:

- От попадания посторонних предметов диаметром до 2,5 мм.
- От касания руками внутренних элементов.
- От попадания вертикально падающих капель воды.

В качестве расширенного для корпусов прерывателей, используемых внутри помещений, принимается уровень IP55, который обеспечивает повышенную защиту:

- От опасного проникновения, которое помешать нормальной работе.
- От касания руками внутренних элементов.
- От попадания струй воды с любого направления.

## Дискриминация и координация

В системах распределения электроэнергии, состоящих из одного большого источника (генераторного агрегата) и множества потребителей, важно гарантировать, что выход из строя одной небольшой нагрузки в несколько ампер на одном из ответвлений не приведет к отключению всей системы. Это особенно важно в дежурных генераторных системах, где необходимо поддерживать критические нагрузки и где прерыватели и предохранители должны обеспечивать изоляцию вышедшей из строя нагрузки, не нарушая работы остальной части контура.

Термин «дискриминация» (или избирательное срабатывание) применяется в отношении электросистем для описания системы с дифференцировкой защитных устройств, которые изолируют только неисправную нагрузку от остальной части системы.

Термин «координация» применяется в отношении электросистем для описания порядка срабатывания дискриминационных устройств.

<p>The graph plots Disconnection Time (s) on a logarithmic y-axis (0.1 to 1000) against Prospective Fault Current (A) on a logarithmic x-axis (10 to 10000). Two curves are shown: 'DOWN LINE TRIP' and 'UP LINE TRIP'. The 'DOWN LINE TRIP' curve is consistently higher than the 'UP LINE TRIP' curve, indicating longer disconnection times for faults on the down line.</p>	<p>The schematic shows a generator (G) connected to a busbar. From the busbar, three lines branch out to 'LOAD 1', 'LOAD 2', and 'LOAD 3'. The busbar is labeled 'UP LINE' and the loads are labeled 'DOWN LINE'.</p>
Disconnection time (s)	Время отключения, с
Prospective fault current (A)	Предположительный ток повреждения, А
Down line trip	Срабатывание в нижней части контура
Up line trip	Срабатывание в верхней части контура
Up line	Верхняя часть контура
Down line	Нижняя часть контура
Load 1...3	Нагрузка 1...3
Рис. D10.	Рис. D11.

## КОНТРОЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ ПРЕРЫВАТЕЛЕЙ

- Соотношение тока повреждения и тока постоянной нагрузки прерывателя
- Время отключения повреждения
- Ухудшение рабочих характеристик в зависимости от температуры
- Необходимое количество полюсов
- Вариант корпуса (установка на агрегате или отдельное расположение)
- Класс защиты корпуса
- Синхронизирующий механизм
- Количество пользовательских нагрузочных кабелей на фазу и размер кабельных наконечников
- Конструкция контактов кабелей, армированных стальной проволокой
- Пространство, необходимое для уплотнения и изоляции пользовательских кабелей
- Радиус изгиба при подключении пользовательских нагрузочных кабелей к прерывателю

## Автоматический переключатель

Термин «автоматический переключатель» или «панель автоматического включения при неисправности сети» обычно используется для средств включения дежурных генераторных систем в случае неисправности магистральной сети. Автоматический переключатель выполняет следующие задачи:

- Отслеживание возникновения неисправности основного источника питания (сети)
- Управляемый перевод нагрузки с основного источника питания (сети) на дежурный и обратно.

Автоматический переключатель содержит переключающий элемент и управляющий элемент, при чем последний в некоторых случаях является частью системы управления генератора или централизованной системы управления более крупной установкой.

Автоматический переключатель обычно помещается в отдельный настенный или свободно расположенный ящик. Он может размещаться вместе с главными выключателями крупной установки, в то время как генератор может находиться в отдельном строении. Наиболее желаемым представляется размещение переключателя рядом с нагрузкой, что позволяет сократить до минимума длину кабеля, ведущего к нагрузке от каждого из источников питания.

## Система управления автоматическим переключателем

В некоторых европейских спецификациях допускается размещение системы управления переключателями на генераторном агрегате, другие используют элементы интеллектуального управления (таймерами), встроенные в переключатель. Система управления переключателем отвечает за выполнение следующих трех управляющих последовательностей.

### Неисправность (отключение) сети

С целью выявления нарушения подачи питания от сети система управления должна сравнить напряжение, подаваемое от сети, с предустановленным минимальным или максимальным значением, после чего включается таймер, который обеспечивает задержку примерно в 5 секунд, прежде чем переключатель запустит генераторный агрегат. Целью этого аварийного таймера является гарантировать, что кратковременные перерывы в подаче напряжения от сети не приведут к неоправданному запуску генератора. По окончании работы таймера контроллер посылает генератору сигнал на запуск. При этом стартер включается и останавливается через равные промежутки времени до тех пор, пока не будет определено, что двигатель запущен (напряжение генератора, обороты по результатам измерений на маховике). Если двигатель не запускается после предустановленного числа попыток, подается сигнал срыва запуска.

### Восстановление (включение) сети

Во время работы генератора в качестве источника аварийного питания нагрузки сеть может быть восстановлена (подключена). Тем не менее, бывает, что после моментального восстановления питания сеть вновь отключается. Таймер восстановления сети отслеживает такие явления, включаясь каждый раз, когда питание от сети восстанавливается, и обнуляясь при последующем исчезновении напряжения. Время работы таймера обычно составляет от 3 до 5 минут; таким образом, чтобы переключатель перебрал нагрузку на центральный с одного источника питания на другой, питание от сети в течение указанного периода должно осуществляться без перебоев.

### Прогон

После переключения нагрузки на питание от сети и до получения сигнала от переключателя на выключение генератор некоторое время продолжает работать в течение периода остывания (обычно 5 минут). Если в течение этого периода происходит повторное отключение сети, переключатель незамедлительно включает генераторный агрегат на подачу питания. Кроме того, на дежурных системах автоматического обеспечения питания в случае отключения сети таймер включения двигателя генератора обычно устанавливается вместе с системой управления автоматическим переключателем.

### Таймер включения двигателя

Автоматически осуществляет периодическое включение генераторного агрегата. В случае автоматического запуска генератора перемещения автоматического переключателя с положения подачи питания от центрального источника (сети) не происходит.

Необходимо четко определить положение автоматического переключателя в зависимости от условий эксплуатации, которые в большей степени могут определяться характеристиками отдельно взятого генераторного агрегата / автоматического переключателя.

Если возникает необходимость в удаленной (отдельной) установке автоматического переключателя, то есть на определенном (более 20 м) расстоянии от генераторного агрегата, не рекомендуется прокладывать длинные питающие кабели к автоматическому переключателю длинные питающие кабели, поскольку падение напряжения в них приведет к осложнениям в осуществлении управления системой. В этом случае может быть полезно использовать релейную схему подключения.

Во избежание падения напряжения в сети постоянного тока устройство зарядки батарей необходимо располагать как можно ближе к генератору.

### Стандарты в отношении автоматических переключателей

Автоматические переключатели должны соответствовать положениям любого местного законодательства, а также международных стандартов. В качестве стандартных изделий они имеются в наличии в утвержденных диапазонах от 30 А до 4000 А при напряжении ниже 600 В.

Для использования в Северной Америке необходимо утверждение автоматических прерывателей UL\*. Такие прерыватели соответствуют стандарту UL1008. Получение указанного утверждения повышает стоимость автоматических не обязательно для их реализации в Европе.

\* Лаборатории Underwriters Laboratories [Андеррайтерз Лебаретриз] по технике безопасности (США). – Прим. переводчика.

## Элемент переключения питания автоматического переключателя

Автоматические переключатели выпускаются в виде трех- или четырехполюсных переключающих механизмов пар переключающих контакторов. В них используются техники размыкания, аналогичные применяемым в защитных прерывателях генераторов. Многие системы автоматических переключателей до 1250 А состоят из двух контакторов, которые механически и электрически взаимно блокированы друг от друга. При силе тока выше 1250 А представляется более экономичным заменить автоматический прерыватель на контактор генератора.

## Определение размера автоматического переключателя

Чтобы правильно определить требования к автоматическому переключателю для конкретного варианта применения, необходимо обратить внимание на каждое из следующих свойств переключателя.

### Напряжение

Напряжение размыкания переключателя должно быть выше, чем номинальное напряжение контура.

### Частота

Рабочая частота автоматического переключателя должна совпадать с рабочей частотой контура.

### Количество фаз

Обычно переключатели источника питания являются трехфазными и имеют три или четыре полюса.

### Количество кабелей на фазу

Для работы с полной нагрузкой каждая фаза может включать более одного кабеля. Важно убедиться в наличии на автоматическом переключателе адекватного количества контактов для подключения необходимого количества кабелей. Например, к переключающему механизму могут подходить два кабеля на фазу. Чтобы определиться с подключением кабелей, необходимо также знать ширину концевой клеммы и диаметр контактного болта. Большинство производителей предлагают спектр концевых контактов, которые могут устанавливаться на стандартные кабельные окончания. Необходимо всегда следовать указаниям изготовителя и закона. Между проводниками должно оставаться безопасное расстояние.

### Тип нагрузки

Необходимо уделить особое внимание типам переключаемых нагрузок. Например:

- Двигатели
- Высокоинерционные нагрузки
- Центробежные насосы
- Охладители

В силу особенностей понижения напряжения в индукторах при резком изменении силы тока падение напряжения на контактах мотора занимает некоторое время. По этой причине необходимо внести задержку в срабатывание автоматического переключателя по переключению моторов, известную как «холостой ход» (обычно 1-2 секунды), посредством таймера в составе системы управления автоматического переключателя, который обычно (в отсутствие моторных нагрузок) настроен на моментальное переключение.

### Допустимый ток отключения

Если переключающие элементы не относятся к прерывателям, автоматические выключатели всегда должны защищаться аварийными размыкателями.

### Количество полюсов переключения

Необходимо уделить особое внимание защите от неисправности заземления электросистем, имеющих более одного источника питания, то есть, питание нагрузки осуществляется либо от центрального источника (сети), либо от генераторного агрегата. Проблема может заключаться в том, что нейтральный проводник генератора обычно требует заземления по месту нахождения; таким образом, образуется множество соединений «нейтраль-земля», что, кроме случаев, когда система спроектирована надлежащим образом, может вызвать ошибки в определении токов заземления и произвольное срабатывание прерывателя. Одним из способов решения проблемы является использование четырехполюсных автоматических переключателей, в которых осуществляется переключение на нейтраль, что обеспечивает изоляцию системы в случае неисправности заземления. Подводка кабелей

По мере возрастания значений параметров системы прокладка кабелей становится все более затруднительной. Необходимо правильно определить место входа кабелей в корпус автоматического переключателя в зависимости от типа кабеля, угла его подводки и точки подключения внутри корпуса автоматического переключателя.

### Температура

Постоянная работа автоматического переключателя разрешается при температуре примерно до 40 °С, выше которой необходимо вносить соответствующие поправки в значение максимального тока отключения.

## Контрольная таблица для автоматических выключателей

- Напряжение
- Частота
- Количество фаз
- Количество потребительских нагрузочных кабелей на одну фазу
- Расположение таймеров определения неисправности сети и управления автоматическим переключателем
- Напряжение питания системы управления автоматическим переключателем
- Таймеры переключения индуктивной нагрузки
- Соотношение ток повреждения нагрузки и тока непрерывной эксплуатации пары «автоматический выключатель - контактор»
- Количество полюсов переключения
- Поправка на температуру (ухудшение рабочих характеристик)
- Класс защиты корпуса
- Количество пользовательских нагрузочных кабелей на одну фазу и размер конечного контакта кабеля
- Размещение контактов кабелей, армированных стальной проволокой
- Пространство для уплотнения и изоляции пользовательских нагрузочных кабелей
- Радиус подводки пользовательских нагрузочных кабелей к прерывателю



Автоматический переключатель – настенный вариант

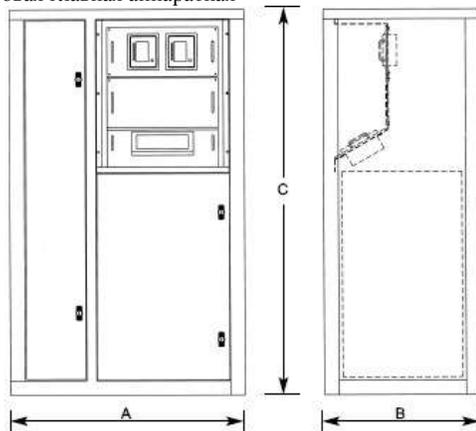


Автоматический переключатель – напольный вариант



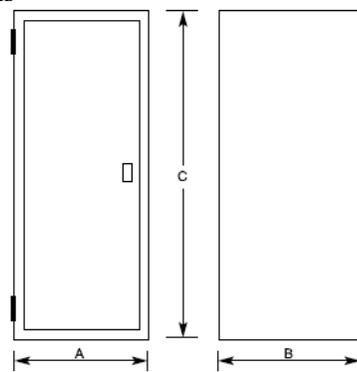
Клеммная коробка на панели управления для подачи питания на напольный автоматический шкаф генераторного агрегата на 625 кВА.

Цифровая главная аппаратная



Размеры, мм		
A	B	C
1400	800	2000

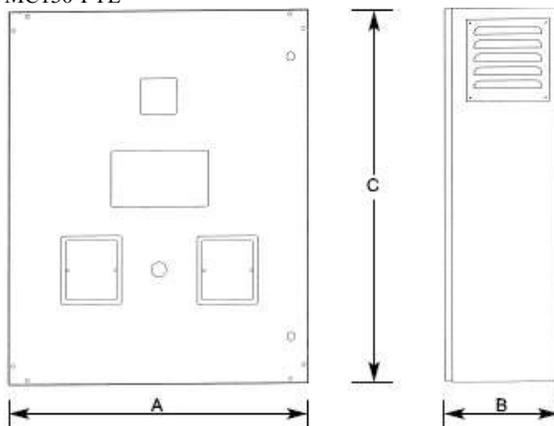
Прерыватель



Размыкающая способность, А	мм		
	A	B	C
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю оборудования		

Примечание: обеспечение доступа сзади к большинству шкафов не является обязательным, поскольку доступ внутри к компонентам внутри них сожжет осуществляться спереди. Взаимные силовые и управляющие подключения могут обычно осуществляться как с веру, так и снизу корпуса (см. проектные чертежи)

MC150-4  
MC150-PTE

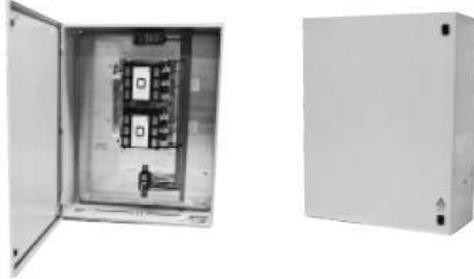


Настенный главный контроллер		
A	B	C
800	1000	300
Напольный вариант		
800	600	2000

Контакторные шкафы



Настенные контакторы на 125 А



Настенные контакторы на 500 А



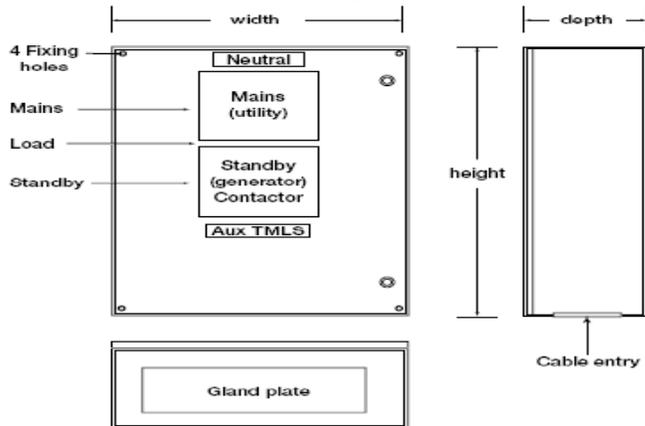
Напольные контакторы на 1000 А



Напольные контакторные шкафы до 2500 А

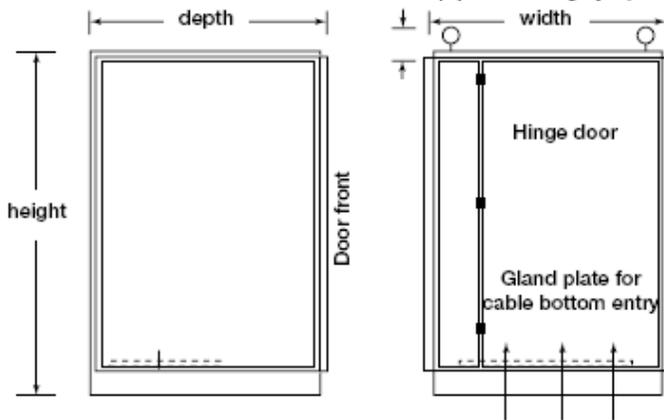
## Контакторные шкафы

Настенные шкафы до 700 А



Width	Ширина
Depth	Глубина
4 fixing holes	4 отверстия для фиксации
Mains	Сеть
Load	Нагрузка
Standby	Дежурный режим
Neutral	Нейтраль
Mains (utility)	Сеть (основной источник питания)
Standby (generator) contactor	Дежурный контактор (генератора)
Height	Высота
Cable entry	Вход кабеля
Gland plate	Уплотнительная пластина
Aux. TMLS	Вспомогательные терминалы

Напольные шкафы для воздушных переключателей до 6300 А  
60mm (Optional lifting eyes)



Width	Ширина
Depth	Глубина
Door front	Передняя сторона с дверью
Width	Ширина
Hinge door	Дверь на петлях
Gland plate for cable bottom entry	Уплотнительная панель входа кабеля
Depth with air circuit breakers	Глубина с воздушными прерывателями
Mains alternator load	Питание генератора от сети

Для использования в системах с установкой КИП на панелях

ТАБЛИЦА А

Характеристики контактора		Размеры, мм		
		Ширина	Высота	Глубина
40 А	3 полюса	400	500	210
40 А	4 полюса	400	500	210
60 А	3 полюса	400	500	210
60 А	4 полюса	400	500	210
80 А	3 полюса	400	500	210
80 А	4 полюса	400	500	210
125 А	3 полюса	400	500	210
125 А	4 полюса	400	500	210
200 А	3 полюса	600	800	300
200 А	4 полюса	600	800	300
270 А	3 полюса	600	800	300
270 А	4 полюса	600	800	300
350 А	3 полюса	600	800	300
350 А	4 полюса	600	800	300
500 А	3 полюса	800	1000	350
500 А	4 полюса	800	1000	350
700 А	3 полюса	800	1000	350
700 А	4 полюса	800	1000	350

ТАБЛИЦА Б

Напольные шкафы до 6300 А

Характеристики контактора		Размеры, мм		
		Ширина	Высота	Глубина
1000 А	3 полюса	1000	1200	600
1000 А	4 полюса	1000	1200	600
1600 А	3 или 4 полюса	1000	2210	1350
2000 А	3 или 4 полюса	1000	2210	1350
2500 А	3 или 4 полюса	1000	2210	1300
3200 А	3 или 4 полюса	1000	2210	1300
4000 А	3 или 4 полюса	1344	2210	1520
5000 А	3 или 4 полюса	1344	2210	1520
6300 А	3 или 4 полюса	1500	2210	1520

Размеры даны для примера.

Характеристики могут изменяться без уведомления.

Если устанавливается шинная система, она состоит из медных проводников с болтовыми креплениями на все три фазы, полной нейтрали и шины заземления размером 1/4x2 дюйма, проходящей через все отдели шины. Типовая одиночная шина представлена на Рис. D3.

Характеристики стабильной работы шины основаны на максимальной плотности тока 1000 А/кв. дюйм. Это, в частности, относится к прерывателю или совокупной мощности всех генераторов. И в том и в другом случае выбор шин осуществляется с учетом доступного пространства в пределах панели и необходимой нагрузки по току.

Предельными значениями для шин являются 50-200 кА. Значения повреждения и прочие сведения можно найти в справочной литературе изготовителя шин.

### Нейтрали генератора

Выходной кабель генератора обычно включает четыре жилы, с выведением нейтрали. При возникновении затруднении балансировки однофазной нагрузки по всем трем фазам возникает разбалансирование по току. Чрезмерная нагрузка проходит по нейтрали. В случае неисправности заземления через нейтраль также может проходить ток. В повседневной практике нейтраль звезды машины соединена с нейтральным проводником, который, в свою очередь, заземлен. При параллельном подключении агрегатов существует возможность возникновения гармонических токов большой силы во взаимосвязанных нейтральных. В этой связи необходимо уделить особое внимание параллельному подключению нейтралей независимо от типа системы.

Нейтрали генераторов, различающихся по конструкции, выходной мощности и значениям коэффициента мощности, никогда не соединяются параллельно. В этом случае необходимо использовать распределительную аппаратуру, такую как контакторы нейтрального заземления, чтобы обеспечить одновременное подключение нейтрали звезды только одной машины. Обычно речь идет о подключении наиболее крупного работающего агрегата.

ПРИМЕЧАНИЕ: если используются агрегаты схожего типа.

### Вспомогательный питающий трансформатор

Для взаимного подключения высоковольтного оборудования может потребоваться вспомогательный питающий трансформатор, который устанавливается вне общего корпуса и поставляется компанией Cummins или иными производителями в соответствии с условиями контракта.

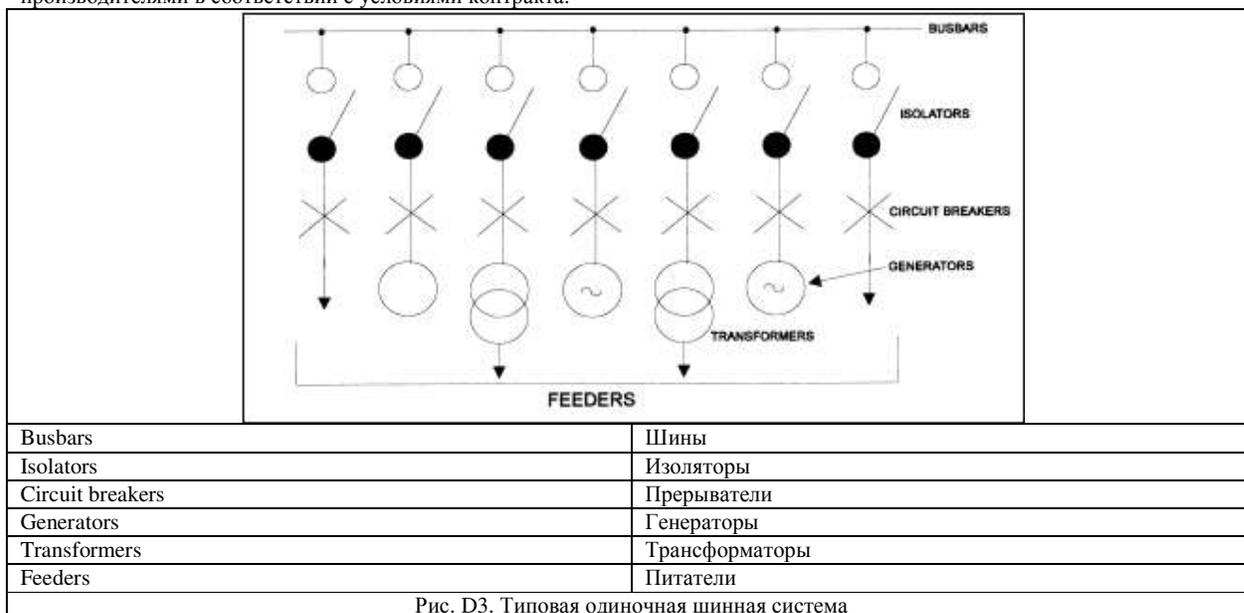
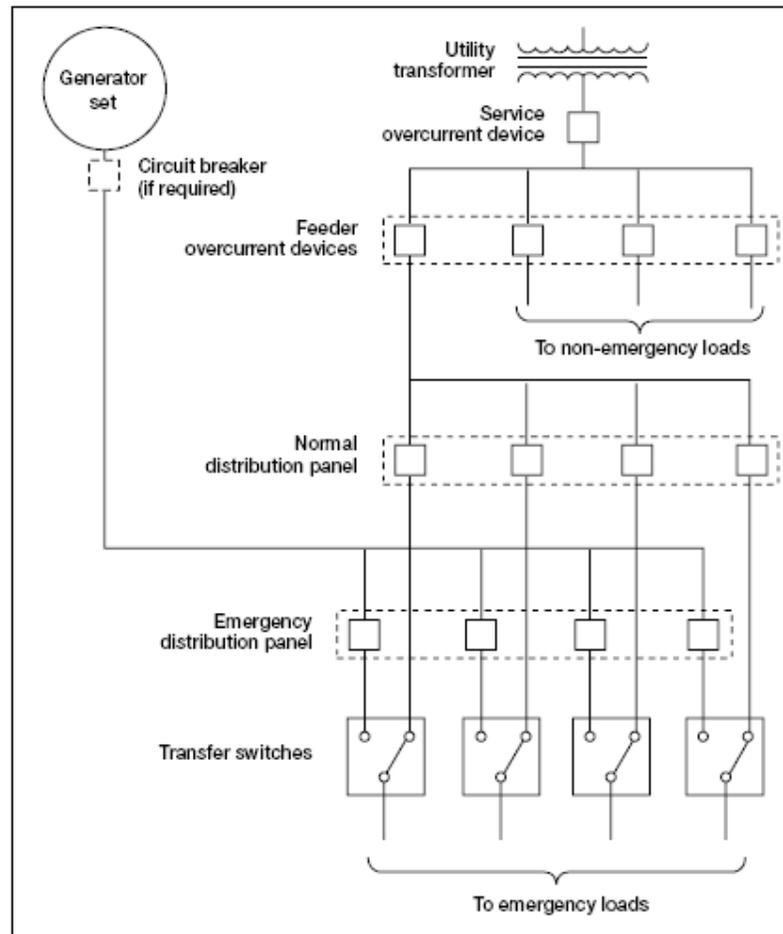


Рис. D3. Типовая одиночная шинная система

## Схема типовой системы

На Рис. D4 представлена схема типовой системы распределения электроэнергии, включающая аварийный генераторный агрегат.



Generator set	Генераторный агрегат
Circuit breaker (if required)	Прерыватель (при необходимости)
Utility transformer	Сетевой трансформатор
Service overcurrent device	Службное устройство защиты от перегрузки по току
Feeder overcurrent devices	Устройства защиты питателей от перегрузки по току
To non-emergency loads	К неаварийным нагрузкам
Normal distribution panel	Нормальная распределительная панель
Emergency distribution panel	Аварийная распределительная панель
Transfer switches	Переключатели
To emergency loads	К аварийным нагрузкам

Рис. D4. Схема типовой системы распределения электроэнергии

### Общая информация

В генераторных установках используются кабели в диапазоне от многожильных, рассчитанных на малые токи и предназначенные для управления и связи, до больших одно- и многожильных. Способы их прокладки также различаются:

- Открытая с непосредственным креплением к поверхностям конструкций, таким как стены и колонны.
- В желобах (открытых, закрытых или с уплотнением).
- В кабельных каналах.
- В подземных каналах.
- В металлических или пластмассовых проводниках и ходах.

Кабели между генераторным агрегатом и связанной с ним распределительной и управляющей аппаратурой должны иметь минимальную длину.

Факторами, влияющими на выбор кабеля, являются:

- Температура.
- Требования к непрерывному, кратковременному или циклическому использованию оборудования.
- Тип защиты от перегрузки по току.
- Значения повреждения компонентов системы, например, источников питания.
- Возможность падения напряжения на установке.

С целью сохранения подвижности установки для подключения к контактам генератора рекомендуется использовать гибкие кабели (EPR/CSP или BUTYL). Если распределительная панель находится на определенном расстоянии от генератора, более рентабельным представляется установить рядом с генератором контактную коробку с целью уменьшения длины гибких кабелей. Основные соединения между клеммной коробкой и панелью переключателей и далее распределительной панелью могут осуществляться посредством менее дорогого армированного кабеля.

Все компоненты оборудования должны иметь изолирующий выключатель между источником сетевого питания и входящими контактами щита управления установкой для обеспечения возможности технического обслуживания оборудования.



Подводка гибкого кабеля к модулю управления и кабельный канал для подводки сбоку.

### Характеристики кабелей

Кабели должны подбираться таким образом, чтобы их пропускная способность по току (зависит от площади поперечного сечения) была не меньше полной нагрузки по току, которую они должны выдерживать. Сила постоянного тока по кабелю зависит от способа образования тепла. Таким образом, при выборе размера кабеля необходимо учитывать условия эксплуатации установки. На низковольтных установках ограничительным фактором может являться падение напряжения.

Пропускная способность кабеля зависит от:

- Материала проводника – медь или алюминий.
- Материала изоляции.
- Характер защитной системы – слоистая структура, армирование или экранирование.
- Температура окружающего воздуха в месте установки.
- Способ установки – открытый, в желобе, подземный, совместно с кабелями других групп.

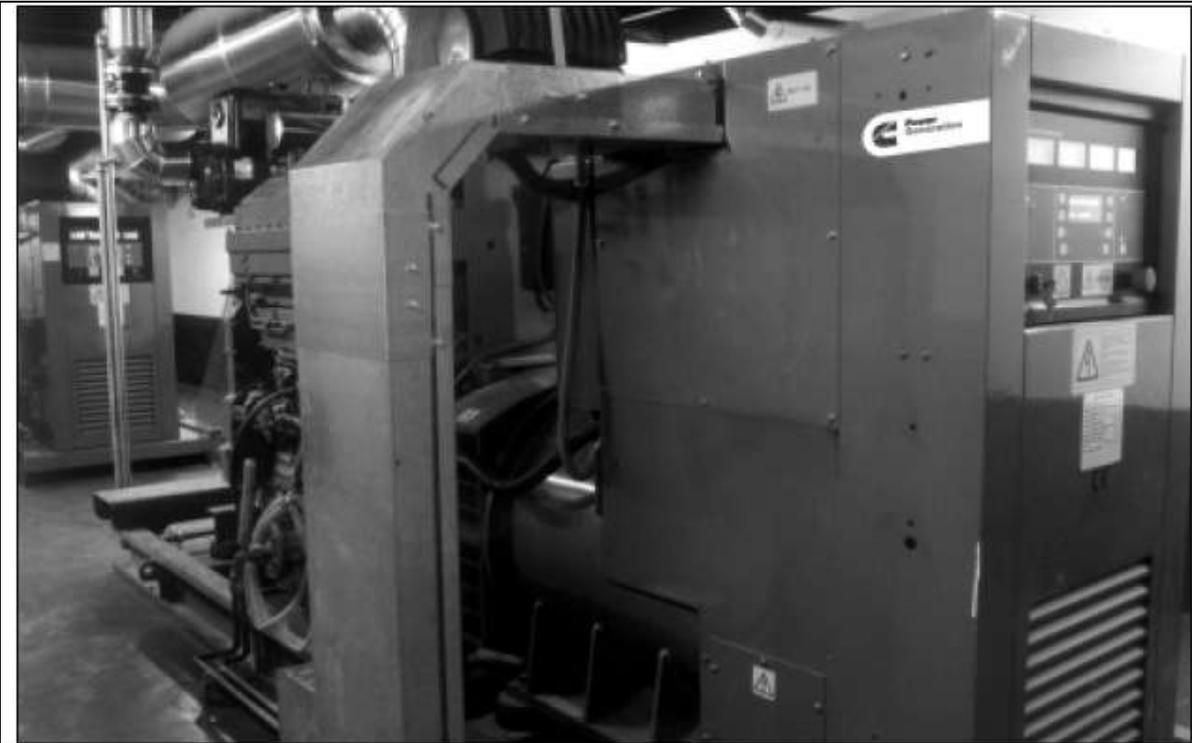
В Великобритании низковольтные установки входят в область применения Требований Общества инженеров-электриков и должны выполнять требования Положения 522, то есть, использовать для определения площади поперечного сечения кабеля способы, установленные в Положении 522-1.

Для определения характеристик кабеля вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие изменения температуры воздуха и земли, глубину залегания, тепловое сопротивление почвы и совместную прокладку. Таким образом, появляется возможность определения фактических характеристик кабелей при прокладке открытым способом, в кабелепроводах и каналах, а также в открытых, закрытых и засыпных траншеях.

По вопросам характеристик кабелей и способов их прокладки обращайтесь к справочным таблицам изготовителей.



Верхняя подводка кабеля и потолочный кабелепровод между агрегатами (1000 кВА каждый).



Кабельный канал, подходящий к панели доступа, обеспечивает точность подключения кабеля.



Верхняя подводка кабеля. Панели управления допускают верхнюю или нижнюю подводку. Точная верхняя подводка кабеля к модулю управления с использованием перфорированного стального кабельного желоба и потолочной подвески.

### Способы установки кабелей

#### Кабелепроводы

- Необходимо использовать сварные кабелепроводы с винтовым креплением, соответствующие BS 4568 или местному стандарту.
- Поверхностные кабелепроводы должны поддерживаться и фиксироваться посредством хомутовых опор, расположенных в пределах 300 мм от изгибов и соединений.
- Кабелепроводы должны заземляться.
- Перед прокладкой кабелей система кабелепроводов должна быть полностью закончена.
- Коэффициент расстояния должен быть не менее 40 %.
- Внутренний радиус изгибов не должен быть меньше, чем 2,5 наружных диаметра кабелепровода.
- Конструкция системы кабелепроводов должна исключать попадание в нее воды и пыли, однако в верхней и нижней точках каждой секции должны иметься вентиляционные отверстия. Это обеспечивает свободную циркуляцию воздуха и удаление конденсата, который может скапливаться в кабелепроводе.
- С целью сохранения пожаробезопасности полов, стен и потолков, любое отверстие в них должно выполняться соответствующими материалами.

#### Желоба

- Стальные желоба должны соответствовать BS 4678.
- Для обеспечения адекватности радиусов изгибов необходимо использовать фитинги.
- Как и в случае стальных кабелепроводов, стальные желоба могут использоваться в качестве средств защиты кабелей, при условии, что они соответствуют Положениям о разводке кабелей Общества инженеров-электриков, действующим в Великобритании, однако их использование в качестве комбинированного средства защиты и нейтрали не допускается.
- Коэффициент расстояния должен быть не менее 45 %.
- Опоры должны находиться на равном расстоянии друг от друга, а концы не должны выходить на точки фиксации более чем на 300 мм.
- Желоба не должны устанавливаться с крышками снизу. Крышки должны надежно фиксироваться в месте прохождения через стены, полы и потолки.
- На вертикальных участках необходимо устанавливать внутренние тепловые барьеры во избежание чрезмерного нагревания воздуха в верхней точке канала.



Подводка кабелей к модулю панели управления со шкафом цифрового главного контроллера (DMC) и настенная коробка контакторного переключателя рядом с генераторным агрегатом.

### Изоляция контуров

Изоляция кабелей различных контуров предотвращает их физический и электрический контакт. В Требованиях выделяются три типа контуров:

1. Низковольтные контуры (кроме контуров пожарной сигнализации или аварийного освещения), питаемые от сети.
2. Сверхнизковольтные или телекоммуникационные контуры, питаемые от безопасного источника (телефоны, системы адресации и передачи данных).
3. Контуры пожарной сигнализации и аварийного освещения.

Если планируется проложить кабели 1 типа совместно с кабелями телекоммуникационной системы, которая может быть подключена к линиям, проложенным телекоммуникационной компанией, необходимо получить согласие указанной компании. Обычно прокладка осуществляется в гальванически изолированных желобах. Кабели, используемые для подключения зарядных устройств автономных источников питания к сети, не относятся к контурам аварийного освещения.

### Кабель-каналы

Наиболее распространенным методом прокладки кабелей является их укладка в перфорированные каналы. Каналы должны оцинковываться или покрываться антикоррозионными составами. Зажимы и крепительные планки должны быть из оцинкованной стали или латуни.

Кабели укладываются на ровную поверхность. Максимальное расстояние между зажимами и крепительными планками составляет 450 мм. Опоры канала должны находиться на равном расстоянии, обычно составляющем 1200 мм.

Стальные опоры и каналы должны обладать достаточной прочностью и размером для последующего добавления примерно 25 % кабелей от планировавшихся первоначально.

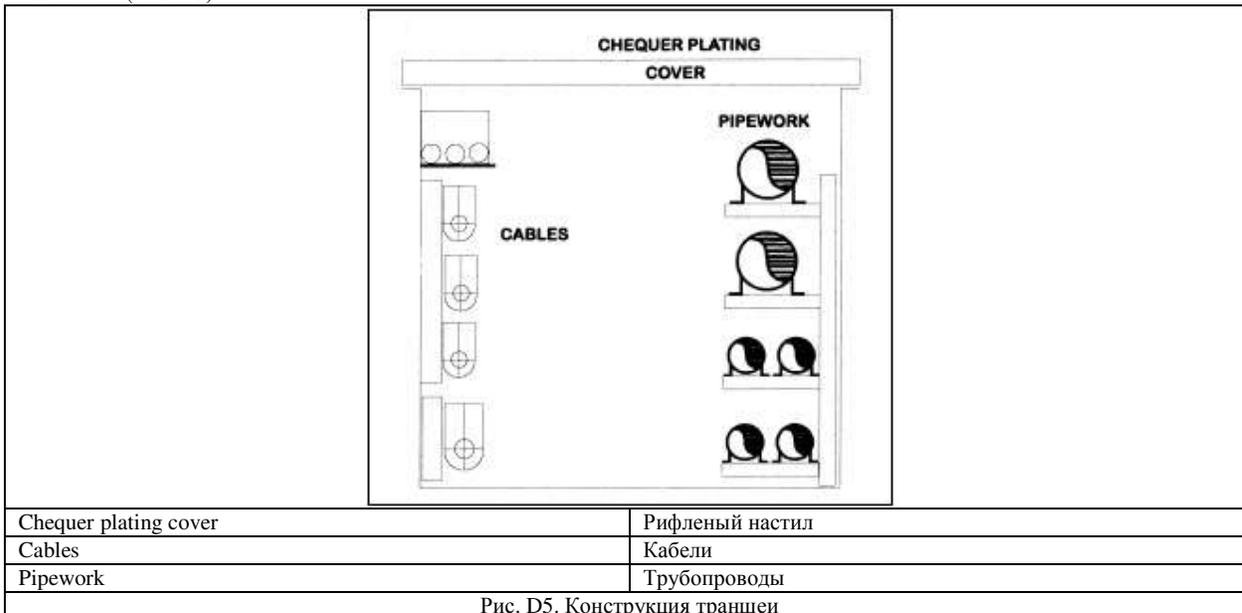
Примечание: Для фиксации силовых кабелей не рекомендуется использовать пластмассовые скобы.



Шкаф цифрового главного контроллера (DMC), установленный рядом с распределительной аппаратурой водяных компаний. Доступ осуществляется спереди.

**Траншеи**

Траншеи в пределах машинных залов и генераторных должны быть закрытого типа с бетонными или стальными рифлеными настилами (Рис. D5).



Изгибы лотков должны быть контурированы так, чтобы радиус изгиба наиболее крупного кабеля был минимален. Траншеи должны быть максимально прямыми. Дно должно быть слегка контурировано и наклонено от двигателя, чтобы в случае утечки вода и масло не скапливались в траншее, а оттекали к месту сбора. Траншеи за пределами здания обычно засыпаются. Это необходимо делать ровными слоями, до установки кабеля.

**Прокладка непосредственно в землю**

Глубина закладки должна соответствовать местным нормам. При прокладке армированных и экранированных кабелей за пределами зданий непосредственно в землю они должны укладываться на подстилку глубиной 75 мм. Каждый кабель в слое должен быть защищен плитками (по BS 2484). Расстояние между высоковольтными низковольтными кабелями в траншее или непосредственно в земле должно составлять 160-400 мм (в зависимости от имеющегося пространства). При прохождении под дорогами, панелями или строениями кабели должны проводиться через каналы и иметь армирование / экранирование, устойчивое механическим повреждениям, которые могут быть нанесены в процессе укладки. Каналы укладываются на твердую консолидированную основу. До момента прокладки кабелей концы каналов всегда должны закрываться заглушками. В одном канале должен пролегать один кабель, это создает запас каналов для последующей прокладки (примерно 25 % от проектной).

**Кабельные контакты**

Конечный контакт каждого кабеля должен отвечать следующим требованиям:

- Обеспечивать электрическое подключение изолированного проводника кабеля к электрооборудованию.
- Физически защищать и поддерживать конец проводника, экрана, изоляции, оплетки или армирования кабеля.
- Эффективно отслеживать перегрузки и обеспечивать диэлектрическую прочность, достаточную для поддержания уровня изоляции системы.

На низковольтных системах необходимо накладывать изоляционную ленту на участок с нижней части контакта на прессованную изоляцию проводников, причем лента должна соответствовать изоляции. Альтернативным методом является использование термоусадочных изоляционных трубок или контактных колодок. Если кабели подключаются к шинам, которые предполагается эксплуатировать при более высоких температурах, чем проводники кабелей, необходимо использовать высокотемпературную изоляцию в форме трубок или ленты.

Контакты на экранированных средневольтных кабелях должны находиться на значительном расстоянии кзади от проводников, чтобы обеспечить пространство для утекания по диэлектрику, необходимое между проводником и щитом. На высоковольтных кабелях с изоляцией из сетчатого полиэтилена рекомендуется использовать термоусадочные концевые контакты. Они состоят из прочных бестрекинговых водонепроницаемых трубок, кабельных стаканов и оконечных контактов.

**Концевые утолщения**

Полимерные кабели должны оканчиваться утолщениями механической прессовки по BS 6121. Материал утолщения должен быть совместим с материалом армирования кабеля. Если утолщения заканчиваются неметаллической пластинкой, они должны снабжаться ушками заземления. Если утолщения крепятся в пластинах из сплавов алюминия или цинка, они должны покрываться кадмием.

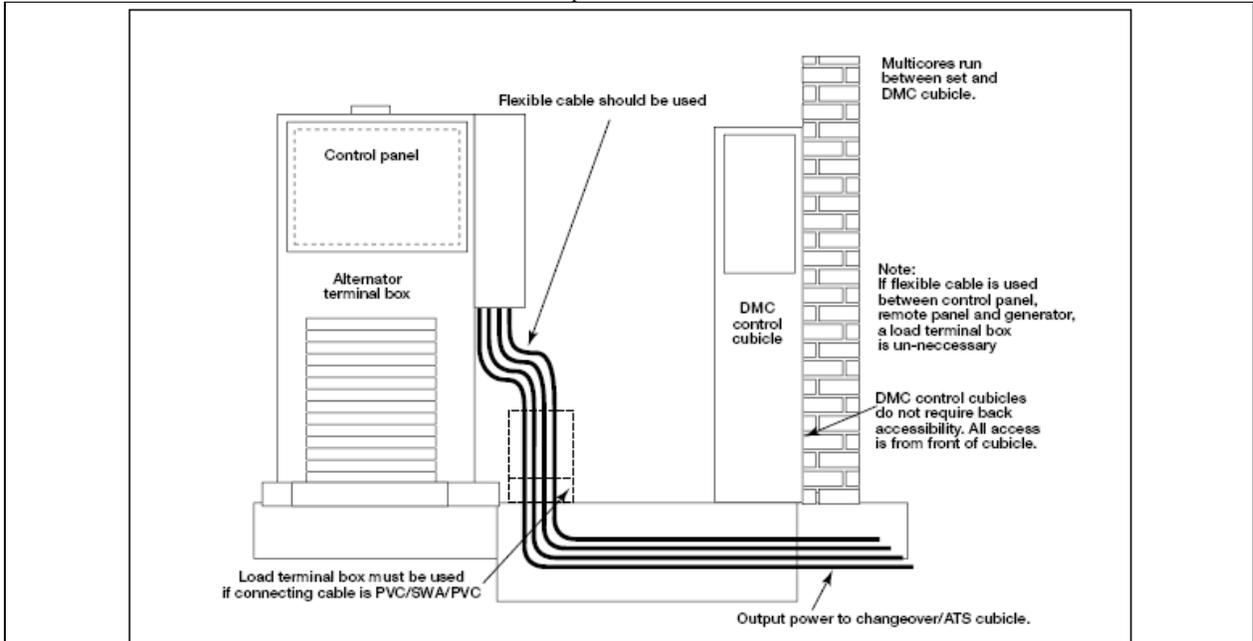
Рекомендуется надевать на утолщения армированных кабелей защитный чехол из неопрена или ПВХ, в особенности при эксплуатации вне помещения.

**Подключение к контактам**

Силовые кабели обычно запрессовываются в контакты при помощи гидравлического оборудования. Для проводников сечением более 25 мм<sup>2</sup> наиболее распространенной формой токовывода является шестигульное соединение. На многожильных проводниках малых силовых и управляющих кабелей используются изолированные прессованные хомутики. Паяные хомутики и шайбы в настоящее время встречаются редко.

**Свободные концы кабелей**

Свободные концы кабелей от утолщения до контактов оборудования должны быть достаточной длины, чтобы избежать натяжения между ними. Необходимо сделать допуск на подвижность кабелей, подключенных клеммным коробкам, установленным на виброизоляторы. В этих условиях, а также где подключение к главному распределительному щиту осуществляется посредством одножильного армированного кабеля или многожильного неармированного кабеля, обычно используется свободно расположенная клеммная коробка, находящаяся как можно ближе к установке. Между этой напольной коробкой и контактами установки используются гибкие кабели, например, с изоляцией из ПВХ/сетчатого полиэтилена и оплеткой из ПВХ. Соединения должны быть надежно закреплены.



Control panel	Панель управления
Alternator terminal box	Клеммная коробка генератора
Load terminal box must be used if connecting cable is PVC/SWA/PVC	Клеммная коробка нагрузки используется, если соединительный кабель относится к типу «ПВХ – Арм. ст. пров. - ПВХ»
Flexible cable should be used	Используется гибкий кабель
DMC control cubicle	Шкаф управления цифрового главного контроллера
Multicores run between set and DMC cubicle	Многожильный кабель между агрегатом и шкафом цифрового главного контроллера
Примечание: если используется гибкий кабель между панелью управления, удаленной панелью и генератором, клеммная коробка нагрузки не нужна. Доступ к шкафу цифрового главного контроллера не нужен. Весь доступ осуществляется спереди. Выход к переключателю / шкафу автоматического переключателя	
Рис. D6. Кабельные соединения – Свободные концы кабелей	

### Общая информация

В процессе проектирования генераторной необходимо уделить внимание заземлению электрической системы. Его необходимость обусловлена следующими основными факторами:

- Ограничить и стабилизировать и стабилизация электрического потенциала любой части установки на предустановленном уровне по отношению к земле.
- Обеспечить, чтобы напряжение между любым фазовым проводником системы и землей не превышало напряжение между фазой и нейтралью системы.
- Обеспечить отсутствие чрезмерного превышения потенциала земли напряжением в нейтральной точке.
- Обеспечить путь для тока повреждения и защиту от перегрузки по току в случае неисправности.
- Обеспечить, чтобы потенциал окружающих проводящих предметов был равен или близок потенциалу земли.

Требования к заземлению могут быть грубо разделены на две группы:

- 1) требования к заземлению системы, такие как зануление, призванные обеспечить безопасность электросистемы.
- 2) заземление оборудования, такие как эквипотенциальное связывание, призванные обеспечить безопасность людей и животных.

Использование системного заземления в значительной степени зависит от особенностей проектируемой электрической системы, а также любой другой электрической системы, подключенной к генератору, например, магистральной сети. Заземление оборудования применяется более широко и менее подвержено влиянию характеристик системы.

### Нормы и правила

Генератор и сопутствующее оборудование оснащены точками подключения проводников заземления. Установщик оборудования должен убедиться, что вся электрическая система соответствует местным нормам и правилам, а также отвечает потребностям установки. В Великобритании установки такого рода должны соответствовать стандарту BS 7671.

BS 7430:1998 – Правила заземления – содержит указания по заземлению многих широко используемых систем как в Великобритании так и за ее пределами. Тем не менее, крайне важно, чтобы перед началом работы над установкой проектировщики разработчики ознакомились с местными требованиями.

Если предполагается использовать генератор для поддержки питания части оборудования, которая обычно питается от сети, перед подключением генератора необходимо проконсультироваться с сетевым поставщиком электроэнергии. Это особенно важно, если предполагается подключить генератор параллельно сети.

### Типы электродов заземления

Хотя во многих случаях заземление может предоставляться сетевой электрокомпанией, оно само по себе не является достаточным для работы генераторной установки, если возможность его использования в этом качестве не подтверждается электрокомпанией. Неисправность сетевого кабеля привести к отключению заземления, поэтому для большинства генераторных установок необходимо наличие независимого электрода заземления. Тип и размер этого электрода определяется сопротивляемостью почвы в месте его размещения, а также требованиями к силе тока повреждения, достаточной для функционирования защиты электросистемы.

Типы электродов заземления могут различаться от единичного стержня для небольшого генератора при благоприятных условиях эксплуатации до большого вкопанного щита в сухих или песчаных почвах. Проводящие материалы арматуры здания и прочие фиксированные конструкции, такие как скважины, также иногда используются для заземления наряду с электродами. Все электроды должны вкапываться или внедряться в землю не менее чем на один метр.

Поскольку типы почв и их сопротивляемость сильно различаются, невозможно дать общие рекомендации относительно количества и типа электродов заземления.

Необходимо уделить должное внимание сезонному изменению водяного горизонта и влажности почвы, поскольку оба эти фактора значительно влияют на сопротивление электрода заземления. Регулярные замеры в различные времена года помогают убедиться в сохранении эффективности системы заземления.

Перед любой попыткой запуска генератора необходимо окончательно установить и испытать электрод заземления. Для глухого зануления генераторной установки рекомендуется, чтобы измеренное сопротивление электрода заземления ни в коем случае не превышало 20 Ом, независимо от используемой системы защиты.

### Глухое и импеданное заземление

Когда определение неисправности заземления осуществляется по перегрузке по току, как это обычно делается в низковольтных (до 1000 В переменного) системах глухого заземления, крайне важно, чтобы импеданс земли оставался как можно более низким. Во многих странах, включая Великобританию, местные нормы и правила запрещают введение любого импеданса в низковольтные цепи зануления. Величина импеданса контура заземления, определяемая для установки, должна составлять сумму всех импедансов в составе контура заземления, таких как обмотки генератора, соединительные кабели, проводники заземления и сопротивление собственно электрода заземления.

Для высоковольтных генераторов, в которых уделяется меньше внимания возникновению перегрузки по току в случае неисправности заземления, импедансное заземление обычно и зачастую принимает форму сопротивления контура зануления. Величина этого сопротивления определяется необходимостью дискриминации в пределах системы и предотвращения размыкания системы в случае выхода из строя нижележащего элемента.

В иногда встречаются как высоковольтные, так и низковольтные системы с незаземленной нейтралью. Тем не менее, в этом случае необходимо уделить внимание необходимости подавления высоких переходных напряжений, которые могут возникать при замыкании дуги на заземление в преимущественно индуктивной среде контура. Эти напряжения могут превышать пределы прочности изоляции системы, в особенности в местах наличия обмоток, таких как генератор или трансформатор.

### **Низковольтные генераторы (до 1000 В) (Рис. 1, 2 и 3)**

В большинстве промышленных, коммерческих и мобильных установок эти генераторы имеют глухое заземление без существенного импеданса контура зануления. Исключениями из этого правила являются морские и специальные наземные установки, в которых желательно, чтобы работа генератора продолжалась даже после единичного пробоя.

Прохождению высоких пробойных токов могут препятствовать и другие причины, такие как присутствие горючих жидкостей и газов. При этом системное заземление невозможно, однако обычно используется оборудование определения пробоя. Для определения пробоя / неисправности заземления высокой импеданс земли (преимущественное открытого контура для подавления скачков напряжения) обычно сочетается с реле напряжения.

Большинство низковольтных изделий Cummins Power Generation относятся к одной из трех категорий:

I) генераторы, которые предполагается эксплуатировать независимо от внешнего источника (то есть, сами выступающие в роли основного источника питания).

II) генераторы, используемые в качестве подмены или альтернативного источника питания.

III) генераторы, которые могут работать параллельно с внешним источником питания.

Варианты II) и III) зачастую комбинируются с наличием безразрывного переключателя. В то время как требования к заземлению оборудования аналогичны для всех схем, требования к системному заземлению различаются, и до тех пор, пока все вопросы не будут окончательно решены на стадии проектирования, поставщик сетевого питания может отказать в подключении установки к сети.

Примечание:

а) Все агрегаты компании Cummins Power Generation снабжены контактами заземления в соответствии с Британскими стандартами. Точки места подключения заземления отмечены ярко различимыми ярлыками и включают перемычки между силовым узлом и основанием шасси, между противовибрационными устройствами и основным шасси и между панелью управления и точкой заземления. Кабели выкрашены в желтый и зеленый цвета и обладают надлежащими характеристиками для соединения основных точек заземления генератора с землей посредством крупного латунного нарезного болта, зажимных гаек и шайб.

### **I) Генераторы, подключенные параллельно и работающие независимо от центрального источника питания.**

Эти генераторы являются единственным источником электропитания системы, к которой они подключены. Заземление обычно осуществляется посредством подходящего электрода (см. выше), к контакту которого подключаются нейтраль генератора и все окружающие металлические конструкции.

Если установка включает в себя несколько генераторов, которые могут работать параллельно, конструкция электродной системы должна учитывать количество генераторов, подключаемых одновременно. Кроме того, в контуре зануления существует возможность возникновения циркулирующих токов; этот вопрос освещается ниже.

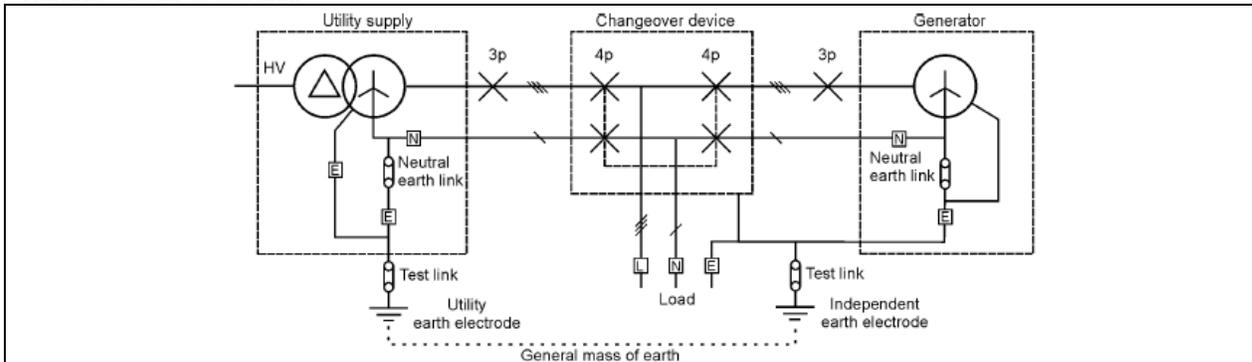
### **II) Генераторы, используемые в качестве подмены или альтернативного источника питания.**

В этом случае генератор может обеспечивать питание части установки или всей установки в случае неисправности основного источника питания. Такие генераторы не разрешается использовать параллельно с питанием от сети.

При проектировании установки такого типа необходимо обеспечить правильную изоляцию источников питания системы (генератора и сети). Необходимость такой изоляции в большой степени зависит от конструкции внешнего источника питания, поэтому крайне важно обратиться за помощью к поставщику сетевого питания во избежание принятия неправильных решений и дорогостоящих простоев.

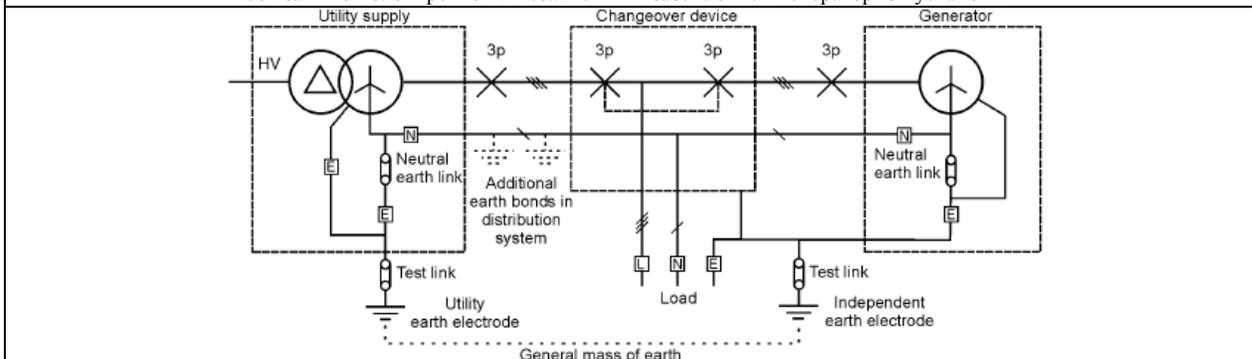
В качестве общего правила устанавливается использование заземления фаз и нейтрали, что обуславливает необходимость четырехполюсного распределительного переключателя. Исключением является случай, когда поставщик сетевого питания обеспечивает систему множественного заземления (например, PME – множественное защитное заземление). При этом нейтральный проводник также используется как защитный проводник в пределах системы распределения, а целостность всей системы находится на высшем уровне.

## Типовые схемы заземления



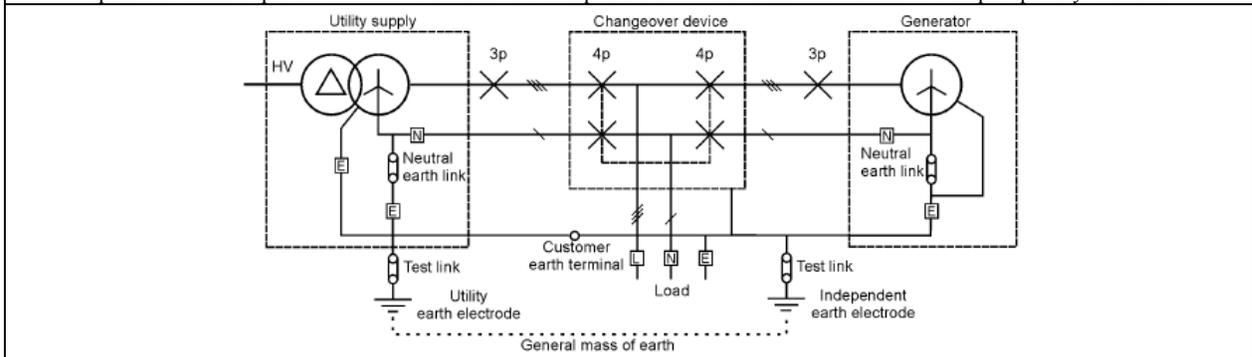
Utility supply	Сетевой источник питания
HV	Высокое напряжение
Neutral earth link	Перемычка между нейтралью и землей
Test link	Тестовая перемычка
Utility earth electrode	Электрод заземления сети
General mass of earth	Масса
Independent earth electrode	Независимый электрод заземления
Changeover device	Переключатель
Generator	Генератор
3p, 4p	Три полюса, четыре полюса

Рис. 1. Генераторная установка для низковольтной зануленной сети с четырехполюсным переключателем со взаимной блокировкой и независимым заземлением генераторной установки



Additional earth bonds in distribution system	Дополнительные перемычки заземления в системе распределения
---	---

Рис. 2. Генераторная установка для низковольтной сети с комбинацией защитного и нулевого проводника (РМЕ) с трехполюсным переключателем со взаимной блокировкой и независимым заземлением генераторной установки



Customer earth terminal	Пользовательский терминал заземления
-------------------------	--------------------------------------

Рис. 3. Генераторная установка для низковольтной зануленной сети с заземлением, предоставленным электрокомпанией (поставщиком сетевого питания), четырехполюсным переключателем со взаимной блокировкой и независимым заземлением генераторной установки



Генераторы, работающие независимо от внешнего источника питания и подключенные параллельно.



Станция из нескольких низковольтных генераторов

Даже в этих случаях необходимо обеспечить независимые электроды заземления для системы, питаемой от генератора, поскольку возможно, неисправность кабеля может вызвать отключение заземления. Кроме того, эти электроды составляют часть системы поставщика сетевого питания, а подбор подключаемых к ним проводников должен осуществляться в соответствии с местными нормами и правилами.

Распределительный переключатель должен исключить возможность случайного параллельного включения генератора с внешним источником питания. Это может быть достигнуто исключительно за счет особенностей конструкции самого переключателя. Тем не менее, если переключение осуществляется за счет дискретных контактов прерывателя, необходимо использовать электрическую и механическую блокировку.

После решения задач по изоляции системы разработка системы заземления осуществляется как и в вышеописанном варианте независимой работы, при котором звезда (нейтраль) генератора и все прилежащие металлические конструкции подключаются к контакту для глухого заземления. В случае нескольких генераторов необходимо помнить о возможности возникновения циркулирующих токов в контуре зануления.

### **III) Генераторы, могущие работать параллельно с внешним источником питания.**

Параллельная работа генераторов с внешним источником питания используется все чаще и относится к одной из двух категорий:

I) Кратковременная непериодическая параллельное включение (менее 5 минут в месяц) с целью перехода с одного внешнего источника тока на другой без остановки оборудования и

II) Более длительная или долее частая параллельная работа.

Ключевым отличием между двумя типами использования заключается в необходимости защиты от возможности исчезновения внешнего питания во время параллельной работы генератора и не оказывает значительного влияния на конструкцию системы заземления.

В большинстве случаев помимо множественного заземления (см. выше) поставщик сетевого питания будет настаивать на удалении перемычек обнуления из генератора, работающего параллельно с сетью. Это устраняет риск прохождения через контур заземления циркулирующих токов и повреждения системы защиты от пробоя за счет наличия дополнительной связи.

При множественном заземлении решение о заземлении точки звезды генератора зависит главным образом от риска возникновения циркулирующих токов. При наличии сомнений необходимо принять решение об изоляции связи зануления при работе генератора параллельно с сетевым источником.

Если используется переключатель заземления нейтрали, необходимо убедиться, что связь заземления останется при любых неисправностях. Схема управления и защиты средства определения неправильной конфигурации зануления на случай неисправности управления.

Независимо от количества генераторов или способа заземления нейтрали металлические конструкции генератора и всей установки в целом должны оставаться надежно заземленными.

### **Установки из нескольких низковольтных генераторов (Рис. 4 и 5)**

Если к одной и той же электросистеме подключено несколько генераторов, существует возможность прохождения циркулирующих токов (обычно третьих гармонических) через обмотки генератора. Это в особенности вредно для нейтрали и соединений заземления нейтрали, в которых третьи гармонические токи являются добавочными.

Существует несколько способов решения проблемы циркулирующих токов:

I) Использование генераторов с низким уровнем третьих гармонических токов на выходе. В них обычно используются лакированные обмотки на две трети или соединения зигзагом.

II) Использование переключения точки звезды аналогично включению параллельно с сетью (см. выше).

III) Использование реактора на нейтрали, имеющего незначительный импеданс при частоте питания, но способного подавлять точки более высокой частоты.

Большинство низковольтных генераторов компании Cummins Power Generation используют лакированные обмотки на две трети в качестве контроля третьих гармонических циркулирующих токов. Тем не менее, перед началом проектирования всегда консультируйтесь с изготовителем, поскольку отдельные особенности системы могут обуславливать невозможность ее конфигурации.

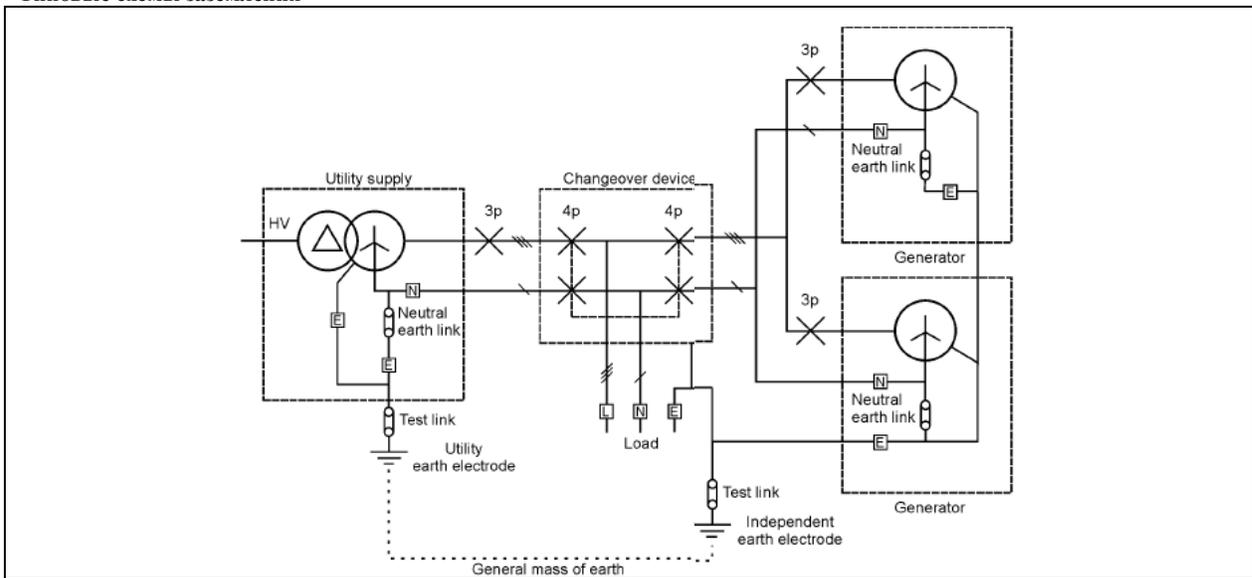
Если используется способ II), необходимо убедиться в наличии защиты от любой из описанных ниже ситуаций:

а) два и более переключателя зануления замкнуты одновременно.

б) переключатель заземления не замыкается.

Способ III) может быть экономичным, однако требует осторожности в применении во избежание возможности повышения напряжения точки звезды в случае неисправности, либо при наличии третьих гармонических токов значительной силы.

## Типовые схемы заземления



Utility supply	Сетевой источник питания
HV	Высокое напряжение
Neutral earth link	Перемычка между нейтралью и землей
Test link	Тестовая перемычка
Utility earth electrode	Электрод заземления сети
General mass of earth	Масса
Load	Нагрузка
Independent earth electrode	Независимый электрод заземления
Changeover device	Переключатель
Generator	Генератор
3p, 4p	Три полюса, четыре полюса

Рис. 4. Установка из нескольких генераторов для низковольтной зануленной сети с четырехполюсным переключателем со взаимной блокировкой и независимым заземлением генераторной установки. Конструкция генераторов обеспечивает низкий уровень третьих гармонических токов.

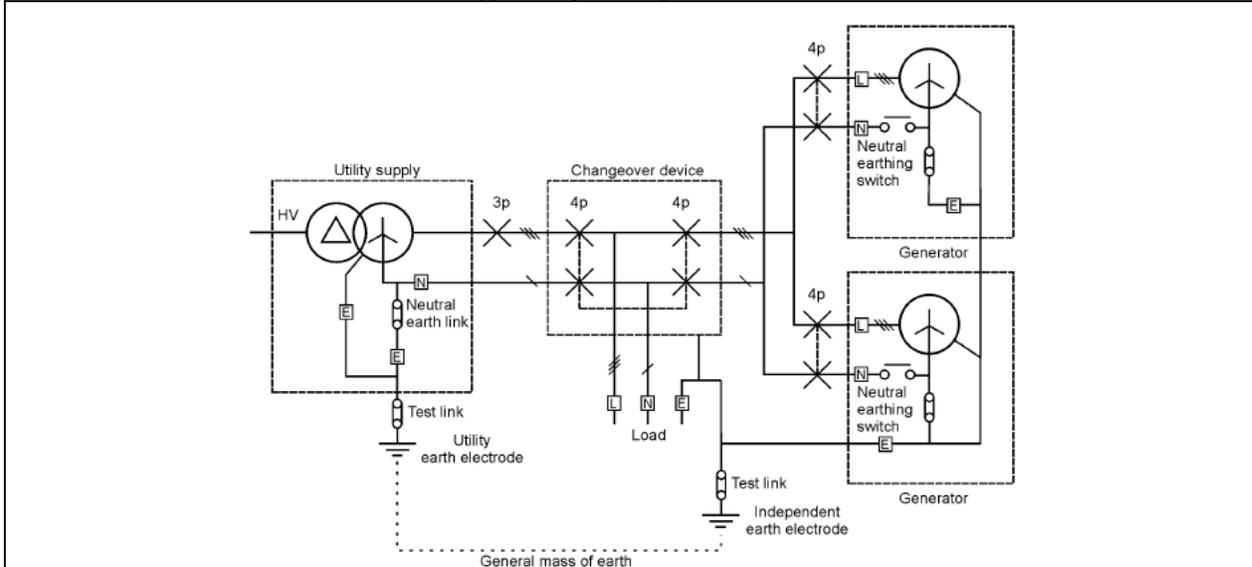


Рис. 5. Установка из нескольких генераторов для низковольтной сети с комбинацией защитного и нулевого проводника (PME) с четырехполюсным переключателем со взаимной блокировкой и независимым заземлением генераторной установки. Генераторы оснащены переключателем зануления для сведения воздействия третьих гармонических циркулирующих токов к минимуму.

### **Защита низковольтных генераторов от пробоя / неисправности заземления**

Защита от пробоя все чаще применяется во многих европейских странах, в особенности на генераторных установках. необходимо следовать местным нормам использования защиты от пробоя и максимальных допустимых значений токов пробоя.

Для защиты стационарных установок с низкими значениями импеданса контура зануления от пробоев / неисправностей заземления может использоваться принцип EEBADS (заземленное эквипотенциальное соединение и автоматическое отключение питания). В этом случае наличие пробоя вызывает прохождение тока большой силы через пробитую фазу и проводники заземления, что определяется системой защиты от перегрузки по току, установленной на генераторе. Подробности см. в стандарте BS 7161.

При однофазном низкоимпедансном пробое с полной асимметрией начальный ток пробоя может быть до 15 раз выше тока полной нагрузки. Система распределения, переключатели и кабели в пределах все системы должны быть способны выдерживать эти значения; имеются кривые спада, отображающие работу генератора в условиях пробоя.

Система защиты AmpSentry компании Cummins Power Generation, устанавливаемая на генераторные агрегаты, управляемые системой PowerCommand. Контролирует выход генератора и после спада первоначального значения формирует до трех раз больший ток полной нагрузки, активируя нижележащую систему защиты.

Если более высокие значения импеданса контура зануления препятствуют применению принципа EEBADS для личной безопасности, либо если необходимо выявить повреждающие внутренние пробои на крупном оборудовании, можно применять систему защиты от пробоев в одной из следующих форм:

I) неограниченная защита от пробоя

II) ограниченная защита от пробоя

#### **Неограниченная защита от пробоя**

На соединение точки звезды генератора с землей устанавливается одиночный трансформатор тока. Реле тока, подключаемое к этому трансформатору, определяет наличие пробоя в любой точке системы, питаемой генератором.

Этот тип защиты хорошо работает в качестве резервного средства защиты любой точки системы, однако при использовании в качестве основного и настройке на значения, приемлемые для конечных субконтуров, может вызвать самопроизвольное размыкание.

Необходимо соблюдать особую осторожность при применении неограниченной защиты от пробоя на генераторах, подключенных параллельно. Если нейтрали генераторов соединены, относительно небольшие циркулирующие токи, которые всегда присутствуют в такой системе, могут запустить систему защиты от пробоя. Если генераторы сконфигурированы на работу с заземлением только одной точки звезды, тогда генератор, обеспечивающий связь с системой и, соответственно, ток пробоя, будет отключен.

Если необходимо использовать неограниченную защиту от пробоя на параллельных генераторах со спаренными нейтральными, точки звезды должны быть соединены посредством съемных перемычек, а затем заземлены единственным проводником, на который ставится трансформатор тока. Для отключения всех генераторов используется реле пробоя.

#### **Ограниченная защита от пробоя**

Применение ограниченной защиты от пробоя позволяет создать зоны защиты, что обеспечивает более чувствительную защиту без риска самопроизвольного размыкания. Обычной формой ограниченной защиты от пробоя является защита обмотки генератора переменного тока, в которой могут быть выявлены относительно небольшие токи пробоя, а отключение может начаться практически мгновенно, что сокращает повреждение обмоток на крупных машинах.

Ограниченная защита обычно применяется путем суммирования токов фазы и нейтрали и определения остаточного тока после суммирования, который даже при несбалансированной нагрузке должен быть равен нулю.

Это требует использования либо симметрирующего трансформатора тока с одним сердечником, объединяющего все фазовые и нейтральные проводники, кроме проводника зануления, либо два или четыре трансформатора тока для однофазной или трехфазной системы соответственно. Перемычка зануления электросистемы располагается за пределами зоны защиты и для защиты генератора от пробоя соответственно должна находиться на нагрузочной стороне трансформатора ограниченной защиты заземления.

При использовании двух или четырех трансформаторов тока необходимо внимательно подойти к их выбору, поскольку в противном случае при пробое за пределами зоны защиты система может оказаться нестабильной.

При установке трансформаторов тока их ориентация в контуре (P1/P2 и S1/S2) имеет большое значение, многие случаи самопроизвольного размыкания ограниченной защиты от пробоя были вызваны неправильной ориентацией трансформаторов или ошибками подключения. Вторичная обмотка, соединяющая трансформаторы тока и реле должна подбираться таким образом, чтобы избежать чрезмерной нагрузки на трансформаторы тока.

#### **Защита персонала**

Если существует опасность повреждения или высокая вероятность короткого замыкания, как на строительных площадках, в дополнение к уже существующей защите на маломощные генераторы может устанавливаться устройство остаточного тока. Оно может как поставляться с генератором, так и устанавливаться в систему распределения.

Устройство остаточного тока работает как ограниченная защита от пробоя и в этом случае зоной защиты является подключенная нагрузка. Для обеспечения защиты персонала от поражения электотоком на малых переносных или перевозимых генераторах, используемых как конечный источник питания для ручного инструмента, необходимо выбрать устройство остаточного тока на 30 мА и время срабатывания 40 мс при токе пробоя 150 мА.

Необходимо соблюдать осторожность при применении этого метода на крупных генераторах, которые используются как источники для системы распределения электроэнергии, поскольку в этом случае дискриминация затруднительна. При этом относительно небольшой пробой в любой точке электрической системы может привести к внезапному прекращению питания всей системы и стать причиной нежелательных и опасных явлений. В этих случаях устройство остаточного тока для защиты персонала должно устанавливаться в точке конечного распределения энергии.

Испытания устройства остаточного тока, как и любого другого защитного оборудования, должны проводиться компетентным лицом.

### **Высоковольтные генераторы (свыше 1000 В)**

Принципы защиты аналогичны применяемым для низковольтных генераторов. Тем не менее, заземление высоковольтных генераторов, то есть, работающих под переменным напряжением между фазами или между фазами и нейтралью выше 1000 В, требует особого внимания, поскольку потенциальный риск летального исхода при пробое в этом случае значительно выше.

Проектирование высоковольтных генераторов требует осторожности в плане обеспечения совместимости различных высоковольтных и низковольтных систем между собой. В частности, если высоковольтные генераторы используются совместно с внешним источником питания, необходимо проконсультироваться с электрокомпанией на ранней стадии проектирования. Большинство электрокомпаний имеют строгие правила в отношении подключения частных высоковольтных генераторов к их системам распределения.

Во многих странах к высоковольтным системам, их конструкции и опорной инфраструктуре, включая здание, применяются особые требования. Необходимо также уделить внимание доступу и квалификации персонала.

### **Заземление импеданса**

С целью снижения нагрузки на компоненты системы при пробое часто используется резистивное или реактивное заземление, в особенности в высоковольтных системах распределения и генераторах свыше 1 МВА. Импеданс также помогает снизить контактный потенциал, образуемый прохождением высоких токов пробоя через контур заземления.

Выбор резисторов заземления или реакторов в большей степени определяется необходимостью дискриминации защиты от пробоя по всей электросистеме. Отправной точкой является подбор резистора или реактора заземления, чтобы иметь возможность пропускать полный ток нагрузки через один генератор без глухого заземления фазы, однако эта схема может разливаться в зависимости от конструкции системы. Если необходимо использовать генератор совместно с внешним источником питания система заземления должна разрабатываться с поставщиком сетевого питания.

Большое значение импеданса зануления может ограничить токи пробоя до уровней, недостаточных для работы системы защиты электросистемы без риска самопроизвольного размыкания. Слишком малое значение импеданса дает возможность прохождения слишком больших токов пробоя, что приводит к повреждению оборудования и повышает риск контактного поражения током.

Резистор или реактор должны работать с предсказуемой продолжительностью устранения пробоя, обычно 10-30 секунд, и иметь резервную защиту, исключающую перегрев агрегата в случае выхода системы защиты из строя.

Величина импеданса электрода заземления должна учитываться при расчете значения импеданса зануления.

### **Трансформаторы генератора**

В качестве альтернативы прямой выработки высокого напряжения можно оснастить низковольтный генератор трансформатором.

Генератор трансформатора обычно представляет собой стандартное двухобмоточное устройство, обеспечивающее изоляцию между высоковольтной и низковольтной системами. В этом случае генератор, низковольтное соединение с трансформатором и низковольтная обмотка трансформатора рассматриваются как отдельная низковольтная электрическая система, которая заземляется в соответствии с этим.

Если предполагается использовать автотрансформаторы, необходимо соблюдать крайнюю осторожность и убедиться, что изоляция низковольтной системы не перегрузится в случае пробоя, и что по соображениям техники безопасности низковольтный генератор может обычно рассматриваться как высоковольтный генератор. В этой статье будет рассмотрен только двухобмоточный вариант.

Конфигурация обмоток трансформатора зависит от применения генератора и конструкции электросистемы. В общем случае по возможности осуществляется дельта-обмотка, поскольку это помогает подавить третьи гармонические токи.

Проводящий корпус трансформатора рассматривается как отдельная проводящая конструкция и заземляется.

**Схемы генерирования высокого напряжения (Рис. 6-10)**

В силу разнообразия способов выработки высокого напряжения существует большее число схем для рассмотрения, а именно:

- одиночные высоковольтные генераторы и низковольтные генераторы с трансформаторами

а) Использование изолированно от внешних источников

б) Использование в качестве альтернативы внешнему источнику питания

в) Использование параллельно внешним источникам

- множественные высоковольтные генераторы и низковольтные генераторы с трансформаторами

г) Использование изолированно от внешних источников

д) Использование в качестве альтернативы внешнему источнику питания

е) Использование параллельно внешним источникам

ж) Смешанные схемы, в которых низковольтные генераторы с трансформаторами и высоковольтные генераторы работают параллельно, представляют отдельную тему и рассматриваются отдельно.

**А) Одиночные генераторы, работающие отдельно от внешних источников**

Этот вариант аналогичен низковольтному, в котором точка звезды генератора обычно соединяется с заземлением посредством тестовой перемычки и электрода заземления. Все посторонние металлические конструкции подключаются к терминалу заземления во избежание возникновения в случае пробоя высоких контактных потенциалов.

В большинстве высоковольтных генераторных систем для соединения точки звезды присутствие резистора или реактора (см. выше). Импеданс оснащается высоковольтным терминалом, который подключается к генератору посредством соответствующего кабеля, рассчитанного на напряжение выше напряжения между фазой и нейтралью. Низковольтная сторона импеданса заземления подключается к терминалу заземления посредством болтовой тестовой перемычки и подходящих проводников заземления.

Для низковольтных генераторов с трансформатором обычно используется низковольтная дельта-обмотка трансформатора, позволяющая подавлять третьи гармонические токи. Точка звезды генератора заземляется наглухо. Обычно имеется также соединенная со звездой высоковольтная обмотка, которая заземляется как на высоковольтном генераторе. Если используется высоковольтная дельта-обмотка, электрическая система может снабжаться отдельным трансформатором заземления.

**Б) Одиночные генераторы, работающие в качестве альтернативы внешнему источнику питания**

Использование высоковольтных генераторов и низковольтных генераторов с трансформаторами осуществляется аналогично варианту А) (см. выше), поскольку нейтрали высоковольтных систем не распределяются, как это делается в низковольтных системах. Необходимо уделить внимание блокировке замыкаемых контактов переключателя во избежание случайного параллельного использования двух систем, так как это создает дополнительную нагрузку на внешнюю систему. Для схем ручного переключения можно использовать систему взаимной блокировки клавиш, автоматические схемы нуждаются в электрической блокировке.

**В) Одиночные генераторы, работающие параллельно внешнему источнику питания**

Эти системы требуют особого внимания при проектировании; во избежание размещения дополнительного канала заземления на внешней системе, который может нарушить схему защиты этой системы, в большинстве случаев существует необходимость переключения зануления. Переключение зануления действует в отношении земли точки звезды генератора (высоковольтные генераторы), в отношении земли точки звезды трансформатора генератора (низковольтные генераторы с трансформатором) или земли точки звезды трансформатора зануления.

Переключатель зануления должен быть способен пропускать ток, который будет проходить через него при любых пробоях, и должен оставаться замкнутым в течение всего периода устранения пробоя. Логика системы управления может позволить переключателю оставаться замкнутым все время, кроме как во время работы генератора параллельно с внешней системой питания. Если во время параллельной работы генератора внешнее питание исчезает, переключатель зануления должен быть незамедлительно замкнут.

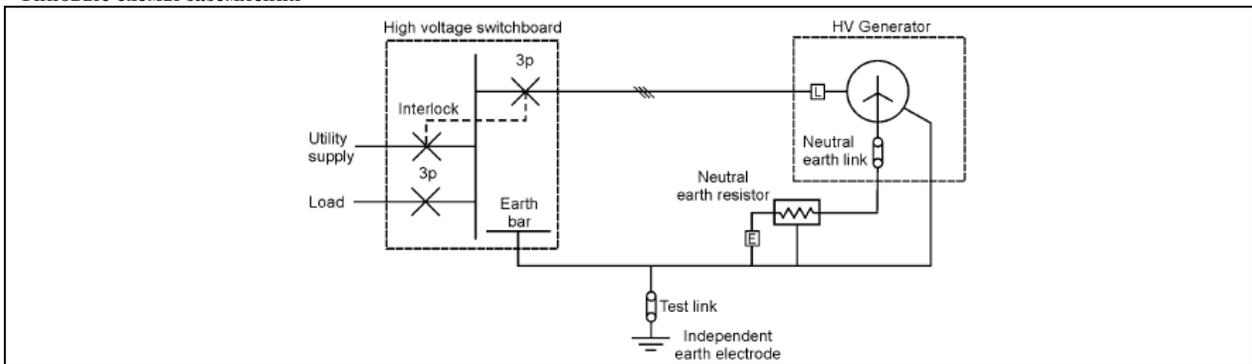
За исключением использования переключателя зануления, который размещается на высоковольтной стороне любого импеданса, система заземления генератора не отличается от варианта А).

**Г) Множественные генераторы, работающие изолированно от внешнего питания**

При построении схемы, включающей множественные высоковольтные генераторы, необходимо прояснить, будут ли генераторы работать параллельно друг другу, с соединенными точками звезды, поскольку это может позволить значительно сэкономить на переключателе.

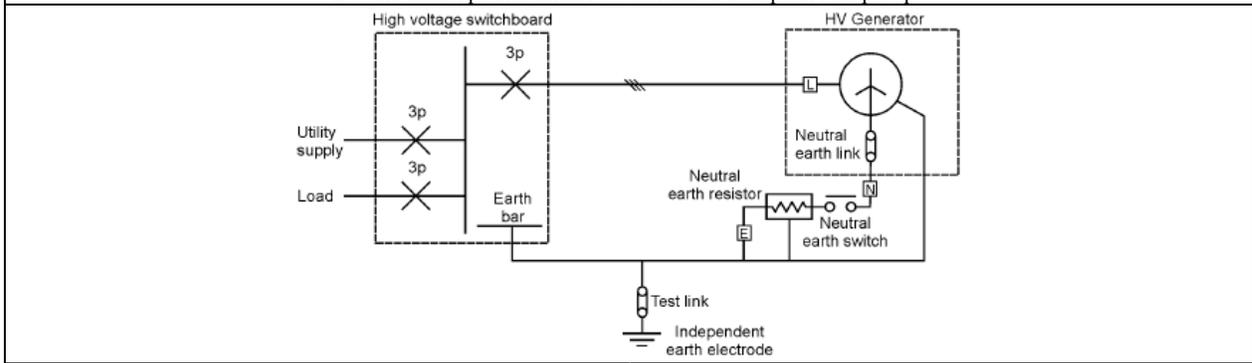
Если генераторы могут работать с соединенными точками звезды, заземление точек звезды может осуществляться аналогично варианту А) (см. выше). При этом множественные генераторы рассматриваются как один и в этом случае применимо импедансное заземление точек звезды.

## Типовые схемы заземления



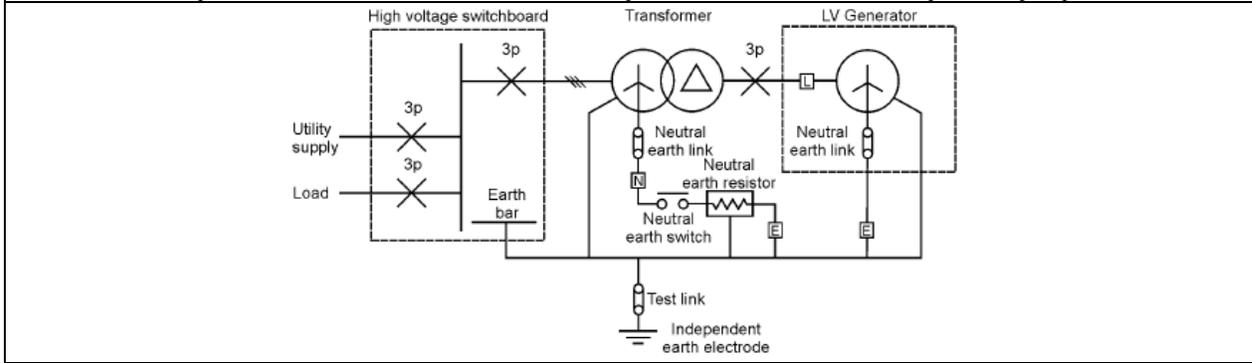
Utility supply	Сетевой источник питания
High voltage switchboard	Высоковольтный распределительный щит
Interlock	Блокировка
Load	Нагрузка
Earth bar	Заземляющая шина
Neutral earth resistor	Резистор зануления
Test link	Тестовая перемычка
Independent earth electrode	Независимый электрод заземления
Neutral earth link	Перемычка зануления
HV generator	Высоковольтный генератор
3p, 4p	Три полюса, четыре полюса

Рис. 6. Одиночный дежурный генераторный агрегат для высоковольтной зануленной сети с блокируемым переключателем и независимым резистивным заземлением нейтрали генератора



Neutral earth switch	Переключатель зануления
----------------------	-------------------------

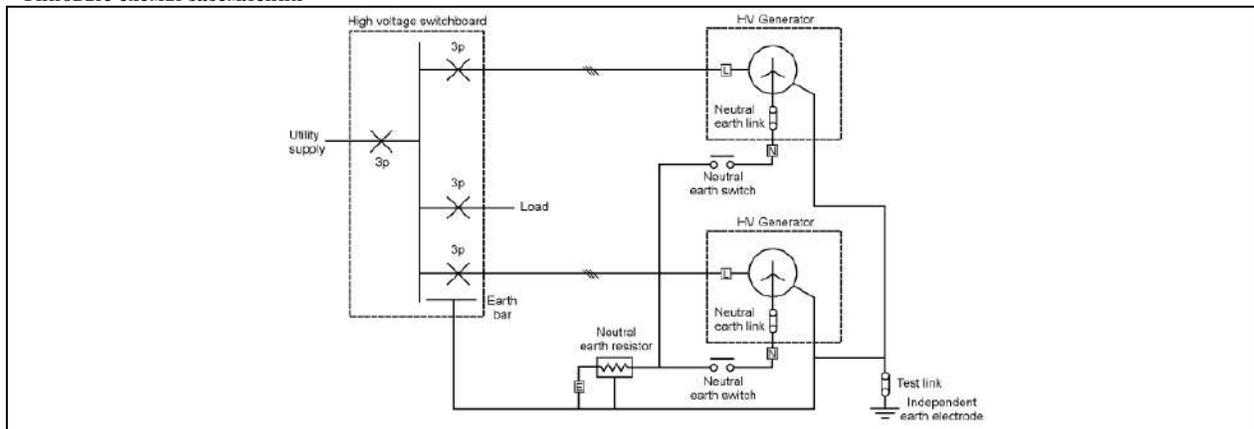
Рис. 7. Одиночная генераторная установка для высоковольтной зануленной сети, пригодный для дежурного или параллельного использования, с независимым резистивным заземлением нейтрали генератора



Transformer	Трансформатор
-------------	---------------

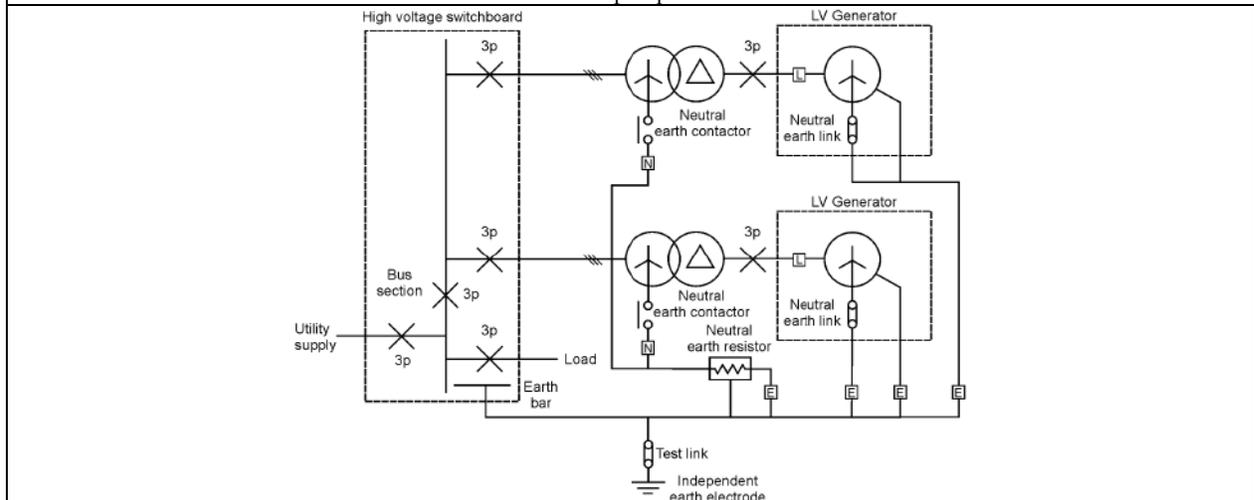
Рис. 8. Одиночная низковольтная генераторная установка для высоковольтной зануленной сети, пригодная для использования в дежурном режиме или параллельной работы с сетью, с независимым резистивным заземлением нейтрали генератора-трансформатора

## Типовые схемы заземления



Utility supply	Сетевой источник питания
High voltage switchboard	Высоковольтный распределительный щит
Load	Нагрузка
Earth bar	Заземляющая шина
Neutral earth resistor	Резистор зануления
Test link	Тестовая перемычка
Independent earth electrode	Независимый электрод заземления
Neutral earth switch	Переключатель зануления
Neutral earth link	Перемычка зануления
HV generator	Высоковольтный генератор
3p, 4p	Три полюса, четыре полюса

Рис. 9. Многоагрегатная высоковольтная генераторная установка для высоковольтной зануленной сети, пригодная для дежурного или параллельного использования, с независимым переключением и резистивным заземлением нейтралей генераторов

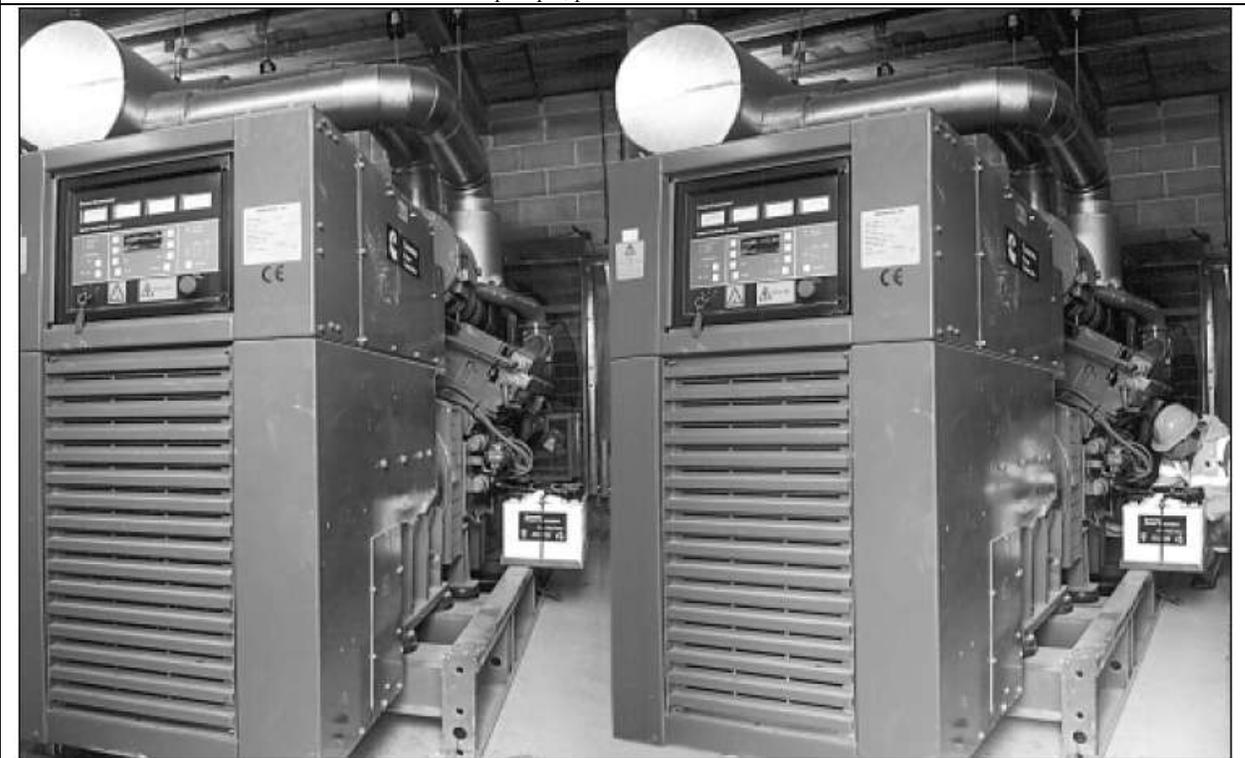


Neutral earth switch	Переключатель зануления
Bus section	Шинная секция
LV generator	Низковольтный генератор

Рис. 10. Многоагрегатная низковольтная генераторная установка для высоковольтной зануленной электросистемы, пригодная для использования в дежурном режиме или параллельной работы с сетью, с независимым переключением и резистивным заземлением нейтралей генератора-трансформатора. Показан вариант использования шины для контроля нагрузки.



Множественные высоковольтные генераторы, работающие независимо от внешнего источника питания



Необходимо соблюдать особую осторожность при применении неограниченной защиты от пробоя на генераторах, работающих параллельно

Необходимо уделить внимание изоляции генераторов для технического обслуживания, поскольку высоковольтная сторона импеданса заземления нейтрали, к которой подключаются все точки звезды генераторов, в случае пробоя способна поднимать напряжение относительно заземления до уровня фазного. В этом случае доступ к любым терминалам генератора и высоковольтным проводникам возможен, только если все генераторы, подключенные к импедансу, остановлены, выключены, а их высоковольтные проводники заземлены. Этот момент может являться важным при составлении схем первичного питания (т.е. независимо от центрального источника питания или в его отсутствие).

Если параллельная работа генераторов с соединением их точек звезды невозможна, необходимо использовать переключатель зануления, который призван обеспечить должную изоляцию генератора для технического обслуживания.

Если в многоагрегатных низковольтных генераторных установках используются двухобмоточные генераторные трансформаторы, каждый низковольтный генератор может рассматриваться как отдельная электросистема, а их комбинация – как высоковольтный генератор. В этом случае экономичным является глухое заземление точки звезды каждого генератора, как если бы это был одиночный низковольтный генератор. Неограниченная защита от пробоя, установленная на соединение нейтрали низковольтного генератора с заземлением, обеспечит защиту генератора, кабелей и низковольтную обмотку трансформатора и не зависит от конфигурации высоковольтной системы.

Если трансформаторы имеют схожие номинальные значения и импедансы, обычной практикой является соединение высоковольтных точек звезды и их заземление посредством соответствующего импеданса (см. выше). Если трансформаторы множественных генераторов не совпадают по размеру и значениям импеданса, параллельное включение может привести к возникновению циркулирующих токов и переключению зануления, либо к необходимости использования заземляющего трансформатора в высоковольтной шине.

#### **Д) Множественные генераторы, используемые в качестве альтернативы внешнему источнику питания**

В случае высоковольтных генераторов высоковольтная система может рассматриваться как в изолированном случае Г) (см. выше), при условии, что генераторная система не может быть случайно запараллелена с внешней системой.

В случае низковольтных генераторов с трансформатором комбинация каждого генератора с трансформатором может быть приравнена к высоковольтному генератору. Каждая из таких комбинаций может заземляться наглухо, поскольку она изолирована от внешнего источника питания и защита от пробоя установлена в соответствии с требованиями.

#### **Е) Множественные генераторы, работающие параллельно внешнему источнику**

При использовании параллельно с внешним источником питания множественные высоковольтные генераторы рассматриваются таким же образом, что и одиночные высоковольтные генераторы. Те же положения относятся и к работающим генераторам с соединенными точками звезды.

Если генераторы могут работать параллельно, а их точки звезды соединены, осуществляется обычное соединение точки звезды к переключателю зануления и через импеданс заземления – к электроду заземления.

Если генераторы не могут использоваться параллельно, с соединенными точками звезды, каждый генератор оснащается переключателем зануления, который используется для выбора генератора, то есть, обеспечивает обращение к системе в отсутствие параллельности с внешней системой. Если генераторы параллельны друг другу и внешней системе, все переключатели зануления открыты.

Комбинации «генератор-трансформатор» рассматриваются идентичным образом с переключателем заземления точки звезды, подключенному ко всем трансформаторам при работе с соединенными точками звезды, или отдельным переключателем заземления, если такое использование невозможно.

Важно включить элемент автоматического определения неправильной работы переключателей заземления, поскольку случайное срабатывание при незаземленной нейтрали потенциально опасно.

#### **Ж) Смешанные схемы, в которых низковольтные генераторы с трансформаторами и высоковольтные генераторы используются параллельно**

Эти схемы требуют отдельного рассмотрения, поскольку эффективный импеданс комбинаций генераторов будет сильно отличаться.

В общем и целом, наиболее оптимальным подходом к таким схемам является избежание параллельного включения с соединенными точками звезды включения и установка трансформатора заземления нейтрали на общую шину, которая должна укладываться зигзагом для подавления третьих гармонических токов.

Если трансформатор зануления используется в системах, параллельных с внешним источником тока, заземление точки звезды выключается при параллельном включении, как и в случае с генераторами. Импедансы заземления устраиваются так же, как и в случае с генераторами, и должны подбираться с учетом импеданса трансформатора заземления.

Контур, питающий трансформатор заземления, должен быть защищен во избежание риска при пробое обмотки. Тем не менее, эта защита должна взаимно сообщаться с генераторами во избежание включения системы без обращения. Это условие выполняется за счет использования трансформатора с отдельной подачей питания на предохранитель / выключатель от высоковольтной шины. Нарушение целостности любого их предохранителей вызовет замыкание аварийного контакта, что может использоваться для выключения системы.

### **Комбинации «генератор-трансформатор» для использования с внешним источником питания**

Если комбинации «генератор-трансформатор» используются только для параллельной работы с внешним источником питания, что обычно для совместной выработки тепла и энергии, значительная экономия может быть достигнута за счет конфигурированного понижающего трансформатора.

В этом случае для подключения генератора к системе используется трансформатор с дельта-обмоткой высокого напряжения и обмоткой звезды низкого напряжения. Точка звезды низкого напряжения трансформатора заземлена, а фазовые проводники генератора подключены к трансформатору.

Если необходимо считывание данных о синхронизации между фазой и нейтралью, нейтрали генератора и трансформатора могут быть соединены.

Влияние на электросистему заключается в исключении любого участия генератора в формировании пробоев в системе. Трансформатор генератора имеет стандартную конструкцию и обычно имеет более короткий период замедления, чем его повышающий «коллега».

### **Защита системы высокого напряжения от пробоя**

Как уже обсуждалось ранее, неограниченный и ограниченный варианты защиты от пробоев могут одинаково успешно применяться как в высоковольтных, так и в низковольтных схемах. К сожалению, ни одна из форм защиты не чувствительна ни к межвитковому, ни к межфазовому пробую, что обуславливает ограничение их применения в больших машинах, где ремонт может быть дорогостоящим, а простои оборудования – продолжительными.

Во многих высоковольтных генераторах применение дифференцированной защиты позволяет обнаруживать очень малые токи повреждения как между витками, так между фазами, и незамедлительно принимать ответные меры.

Дифференцированная защита основывается на трансформаторах тока, размещаемых на фазном и нейтральном конце каждой обмотки с целью определения зоны защиты. Обычной практикой является включение кабеля, соединяющего генератор, в высоковольтный переключатель в пределах зоны защиты, а высоковольтный переключатель является удобным местом для трансформаторов тока фазного конца обмотки. Трансформаторы тока должны точно соответствовать кривым номиналов и намагничности; обычной практикой является производство всех трансформаторов тока одним изготовителем.

В общем и целом, дифференциальная защита является наиболее стабильной формой защиты при сквозном пробое (пробой за пределами зоны защиты) даже при установке на очень малые значения силы тока, и позволяют индикацию поврежденной фазы.

Ссылки:

BS 7430:1998 - опубликовано Британским институтом стандартов – ISBN 0-5802-8229-5.

Руководство по дизельным генераторам – LLJ Mahon – ISBN 0-7506-1147-2.

Безопасность должна являться первоочередной заботой инженера-проектировщика предприятия, а также всего персонала, вовлеченного в установку и пуск оборудования в эксплуатацию. Безопасность включает два аспекта:

1) Безопасность доступа в помещение, выхода из него и эксплуатации генератора как такового (и его вспомогательного оборудования).

2) Надежность эксплуатации системы в целом.

Последний аспект имеет отношение к эксплуатации, поскольку от питания, подаваемого генератором, может зависеть оборудование, влияющее на здоровье и жизнедеятельность, такое как средства жизнеобеспечения в больницах, аварийное освещение, вентиляционные системы зданий, лифты и пожарные насосы.

### Системы пожаротушения

Проектирование, выбор и установка систем пожаротушения требует выполнения следующих условий:

- Система пожаротушения должна соответствовать требованиям Национальных стандартов, а также компетентны органов соответствующей юрисдикции, к числу которых может относиться строительный инспектор, начальник пожарной команды или страховщик.
- Обычно при эксплуатации генераторного агрегата по классу 1 машинный зал должен обладать пожароустойчивостью в течение одного часа, а конструкция машинного зала – пожароустойчивостью в течение двух часов.
- Машинный зал не должен использоваться в качестве хранилища.
- Машинные залы не должны классифицироваться как опасные места исключительно из-за наличия двигательного топлива.
- Компетентные органы обычно классифицируют двигатели как тепловое оборудование, если последние используются нечасто и в течение коротких периодов, даже если температура дымовых газов может превышать 1000 °F (538 °C)/
- Компетентный орган может установить количество, тип и размер носимых огнетушителей утвержденного типа для размещения в машинном зале.
- Ручной пульт аварийного останова, размещенный за пределами машинного зала или корпуса генератора или находящийся на расстоянии от генераторного агрегата облегчит выключение генераторного агрегата в случае возгорания или возникновения иной чрезвычайной ситуации.
- Компетентный орган может выставлять более строгие по сравнению с положениями национального стандарта обязательные ограничения в отношении количества топлива, которое может храниться в помещении.
- Конструкция, размещение, установка, вентилирование, система трубопроводов топливного резервуара, а также процедура инспектирования внутри зданий и выше первого или подвального этажа, должны соответствовать положениям Национальных стандартов.
- Во избежание скопления топлива в выхлопной системе рекомендуется периодически (не реже раза в год) запускать генераторный агрегат под не менее чем 30 % нагрузки до достижения рабочих температур, а затем поддерживать под нагрузкой, близкой к полной.

Многие национальные государственные и местные своды включают стандарты, которые периодически обновляются и требуют постоянного пересмотра. Ответственность за соответствие применимым сводам норм и правил возлагается на инженера-проектировщика предприятия.

### Общие сведения

- Не заполняйте топливные баки во время работы двигателя, если они не расположены за пределами машинного зала.
- Не допускайте нахождения любого источника огня, сигарет, малых горелок, источников искр, электрических дуг и прочих источников возгорания вблизи генераторного агрегата, топливного бака или аккумуляторных батарей.
- Топливопроводы должны быть надлежащим образом закреплены и не иметь протечек. Подключение топливпровода к двигателю должно осуществляться при помощи подходящего гибкого шланга.
- Убедитесь, что все линии подачи топлива имеют положительно установленный отсечной клапан.

### Выхлопные газы

- Убедитесь, что выхлопная система надлежащим образом отводит выхлопные газы из закрытых или защищенных мест, где наиболее возможно скопление людей. Необходимо в соответствии с графиком технического обслуживания визуально и на слух проверять выхлопную систему на наличие протечек. Убедитесь, что выхлопные коллекторы надежно закреплены и не деформированы.
- Никогда не соединяйте выхлопные системы двух и более двигателей.
- Никогда не выпускайте выхлопные газы через кирпичный, плиточный или бетонный дымоход, поскольку пульсация выхлопных газов значительные конструкционные разрушения.
- Не используйте выхлопные газы для отопления помещений.
- Убедитесь, что машинный зал хорошо проветривается.
- Экранируйте или изолируйте выхлопные трубы, если существует опасность контакта персонала с ними, а также в местах прохождения через стены или вблизи горючих материалов.
- Убедитесь, что выхлопная система имеет независимую систему поддержки. Выхлопные коллекторы двигателя не должны испытывать напряжения, это особенно важно для двигателей с турбонадувом. Нагрузка на турбокомпрессор может привести к деформации его корпуса и выходу из строя.

### Оповещения

Законодательство может требовать использовать различные уровни оповещения о наличии опасности для жизни и здоровья при работе с дежурным оборудованием.

### Подвижные части

- Затяните опоры и зажимы и следите за наличием защитных кожухов над приводными ремнями вентиляторов и т.д. Убедитесь в надежности крепления агрегата.
- Избегайте близости одежды, рук и украшений к движущимся частям.
- Если необходимо провести регулировку оборудования во время его работы, соблюдайте особую осторожность вблизи горячих коллекторов, подвижных частей и т.д.

### Опасное напряжение

Системы выработки, передачи и распределения электроэнергии должны соответствовать применимым требованиям и утвержденным нормам и правилам конкретной страны установки.

### Нормы и правила

Утвержденные нормы и правила обычно вырабатываются Комитетами по здравоохранению и охране труда, в некоторых случаях совместно с промышленными комитетами или Британским институтом стандартов. Все прочие нормы и правила, публикуемые БИС, промышленными или профсоюзными органами, рассматриваются как неутвержденные. Нормы и правила сопровождаются подробными спецификациями, охватывающими применение и конструкцию оборудования, а также стандарты материалов и производства.

Из всех норм, правил и стандартов, подготовленных профессиональными и профсоюзными организациями, пожалуй, наиболее важными в нашем контексте являются Требования Института инженеров-электротехников к электроустановкам (С. К.), не имея законодательной силы, они представляют собой лучший свод норм и правил техники безопасности при работе с электричеством. На самом деле невыполнение фундаментальных положений, содержащихся в Части 1 Требований не должно являться для поставщика электроэнергии основанием для прекращения ее подачи к установке.

### Электробезопасность

Обслуживание электросистемы необходимо осуществлять с осторожностью во избежание контакта с незаизолированными компонентами под напряжением, в особенности внутри шкафа панели управления, что может привести к тяжелым телесным повреждениям или смерти.

Неправильное подключение может стать причиной поражения электротоком с нанесением тяжелых телесных повреждений или смертельным исходом, а также повреждением имущества и оборудования.

Из соображений личной безопасности необходимо находиться на сухой деревянной платформе или резиновом изолирующем коврике, убедиться, что одежда и обувь сухие, снять украшения и использовать инструменты с изолированными ручками.

- Не оставляйте мотки кабелей на полу машинного зала.
- Не используйте одни и те же каналы для прокладки электрических кабелей и линий подачи воды или топлива.
- Не используйте одни и те же каналы для прокладки кабелей постоянного и переменного тока.
- Всегда убеждайтесь в правильности подключения и заземления оборудования. Все металлические части, которые в случае неисправности могут оказаться под напряжением, должны быть надлежащим образом заземлены.
- Всегда отключайте аккумуляторы и зарядное устройство во время технического обслуживания оборудования, в особенности оборудования, настроенного на автоматическое срабатывание в случае отключения питания от сети. Всегда отключайте зарядное устройство от источника переменного напряжения перед отключением кабелей батарей. В противном случае отключение кабелей может вызвать всплеск напряжения, достаточный для повреждения управляющего контура постоянного напряжения агрегата. Случайный запуск генераторного агрегата во время проведения работ на нем может вызвать тяжелые телесные повреждения или летальный исход.
- Не изменяйте блокировку.
- Всегда следуйте применимым местным нормам и правилам в отношении электричества. Установка любого электрооборудования должна осуществляться квалифицированным лицензированным электриком.
- Не подключайте генераторный агрегат напрямую к любой электросистеме здания.
- Сетевая линия генератора может быть носителем опасных напряжений, что создает риск поражения электротоком или повреждения имущества. Подключение осуществляется только через утвержденный изолирующий выключатель или утвержденное устройство параллельного подключения.

Эксплуатация высоковольтных агрегатов требует дополнительных мер безопасности. Для работы вокруг высоковольтного оборудования необходимо наличие специального инструментария и навыков. Эксплуатация и техническое обслуживание должны осуществляться только специалистами, подготовленными и квалифицированными для работы на таком оборудовании. Неправильное использование или выполнение операций может привести к телесным повреждениям или смерти.

- Не работайте на запитанном оборудовании. Персонал, не имеющий разрешения, не должен находиться около запитанного оборудования. В силу особенностей высоковольтного оборудования после его отключения от источника питания остаются индуцированные токи. Оборудование должно быть отключено от питания и надежно заземлено.

### **Вода**

Вода или влага внутри генератора повышает опасность пробоя изоляции и поражения электротоком, которое может вызвать повреждение оборудования, а также тяжкие телесные повреждения или смерть. Не используйте генератор, ЕС ли он не сухой снаружи или изнутри. В случае, если генератор подвергся воздействию избыточной влажности, перед тем как попытаться запустить двигатель проконсультируйтесь с инструкцией по эксплуатации. При наличии сомнений проведите испытания изоляции по Меггеру. Минимальное допустимое значение сопротивления изоляции указано в инструкции.

### **Хладагенты и топливо**

Нельзя включать нагреватель хладагента при пустой системе охлаждения или во время работы двигателя, так как это может привести к повреждению нагревателя.

Точка кипения хладагента под давлением выше, чем у воды.

- Не открывайте крышку радиатора, теплообменника или напорной цистерны во время работы двигателя. Сначала дайте системе остыть и сбавьте давление.

Генераторные установки используются в трех основных целях:

- 1) Первичное или основное питание
- 2) Работа при пиковых нагрузках
- 3) Дежурное обеспечение сетевого питания

### Характеристики нагрузки

Необходимо провести общую оценку характеристик нагрузки, следовательно, установить ее природу и свойства на основании данных анализа. Должен быть составлен список установленного оборудования и известны его рабочие циклы.

Необходимо знать предложенный метод управления станцией, чтобы оценить коэффициент нагрузки и вывести потребность.

При рассмотрении нагрузок с различными коэффициентами нагрузки необходимо выделить активные и реактивные мощности и рассматривать их по отдельности. Применение индексов разнообразия как к активной, так и к реактивной мощности позволяет сделать более точные прогнозы.

Необходимо установить способ управления моторами любого типа.

Генерируемая мощность должна быть достаточной для удовлетворения пикового спроса, даже если такой пик возникает лишь на несколько часов в год. Нельзя игнорировать возможность перспективного увеличения нагрузки, поскольку возможно повышение потребности в электроэнергии.

График расширения электростанции должен быть тщательно спланирован и выполнен, а дополнительная мощность заморозена до возникновения потребности в ней. Проектирование должно быть достаточно гибким, чтобы позволить плановое расширение с минимальным разрушением существующей станции. Нормальной практикой является закладка на момент запуска оборудования мощности, на 10-20 % большей, чем максимальная пиковая потребность.

### Безопасная генерируемая мощность (БГМ)

БГМ (безопасная генерируемая мощность) = (установленная мощность станции) – (мощность наибольшего генератора) – (еще 15 % от мощности оставшейся части станции). Безопасная генерируемая мощность обеспечивает потребности системы.

Последний допуск относится на ухудшение характеристик станции за счет высокой температуры и низкого атмосферного давления.

Рассчитаем БГМ для типовой генераторной станции мощностью 5 МВт, состоящей из 1×5 МВт агрегатов:

$$5 - 1 - 4 \times 0,15 = 3,4 \text{ МВт}$$

### Определения

Пиковая нагрузка – максимальная нагрузка при максимальной потребности за определенный период.

Степень использования – отношение пиковой нагрузки к мощности станции.

Средняя нагрузка – средняя высота кривой нагрузки, получаемая делением общей энергии за определенный период на общую продолжительность периода в часах.

Коэффициент использования установленной мощности (коэффициент нагрузки) – отношение средней нагрузки к общей мощности станции. Является мерой фактической подачи энергии.

Коэффициент нагрузки – мера использования мощности станции или соотношение единиц энергии, фактически поставленных за определенный период.

Более общепринятым способом определения коэффициента нагрузки является использование произведения максимального спроса со стороны потребителей в кВт или кВА и продолжительности периода в часах. Годовой коэффициент нагрузки (ГКН) равен:

$$\text{ГКН (\%)} = \frac{(\text{кол-во единиц энергии, потребленных за период}) \times 100}{(\text{максимальная потребность}) \times 8760}$$

\* Примечание: если максимальная потребность выражается в кВт·ч, то единицей энергии является кВт.

Максимальные потребности (МП) различных пользователей в отдельно взятый момент крайне редко совпадают. Максимальная потребность станции в любое время должна быть меньше, чем сумма МП отдельных пользователей.

Тип и характеристики генераторной станции зависят от характера и размеров нагрузки, которую необходимо обеспечить питанием.

- Элемент, требующий соблюдения точного соблюдения значений параметров (компьютеры и телекоммуникационное оборудование).
- Элементы, могущие изменять потребность в питании или дестабилизировать работу станции, например
  - трансформирующие нагрузки или запуск двигателей.
  - нелинейные нагрузки.
  - циклически изменяющиеся нагрузки
  - регенеративные нагрузки.

## Запуск двигателей

Чтобы точно рассчитать размер вашей генераторной станции, если ее нагрузка состоит из нескольких электромоторов, различных по размеру, возможно отличающихся по способу запуска, а также по значениям активной нагрузки, необходимо тщательно взвесить все факторы, чтобы размер станции не оказался недостаточным.

Необходимо оценить влияние запуска моторов и его последовательности в сочетании с рабочими нагрузками, чтобы подобрать минимальные характеристики (типоразмер) генераторного агрегата, соответствующий профилю нагрузки. В некоторых случаях будет более мудрым рассмотреть примеры несоответствия двигателя и генератора, чтобы найти оптимальное решение.

## Определение размера установки

Необходимо заметить, что наибольший по размеру мотор необязательно обладает наибольшим влиянием на общую нагрузку, поскольку последнее определяется особенностями запуска мотора.

Разнообразные стандартные методы пуска с соответствующими им характеристиками представлены ниже:

а) Прямой запуск	7 тпн, коэффициент мощности 0,35
б) Звезда-дельта	2,5 тпн, коэффициент мощности 0,4
в) Автотрансформатор	4 тпн, коэффициент мощности 0,4
г) Плавный электронный пуск	3 тпн, коэффициент мощности 0,35
д) Инверторный привод	1,25 тпн, коэффициент мощности 0,8
	(тпн – ток полной нагрузки)

Эти значения весьма изменчивы, поэтому в каждом отдельном случае необходимо получать соответствующие ему значения.

Необходимо уделить особое внимание следующим моментам:

1. Моторы могут развивать достаточную мощность.
2. Генераторы могут развивать достаточную мощность (кВА).
3. При наличии разнообразных нагрузок падения частоты и напряжения могут сдерживаться в приемлемых пределах.

Рекомендуется войти в контакт с заказчиком или его консультантом, чтобы обсудить профиль нагрузки, в особенности если особо неблагоприятные условия ее формирования (например, при наибольшем значении ударной нагрузки при запуске со всеми подключенными нагрузками) вынуждают принимать менее экономичное решение в плане капитальных затрат на оборудование. Изменение профиля нагрузки позволяет найти более оптимальное решение.

## Посадка напряжения

Посадка напряжения в большой степени не зависит от нагрузки, уже несомой генератором, особенно если это смешанная пассивная нагрузка, однако каждый мотор, работающий в системе, отреагирует изменением оборотов и, соответственно, будет потреблять больше тока. Эта дополнительная нагрузка по току при добавлении к пусковому току запускаемых моторов может привести к тому, что величина посадки напряжения превысит ожидаемую.

Величина посадки напряжения на контактах генератора, последовавшая за переключением нагрузки, напрямую зависит от переходных и сверхпереходных реактивных сопротивлений машины.

$$\text{Посадка, } V = X' du (X' du + C),$$

где  $X' du$  – ненасыщенное переходное сопротивление на единицу, а  $C$  – отношение номинала генератора (кВА или ток) к ударной нагрузке (кВА или ток).

## Ограничение посадки напряжения

Существует несколько способов ограничения посадки напряжения на машине:

1. Если несколько моторов составляют основную часть нагрузки, можно ограничить последовательности запуска моторов и минимизировать ударную нагрузку.
2. Моторы с максимальной нагрузкой должны запускаться первыми.
3. Можно использовать генератор с низким переходным сопротивлением, это достигается применением машины большего размера.

## Коррекция коэффициента мощности

Если ток и напряжение нагрузки выходят за фазу в силу неполной активности нагрузки, что определяется как заедляющая и ведущая нагрузка, выведение коэффициента мощности под одним углом невозможно.

Существуют следующие способы коррекции коэффициента мощности:

- 1) Синхронные моторы (приводы насосов, вентиляторов, компрессоров и т.д. с установленным рабочим коэффициентом мощности), чрез контроль возбуждения приводятся к единичному или ведущему коэффициенту мощности. Моторы могут использоваться для коррекции коэффициента мощности, только если они работают.
- 2) Синхронные конденсаторы, которые эффективно используются на синхронных моторах исключительно для коррекции коэффициента мощности и регулирования напряжения.

### Конденсаторы

Посредством индивидуальной коррекции с использованием конденсаторов, подключенных напрямую к контактам питания отдельного пользователя при низком коэффициенте мощности станции.

Путем использования конденсаторов с ручным управлением, размещаемых в ключевых точках станции и включаемых во время работы соответствующих ее отделений.

Автоматически управляемые конденсаторы, включаемые в контур и выключаемые из него посредством контакторов при изменении нагрузки.

Конденсаторы с коррекцией по фактору мощности работают при практически нулевом ведущем коэффициенте мощности и используются для корректировки общего запаздывания коэффициента мощности всей установки до значения, приближающегося к единице, но отстающего от нее.

### Необычные нагрузки

#### Нелинейные нагрузки

Использование твердотельных силовых приборов, таких как тиристоры и симисторы, является основным источником гармонических искажений в силовых сетях. Нелинейные токи нагрузки, характерные для такого оборудования, могут находиться в допустимых пределах, если источником питания является общественная сеть с низким импедансом, однако если в составе установки используется преобразователь, нелинейная нагрузка будет более значительной и менее предсказуемой. Образующиеся гармонические токи будут зависеть от типа используемого преобразователя, в то время как гармония результирующего напряжения зависит от питающей сети.

Для подавления гармонических искажений можно применять следующие способы:

Блок (гребенка) фильтров: конструкция фильтров должна учитывать параметры рабочего цикла нагрузки и импеданс во избежание превращения их в приемник и накопитель гармонических искажений в любом месте системы.

- Группировка преобразователей в единый блок.
- Смещение фазы: при помощи специальных выпрямляющих трансформаторов, изменяющих фазность вторичной обмотки или угол образования гармонических искажений.
- Уменьшение импеданса питающей системы: при помощи увеличения размера генератора или использования специального оборудования с низким реактивным сопротивлением.

#### Флуоресцентные источники света

При включении флуоресцентные источники света образуют высокое переходное напряжение, поскольку нагрузка является исключительно емкостной без значимого уровня активной нагрузки. Конденсаторы коррекции коэффициента мощности флуоресцентных ламп могут создавать высокие переходные нагрузки на вращающиеся диоды бесщеточного генератора переменного тока. Решением проблемы является неиндуктивное сопротивление в параллели с основным полем.

#### Лифты и краны

При торможении лифтов и кранов механическая энергия может возвращаться к источнику питания в форме электрической энергии. Эта энергия может поглощаться другим оборудованием, однако избыточная мощность заставляет генератор работать как мотор, приводящий в действие свой собственный привод. Частота оборотов генератора возрастет, а регулятор уменьшит подачу топлива к нему. Возврат мощность должен полностью гаситься за счет механических потерь и электрических потерь генератора. Тем не менее, генератор способен поглотить ограниченное количество регенеративной мощности (< 10 % от номинала), так что если регенеративная мощность подключена к генератору, общая мощность остальных элементов должна быть равна ей. Для поглощения резистивной нагрузки может также потребоваться подключение непрерывной резистивной нагрузки, такой как блок нагрузок.

#### Емкостные нагрузки

По мере нарастания емкостной нагрузки возникает тенденция перевозбуждения генератора. Действие емкостных нагрузок создает высокое напряжение на контактах, которое ограничивается магнитным насыщением машины. Величина контактного напряжения определяется пересечением линии импеданса с характеристикой намагниченности открытого контура генератора. Нужно ограничение величины емкости, которая может переключаться для поддержания стабильности напряжения. Данная проблема решается наличием неиндуктивного сопротивления параллельно с основным полем, поскольку такие нагрузки повышают силу основного тока возбуждения и тока возбуждения возбудителя и препятствуют самовозбуждению элемента емкостной нагрузки.

Ограничение емкостной нагрузки составляет примерно 0,93 коэффициента мощности при всех условиях.

### Несбалансированные нагрузки

Убедитесь, что однофазные нагрузки равномерно распределяются по всем фазам.

Если пробой не охватывает все три фазы, могут возникать несбалансированные токи. Пробои обычно устраняются защитой контура, любое несрабатывание удаленной защиты или соответствующих прерывателей приведет к выходу из строя контура, подключенного к генератору. В случае сохранения дисбаланса или повышения тока Если сила тока отрицательной фазы увеличивается, необходимо вызвать размыкание прерывателя (см. литературные источники изготовителей оборудования).

## Предполагаемый график технического обслуживания

Контрольная таблица для аварийных дежурных генераторов

Используется только для руководства – всегда следуйте указаниям изготовителя оборудования

		10 часов / еженедельно	100 часов / ежемесячно	200 часов / ежегодно	
1. Двигатель	1.1. Проверка уровня смазочного масла	×			
	1.2. Замена смазочного масла			×	
	1.3. Проверка уровня топлива	×			
	1.4. Проверка уровня охладителя воды	×			
	1.5. Проверка содержания антифриза в системе охлаждения и замена фильтра		Раз в 6 месяцев	×	
	1.6. Проверка натяжения клиновидного ремня			×	
	1.7. Проверка воздушного фильтра, а если фильтр масляный – проверка уровня масла			×	
	1.8. Проверка всех линий (топливо, воздух, выхлопная система) на наличие протечек			×	
	1.9. Слив осадка из топливного бака		×		
	1.10. Проверка вентиляционного клапана топливного бака		×		
2. Электросистема двигателя	2.1. Проверка уровня электролита в батарее	×			
	2.2. Проверка уровня зарядки гидрометром		×		
	2.3. Зачистка кабельных контактов на батарее и смазка			×	
	2.4. Проверка исправности соленоида подачи топлива		×		
	2.5. Проверка подключения вспомогательной клеммной коробки	×			
3. Генератор	3.1. Очистка отверстия и внутреннего пространства сухим воздухом		×		
	3.2. Смазка подшипников			×	
	3.3. Проверка проходимости вентиляционных устройств	×			
4. Распределительная аппаратура	4.1. Проверка функционирования всех реле			×	
	4.2. Проверка функционирования всех переключателей (в т.ч. двигателя)			×	
	4.3. Проверка чистоты контакторов и контактов прерывателей			×	
	4.4. Проверка состояния плавких предохранителей и отключающих устройств			×	
5. Общая часть	5.1. Проверка и затягивание всех болтов и гаек (при необходимости)			×	
	5.2. Проверка состояния противовибрационных устройств (при наличии таковых)			×	
6. Весь агрегат	6.1. Включение устройства минимум на час предпочтительно с нагрузкой 50 %	×			
	Проверить:				
	1. Приблизительное время запуска				
	2. Функционирование всех деталей двигателя				
	3. Функционирование всех КИП				
	4. Исправность всех световых сигналов				
	5. Функционирование всех выключателей				
	6.2. Чистка всего агрегата и наружной поверхности панели управления, удаление пыли			×	
	7.	7.1. Проверка агрегата изготовителем			×

### Регулярное техобслуживание

Большинство владельцев стационарных генераторных агрегатов уверяют, что проводят их полное и регулярное обслуживание, однако существуют и такие операторы, которые пренебрегают техобслуживанием, поэтому при отключении сетевого питания агрегат не всегда запускается. В большинстве подобных случаев вина возлагается на неисправность стартера и систем управления, однако с годами настоящей причиной становится отсутствие регулярного профилактического обслуживания, обуславливая дополнительные расходы и может создавать опасность для жизни.

Профилактическое обслуживание является наиболее простым и дешевым способом технического обслуживания, поскольку оно позволяет персоналу проводить работы в удобное для него время. Основой является правильно составленный график, который должен соответствовать степени нагрузки на генераторный агрегат, поскольку если одни агрегаты используются лишь кратковременно и по необходимости, другие используются для питания нагрузки в течение более продолжительного времени.

### Регулярные проверки

Обычно агрегат должен проверяться еженедельно и запускаться на короткое время, предпочтительно с нагрузкой, так чтобы были задействованы как сам агрегат (двигатель и генератор), так и его панель управления. Все данные и показатели должны регистрироваться. Примерный график обслуживания может использоваться в качестве основы для составления программы обслуживания в соответствии с режимом эксплуатации. Предполагается, что агрегат прошел приемочные испытания и что его первоначальный запуск в соответствии с инструкциями изготовителя осуществлен надлежащим образом подготовленным техническим персоналом. Время между проверками зависит от конкретных условий эксплуатации, например, запыленность атмосферы и т.д.

На некоторых установках отсутствует надлежащим образом подготовленный технический персонал, в этом случае рекомендуется заключить договор на регулярное техническое обслуживание с изготовителем оборудования.

### Договор на техническое обслуживание

Договор на техническое обслуживание может иметь форму простого соглашения между владельцами генераторного агрегата и изготовителем оборудования или его представителем. Владелец оборудования обозначается как «пользователь», а изготовитель – как «подрядчик». Предполагается, что в договор будут включены следующие положения:

1. Пользователь пользуется услугами только подготовленных и опытных операторов.
2. Согласуется время между проверками.
3. Подробно определяется объем работ.
4. Подрядчик по рекомендации пользователя заменяет любую деталь, не указанную в гарантии или графике работ.
5. Подрядчик берет на себя проведение капитальных ремонтов, время от времени возникает необходимость в которых возникает время от времени
6. Согласуется период работ, указанный в графике (обычно добавляется стоимость деталей, используемых в ходе выполнения графика).
7. Пользователь предоставляет все необходимые средства для выполнения подрядчиком графика работ в нормальные рабочие часы.
8. Пользователь гарантирует подрядчика от любых убытков, повреждения оборудования или телесных повреждений персонала, прямо или косвенно связанных с осуществлением обслуживания.
9. Любая из сторон может прекратить действие договора с направлением соответствующего уведомления. Во избежание недопонимания и невыполнения обязательств рекомендуется иметь формальное легализованное соглашение.

Базовый график обслуживания обычно включает в себя:

- а) Проверить состояния воздухоочистителя, топливных и масляных фильтров, при необходимости заменить.
- б) Проверить уровень хладагента, антифриза и присадок.
- в) Проверить уровень смазочного масла, наличие утечек, при необходимости долить или заменить.
- г) Проверить уровень топлива и наличие утечек.
- д) Проверить топливные инжекторы (только визуально).
- е) Проверить состояние и натяжение ремня вентилятора, при необходимости скорректировать.
- ж) Проверить состояние батареи стартера, напряжение, плотность и уровень электролита.
- з) Проверить состояние ламп, предохранителей, КИП, контакторов и выключателей на распределительной панели.
- и) Проверить выходные характеристики зарядного устройства.
- к) Проверить надежность электрических и механических соединений, при необходимости подтянуть.
- л) Проверить установки напряжения и частоты генератора.
- м) Сымитировать отключение сетевого питания.
- н) Проверить состояние щеток генератора, при необходимости заменить.
- о) Предоставить заказчику отчет о состоянии станции. Наиболее частой причиной проблем с запуском двигателя является низкий заряд батарей.

### **Батарей**

Батареи могут быть либо недостаточно заряжены, либо перезаряжены, второе состояние встречается более часто и приводит к сокращению срока службы батареи.

Важно, чтобы батареи всегда были в состоянии, близком к полной зарядке; необходимо регулярно проверять плотность электролита. Неправильное использование зарядного устройства часто приводит к перезарядке батарей.

Во время запуска двигателя напряжение батареи падает до минимума а сила тока повышается до максимума. Непосредственно после запуска двигателя сила тока падает, а напряжение повышается. В первый критический момент работы стартера должны сработать такие важные компоненты, как соленоид подачи топлива и реле. Хотя большинство производителей оборудования стараются этого избежать, на некоторых установках оба эти действия происходят одновременно. Поэтому жизненно важно, чтобы батарея находилась в заряженном состоянии.

### **Малые нагрузки**

Достаточно часто происходит так, что даже при условии регулярного технического обслуживания вследствие избыточной работы с легкой нагрузкой выходят из строя топливные инжекторы. Как видно из графика обслуживания, рекомендуемая нагрузка составляет 50 % от номинала. Этот уровень является минимальным, более предпочтительной является полная нагрузка с повышением ее на короткое время до 110 %.

Это гарантирует, что двигатель не выйдет из строя вследствие закупорки инжекторов угольными отложениями от несгоревшего топлива. Кроме того, длительная работа двигателя с малой нагрузкой приводит к разжижению смазочного масла. Профилактическое или плановое техническое обслуживание не является панацеей от неисправностей, однако помогает предотвратить срыв запуска генераторного агрегата, когда он больше всего нужен.



{пустая в оригинале} – Примечание переводчика.

**Генераторные агрегаты в шумозащитном корпусе**

Средства шумоподавления, используемые на генераторных агрегатах, делятся на несколько категорий.

Стандартная защита от погодных условий из листового металла. Для использования вне помещений, уровень подавления механических шумов малый, шум радиатора не подавляется. Шум от выхлопа может уменьшаться за счет стационарных глушителей.

Помещение генератора в специальный шумозащитный кожух с воздухозабором и выходными аттенуаторами – для использования вне помещений.

Уровень шумоподавления стандартным корпусом составляет 15030 дБ(А). Дополнительное снижение шума может быть достигнуто за счет повышения плотности барьерного материала и увеличения длины воздухозабора и выпускного аттенуатора.

Установка генераторного агрегата в обычное кирпичное помещение, с воздухозабором и выходными аттенуаторами звука и акустическими дверями. Высокий уровень шума внутри зала, но эффективное снижение уровня шума снаружи.

Установка генераторного агрегата в помещение, отделанное звукоизоляционным материалом, с воздухозабором и выходными аттенуаторами звука. Снижение уровня шума внутри и значительное снижение уровня шума снаружи.

Установка генератора в корпусе в помещении. Агрегат помещается в специальный корпус с воздухозабором и выходными аттенуаторами звука. Низкий уровень шума внутри и снаружи.

Прочие средства шумоподавления

Использование удаленных радиаторов (для рассеяния шума) и охладительных башен, хотя в обоих случаях уровень шума остается достаточно высоким.

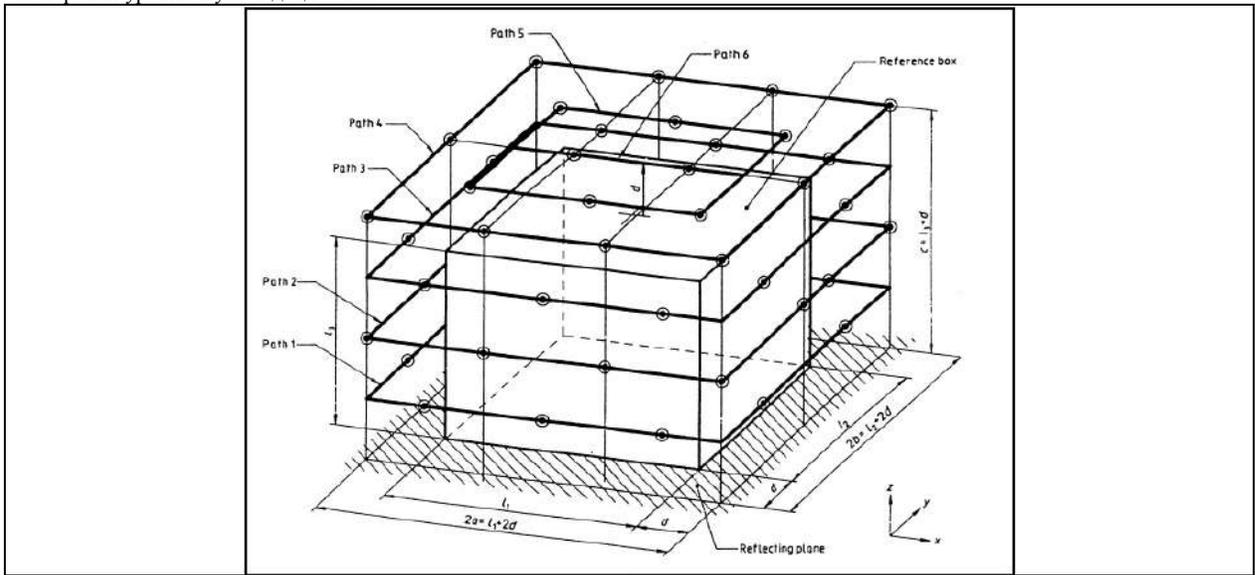
**Определения:**

Защита от погодных условий – корпус из листового металла с боковыми дверями и глушителями, установленными внутри или на крыше. Малое шумоподавление, однако наиболее дешевый вариант защиты.

Малозумный агрегат – для соответствия положениям Директивы 2000/14/ЕС проводятся испытания агрегатов в соответствии с EN ISO3744:1995, промышленным стандартом, вступившим в силу с 3 января 2002 года в отношении генераторов до 500 кВА (400 кВт).

**Способы измерений**

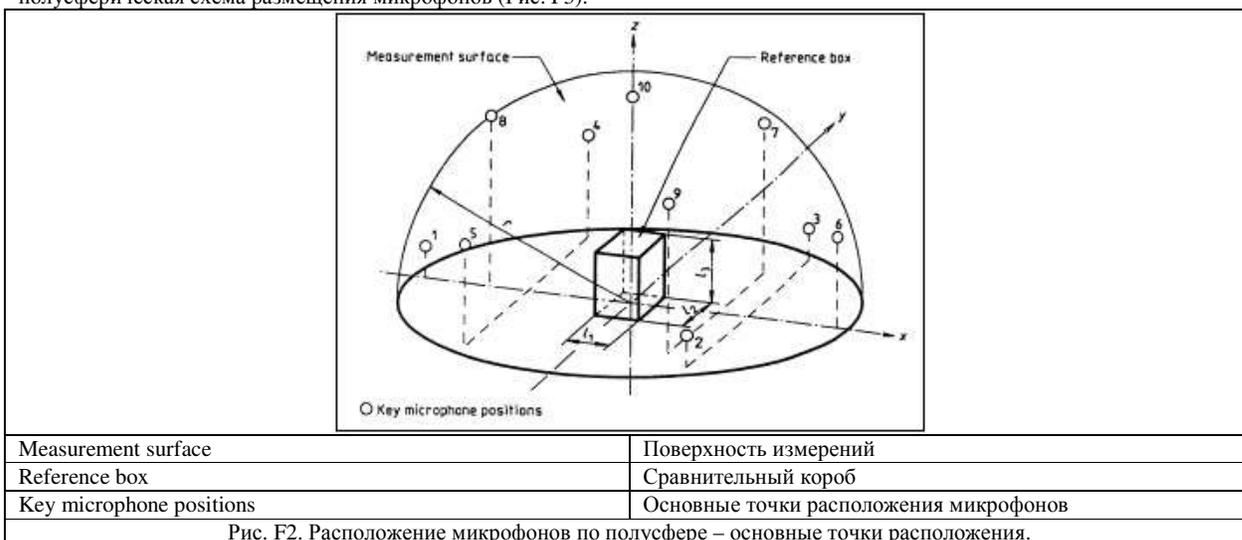
Вокруг генератора в кубических участках пространства размещаются датчики (Рис. F1). Эта схема используется для измерения уровня шума в децибелах.



Path	Путь
Reference box	Сравнительный короб
Reflecting plane	Отражающая плоскость

Рис. F1. Пример поверхности измерений и расположения микрофонов (путей) на крупном агрегате.

На генераторах свыше 500 кВа (400 кВт) для определения уровня шума и его распределения по октавам используется полусферическая схема размещения микрофонов (Рис. F3).



#### Сверхмалозумные агрегаты

Уровень шума в 1 метре от корпуса 75 дБ(А). Это средний уровень шума, регистрируемый во многих точках вокруг корпуса при работе агрегата на 75 % основной нагрузки.

#### Автономные и компактные корпуса

Компактные, для агрегатов от 32 кВА до 511 кВА (Рис. F 5).

Стандартный агрегат в шумозащитном корпусе с нижней рамой, включающей подъемное устройство, обеспечивающее подъем одного агрегата, а также дневной бак.

Размеры корпуса минимальны. Обслуживание осуществляется через несколько дверей. Средства управления расположены снаружи.

Малозумные агрегаты в контейнерах ISO мощностью свыше 60 кВА.

Длина 6 м (20 футов) или 12 м (40 футов). Автономный, малозумный агрегат (см. стандартные размеры ниже).

	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
Стандартный контейнер 20 футов	6058	2438	2591
Контейнер «высокий куб» 20 футов	6058	2438	2895
Стандартный контейнер 40 футов	12192	2438	2591
Контейнер «высокий куб» 40 футов	12192	2438	2895

#### Описание

Подавление шума и защита генераторных агрегатов от погодных условий осуществляется в широком диапазоне вариантов корпусов.

#### Защита от погодных условий

Если уровень шума не очень важен, можно использовать «полностью закрытый» корпус, обеспечивающий защиту от погодных условий, пригодный для использования на месте, мобильной работы и аварийного питания. Предназначенные для агрегатов от 32 до 239 кВА, эти корпуса устанавливаются на основную раму и представляют собой компактное сооружение, обеспечивающее доступ к точкам заправки топливом, маслом и водой для технического обслуживания.

Каждый корпус имеет широкие запирающиеся двери и позволяет использовать генератор при всех закрытых дверях. Глушители устанавливаются внутри или на крыше.

В шасси обычно устанавливается основной топливный бак.

Для генераторов мощностью свыше 250 кВА с двигателями NTA855 и выше предлагаются защищенные от погодных условий контейнеры ISO без шумоподавления длиной 20 футов и более.

#### Малозумные и сверхмалозумные (Рис. F3 и F5)

Для подавления шума от генератора используются акустические корпуса, обеспечивающие снижение шума от 15 дБ(А) до 30 дБ(А) и соответствующие нормам ЕС2000/14, 2002 и 2006.

Воздухозабор и выпуск воздуха осуществляются через аттенюаторы звука, расположенные на каждом конце в форме разделителей и обеспечивающие эффективное поглощение звука при минимальном сопротивлении потоку воздуха. Каждый аттенюатор снабжен погодными жалюзи и защитой от птиц.

Каждый корпус имеет петлевые запирающиеся двери с каждой стороны, обеспечивающие доступ к точкам обслуживания. Стационарные глушители устанавливаются внутри. Внутренние трубопроводы изолируются тепло- и звукопроницаемым материалом.

Каждый корпус снабжен подъемным устройством, позволяющим поднимать как сам корпус, так и агрегат. Все агрегаты полностью автономны и включают основные топливные баки, батареи, выхлопные системы и панель управления.

**Контейнерный вариант (Рис. F4).**

Передвижные генераторные агрегаты от 700 кВА до 2000 кВА могут оснащаться малошумным акустическим корпусом контейнерного типа. В качестве корпуса используется стандартный контейнер ISO.

Воздухозабор и выпуск воздуха осуществляются через аттенуаторы звука, расположенные на каждом конце в форме разделителей и обеспечивающие эффективное поглощение звука при минимальном сопротивлении потоку воздуха. Каждый аттенуатор снабжен погодными жалюзи и защитой от птиц.

Выхлопная система представлена стационарными глушителями с изоляцией труб внутри контейнера.

Все корпуса имеют двери для доступа, обычно по одной с каждой стороны, с периферическим уплотнением и прочной ручкой с замком или запором типа шпингалета.

Подъем может осуществляться за четыре точки.

Панель для подключения кабелей расположена снаружи.

Контейнерная станция соответствует ЕС2000/14 и может использовать генераторы до 2000 кВА.

**Установка малошумных агрегатов****Выбор места**

Генератор размещается как можно ближе к питаемой им нагрузке, с соблюдением следующих условий:

Площадка должна быть сухой, ровной и достаточно твердой, чтобы выдерживать вес агрегата без перекосов с течением времени.

Генератор в корпусе должен располагаться таким образом, чтобы потоки воздуха и выхлопных газов не создавали помех или опасности персоналу, зданиям и т.д.

Необходимо свободный доступ к генератору, а также созданы условия для его обслуживания, включая

- Осмотр дверных уплотнений и петель, ручек, замков и внутренних механизмов экстренного открывания.
- Осмотр впуска и выпуска воздуха на предмет засорения.
- Осмотр выхлопной системы на предмет повреждений и отсутствия контактов посторонних материалов с горячими элементами системы.
- Осмотр выходов выхлопной системы на предмет проходимости.
- Периодический осмотр внешних поверхностей и их чистка.
- Кабели
- Хранение топлива и заправка.



Рис. F3. Малошумный корпус для агрегата 500 кВА обеспечивает уровень шума 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр.

**Подготовка к установке**

- Разместите агрегат в корпусе в выбранном месте.
- Откройте двери корпуса и проведите полную установку в соответствии с инструкцией.
- Проведите пуск агрегата в эксплуатацию в соответствии с инструкцией.

**ВНИМАНИЕ**

Вилки и кабели должны соответствовать по напряжению, току и классу изоляции.

**ВНИМАНИЕ**

Проводящие металлические части, связанные с оборудованием, должны заземляться.



Рис. F4. Корпус для агрегатов на 750 кВА и выше.



Рис. F5. Сверхмалошумный генератор в корпусе на 100 кВА.

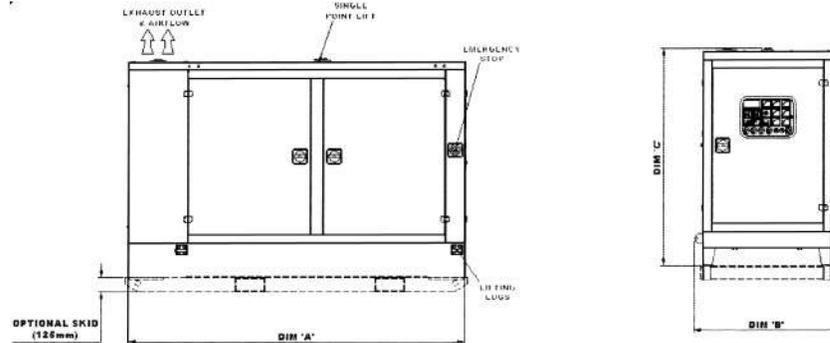


Рис. F6. Сверхмалозумный корпус в форме 12-метрового контейнера ISO пригоден для агрегатов от 1200 до 2000 кВА.



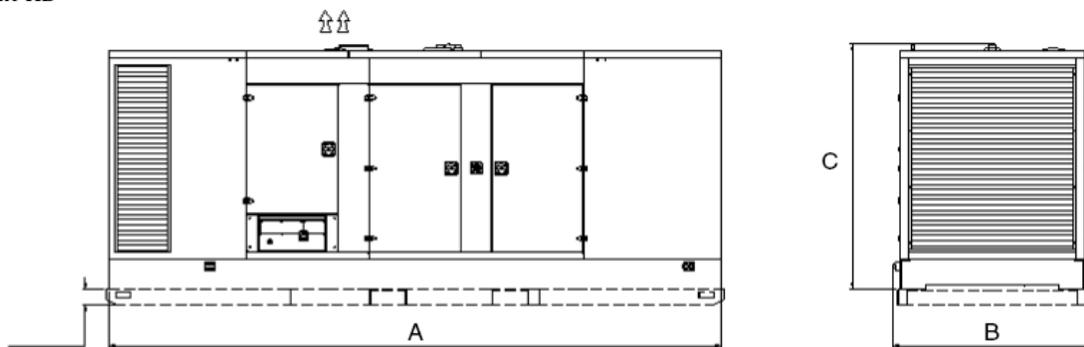
Рис. F7. Пример малозумного корпуса контейнерного типа для генераторов до 2000 кВА.

Компактный вариант



Для агрегатов от 32 до 230 кВА с двигателями В3.3, 4В, 6В и 6С.

Вариант HD



Для агрегатов от 233 до 511 кВА с двигателями LTA10, NT855, QSX15 и K19.

Вариант НРР (контейнер ISO)



Для агрегатов от 575 до 2000 кВА с двигателями VTA28, QST30, KTA50 и QSK60.

Малозумный вариант – 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр

Сверхмалозумный вариант – 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр

Примечание: все веса и размеры приблизительны. Всегда требуйте заверенные чертежи.

Рис. F8. Малозумные корпуса



Рис. F9. Маломощный генератор для тяжелых условий эксплуатации.

Издаваемый генератором шум делится на три категории:

- шум от двигателя (обычно 100-110 дБ(А) на расстоянии 1 метр)
- шум выхлопных газов двигателя (обычно 100-110 дБ(А) на расстоянии 1 метр без шумоподавления)
- шум радиаторного вентилятора (при наличии такового) (обычно 100-105 дБ(А) на расстоянии 1 метр)

Хотя генератор сам по себе также является источником шума, уровень его шума обычно на 15-20 дБ(А) ниже, чем от двигателя, и, как правило, не имеет значения.

Если вентиляторы устанавливаются на агрегате или приводятся в действие местным мотором, важно понять значимость радиатора как источника шума. Это особенно важно в связи с тем, что с целью уменьшения размеров и стоимости вентиляционной системы используются вентиляторы, рассчитанные на большой диаметр воздуховода.

При рассмотрении уровня шума нужно помнить, что его значения в диапазоне 100-2000 кВА несильно различаются (всего на 15 дБ(А)).

### Шум + вентиляция

Основной проблемой контроля шума является не контроль шума сам по себе, но комбинация контроля шума и требований к вентиляции.

Дизельные генераторные агрегаты выделяют значительное количество тепла, поэтому независимо от типа радиатора для их охлаждения требуется большое количество воздуха (15-20 м<sup>3</sup>/с для агрегата на 1000 кВА). Таким образом, решение задачи контроля шума требует больших площадей для размещения оборудования – а площади всегда стоят дорого.

### Стандарты

Национальные и европейские стандарты в отношении генераторных агрегатов рассматривают проблему шума скорее с точки зрения охраны здоровья и безопасности труда, чем комфорта. В то время как на большинстве установок осуществляется контроль уровня шума (обычно 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр), комфортный уровень шума для окружающей среды, в которой находится генератор, обычно ниже. Во многих случаях такие уровни шума устанавливаются местными экологическими организациями на основании экологического законодательства (закон об охране природы и т.д.) и являются частью проектирования.

Необходимо также учитывать график эксплуатации (так, уровень шума при работе в ночное время должен быть значительно ниже, чем в дневное).

Уровень шума чаще всего выражается в дБ(А). Приставка «А» относится к реакции человеческого уха, которое менее чувствительно к низким частотам. Средовой шум обычно выражается в средневзвешенных временных единицах (L<sub>go</sub>, L<sub>eq</sub> и т.д.), однако для целей испытаний принимается, что генератор работает постоянно.

Иногда уровень шума выражается в NC или NR (уровни звукового давления). Это относится к стандартным значениям (см. Таблицу 1), которые не должны превышать ни в одном из октавных диапазонов (в отличие от уровня в дБ(А), который является общим).

Существуют следующие соотношения для грубого перевода дБ(А) в NC/NR:

$NC/NR+5$  примерно равно дБ(А) (например, 40 NC примерно равны 45 дБ(А)).

При указании уровня шума важно указывать место/расстояние его измерения.

Директива ЕС 2000/14/ЕС, применимая специально к генераторным установкам, используемым на стройплощадках, широко применяется как стандарт уровня шума в отсутствие противоречащих ей экологических требований. Речь идет скорее о мощности звука, чем о звуковом давлении (целью является независимость результата от среды, в которой используется генератор. Простым примером является то, что значение мощности дуги 2 кВт не скажет Вам о температуре, которую она создаст, если вы не имеете дополнительных сведений о среде).

В настоящее время для агрегатов свыше 2 кВА уровень мощности звука составляет 100 дБ(А), что соответствует звуковому давлению 83-85 дБ(А) на расстоянии 1 метр (в зависимости от размера агрегата). Тем не менее, Директива находится в состоянии пересмотра и ожидается, что этот уровень будет понижен на 3 дБ(А).



Рис. F10. Сверхмалозумный корпус для двух дежурных агрегатов по 1000 кВА каждый.

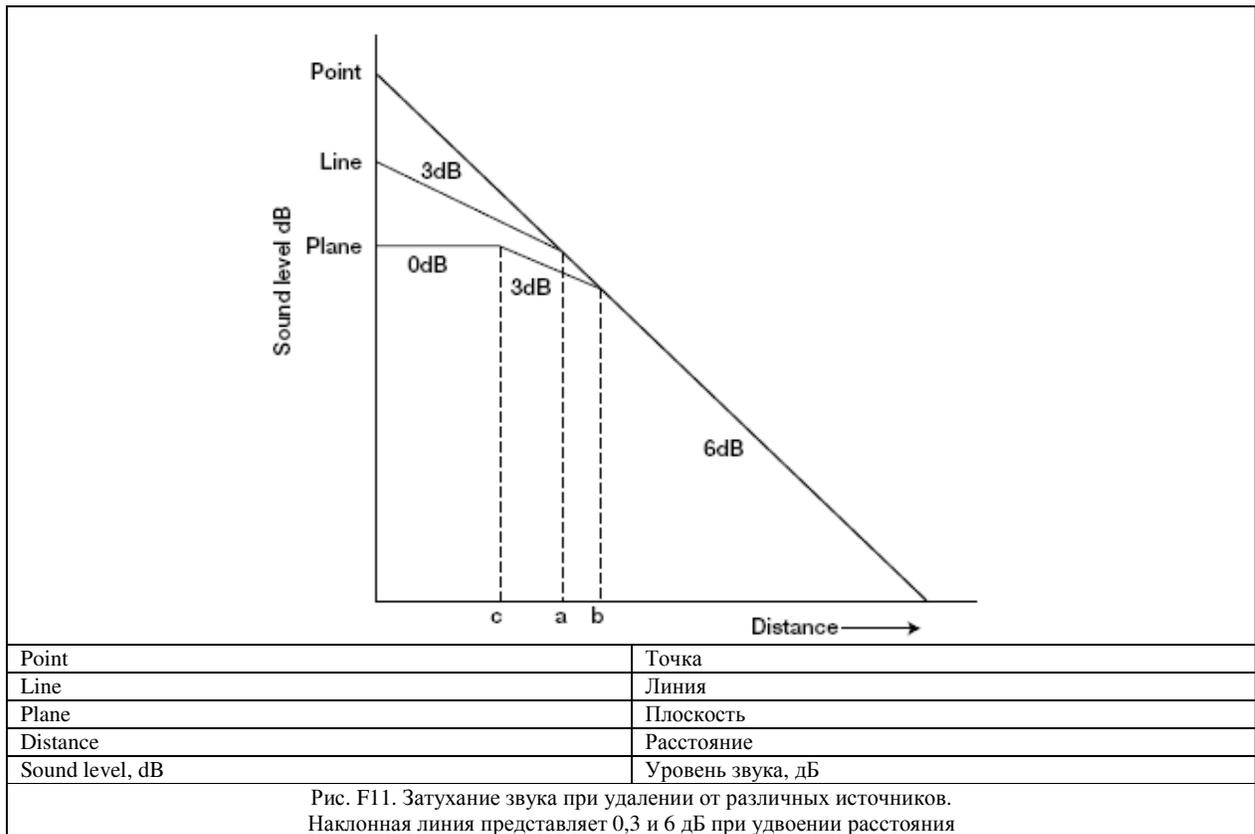
Таблица 1

Номинальные значения уровня шума – NR (звуковое давление)								
Центральные частоты октавного диапазона (Гц)								
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
NR100	125	119	105	102	100	98	96	95
NR 95	111	105	100	97	95	93	91	90
NR 90	107	100	96	92	90	88	86	85
NR 85	103	96	91	87	85	83	81	80
NR 80	99	91	86	82	80	78	76	74
NR 75	95	87	82	78	75	73	71	69
NR 70	91	83	77	73	70	68	66	64
NR 65	87	78	72	68	65	62	61	59
NR 60	83	74	68	63	60	57	55	54
NR 55	79	70	63	58	55	52	50	49
NR 50	75	65	59	53	50	47	45	43
NR 45	71	61	54	48	45	42	40	38
NR 40	67	57	49	44	40	37	35	33
NR 35	63	52	45	39	35	32	30	28
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	23
NR 25	55	44	35	29	25	22	20	18
NR 20	51	39	31	24	20	17	14	13
NR 15	47	35	26	19	15	12	9	7
NR 10	43	31	21	15	10	7	4	2

Критерии шума – NC (звуковое давление)								
Центральные частоты октавного диапазона (Гц)								
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
NC 70	83	79	75	72	71	70	69	68
NC 65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC 60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC 55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC 50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC 45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC 40	64	57	50	45	41	39	38	37
NC 35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC 30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC 25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC 20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC 15	47	38	29	22	17	14	12	11

Таблица 2 содержит типовые уровни шума в дневное и ночное время в центре Лондона, пригороде и сельской местности.

Группа	Место	Шумовой климат, дБ(А) 08:00-18:00	Шумовой климат, дБ(А) 01:00-06:00
A	Магистральные дороги со множеством тяжелых машин и автобусов (обочина)	80-68	68-50
B	1) Большие улицы с интенсивным движением и автобусами 2) Боковые улицы в пределах 15-20 м от улиц групп А или В1)	75-63	61-48
C	1) Главные улицы в жилой части 2) Боковые улицы в пределах 15-20 м от улиц с интенсивным движением 3) Дворы или дома, закрытые от прямого шума интенсивного движения	70-60	54-44
D	Жилые улицы только с местным движением	65-57	52-44
E	1) Малые улицы 2) Сады или дома в более чем 100 м от улиц с интенсивным движением	60-52	48-43
F	Парки и дворы в жилой части, удаленные от улиц с движением	55-50	46-41
G	Места с местным шумом и очень удаленные от движения	50-47	43-40



### Законодательство

Уровни шума от генераторов на территории Евросоюза регулируются Директивой 2000/14/ЕС.

В других странах действуют местные нормы и правила.

### Типовые варианты шумового климата

Если уровень шума не определен, однако представляется необходимым его подавление, достижение желаемого уровня шума возможно за счет сравнения с фоновым шумом (именно так и поступает законодательство Великобритании). Важно признать, что фоновый шум обычно не включает пики шума, например, от проезжающих машин, поездов или пролетающих самолетов. Более удаленный шум движения может быть более значительным, если он более продолжителен. В Таблице 2 приведены некоторые типовые уровни шума, а также показана разница между дневным и ночным временем.

При отсутствии специальных указаний принимается, что уровень шума от дизельного генератора в дежурном режиме в наиболее «чувствительных» точках должен совпадать с уровнем фонового шума или быть до 5 дБ(А) ниже его. Обратите внимание, что для недежурного оборудования этот уровень должен быть ниже и зависит от времени эксплуатации.

### Привязка установленных значений к уровню шума от генератора

Как было сказано ранее, для каждого установленного или полученного значения уровня шума важно знать, в какой точке и на каком расстоянии он измерен. Если существует возможность выбрать место установки агрегата, этот фактор будет иметь большое значение для определения необходимости шумоподавления. Если, например, указанное значение уровня шума действительно для определенной области, установка генератора на удалении от этой области позволяет более реалистично оценить уровень шума в месте установки генератора.

Аналогичным образом, принимается во внимание топография любого строения на территории. Результирующее «экранное» шумоподавление может быть полезным для достижения требуемого уровня шума.

Важно, чтобы при определении уровня шума от генератора эти факторы принимались во внимание, поскольку уровень шума зачастую определяется на расстоянии 1 метр от агрегата/станции, не допуская естественное шумоподавление. Определение результирующего уровня шума может быть очень дорогостоящим, если не невозможным.

В большинстве случаев естественное шумоподавление определяется расстоянием, так как по мере удаления от источника площадь распределения звуковых волн увеличивается, а звуковое давление уменьшается. Наиболее распространенной формулой затухания звука является «6 дБ при удвоении расстояния», однако при ее применении необходимо соблюдать осторожность. На малых расстояниях генераторный агрегат представляет собой плоскостной источник шума, затухание шума от которого значительно меньше, чем от точечного источника (см. Рис. 11).

При определении затухания шума с расстоянием необходимо вносить следующие поправки.

До 10 метров: 1 дБ на метр (то есть 5 м = -5 дБ, 10 м = -10 дБ и т.д.)

Свыше 10 м: 6 дБ при удвоении расстояния (то есть, 20 м = -16 дБ, 40 м = -22 дБ и т.д.)

В таблице ниже приведены уровни шума при удалении:

Расстояние, м	Затухание, дБ
1	-1
3	-3
5	-5
7	-7
10	-10
15	-13
20	-16
30	-19
40	-22
500	-23
100	-29

См. также предыдущую страницу.

### Варианты применения

#### Вне помещений, в шумозащитном корпусе

В этом случае акустический корпус выполняет две важные функции – защита генератора от погодных условий и обеспечение требуемого уровня шума.

Корпус и вспомогательные элементы могут иметь разную форму, однако неизменно имеется набор ключевых элементов:

- сам корпус: обычно единый, навесного типа с дверями или контейнерного типа.
- малошумная вентиляционная система, включающая впускные и выпускные жалюзи-аттенуаторы с заслонками.
- система подавления выхлопных шумов.

Важно, чтобы сам генератор был изолирован от элементов корпуса, чтобы свести передачу вибрации к минимуму. Это достигается за счет использования противовибрационных устройств под агрегатом, гибкого соединения между радиатором и выпускным аттенуатором, а также гибкого сильфона в выхлопной системе, гибких соединений в топливной системе т.д.

На Рис. 12 представлен типовой внешний вид системы. Хотя корпус показан здесь стоящим на бетонном поясе, во многих случаях агрегаты поставляются «упакованными», например, если они устанавливаются на стальные швеллеры или бетонные сваи. В этом случае корпус имеет отдельное стальное основание, или агрегат поставляется в контейнерном варианте.

#### Уровни шума

На большинстве установок вполне достижим уровень шума 70-85 дБ(А) на расстоянии 1 метр. Более низкий уровень (60-65 дБ(А) на расстоянии 1 метр) также возможен, однако необходимо уделить особое внимание подавлению шума от вентиляционной и выхлопной систем. Что касается последней, шумовое излучение от корпусов внешних глушителей может являться проблематичным и потребовать их установки внутри корпуса и тепловой изоляции с целью контроля уровня излучаемого тепла.

#### Сверхмалозащитность

На рис. 13 представлена конструкция корпуса, позволяющего получать низкий уровень шума. Он также может использоваться, если по эстетическим соображениям необходим более «чистый» вид станции – стандартная трехмодульная конструкция с внешними аттенуаторами и глушителями на крыше не всегда приемлема для архитекторов и проектировщиков.

Этот конкретный пример также включает стальное основание с акустической обработкой – «упакованный» вариант корпуса, о котором говорилось ранее.

Уровень 60 дБ(А) на расстоянии 1 метр является наименьшим практически достижимым уровнем для одного агрегата. Если необходим более низкий уровень шума на расстоянии 1 метр (а так случается очень часто), применяется двойной корпус (внутренний и внешний), а также двухступенчатое шумоподавление и специальная конструкция выхлопной системы. Необходимо признать, не только что такая система имеет очень значительную стоимость, но что увеличение ее веса и пространства, которое она занимает, делают ее непрактичной.

#### В помещениях

Хотя основные принципы конструирования акустических корпусов широко применимы к размещению агрегатов внутри помещений, в этом случае существуют особенности проектирования, обусловленные планировкой здания и пространственными ограничениями.

На Рис. F14 представлен типовой пример размещения генераторного агрегата ниже уровня земли в городском офисном комплексе.

Вначале рассмотрим вопросы вентиляции, поскольку она сама по себе (без привязки к контролю шума) является проблематичной, в особенности на станциях из нескольких агрегатов.

#### Вентиляция

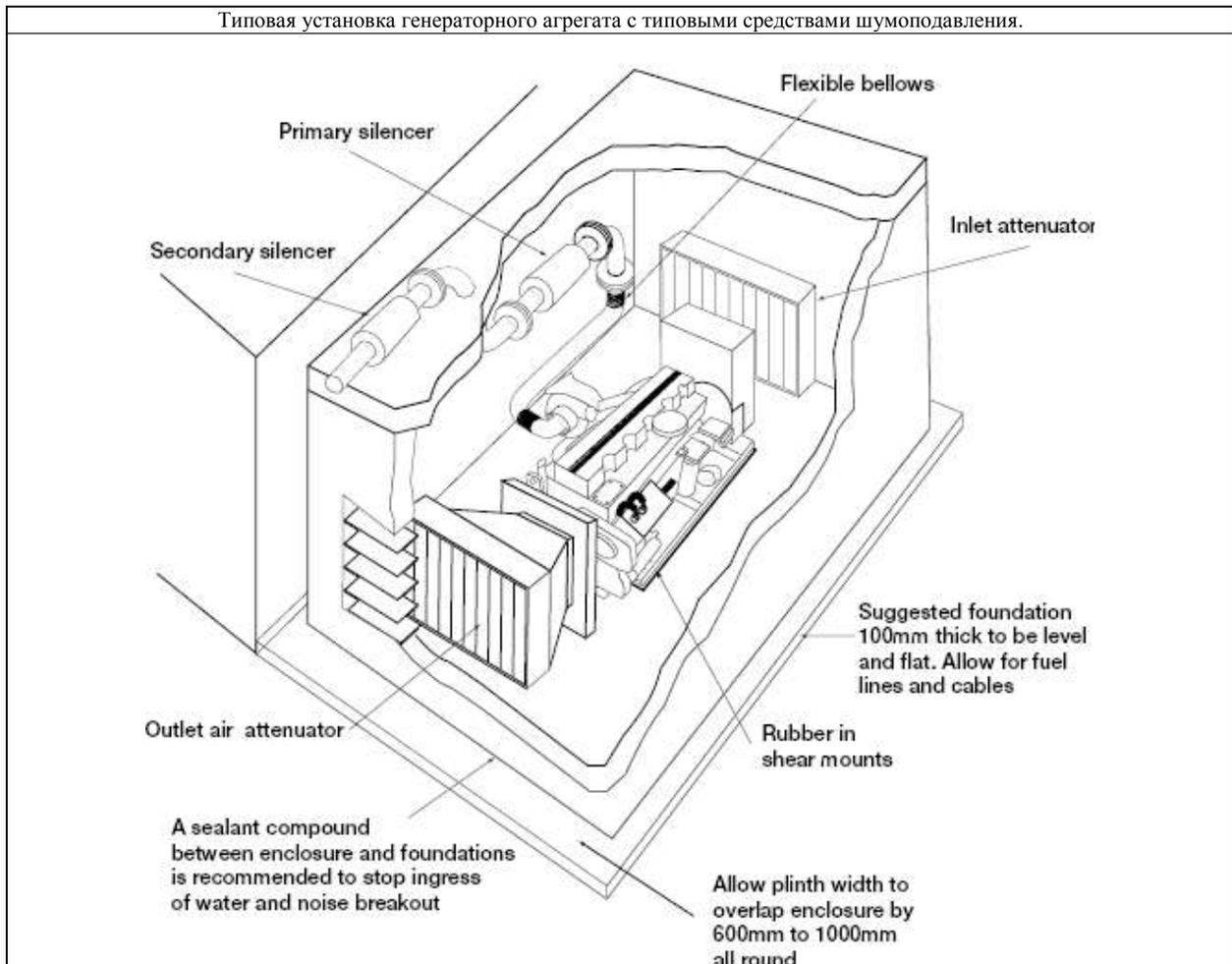
Пути вентиляции могут быть определенным образом ограничены, дополнительным затруднением часто является наличие только одной стены / колодца, выходящих на улицу. Это создает проблемы в плане наличия приемлемого притока воздуха, в частности, возможности рециркуляции воздуха между выпуском и впуском. Это приводит к перегреванию и отключению генераторного агрегата и требует использования барьеров в составе вентиляционной системы и вокруг нее.

С появлением необходимости контроля шума эти проблемы утяжеляются. Вентиляционные каналы неизбежно оканчиваются на улице, где действуют относительно строгие нормативы по шуму (типовым является уровень 55-60 дБ(А) на уровне панели).

#### Аттенуаторы

Чтобы достичь достаточного подавления шума в вентиляционной системе, конструкция которой отличается от прямоточной, недостаточно использования общепринятого «коробочного» аттенуатора. Один проверенный способ заключается в строительстве из акустических панелей акустических камер и создании в них аттенуаторов с рассеивающими элементами (Рис. F15).

Распространение шума через вентиляционную систему является наиболее трудной проблемой. Другой проблемой может являться передача шума через потолочные / стенные панели машинного зала в прилегающее пространство. Хотя шумоподавление, достигаемое при помощи стандартных панелей, обычно является приемлемым, необходимо помнить, что нормативы внутреннего шума для, скажем, офиса значительно ниже, чем на уровне выпускных жалюзи.



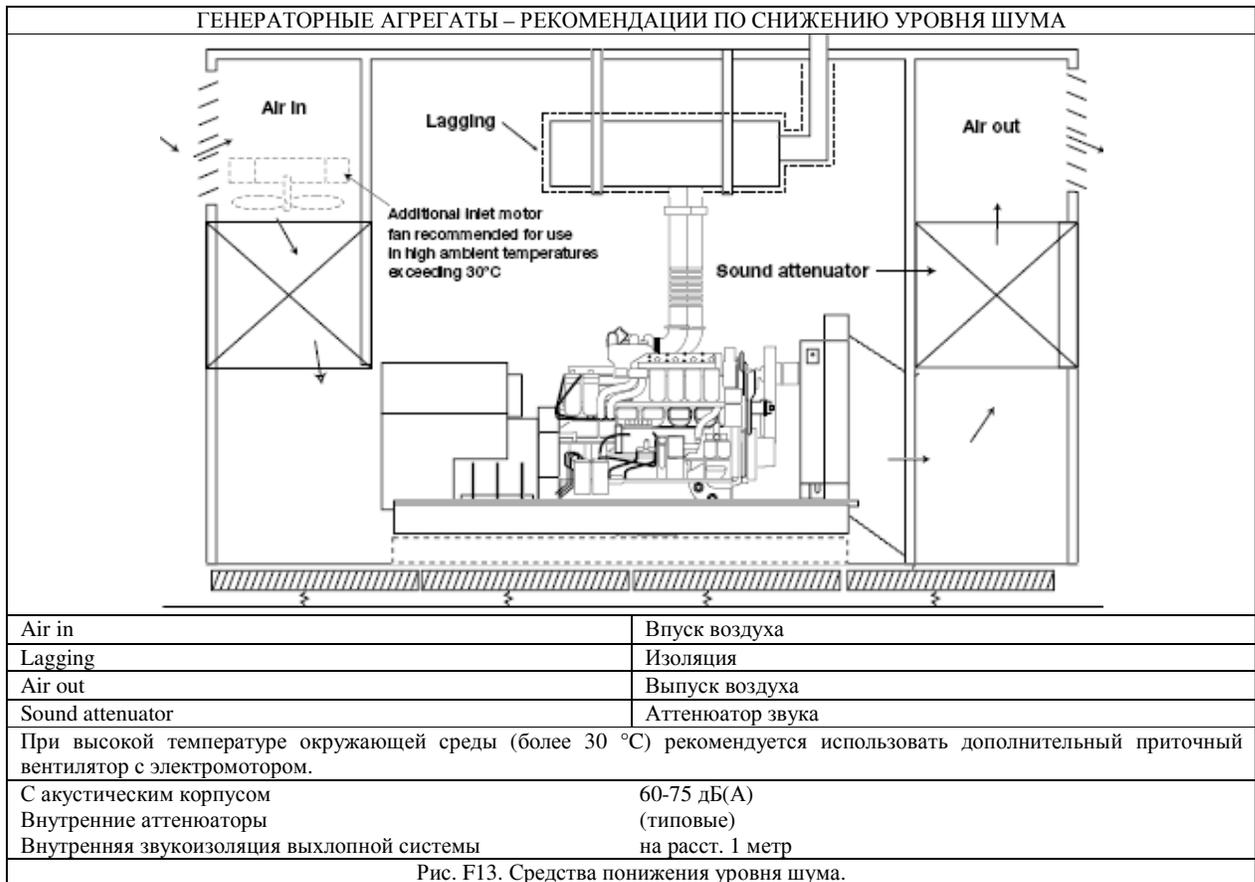
Primary silencer	Первичный глушитель
Secondary silencer	Вторичный глушитель
Flexible bellows	Гибкие сильфоны
Inlet attenuator	Впускной аттенюатор
Rubber in shear mounts	Резина в вертикальной раме
Outlet air attenuator	Выпускной аттенюатор

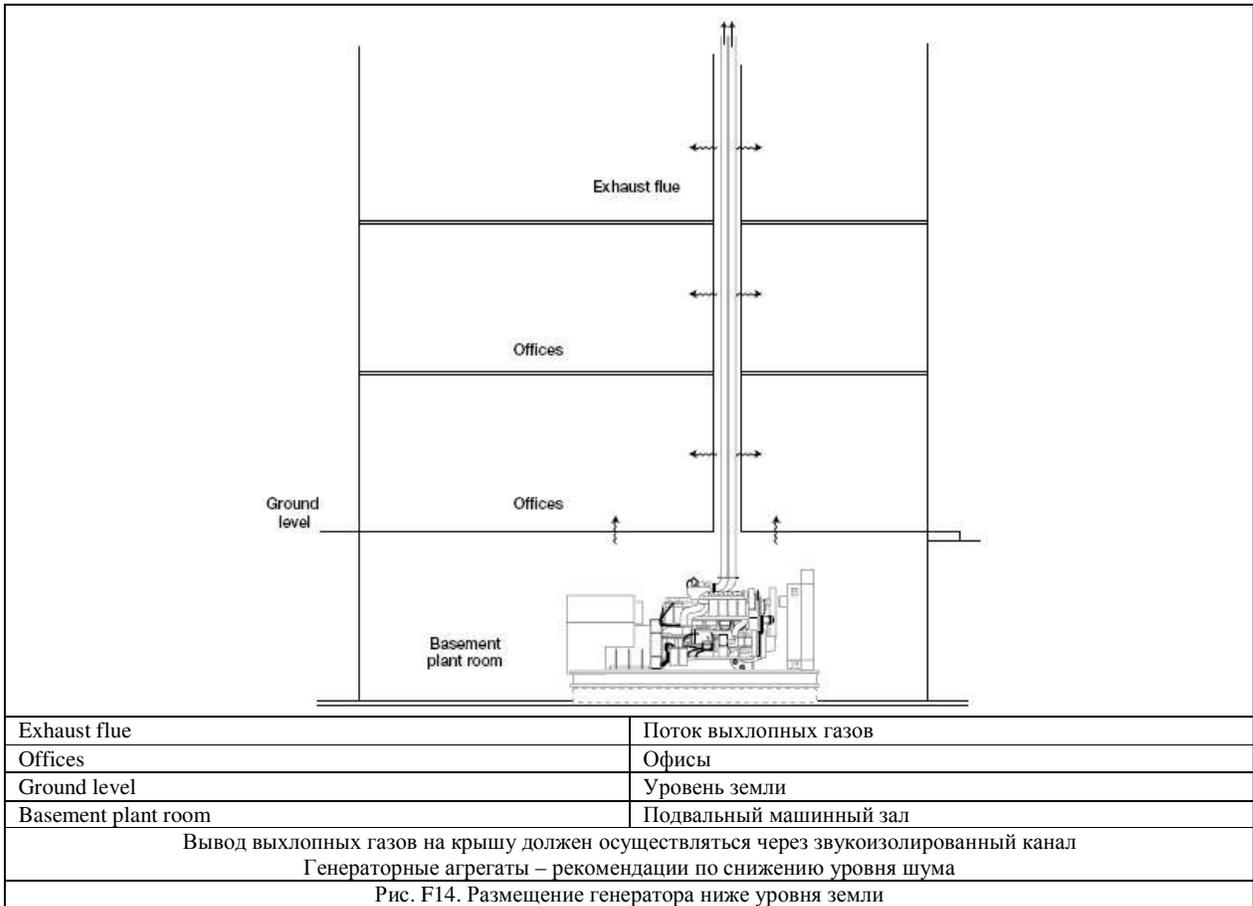
Для предотвращения поступления воды и распространения шума рекомендуется использовать уплотнительный состав между корпусом и фундаментом.

Основание должно выступать по всему периметру корпуса на 600-1000 мм.

Предлагаемая толщина основания составляет 100 мм, основание должно быть ровным и плоским и обеспечивать пространство для прокладки топливных линий и кабелей

Рис. F12.



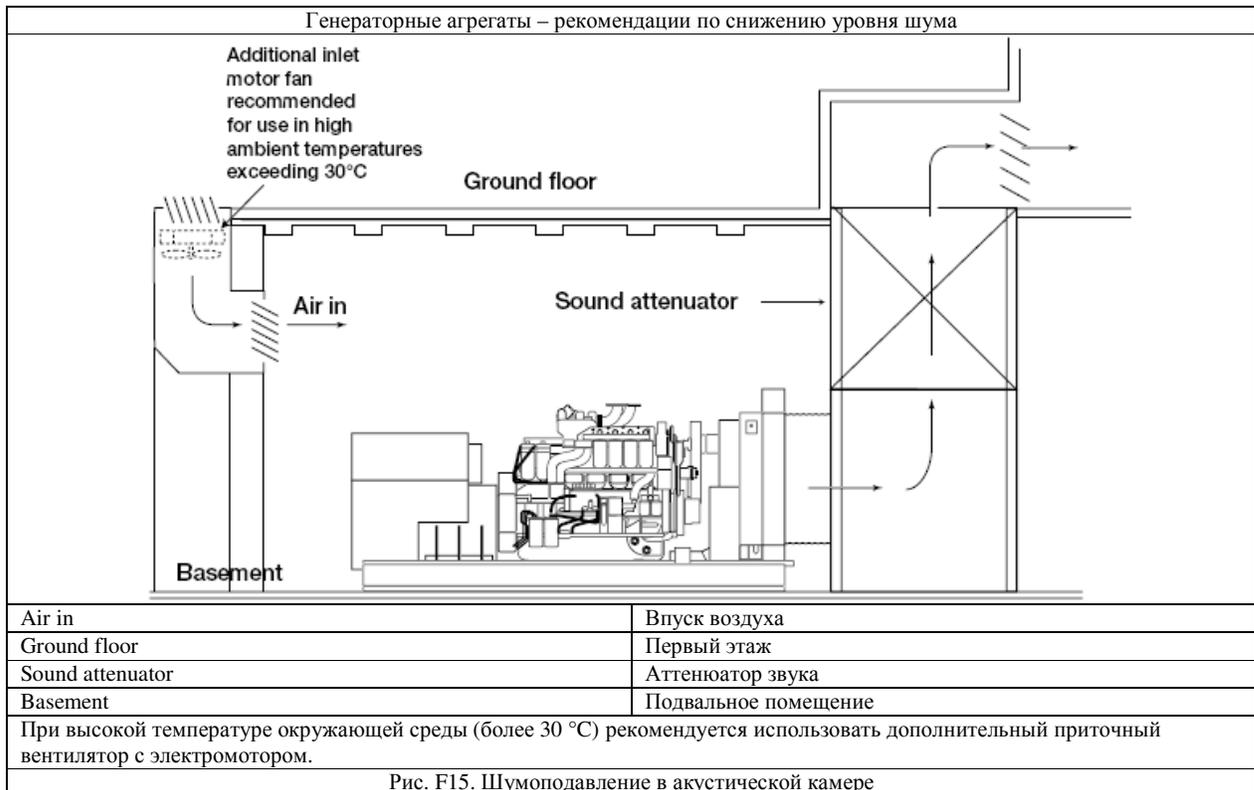




Аттенюаторы звука внутри машинного зала на два агрегата CP1250-5 по 1256 кВА каждый.



Сверхмалошумный (75 дБ(А) на 1 м) автоматический дежурный агрегат на 1000 кВА на складе крупной сети гипермаркетов.



Таким образом, при уровне шума в машинном зале, скажем, 105 дБ(А), и типовом подавлении шума за счет стен на 25-35 дБ(А), а через потолочные перекрытия – на 30-40 дБ(А) результирующий уровень шума по другую сторону стен будет равен 70-80 дБ(А), а по другую сторону потолочного перекрытия – 65-75 дБ(А). Даже если пространство, прилежащее к машинному залу, не требует тщательного шумоподавления, например, содержит другие машинные залы, пространство сверху обычно занято офисами, максимально допустимый уровень шума для которых составляет 45-55 дБ(А).

### Акустическая обработка машинного зала

Чтобы значительно повысить эффективность шумоподавления, можно либо поставить вокруг установленного в помещении агрегата акустический корпус, что часто невозможно в силу ограниченности пространства и доступа, либо покрыть стены и потолок зала дополнительными акустическими панелями. Необходимо признать, что такая отделка отличается от обычной отделки звукопоглощающим материалом, поскольку при последней материал размещается непосредственно на обрабатываемых поверхностях, просто формируя звукопоглощающие участки и снижая уровень реверберационного шума в машинном зале.

Хотя такое снижение уровня шума внутри зала (обычно примерно на 5 дБ(А)) также снижает уровень шума, проникающего в смежные помещения, это снижение не является существенным.

Использование вторичной обработки акустическими панелями, расположенными на расстоянии от стеновых / потолочных панелей, позволяет достичь снижения уровня шума не 10-15 дБ(А). При обработке потолков важно свести к минимуму количество жестких креплений к потолочной панели и по возможности использовать пружинные подвески.

### Двери машинного зала

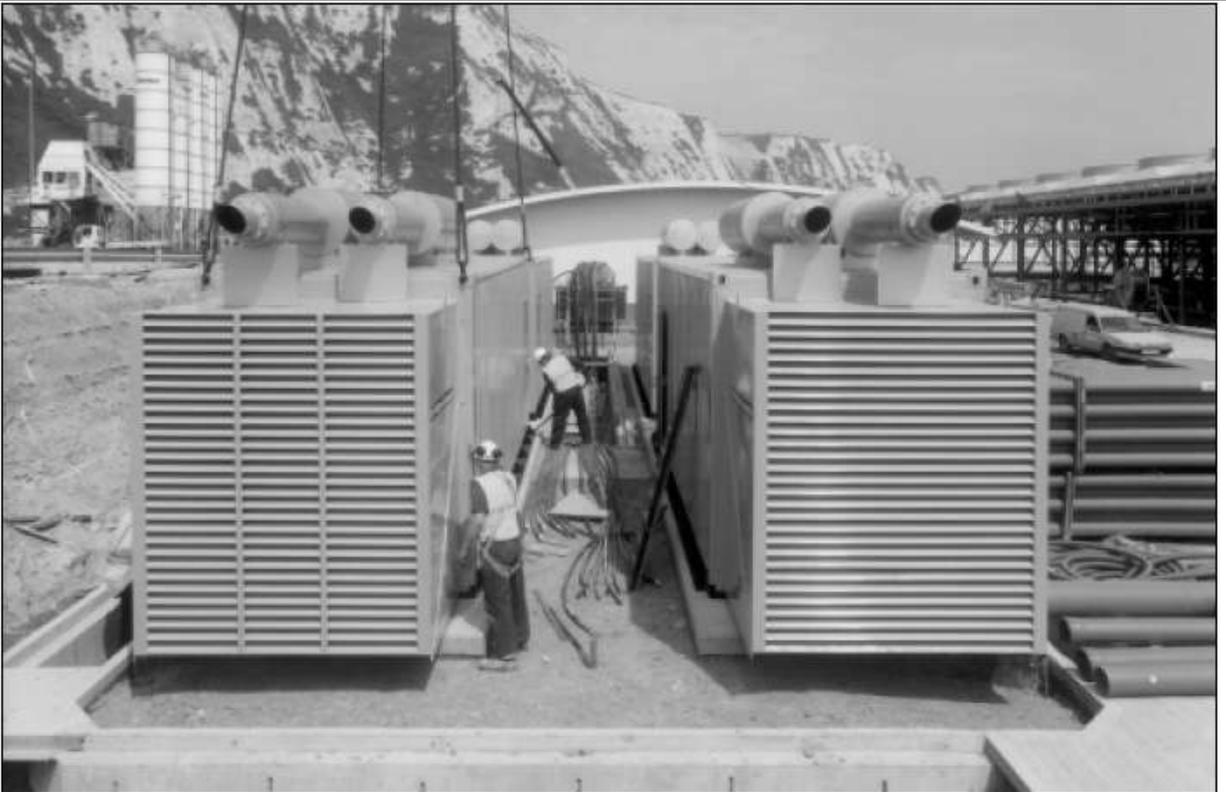
Последним, но не менее важным моментом в отношении распространения шума из машинного зала является необходимость использования дверей акустического типа. Необходимо также уделить внимание распространению шума через места проведения кабелей и трубопроводов, в особенности по траншеям, которые часто проходят под стыками стен.

### Выхлопная система

Обратимся теперь к выхлопной системе. Поскольку выхлопные газы часто отводятся через канал на уровень крыши, «местный» уровень шумоподавления считается достаточным. Хотя в большинстве случаев он является приемлемым, необходимо уделять внимание шуму, производимому самими каналом (Рис. F14). Даже с учетом первичного шумоподавления в пределах машинного зала уровень остаточного шума в выхлопном канале остается относительно высоким (90-100 дБ(А)), а если канал сделан из легких материалов или имеет панели доступа / двери, уровень шума в малозумных офисах может стать проблематичным. Что касается уровня шума на выходе выхлопной системы, он должен соответствовать нормам, установленным для окружающих зданий. При необходимости соблюдать крайне низкий уровень шума регенерированный шум от относительно высокой скорости газов в трубе также может создавать проблемы.



Два маломощных дежурных агрегата по 1000 кВА с «навесными» корпусами на крыше здания устраняют множество проблем, но создают другие



Четыре автоматически запускающиеся агрегата по 1250 кВА каждый с системой автосинхронизации в специально приспособленных контейнерах. Уровень шума снижен до 75 дБ(А) на расстоянии 1 метр. Фото предоставлено компанией Euro Tunnel -Transmanche



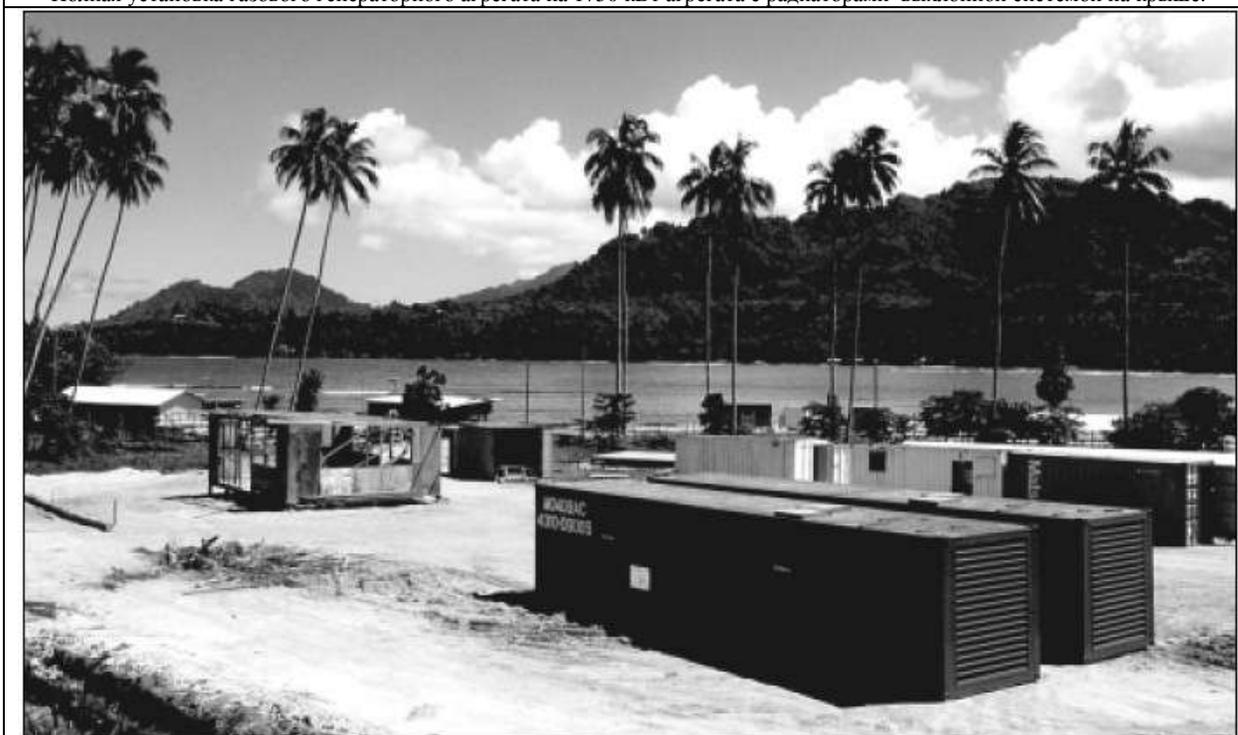
Малозумный контейнерный корпус длиной 12 м (40 футов) с генератором на 2000 кВА. Низкий уровень шума допускает установку поблизости от здания, уменьшая длину кабеля.



Модульная конструкция значительно сокращает время установки на месте.



Полная установка газового генераторного агрегата на 1750 кВт агрегата с радиаторами выхлопной системой на крыше.



Большие контейнерные генераторы для изолированных мест обеспечивают удобство транспортировки и быстроту установки

## Размещение на крыше

Не все генераторы располагаются в подвальных помещениях; необходимо упомянуть также о машинных залах на крыше. Основной дополнительной проблемой является проникновение шума через потолочные перекрытия в нижележащие помещения, которые обычно чувствительны к высокому уровню шума. Проблема может решаться за счет плавающих полов, хотя такой вариант часто является проблематичным, в особенности, если речь идет о таких больших и тяжелых объектах, как Генераторные агрегаты.

Более практичным вариантом представляется установка генератора на поясное основание с использованием высокоэффективных противовибрационных устройств с акустическим заполнением промежуточных пространств внутри пола.

В Таблице 8 приведены способы обработки машинного зала для различных уровней внешнего шума.

ДИЗЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ – МАШИННЫЙ ЗАЛ ЭЛЕМЕНТЫ, ИМЕЮЩИЕ ОТНОШЕНИЕ К УРОВНЮ ШУМА (ТОЛЬКО ДЛЯ СВЕДЕНИЯ)					
Уровень шума	Жалюзи/аттенюаторы	Двери	Стены	Выхлопная система	Примечания
85-90	Акустические жалюзи	Твердая древесина	Блоки	Одиночный стационарный	
75-80	Аттенюаторы	Акустические двери (стандарт)	Блоки с полостями	Стационарный + вторичный или мощный	
65-70	Аттенюаторы	Акустические двери (усиленные)	Блоки с полостями	2 стационарных + вторичный или мощный + вторичный	
55-60	Аттенюаторы, возможно с акустическими жалюзи или покрытием. Для аттенюаторов могут потребоваться панельные корпуса	Внешняя и внутренняя акустическая обработка	Блоки с полостями + акустическая обработка	Система из 4 глушителей	Возможный вариант – установка в помещении с акустическим корпусом внимания требует шум при прохождении воздуха через жалюзи
55 и ниже	Нетипично и часто непрактично. Требует специального рассмотрения.				

## Единицы измерения звука

Уровень силы звука (средовой шум) = дБ(А)/ширина 1 импульса

Уровень звукового давления (на ухо оператора) = дБ(А).

«Регулированные» уровни шума не подходят для дежурных генераторов, расположенных в высокочувствительных к шуму местах, таких как больницы, офисы, общественные места и жилые районы.

## Измерение звука – децибелы

Измерение давления

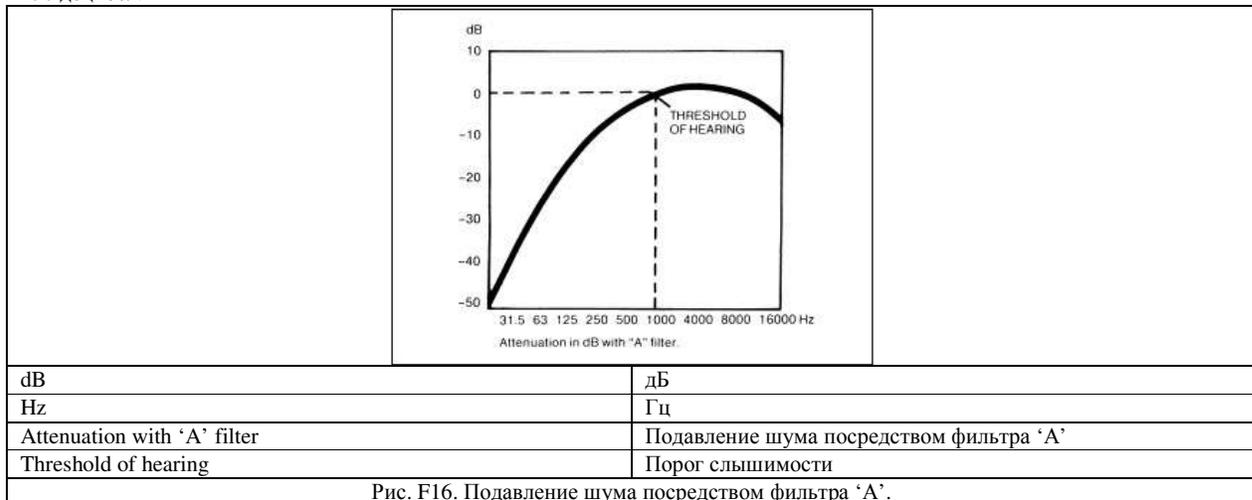
Каждое звуковое колебание, достигая уха, толкает барабанную перепонку внутрь. Сильные колебания с высокими пиками прогибают перепонку больше, чем слабые, поэтому мозг воспринимает один звук громче другого.

Диафрагма микрофона под действием звуковой волны ведет себя точно таким же образом, что и барабанная перепонка. Таким образом, при помощи микрофона, оснащенного усилителями, выпрямителями и измерительной аппаратурой, можно измерять звуковое давление различных звуковых волн и определять интенсивность звука.

## Логарифмическая шкала децибелов

Абсолютные значения звукового давления и интенсивности звука могут выражаться только длинными и нескладными числами. Использование логарифмической шкалы делает это выражение намного более простым. Единица измерения этой шкалы носит название «бел» по имени Александер Грейам Белл. На практике, чтобы получить возможность работать с целыми числами, принято умножать значения в белах на 10 и выражать результаты в децибелах (дБ).

Выражение отдельно взятого звука в децибелах показывает уровень звукового давления или интенсивности его воздействия. Точка начал отсчета соответствует порогу слышимости (Рис. F16) при частоте 1000 Гц, а порог боли достигается между 120 и 130 децибел.



Однако в обращении с децибелами необходимо соблюдать осторожность, поскольку логарифмические числа не могут складываться подобно обычным. Так, повышение на 3 дБ от определенного уровня соответствует удвоению интенсивности звука, в то время как повышение на 10 дБ от того же уровня означает, что интенсивность звука в 10 раз выше первоначальной.

## Частотный фильтр

Хотя две звуковые волны с различными частотами могут оказывать одинаковое звуковое давление, мы не обязательно слышим их как громкие. Дело в том, что ухо наиболее чувствительно к диапазону от 2000 до 4000 Гц (2-4 кГц), в то время как низкие частоты обычно улавливаются не так хорошо. При измерении уровня шума необходимо делать допуск на такую неравномерность восприятия. В этой связи большинство шумомеров (измерителей уровня шума) оборудовано фильтрами, которые имитируют ухо, подавляя низкие частоты и, таким образом, получая физиологически правдоподобные результаты измерений.

Существуют несколько различных типов частотных фильтров, однако наиболее частым является фильтр 'А'. Это стандартное оборудование, например, для измерения транспортного шума. Результаты, полученные при помощи таких приборов, выражаются в дБ(А), буква в скобках указывает на тип фильтра.

## Анализ октавных диапазонов

Измерение истинной громкости требует не только одного результата измерений шумомером, но не менее восьми отдельных результатов уровня звука, каждый из которых показывает силу шума в определенной части частотного диапазона, занимаемого всем шумом. Определенные простые арифметические действия с полученными восемью результатами дают истинную громкость, то есть, число соответствующее субъективным реакциям слушателей.

Большинство обычных шумов представляют собой смесь отдельных частот, а не отдельную частоту. Измерение распределения энергии звука может быть получено при помощи шумомера с использованием соответствующих электрических контуров, разделяющих весь диапазон частот на восемь отдельных секторов и позволяющих определять энергию шума в пределах каждого сектора по отдельности. Так получают восемь результатов, известные как результаты пооктавного анализа.

## Насколько громко «действительно громко»

Принято, что «верхний порог» чувствительности к шуму разнится у разных людей: отмечены различия до ±20 дБ. Состав шумов с точки зрения частот является еще одной переменной, а влияние различных частей спектра шумов на человеческую физиологию широко документировано. Превалирующие частоты имеют решающее значение в процессе выбора средств контроля шума.

Стандартные промышленные системы для акустических измерений включают систему взвешивания, которая уравнивает звук с точки зрения реакции человека на различные частоты. Из трех основных систем взвешивания (А, В и С) система А настолько хорошо уравнивается с реакцией среднего человека, что многие проблемы с шумом взвешиваются с использованием А-взвешенного децибела, который обозначается как дБ(А).

## Определение звука – Децибелы и частотные характеристики шума

Децибелы

Уровень шума в децибелах определяется при помощи одного из основных частотных фильтров, то есть А, В или С. Так, например, если существует необходимость привязки непосредственно к человеческому слуху, должны определяться в системе дБ(А).

Это действительно «средняя величина» величина результатов в децибелах при определенных значениях частоты, взятая в восьми частотных диапазонах по всей октаве, скажем, от 63 до 8000 Гц.

## Частотные характеристики шума (NR)

Следующая, менее используемая система определения уровня шума от генераторного агрегата – это система NR (частотные характеристики звука), представленная на Рис. F17.

В этом случае технические условия могут потребовать ограничиться уровнем шума, равным, например, NR40 на расстоянии 30 метров. NR –капризная шкала и используется как руководство для определения степени раздражающего воздействия, которое определенное значение шума может вызвать в ушах людей, подверженных воздействию шума.

Шкалы для уровней дБ(А) и уровней по восьми частотам (см. Рис. F16) являются признанным международным стандартом определения шума. Тем не менее, значения NR в правой стороне графика вызывают раздражающее действие. Приведенная там же таблица дает представление о результатах, которые могут быть получены с использованием этого метода.

Звуки одинаковой громкости, но разной частоты не вызывают одинакового раздражающего действия, поскольку высокочастотные шумы обладают большим раздражающим действием «на децибел», чем представленные ему для прослушивания низкочастотные шумы. Приборы не берут это явление в расчет, однако на Рис. 17 представлено ее графическое отображение.

Каждая кривая представляет собой контур «одинакового раздражающего действия», показывая интенсивность звука, необходимую при каждой частоте для вызывания ощущения раздражения на правой стороне кривой.

В целях испытания можно взять результаты интенсивности звука по каждому из восьми диапазонов частоты, полученные при помощи измерителя уровня звука с предстоящим октавным фильтром, и построить на плоттере соответствующую кривую. Затем отдельные точки соединяются вместе при помощи прямых линий. Результирующая кривая отображает частотные характеристики данного шума, причем оценка осуществляется в точке кривой непосредственно выше максимального значения, отображенного на кривой.

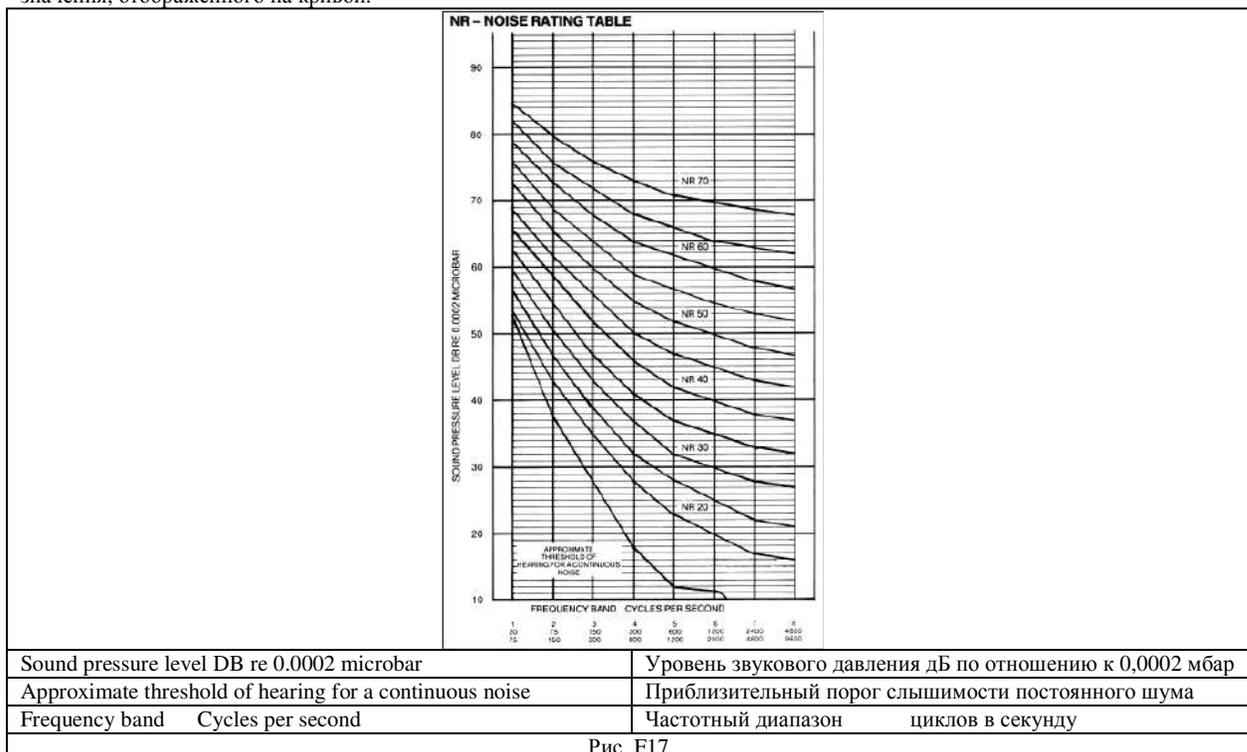


Рис. F17.

Для любого человека, чтобы определить уровень шума внизу – скажем, NR40, необходимо указать расстояние от генераторного агрегата, на котором выполнены измерения. Например, генератор на расстоянии 30 м может соответствовать указанным значениям, но не на расстоянии 15 м. В качестве приблизительных значений по уровням «раздражающего действия» указаны и применимы к Рис. F17 следующие значения NR.

NR40 и ниже – реакции не наблюдается.

NR40 – NR50 – редкие жалобы.

NR45 – NR55 – основной сектор, вызывающий жалобы.

NR50 – NR60 – возможно юридическое преследование.

NR65 и выше – юридическое преследование предпринято.

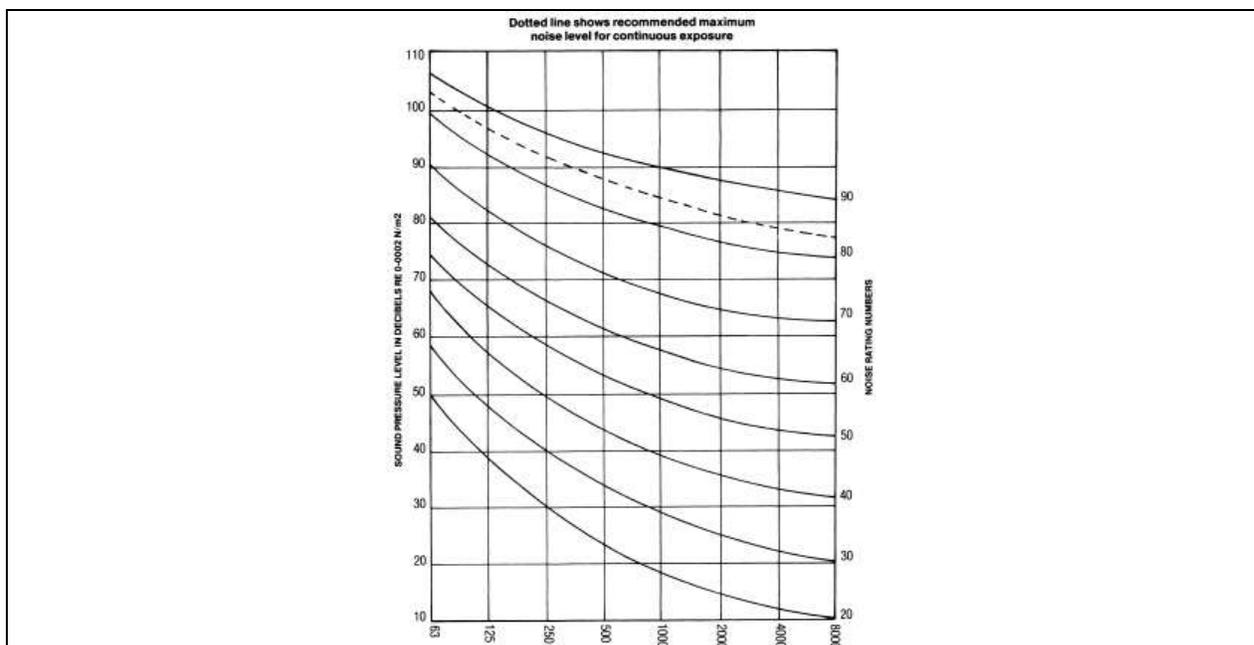
На Рис. 19 представлены значения NR в конкретных местах по сравнению с фактической окружающей средой.

Рис. F19. Таблица частотных характеристик шума (NR)

Значение частоты шума	Тип помещения
15	Радиостудия
20	Концертный зал или театр
25	Спальня, большой конференц-зал, классная комната, ТВ-студия
30	Жилая комната, малый конференц-зал, больница, церковная библиотека
40-50	Отдельный офис, гимнастический зал, рестораны
50-55	Общий офис
65-75	Мастерские

Таблица F20. Уровни шума в децибелах (дБ) – Окружающая среда

Децибелы	дБ
Порог слышимости на 1 кГц	0
Студия озвучивания фильмов	20
Жилье – без детей	40
Беседа	60
Интенсивное движение	80
Поезд метро	10
Вблизи пневматической бурильной машины / дрели	120
Газотурбинный двигатель в 30 м (вредно для слуха)	140
Ракетный двигатель в 30 м (пульсация во рту)	160
110 дБ вблизи аэропорта	
Логарифмическая шкала измерений	
Звук в 1 ватт на расстоянии 0,3 м	Интенсивность = $10^4$ (боль в ушах)
Каждый шаг в 10 дБ	Возрастание интенсивности в 10 раз
Т же в 20 дБ	То же минимум в 100 раз
Каждый шаг в 30 дБ	То же минимум в 1000 раз



Сверху: пунктирной линией показан рекомендованный максимальный уровень шума постоянного воздействия

Слева: уровень звукового давления в децибелах отн. 0,0002 Н/м<sup>2</sup>

Справа: частотные характеристики шума

Снизу: центральные частоты октавных диапазонов в Гц. Кривые приемлемости шума по ISO.

Рис. F18.

## Корпуса с акустической обработкой для генераторных агрегатов компании Cummins

### Шумоподавление

Стандартные корпуса предназначены для обеспечения понижения уровня шума от 15 до 30 дБ(А) и соотносятся с двумя стандартами шумоподавления, составленными компанией Cummins Power Generation, а именно (см. Рис. F21).

Малозумные агрегаты – 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр

Сверхмалозумные агрегаты – 75 дБ на расстоянии 1 метр.

### Общее описание – компактные агрегаты

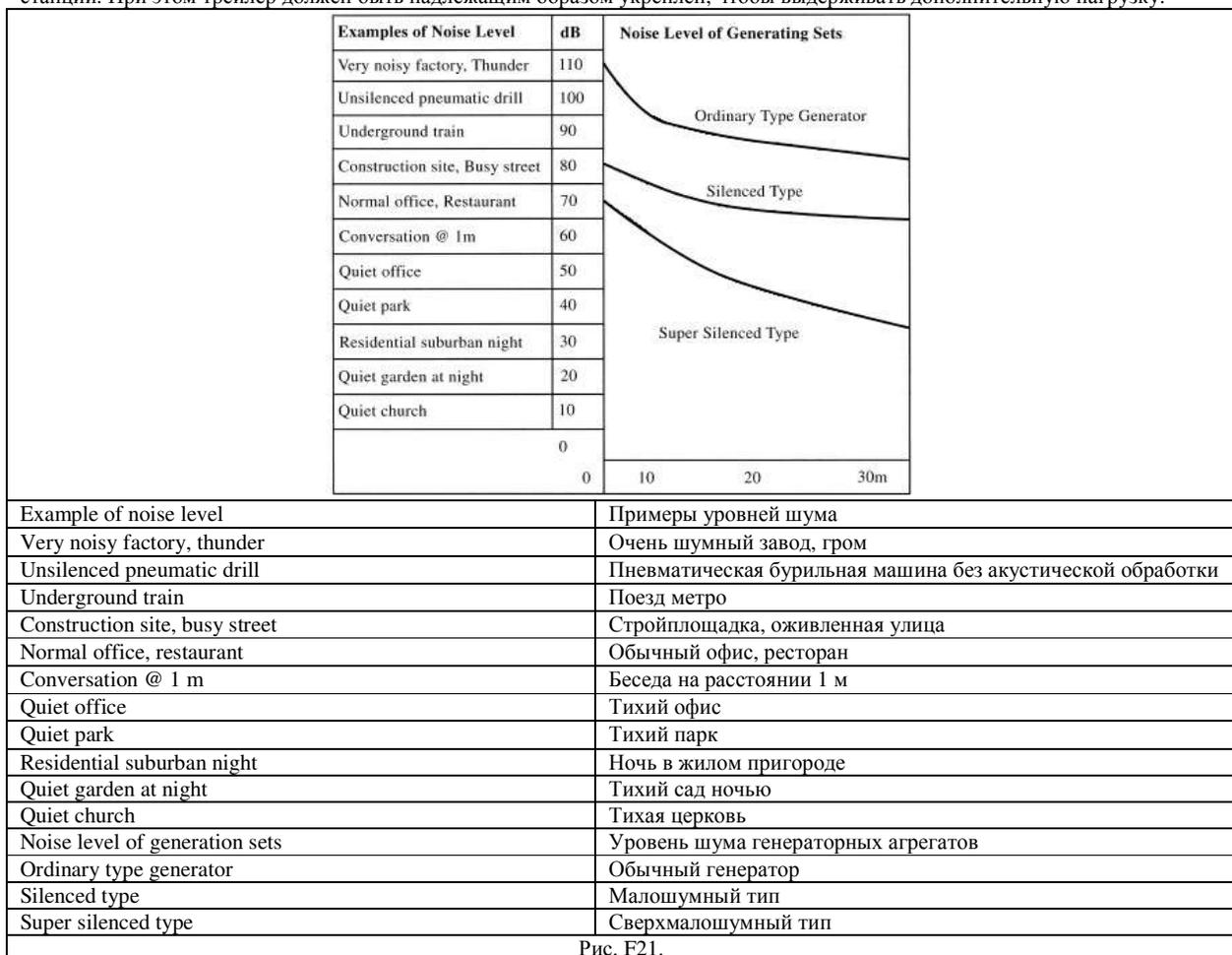
Если уровень звука является важным фактором, дополнительное использование акустического корпуса поверх генераторного агрегата обычно позволяет понизить уровень механического шума до приемлемого.

Корпуса предварительно собираются на канальной основе. Выхлопной глушитель (один или несколько) устанавливается внутри корпуса. Первичный глушитель обычно изолируется для уменьшения теплового излучения. Выхлопные газы выбрасываются в атмосферу через выводящую трубу, в направлении потока охлаждающего воздуха. Гибкая выхлопная секция устанавливается между выпуском двигателя или глушителем и изолирует корпус от вибрации. Корпус полностью защищает генераторную станцию от погодных воздействий. Для заполнения топливного бака и слива смазочного масла двигателя, а на больших станциях – для заполнения системы охлаждения радиатора, рекомендуется использовать ручные насосы. В корпусе имеются двери, обеспечивающие доступ к установке для текущего обслуживания и управления, однако при необходимости капитального ремонта установка может подниматься.

### Описание – кожух (надеваемый корпус)

Для установки генератора и корпуса необходима бетонная подушка. Генератор устанавливается на место, а малозумный корпус «надевается» сверху, оставляя свободными только соединения выхлопной системы и кабели, идущие к клеммной коробке нагрузки. Выхлопные глушители обычно устанавливаются на крыше корпуса.

Корпуса могут также надеваться поверх агрегатов, установленных в машинном зале с целью изоляции остальной части зала от шума, производимого агрегатом. При таком варианте установки могут потребоваться дополнительные трубопроводы для выхлопных газов и охлаждающего воздуха. Кроме этого, можно использовать корпуса и для передвижных генераторных станций. При этом трейлер должен быть надлежащим образом укреплен, чтобы выдерживать дополнительную нагрузку.



### Снижение уровня шума – Условия места установки

Поскольку уровень шума очень зависит от окружающих условий, необходимо знать условия места окончательной установки агрегата. Обычно имеются два варианта: установка в здании (машинном зале) или за его пределами, на открытом воздухе. Необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1) Каков исходный шумовой и вибрационный климат в месте установки?
- 2) Каков максимальный уровень шума, допустимый в месте установки?
- 3) Является ли предустановленный уровень шума реалистичным?
- 4) Если предполагается использовать существующий машинный зал, каковы изолирующие свойства здания?
- 5) Имеется ли достаточная вентиляция машинного зала?
- 6) Какова допустимая нагрузка на поверхность / пол в месте установки?

### Существующий шум в месте установки (см. Таблицу 2 на стр. F10)

Перед установкой оборудования всегда рекомендуется измерить уровень фонового шума в месте его установки, поскольку бессмысленно пытаться снизить общий уровень шума ниже фонового. Тем не менее, в некоторых частях страны, где местные власти делают очевидные попытки уменьшить уровень шумового загрязнения, существуют исключения из этого правила. Хотя многие строительные площадки в рабочее время крайне шумны, они должны быть крайне тихими по ночам; это необходимо иметь в виду, особенно если возможна эксплуатация дежурной установки вне пределов рабочего времени.

### Реалистичность предустановленного уровня шума

Как было сказано выше, попытки подавления шума до смехотворно низких уровней мало оправданы. В некоторых случаях (телевизионные и радиостудии, больницы) требуется действительно низкий уровень шума, однако эти случаи обычно оговариваются отдельно.

В общих случаях уровень шума 60 дБ(А) обычно является приемлемым для жилых районов, а попытки дальнейшего снижения уровня шума связаны с большими затратами и могут значительно увеличить размер установки (длина выпускного аттенюатора 40 дБ(А) может превышать 2 м).

### Звукоизолирующие и шумоизолирующие свойства материалов машинного зала

Прежде всего необходимо определиться с терминами:

**Звукоизоляция как заглушение**

Снижение звуковой энергии за счет конструкционного отделения источника звука от тихого пространства. Термин используется только в отношении снижения уровня шума, передаваемого по воздуху, и предполагает чистое уменьшение шума, передаваемого через стены и т.д. между двумя комнатами.

**Шумоизоляция**

Термин распространяется на шум, передаваемый от источников ударов или вибрации, например, гидравлического удара в трубах, хлопающих дверей и вибрационного возбуждения, исходящего от оборудования. Способность перегородок препятствовать распространению ударного шума зависит от характера поверхности, принимающей энергию на себя. Эффективность перегородки в роли шумоизолятора определяется следующими факторами:

- 1) Масса
- 2) Жесткость
- 3) Однородность и равномерность
- 4) Прерывистость и наличие изоляции

Ниже приведен перечень, дающий некоторое представление о звукоподавляющих свойствах типовых строительных материалов:

**Двери**

Полая дверь из деревянных панелей толщиной 3 мм – 15 дБ

Массивная дверь толщиной 42 мм, обычно навесная – 20 дБ

**Стекло**

3 мм – 26 дБ

6 мм – 30 дБ

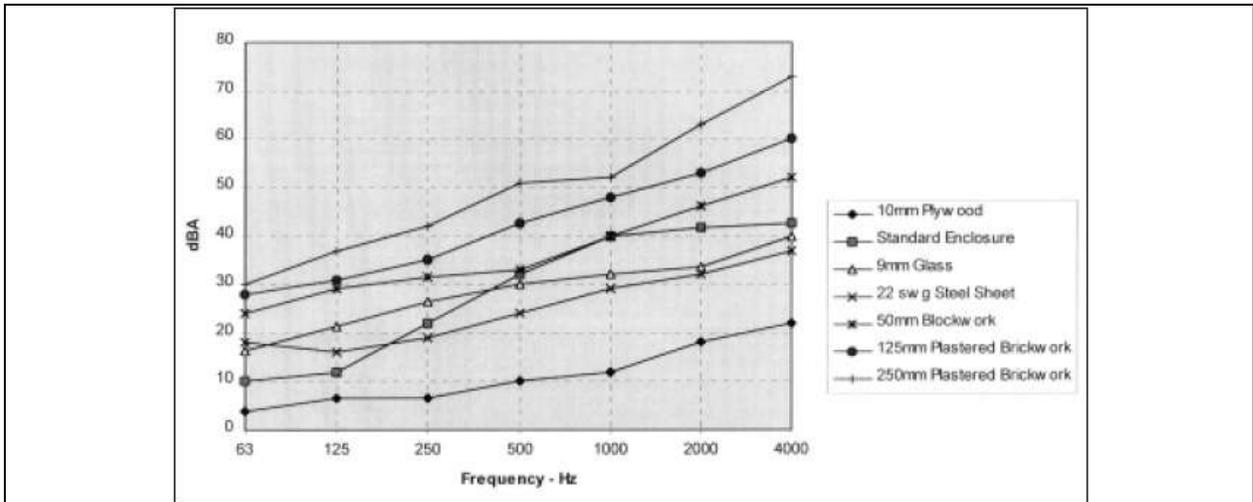
12 мм – 33 дБ

Двойное окно с двумя стеклами 6 мм и расстоянием между ними 12 мм – 40 дБ

**Штукатурка**

50 мм – 35 дБ

Оштукатуренный шлакобетонный блок – 40 дБ



dBA	дБ(А)
Frequency – Hz	Частота – Гц
10 mm plywood	Клееная фанера 10 мм
Standard enclosure	Стандартный корпус
9 mm glass	Стекло 9 мм
22 swg steel sheet	Стальной лист 22
50 mm blockwork	Блок 50 мм
125 mm plastered blockwork	Оштукатуренный блок 125 мм
250 mm plastered blockwork	Оштукатуренный блок 250 мм

Рис. F22.

- Кирпичная кладка
- Необработанный шлакобетонный блок 100 мм – 20 дБ
- Кирпич 110 мм – 45 дБ
- Кирпич 220 мм – 45 дБ
- Кирпич 250 мм – 50 дБ
- Кирпич 250 мм – 55 дБ

Примерный показатель звукоизоляции может быть получен по следующей формуле:

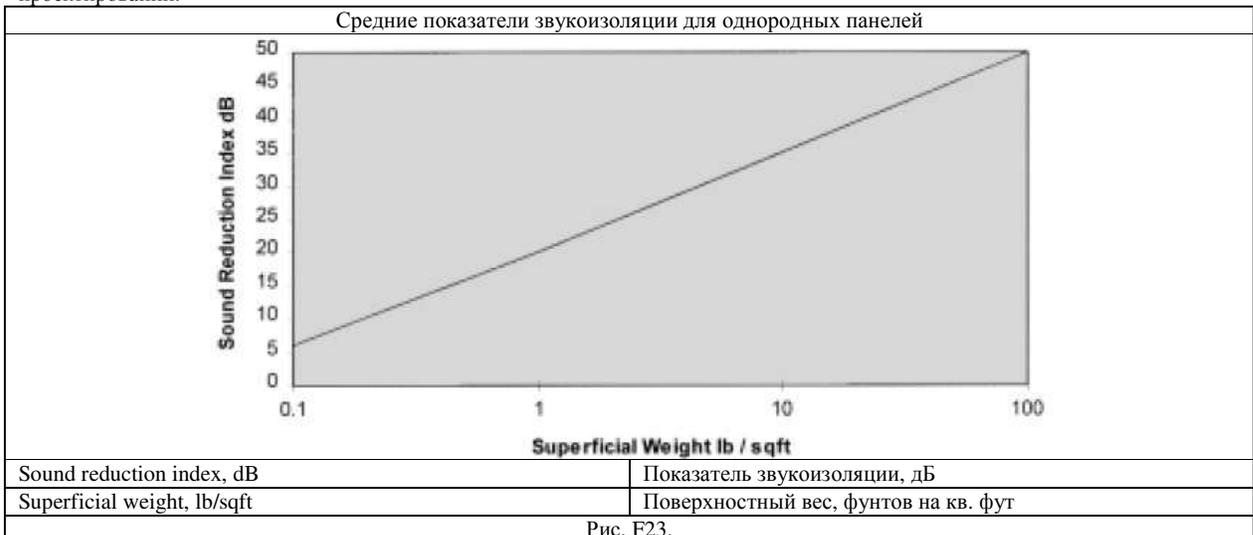
$$R_{cp} = 20 + 14,5 \log_{10} W, \text{ дБ,}$$

где W – поверхностный вес, фунтов на кв. фут.

### Вентиляция станции

Важным фактором в определении оборудования, необходимого для контроля уровня шума на дизельной генераторной станции, является потребность в адекватном поступлении воздуха в машинный зал / корпус и его отведении. Поскольку для более крупной станции (800 кВт) объем воздуха, необходимый для сжигания топлива, составляет примерно 3200 куб. футов в минуту, а для прохождения через радиатор – 40000 куб. футов в минуту, если падение давления должно поддерживаться на приемлемом уровне, может потребоваться использование больших аттенуаторов.

В некоторых местах установки может возникнуть потребность подведения воздуха извне, что должно учитываться при проектировании.



### 6. Нагрузка на пол

Закон акустической массы связывает поверхностный вес материала перегородки с его звукоизолирующей способностью. В общем и целом, каждое удвоение веса увеличивает изоляцию примерно на 5 дБ.

Поскольку большинство акустических перегородок имеют вес примерно  $41 \text{ кг/м}^2$  (10 фунтов на кв. фут), можно заметить, что общий вес корпуса может быть очень большим, то есть, корпус длиной 15 футов (4,6 м) и шириной 8 футов (2,4 м) для генератора мощностью 300 кВт будет весить 4 тонны. Если добавить сюда вес самого оборудования, легко увидеть, что нагрузка на пол в месте установки оказывается значительной.

Существует множество факторов, которые могут изменить уровень звука на месте установки, как в большую, так и в меньшую сторону. К ним, в частности относятся:

Поглощение звуковой энергии в атмосфере

Дифракция вследствие изменений температуры воздуха и скорости ветра

Отражение от зданий

Направленность шума

Добавление одного или нескольких агрегатов



Сверхмалозумный генераторный агрегат Cummins на 110 кВА, установленный в акустически обработанном машинном зале. Метод позволяет достичь сверхнизких уровней звука в местах, чувствительных к шуму, таких как этот отель «Хилтон».

## Установка закрытого агрегата

Для наиболее эффективного снижения уровня шума рекомендуется изолировать установку и размещать ее как можно дальше от рабочих, офисных и жилых кварталов. В некоторых случаях это может оказаться невыполнимым и означает дополнительные расходы на кабели и трубопроводы.

Блоки управления могут размещаться внутри корпуса, установленного на агрегате, а также для ручного запуска системы, что рекомендуется. Для системы автоматического включения при неисправности сети переключатели источника питания или автоматические переключатели должны располагаться как можно ближе к входу сети, что позволяет избежать прокладки излишних кабелей. Для выходных кабелей необходимо проделать в основании защищенные желоба.

Подача топлива может осуществляться из встроенных топливных баков или из внешнего дневного резервуара, оснащенного автоматической системой перекачки топлива из наливной цистерны, что рекомендуется для стационарных установок. Допускается пропускать линии подачи и возврата топлива через бетонное основание, учитывая, с какой стороны они должны располагаться.

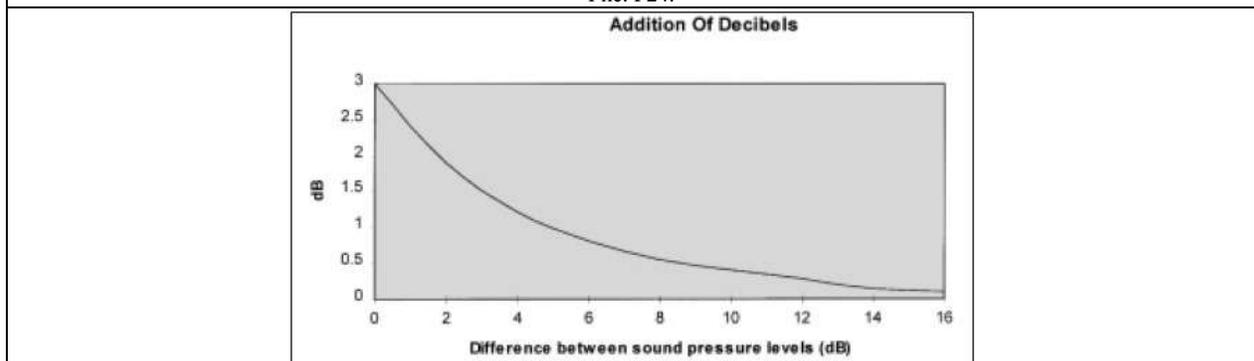
Убедитесь, что впуск и выпуск воздуха не закупорены, поскольку любые ограничения в подаче воздуха могут привести к перегреву, потере мощности и даже выходу системы из строя.

Средние уровни звукоподавления для стандартных материалов перегородок

10	1mm Plywood	20	20 SWG Plain Aluminium	10
20	6mm Plywood	20	22 SWG Sheet Steel	20
20	9mm Plywood	30	16 SWG Sheet Steel	30
20	22mm Whitewood	30	9mm Asbestos faced	30
30	19mm Chipboard	30	18 SWG Sheet Steel	30
30	50mm Mahogany	30	Corrugated Aluminium	30
30	Gypsum Wallboard	40	3mm Glass	40
40	19mm Plasterboard	40	6mm Glass	40
40	Plaster Both Sides	40	12mm Glass	40
40	4 x 12mm Gypsum Wallboard	40	50mm Reinforced concrete	40
50		50	125mm Plain Brick	50
60		50	100mm Reinforced concrete	50
		50	300mm Plain Brick	50
		60	50mm x 200mm blockwork with 100mm gap in between	60

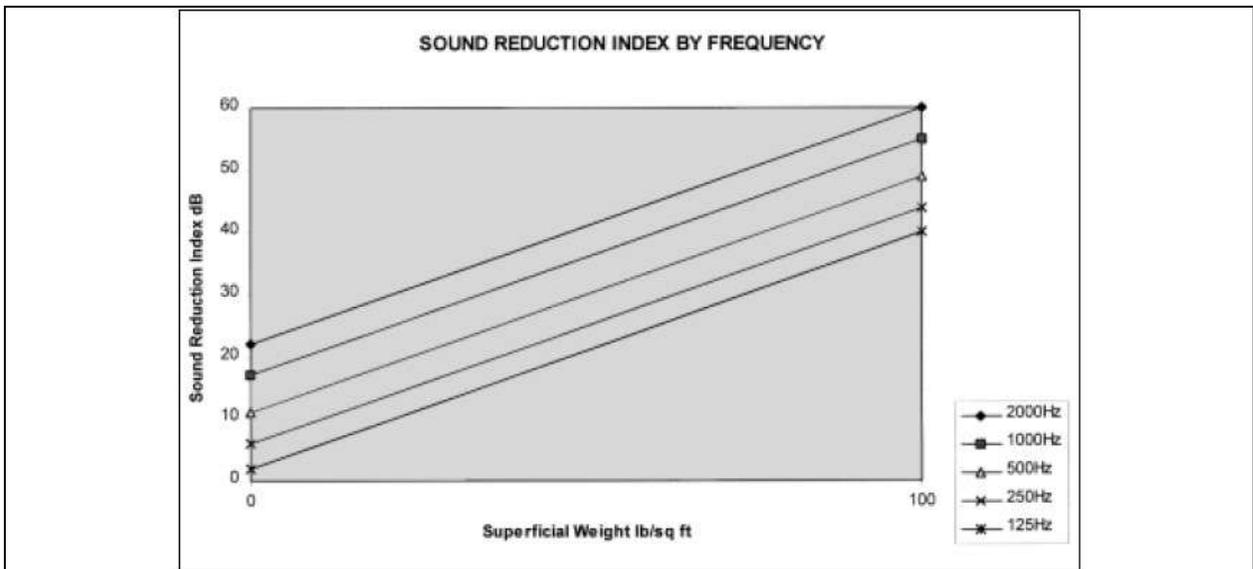
mm	мм
Plywood	Клееная фанера
Whitewood	Древесина
Chipboard	ДСП
Mahogany	Красное дерево
Gypsum wallboard	Гипсовые обшивочные панели
Plasterboard	Штукатурные панели
Plaster both sides	Штукатурка с обеих сторон
Plain aluminum	Листовой алюминий (плоский)
Sheet steel	Листовая сталь
Corrugated aluminum	Гофрированный алюминий
Glass	Стекло
Reinforced concrete	Железобетон
Plain brick	Плоская кирпичная кладка
Blockwork with 100 mm gap between	Блочная кладка с зазором 100 мм

Рис. F24.



Addition of decibels	Добавление децибел
dB	дБ
Difference between sound pressure levels (dB)	Разница между уровнями звукового давления (дБ)

Рис. F25.



Sound reduction index by frequency	Показатель звукоподавления по частоте
Sound reduction index, dB	Показатель звукоподавления, дБ
Superficial weight, lb/sq.ft	Поверхностный вес, фунтов на кв. фут
Hz	Гц

Рис. F26.



Контейнер ISO 30 футов (9 м) с аварийным генератором на 600 кВА. Уровень шума снижен до 75 дБ на расстоянии 1 метр



«Надеваемый» сверхмощный корпус для генератора первичного питания мощностью 3700 кВА устанавливается на специально подготовленное цементное основание.



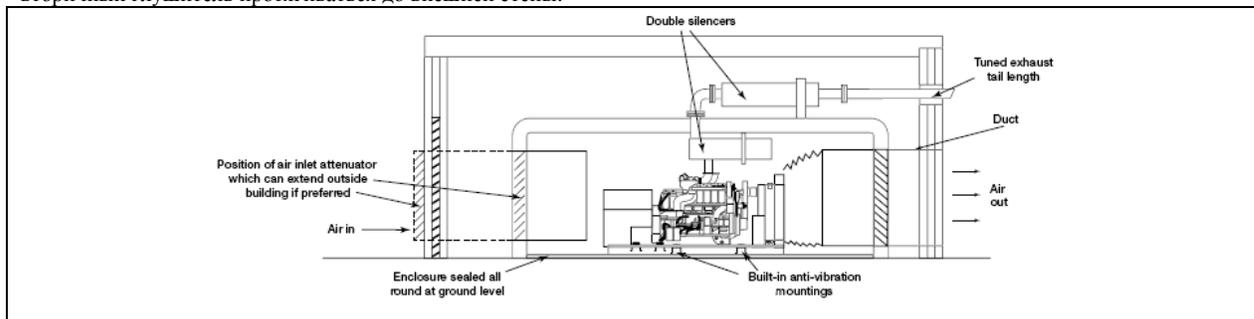
Три маломощных генератора Cummins по 1000 кВт каждый. Методика использования цементного основания устраняет необходимость укладки большой цементной плиты на всей площади установки, что позволяет экономить средства. Метод также может использоваться для установки агрегатов на крыше где иногда необходимо точечное приложение нагрузки.

## Установка малошумных агрегатов в корпусах внутри зданий

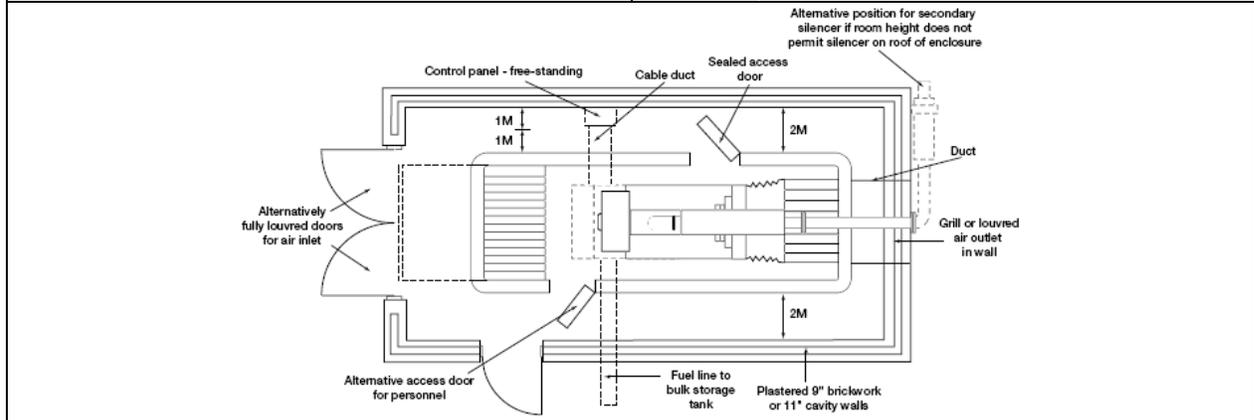
В исключительных случаях, когда шум не допустим вовсе или допустим крайне низкий уровень шума, а стоимость установки является вторичной наиболее эффективным средством является использование шумопоглощающего корпуса над агрегатом, размещенным в кирпичном помещении. Шумоподавляющий корпус разбирается, перемещается внутрь помещения и собирается на месте; большинство подобных установок размещаются в уже существующих зданиях.

Аттенюаторы на впуске и выпуске воздуха являются частью корпуса и нужно всего лишь обеспечить наличие в стенах отверстий, закрытых жалюзи, если не требуется устанавливать в такие отверстия дополнительные аттенюаторы. Такой тип установки обладает дополнительным преимуществом с точки зрения оператора, поскольку обеспечивает достаточно низкий уровень звука как внутри, так и снаружи.

Проблема может возникать за счет пространства и высоты системы, в особенности, если местом установки является закрытое помещение в существующем здании. В этом случае воздушные аттенюаторы могут размещаться отдельно от корпуса, а вторичный глушитель протягиваться до внешней стены.



Position of air inlet attenuator...	Расположение впускного воздушного аттенюатора, который может размещаться за пределами здания
Air in	Впуск воздуха
Enclosure sealed all...	Корпус герметизируется на уровне земли по всему периметру
Built in...	Встроенные противовибрационные устройства
Air out	Выпуск воздуха
Duct	Канал
Tuned exhaust...	Выпускная труба глушителя
Double silencers	Двойные глушители



Alternatively fully...	Альтернативные двери с жалюзи для впуска воздуха
Alternative access...	Альтернативная дверь для доступа персонала
Fuel line...	Топливная линия к наливной цистерне
Plastered...	9-дюймовый оштукатуренный кирпич или 11-дюймовый пенобетон
Grill...	Отверстие в стене для впуска воздуха с заслонкой или жалюзи
Alternative position for...	Альтернативное расположение вторичного глушителя, если высота помещения не позволяет размещать его на крыше корпуса
Sealed access door	Уплотненная дверь
Cable duct	Кабелепровод
Control panel - free-standing	Отдельно расположенная панель управления

Установка малошумного агрегата в корпусе внутри здания

Рис. F27.

## Дизельные генераторные агрегаты на 50 Гц

Первичный источник питания				Модель двигателя	Дежурный источник питания		
кВА	кВт	Модель	Танг. люфт		кВА	кВт	Дежурная модель
32	26	26 DGGC		B3.3G1	37	30	30 DGGC
50	40	40 DGHC		B3.3G2	55	44	44 DGHC
38	30	30 DGBC		4B3.9G	41	33	33 DGBC
52	42	42 DGCG	4g	4BT3.9G4	59	47	47 DGCG
64	51	51 DGCH	4g	4BT3.9G4	70	56	56 DGCH
70	56	56 DGCC		4BTA3.9G1	78	62	62 DGCC
96	77	77 DGDH		6BT5.9G6	106	85	85 DGDH
106	85	85 DGDJ		6BT5.9G6	119	95	95 DGDJ
140	112	112 DGDE		6BTA5.9G2	154	123	123 DGDE
129	103	103 DGEA	4g	6CT8.3G2	145	116	116 DGEA
153	122	122 DGFA	4g	6CTA8.3G2	170	136	136 DGFA
185	148	148 DGFB	4g	6CTA8.3G2	204	163	163 DGFB
204	163	163 DGFC	4g	6CTAA8.3G1	NA	NA	NA
230	184	184 DGFE		6CTAA8.3G2	250	200	200 DGFE
233	186	186 DFAB		LTA10G2	259	207	207 DFAB
252	202	202 DFAC		LTA10G3	279	223	223 DFAC
NA	NA	NA		NT855G6	313	250	250 DFBF
315	252	252 DFBH		NT855G6	350	280	280 DFBH
350	280	280 DFCC		NTA855G4	390	312	312 DFCC
NA	NA	NA		NTA855G6	425	340	340 DFCE
455	364	364 DFEJ	4g	QSX15G8	500	400	400 DFEJ
500	400	400 DFEK	4g	QSX15G8	550	440	440 DFEK
431	345	345 DFEC		KTA19G3	NA	NA	NA
450	360	360 DFEL		KTA19G3	500	400	400 DFEL
511	409	409 DFED		KTA19G4	576	461	461 DFED
575	460	460 DFGA		VTA28G5	636	509	509 DFGA
640	512	512 DFGB		VTA28G5	706	565	565 DFGB
750	600	600 DFGD		VTA28G6	825	660	660 DFGD
725	580	580 DFHA	4g	QST30G1	800	640	640 DFHA
800	640	640 DFHB	4g	QST30G2	891	713	713 DFHB
939	751	751 DFHC		QST30G3	1041	833	833 DFHC
1000	800	800 DFHD		QST30G4	1110	888	888 DFHD
725	580	580 DFHE	2g	QST30G6	800	640	640 DFHE
800	640	640 DFHF	2g	QST30G7	891	713	713 DFHF
939	751	751 DFHG	2g	QST30G8	1041	833	833 DFHG
1256	1005	1005 DFLL		KTA50G3	1400	1120	1120 DFLL
1256	1005	1005 DFLG	4g	KTA50G6	NA	NA	NA
1256	1005	1005 DFLH	4g	KTA50G7	NA	NA	NA
1406	1125	1125 DFLE		KTA50G8	1675	1340	1340 DFLE
1500	1200	1200 DFLF		KTA50GS8	1675	1340	1340 DFLF
1875	1500	1500 DQKC		QSK60G3	2063	1650	1650 DQKC
2000	1600	1600 DQKD		QSK60G4	2200	1760	1760 DQKD
1875	1500	1500 DQKE	2g	QSK60G3	2063	1650	1650 DQKE
2000	1600	1600 DQKF	2g	QSK60GS3	2200	1760	1760 DQKF

Условия эксплуатации:

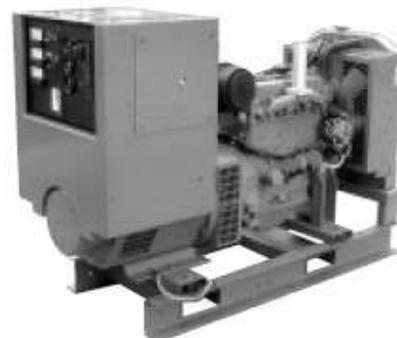
50 Гц при температуре окружающего воздуха 40 °C (104 °F).

Условия: первичный источник питания с неограниченным временем работы, пригодный для подачи питания вместо коммерческих источников.

Поставляет первичное питание при изменяемой нагрузке в течение неограниченного времени. Допускается перегрузка 10 %. Соответствует по номиналам ISO 8528, ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 и BS 5514.

Дежурный режим: применим для подачи аварийного питания в течение стандартных периодов отключения. Перегрузка в этом режиме не допускается. Соответствует по номиналам ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 и BS 5514.

26 кВт - 44 кВт, 50 Гц  
Двигатели серии ВЗ



### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	26 кВт, 32,5 кВА	40 кВт, 50 кВА
Модель (первичное питание)	26 DGGC	40 DGGC
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	30 кВт, 37 кВА	44 кВт, 55 кВА
Модель (дежурное питание)	30 DGGC	44 DGGC
Производитель двигателя	Cummins	Cummins
Модель	ВЗ.3G1	ВЗ.3G2
Кол-во цилиндров	Четыре	Четыре
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Механический	Механический
Аспирация и охлаждение	Естественная аспирация	Турбонадув
Диаметр цилиндра и ход поршня	95x115 мм	95x115 мм
Коэффициент сжатия	18,2:1	17,0:1
Емкость	3,26 литра	3,26 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, -4°C	Самостоятельный, -4°C
Емкость батареи	126 А/ч	126 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	31 кВт	45 кВт
Полезная мощность двигателя – Дежурное питание	34 кВт	49 кВт
Максимальная одноэтапная нагрузка	100 %	100 %
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,5 %	± 1,5 %
Класс изоляции генератора	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	7,8 л/ч	11,6 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	9 л/ч	13,6 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	8 литров	8 литров
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	150 литров	150 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	11,5 литра	14 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	450 °С	475 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	445 м³/ч	445 м³/ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор при ограничении 12 мм*	6582 м³/ч	4872 м³/ч
Забор воздуха – двигатель	125,7 м³/ч	176,7 м³/ч
Минимальное отверстие для забора воздуха в машинный зал	0,63 м²	0,63 м²
Минимальное выпускное отверстие	0,47 м²	0,47 м²
Напорный вентилятор (с допуском на канал)	12 мм. вод. ст.	12 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	10,2 кВт	11,6 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	0,7 % на 100 м выше 1000 м	0,9 % на 100 м выше 1000 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	1 % на 10 °С выше 40 °С	4,5 % на 10 °С выше 40 °С

В соответствии с ISO 8528, ISO 3046

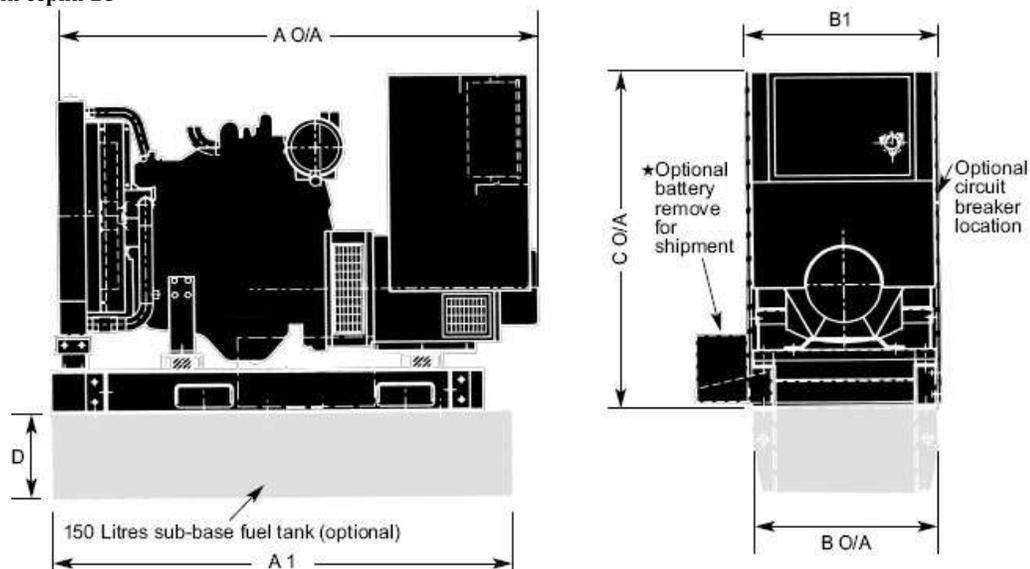
Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Данные по обоим видам питания даны для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F).

\* Подлежит заводской проверке.

**Двигатели серии В3**



150 litres sub-base fuel tank (optional)	Топливный бак под основанием на 150 л (опция)
Optional battery remove for shipment	Опция снятия батареи при транспортировке
Optional circuit breaker location	Место расположения факультативного прерывателя

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В, мм	В1, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
DGGC	B3.3G1	1667	1600	645	635	1183	300	835	819	150	299
DGHC	B3.3G2	1760	1600	645	635	1183	300	890	871	150	299

Примечание 1: сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.  
 Весы основного бака указаны для одностеночной конструкции.  
 Не использовать сведения для проектирования установки.  
 Требуется утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.  
 Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 30 кВт - 62 кВт, 50 Гц Двигатели серии 4B



### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц			
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	30 кВт, 38 кВА	42 кВт, 52 кВА	51 кВт, 64 кВА	56 кВт, 70 кВА
Модель (первичное питание)	30 DGBC	42 DGCG	51 DGCH	56 DGCC
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	33 кВт, 41 кВА	47 кВт, 59 кВА	56 кВт, 70 кВА	62 кВт, 78 кВА
Модель (дежурное питание)	33 DGBC	47 DGCG	56 DGCH	62 DGCC
Производитель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
Модель	4B3.9G1	4BT3.9G4	4BT3.9G4	4BTA3.9G1
Кол-во цилиндров	Четыре	Четыре	Четыре	Четыре
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Механический	Механический	Механический	Механический
Аспирация и охлаждение	Естественная аспирация	Турбонаддув	Турбонаддув	Турбонаддув
Диаметр цилиндра и ход поршня	102x120 мм	102x120 мм	102x120 мм	102x120 мм
Коэффициент сжатия	17,3:1	16,5:1	16,5:1	16,5:1
Емкость	3,92 литра	3,92 литра	3,92 литра	3,92 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, -12°C	Самостоятельный, -12°C	Самостоятельный, -12°C	Самостоятельный, -12°C
Емкость батареи	165 А/ч	165 А/ч	165 А/ч	165 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	34 кВт	47 кВт	57 кВт	64 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	38 кВт	52 кВт	62 кВт	71 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	H	H	H	H
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	9,7 л/ч	13,0 л/ч	15,0 л/ч	15,0 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	10,6 л/ч	14,0 л/ч	15,8 л/ч	17,0 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	9,5 литров	9,5 литров	9,5 литров	9,5 литров
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	195 литров	197 литров	197 литров	195 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	19,0 литров	19,2 литра	19,2 литра	20 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	596 °C	518 °C	518 °C	475 °C
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	432 м³/ч	651 м³/ч	651 м³/ч	598 м³/ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.			
Поток воздуха – радиатор*	2,26 м³/с	2,26 м³/с	2,26 м³/с	2,27 м³/с
Забор воздуха – двигатель	144 м³/ч	259 м³/ч	259 м³/ч	248 м³/ч
Минимальное отверстие для забора воздуха в машинный зал	0,7 м²	0,7 м²	0,7 м²	0,7 м²
Минимальное выпускное отверстие	0,5 м²	0,5 м²	0,5 м²	0,5 м²
Напорный вентилятор (с допуском на канал)	10 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	10 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	10,8 кВт	16,0 кВт	17,6 кВт	15,5 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	3 % на 300 м выше 150 м	4 % на 300 м выше 600 м	4 % на 300 м выше 600 м	4 % на 300 м выше 1525 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °C выше 40 °C	2 % на 11 °C выше 40 °C	2 % на 11 °C выше 40 °C	2 % на 11 °C выше 40 °C

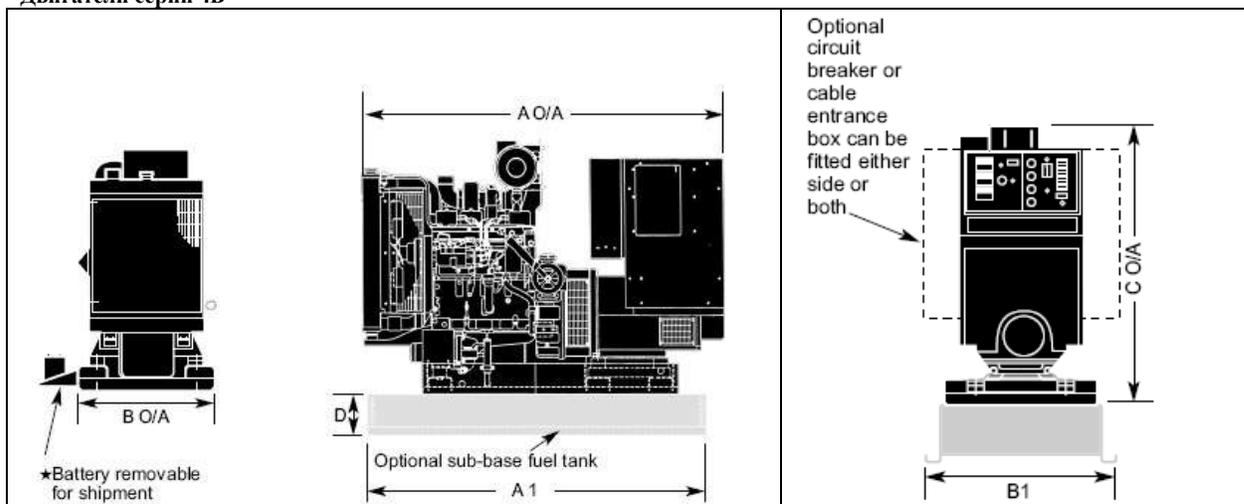
В соответствии с ISO 8528, ISO 3046

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Данные по обоим видам питания даны для температуры окружающего воздуха 40 °C (104 °F).

**Двигатели серии 4B**



Optional sub-base fuel tank	Факультативный топливный бак под основанием
Battery removable for shipment	Батарея снимается при транспортировке
Optional circuit breaker or cable entrance can be fitted on either side or both	Место расположения факультативного прерывателя или кабельного входа на любой из сторон или на обеих.

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В1, мм	В, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
DGBC	4B3.9G	1720	1675	840	675	1345	200	800	72	150	310
DGCG	4BT3.9G4	1810	1675	840	675	1245	200	850	822	150	310
DGCH	4BT3.9G4	1810	1675	840	675	1245	200	920	892	150	310
DGCC	4BTA3.9G1	1846	1675	840	675	1245	200	975	932	150	310

Примечание 1:

- при установке аккумуляторная ванна выступает сбоку на 260 мм.
- сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 77 кВт - 95 кВт, 50 Гц Двигатели серии 6В



### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-415 В, 50 Гц	380-415 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	77 кВт, 96 кВА	85 кВт, 106 кВА
Модель (первичное питание)	77 DGDH	85 DGDJ
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	85 кВт, 106 кВА	95 кВт, 119 кВА
Модель (дежурное питание)	85 DGDH	95 DGDJ
Производитель двигателя	Cummins	Cummins
Модель	6BT5.9G6	6BT5.9G6
Кол-во цилиндров	Шесть	Шесть
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Механический	Механический
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув	Турбонаддув
Диаметр цилиндра и ход поршня	102x120 мм	102x120 мм
Коэффициент сжатия	16,5:1	16,5:1
Емкость	5,88 литра	5,88 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, -12°C	Самостоятельный, -12°C
Емкость батареи	165 А/ч	165 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	86 кВт	94 кВт
Полезная мощность двигателя – Дежурное питание	94 кВт	106 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	21,8 л/ч	23,8 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	23,8 л/ч	27 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	14,2 литра	14,2 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	200 литров	200 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	25,1 литра	25,1 литра
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	552 °C	552 °C
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	1026 м³/ч	1026 м³/ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор при ограничении 12 мм*	1,5 м³/с	1,5 м³/с
Забор воздуха – двигатель	407 м³/ч	407 м³/ч
Минимальное отверстие для забора воздуха в машинный зал	0,7 м²	0,7 м²
Минимальное выпускное отверстие	0,5 м²	0,5 м²
Напорный вентилятор (с допуском на канал)	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	18,4 кВт	20,8 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1000 м	4,0 % на 300 м выше 1000 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °C выше 40 °C	2 % на 11 °C выше 40 °C

В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Данные по обоим видам питания даны для температуры окружающего воздуха 40 °C (104 °F).

\* Подлежит заводской проверке.

**Двигатели серии 6B**

Optional sub-base fuel tank	Факультативный топливный бак под основанием
Battery removable for shipment	Батарея снимается при транспортировке
Optional circuit breaker or cable entrance can be fitted on either side or both	Место расположения факультативного прерывателя или кабельного входа на любой из сторон или на обеих.

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В1, мм	В, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
DGDH	6BT5.9G6	2047	1675	840	675	1337	200	1112	1075	150	320
DGDJ	6BT5.9G6	2162	1675	840	675	1337	200	1175	1138	150	320

**Примечание 1:**

- при установке аккумуляторная ванна выступает сбоку на 260 мм.
- сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

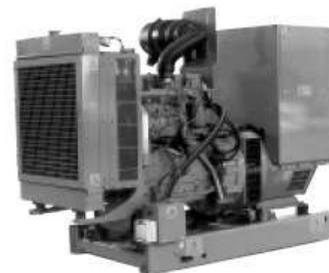
Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 112 кВт - 123 кВт, 50 Гц Двигатели серии 6BTA



### Генераторные агрегаты на 50 Гц

6BTA5.9G2 – Выходное напряжение 380-415 В, 50 Гц	Дежурное питание				Первичное питание			
Номиналы	123 кВт (154 кВА)				112 кВт (140 кВА)			
Модель (первичное питание)	123 DGDE				112 DGDE			
Модель двигателя	6BTA5.9G2				6BTA5.9G2			
Кол-во цилиндров	Шесть				Шесть			
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением				Турбонаддув с последующим охлаждением			
Общая выходная мощность двигателя	145 кВт				126 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление	1945 кПа				1711 кПа			
Диаметр цилиндра	102 мм				102 мм			
Ход поршня	120 мм				120 мм			
Скорость поршня	7,2 м/с				7,2 м/с			
Коэффициент сжатия	16,5:1				16,5:1			
Емкость смазочного масла	16,4 л				16,4 л			
Частота оборотов	1500 об./мин.				1500 об./мин.			
Предел превышения скорости	2070 ± 50				2070 ± 50			
Расход топлива (нагрузка)	1/4	1/2	3/4	Полная	1/4	1/2	3/4	Полная
Расход топлива (л/мин)	10	19	27	35	9	16	24	31
Емкость факультативного основного бака	200 л				200 л			
Максимальный расход топлива	201 л/ч				182 л/ч			
Максимальное предельное давление подачи	13,6 кПа				13,6 кПа			
Максимальное предельное давление возврата	68 кПа				68 кПа			
Нагрузка вентилятора	3,7 кВт				3,7 кВт			
Емкость хладагента (вместе с радиатором)	25,6 л				25,6 л			
Расход хладагента (рубашка двигателя)	121 л/мин				121 л/мин			
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя	67 кВт				58 кВт			
Теплопередача хладагенту последующего охлаждения	40 °С				40 °С			
Теплопередача топливу	0,75 кВт				0,75 кВт			
Теплопередача в окр. среду	22 кВт				22 кВт			
Максимальное давление трения хладагента	28 кПа				28 кПа			
Максимальное статическое давление хладагента	143 кПа				143 кПа			
Максимальная температура в верхнем резервуаре (рубашка двигателя)	110 °С				110 °С			
Воздух для сжигания топлива	9,1 м³/мин				8,4 м³/мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе	6,2 кПа				6,2 кПа			
Воздух охлаждения генератора	30,8 м³/мин				30,8 м³/мин			
Воздух охлаждения радиатора	138 м³/мин				138 м³/мин			
Минимальное отверстие для забора воздуха (без аттенюации)	0,9 м²				0,9 м²			
Минимальное выпускное отверстие (без аттенюации)	0,45 м²				0,45 м²			
Максимальное статическое давление	125 Па				125 Па			
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)	25,3 м³/мин				22,6 м³/мин			
Температура выхлопных газов	591 °С				562 °С			
Максимальное обратное давление	10,2 кПа				10,2 кПа			
Приемистость нагрузки*	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
Посадка напряжения (%)	2,5	6	-	-	-	-	-	-
Время восстановления (с)	1	1,5	-	-	-	-	-	-
Посадка частоты (%)	4	7	-	-	-	-	-	-
Время восстановления (с)	1	1,5	-	-	-	-	-	-
Восстановление нагрузки	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
Посадка напряжения (%)	2,5	4	6,5	8	-	-	-	-
Время восстановления (с)	2	2	1	2	-	-	-	-
Посадка частоты (%)	5	6	7,5	10	-	-	-	-
Время восстановления (с)	2	2,5	2	3	-	-	-	-

\* только типовые значения для работы двигателя при максимальной рабочей температуре.

Приемистость нагрузки зависит от условий эксплуатации.

Определения номиналов: Дежурное питание: применим для обеспечения питания на период отключения центрального источника. Перегрузка в этом режиме не допускается. Не допускается использовать двигатель в режиме дежурного питания параллельно с центральным источником сетевым источником питания. Режим дежурства используется только при наличии надежного сетевого источника питания. Дежурный двигатель рассчитан на максимум 70 % средней нагрузки и работу не более 200 часов в год, куда входит 1 час работы на каждые 12 часов в дежурном режиме. использование режима не допускается, кроме случаев истинного отключения сети. Первичное питание: применим для постоянной работы с переменной нагрузкой на период отсутствия. Переменная нагрузка не должна превышать 70 % от средней нагрузки основного питания за 24 часа. В течение 1 часа на каждые 12 часов работы допускается перегрузка 10 %.

**Двигатели серии 6BTA**

Optional sub-base fuel tank	Факультативный топливный бак под основанием
Battery removable for shipment	Батарея снимается при транспортировке
Optional circuit breaker or cable entrance can be fitted on either side or both	Место расположения факультативного прерывателя или кабельного входа на любой из сторон или на обеих.

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В1, мм	В, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
123DGFE	6BTA5.9G2	2140	1675	840	700	1350	200	1093	1056	150	310

**Примечание 1:**

- при установке аккумуляторная ванна выступает сбоку на 260 мм.
- сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**103 кВт - 163 кВт, 50 Гц**  
**Двигатели серии 6С**

**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	103 кВт, 129 кВА	122 кВт, 153 кВА	148 кВт, 185 кВА	163 кВт, 204 кВА
Модель (первичное питание)	103 DGEA	122 DGFA	148 DGFB	163 DGFC
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	116 кВт, 145 кВА	136 кВт, 170 кВА	163 кВт, 204 кВА	Нет данных
Модель (дежурное питание)	116 DGEA	136 DGFA	163 DGFB	Нет данных
Производитель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
Модель	6СТВ.3G2	6СТА8.3G	6СТА8.3G	6СТАА8.3G
Кол-во цилиндров	Шесть	Шесть	Шесть	Шесть
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Механический	Механический	Механический	Механический
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим воздушно-воздушным охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	114×135 мм	114×135 мм	114×135 мм	114×135 мм
Коэффициент сжатия	16,8	16,5:1	16,5:1	16,8:1
Емкость	8,3 литра	8,3 литра	8,3 литра	8,3 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, -12°С	Самостоятельный, -12°С	Самостоятельный, -12°С	Самостоятельный, -12°С
Емкость батареи	165 А/ч	165 А/ч	165 А/ч	165 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	122 кВт	159 кВт	159 кВт	183 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	135 кВт	176 кВт	176 кВт	203 кВт
Максимальная допустимая одноэтапная нагрузка	87 кВт	100 кВт	100 кВт	131 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	Н	Н	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	30 л/ч	33 л/ч	40 л/ч	44,5 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	34 л/ч	36,6 л/ч	44 л/ч	49,9 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	23,8 литра	23,8 литра	23,8 литра	23,8 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	330 литров	330 литров	330 литров	330 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	26 литров	28 литра	28 литра	26 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	521 °С	627 °С	638 °С	583 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	1522 м <sup>3</sup> /ч	1716 м <sup>3</sup> /ч	1850,4 м <sup>3</sup> /ч	1955 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	75 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор*	3,5 м <sup>3</sup> /с	3,1 м <sup>3</sup> /с	3,1 м <sup>3</sup> /с	3,6 м <sup>3</sup> /с
Забор воздуха – двигатель	568 м <sup>3</sup> /ч	546 м <sup>3</sup> /ч	586,8 м <sup>3</sup> /ч	676 м <sup>3</sup> /ч
Минимальное отверстие для забора воздуха в машинный зал	0,9 м <sup>2</sup>	0,9 м <sup>2</sup>	0,9 м <sup>2</sup>	0,9 м <sup>2</sup>
Минимальное выпускное отверстие	0,6 м <sup>2</sup>	0,6 м <sup>2</sup>	0,6 м <sup>2</sup>	0,6 м <sup>2</sup>
Напорный вентилятор (с допуском на канал)	10 мм. вод. ст.	10 мм. вод. ст.	10 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	27 кВт	34 кВт	35 кВт	36 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4 % на 300 м выше 1525 м	4 % на 300 м выше 1525 м	4 % на 300 м выше 1525 м	4 % на 300 м выше 1000 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	1 % на 5 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С	1,5 % на 1 °С выше 30 °С

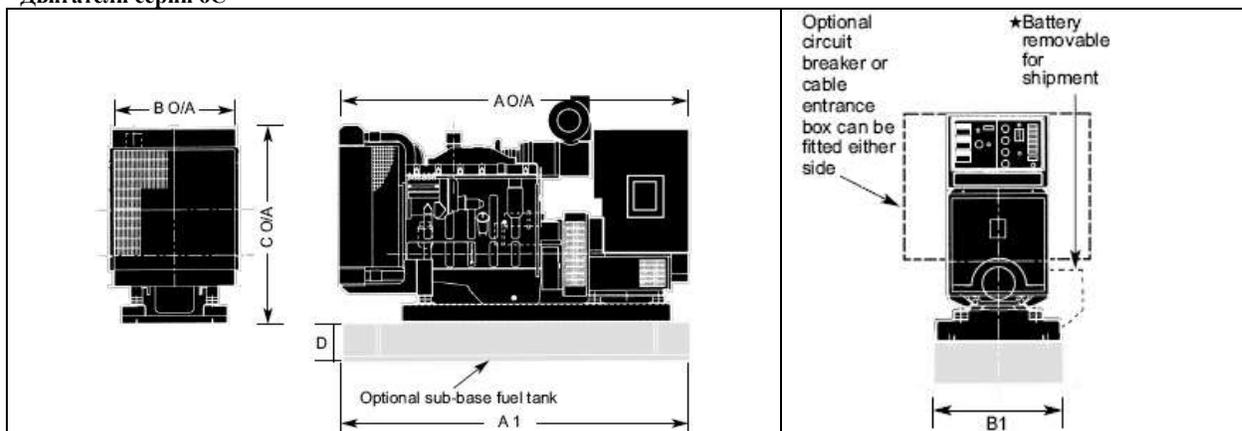
В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Данные по обом видам питания приведены для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F) (кроме модели CP200-5, для которой значения даны для 30 °С).

**Двигатели серии 6С**



Optional sub-base fuel tank	Факультативный топливный бак под основанием
Battery removable for shipment	Батарея снимается при транспортировке
Optional circuit breaker or cable entrance can be fitted on either side or both	Место расположения факультативного прерывателя или кабельного входа на любой из сторон или на обеих.

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В1, мм	В, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
DGEA	6СТ8.3G2	2332	2200	840	831	1412	250	1500	1448	210	490
DGFA	6СТА8.3G2	2339	2200	840	831	1412	250	1650	1594	210	490
DGFB	6СТА8.3G	2429	2200	840	831	1412	250	1760	1704	210	490
DGFC	6СТАА8.3G	2555	2200	840	1070	1426	250	1800	1744	210	490

Примечание 1:

- при установке аккумуляторная ванна выступает сбоку на 260 мм.
- сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

Веса агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 184 кВт - 200 кВт, 50 Гц Двигатели серии 6СТАА

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

6СТАА8.3G2 – Выходное напряжение 380-440 В, 50 Гц		Дежурное питание				Первичное питание			
Номиналы		200 кВт (250 кВА)				184 кВт (230 кВА)			
Модель (первичное питание)		200 DGFE				184 DGFE			
Модель двигателя		6СТАА8.3G2				6СТАА8.3G2			
Кол-во цилиндров		Шесть				Шесть			
Аспирация		Турбонаддув с последующим охлаждением				Турбонаддув с последующим охлаждением			
Общая выходная мощность двигателя		231 кВт				209 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление		2300 кПа				2230 кПа			
Диаметр цилиндра		114 мм				114 мм			
Ход поршня		135 мм				135 мм			
Скорость поршня		8,1 м/с				8,1 м/с			
Коэффициент сжатия		16,7:1				16,7:1			
Емкость смазочного масла		18,9 л				18,9 л			
Частота оборотов		1500 об./мин.				1500 об./мин.			
Предел превышения скорости		2070 ± 50				2070 ± 50			
Расход топлива (нагрузка)		1/4	1/2	3/4	Полная	1/4	1/2	¾	Полная
Расход топлива (л/мин)		15	28	42	57	14	25	38	51
Емкость факультативного основного бака		330 л				330 л			
Максимальный расход топлива		126 л/ч				126 л/ч			
Максимальное предельное давление подачи		13,6 кПа				13,6 кПа			
Максимальное предельное давление возврата		34 кПа				34 кПа			
Нагрузка вентилятора		6,3 кВт				6,3 кВт			
Емкость хладагента (вместе с радиатором)		32 л				32 л			
Расход хладагента (рубашка двигателя)		200 л/мин				200 л/мин			
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя		80 кВт				72 кВт			
Теплопередача хладагенту последующего охлаждения		40 °С				40 °С			
Теплопередача топливу		Нет данных				Нет данных			
Теплопередача в окр. среду		24 кВт				22 кВт			
Максимальное давление трения хладагента		28 кПа				28 кПа			
Максимальное статическое давление хладагента		187 кПа				187 кПа			
Максимальная температура в верхнем резервуаре (рубашка двигателя)		110 °С				110 °С			
Воздух для сжигания топлива		15,4 м³/мин				15,4 м³/мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе		6,2 кПа				6,2 кПа			
Воздух охлаждения генератора		30,8 м³/мин				30,8 м³/мин			
Воздух охлаждения радиатора		246 м³/мин				246 м³/мин			
Минимальное отверстие для забора воздуха (без аттенюации)		1,16 м²				1,16 м²			
Минимальное выпускное отверстие(без аттенюации)		0,58 м²				0,58 м²			
Максимальное статическое давление		125 Па				125 Па			
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)		42,2 м³/мин				40,9 м³/мин			
Температура выхлопных газов		586 °С				565 °С			
Максимальное обратное давление		10,2 кПа				10,2 кПа			

\* только типовые значения для работы двигателя при максимальной рабочей температуре.

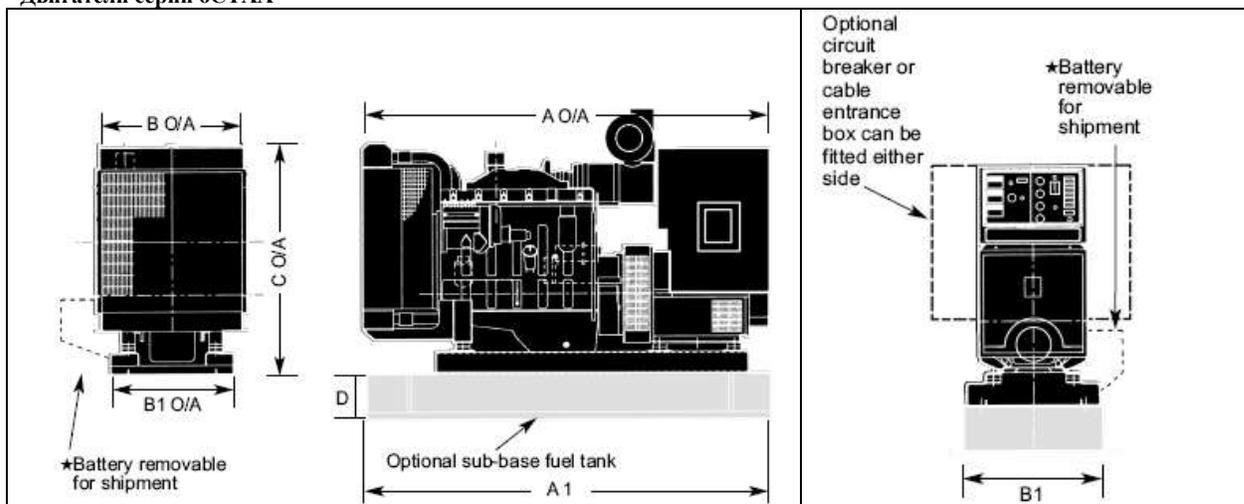
Приемистость нагрузки зависит от условий эксплуатации.

Определения номиналов:

Дежурное питание: применим для обеспечения питания на период отключения центрального источника. Перегрузка в этом режиме не допускается. Не допускается использовать двигатель в режиме дежурного питания параллельно с центральным источником сетевым источником питания. Режим дежурства используется только при наличии надежного сетевого источника питания. Дежурный двигатель рассчитан на максимум 70 % средней нагрузки и работу не более 200 часов в год, куда входит 1 час работы на каждые 12 часов в дежурном режиме. использование режима не допускается, кроме случаев истинного отключения сети.

Первичное питание: применим для постоянной работы с переменной нагрузкой на период отсутствия. Переменная нагрузка не должна превышать 70 % от средней нагрузки основного питания за 24 часа. В течение 1 часа на каждые 12 часов работы допускается перегрузка 10 %.

**Двигатели серии 6СТАА**



Optional sub-base fuel tank	Факультативный топливный бак под основанием
Battery removable for shipment	Батарея снимается при транспортировке
Optional circuit breaker or cable entrance can be fitted on either side	Место расположения факультативного прерывателя или кабельного входа на любой из сторон.

Модель	Двигатель	Длина А, мм	А1, мм	Ширина В1, мм	В, мм	Высота С, мм	Д, мм	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
DGFE	6СТА8.3G2	2339	2200	840	831	1412	250	1650	1594	210	490

**Примечание 1:**

- при установке аккумуляторная ванна выступает сбоку на 260 мм.
- сухой и влажный вес агрегата не включает топливный бак и его содержимое.

Веса агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 186 кВт - 223 кВт, 50 Гц Двигатели серии LTA10

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-415 В, 50 Гц	380-415 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	186 кВт, 233 кВА	202 кВт, 253 кВА
Модель (первичное питание)	186 DFAB	202 DFAC
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	207 кВт, 259 кВА	223 кВт, 279 кВА
Модель (дежурное питание)	207 DFAB	223 DFAC
Производитель двигателя	Cummins	Cummins
Модель	LTA10G2	LTA10G3
Кол-во цилиндров	Шесть	Шесть
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	125x136 мм	125x136 мм
Коэффициент сжатия	16,0:1	16,0:1
Емкость	10 литров	10 литров
Мин. температура запуска	Самостоятельный, -1 °С	Самостоятельный, -1 °С
Емкость батареи	127 А/ч	127 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	203 кВт	218 кВт
Полезная мощность двигателя – Дежурное питание	225 кВт	240 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	48,4 л/ч	51,1 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	53,4 л/ч	55,6 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	36 литров	36 литров
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	675 литров	675 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	53 литра	53 литра
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	502 °С	510 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	2192 м <sup>3</sup> /ч	2329,2 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (темп. окр. возд. 40 °С)	5,6 м <sup>3</sup> /с	4,5 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	817 м <sup>3</sup> /ч	848 м <sup>3</sup> /ч
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	5,0 м <sup>3</sup> /с	3,8 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С и 50 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	41 кВт	46 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 1525 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С

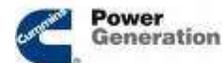
В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

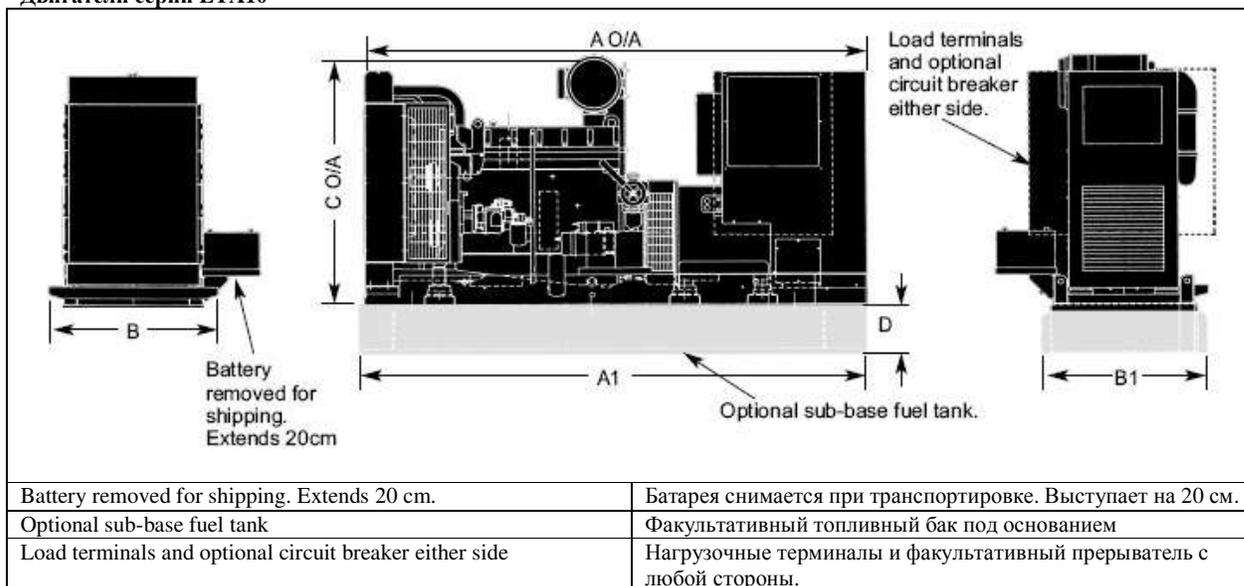
Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Данные по обоим видам питания даны для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F).

# Технические данные Вес и размеры на 50 Гц



## Двигатели серии LTA10



Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	A1	B1	B	C	D				
DFAB	LTA10G2	2980	3338	1048	1050	1644	300	2230	2300	445	1085
DFAC	LTA10G3	2980	3338	1048	1050	1644	300	2230	2300	445	1085

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**250 кВт - 340 кВт, 50 Гц  
Двигатели серии NT855**
**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

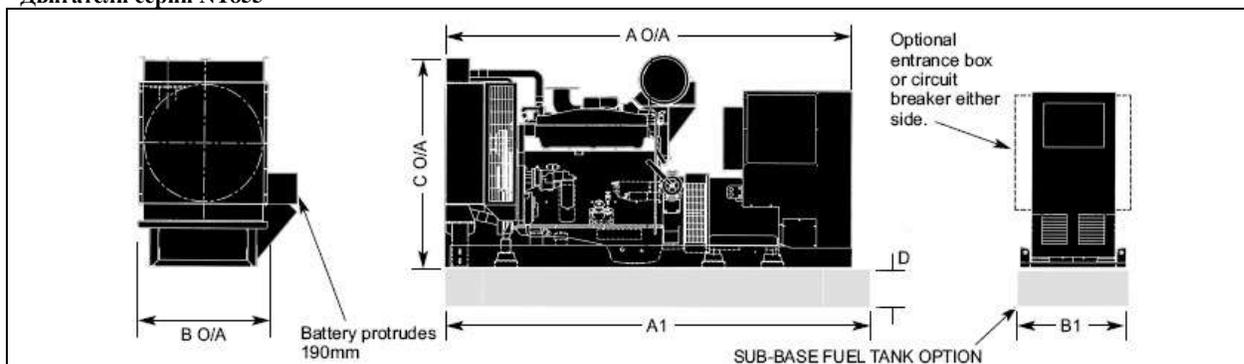
Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	-	252 кВт, 315 кВА	280 кВт, 350 кВА	-
Модель (первичное питание)	-	252 DFBH	280 DFCC	-
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	250 кВт, 313 кВА	280 кВт, 350 кВА	312 кВт, 390 кВА	340 кВт, 425 кВА
Модель (дежурное питание)	250 DFBF	280 DFBH	312 DFCC	340 DFCE
Производитель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
Модель	NT855G6	NT855G6	NTA855G4	NTA855G6
Кол-во цилиндров	Шесть	Шесть	Шесть	Шесть
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув	Турбонаддув	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	140×152 мм	140×152 мм	140×152 мм	140×152 мм
Коэффициент сжатия	14,0:1	14,0:1	14,0:1	14,0:1
Емкость	14 литров	14 литров	14 литров	14 литров
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 4 °С	Самостоятельный, 4 °С	Самостоятельный, -7 °С	Самостоятельный, -7 °С
Емкость батареи	127 А/ч	127 А/ч	127 А/ч	127 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	-	272 кВт	309 кВт	-
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	172 кВт	172 кВт	175 кВт	175 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	Н	Н	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	-	69 л/ч	76 л/ч	-
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	67 л/ч	76 л/ч	84 л/ч	91 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	38,6 литра	38,6 литра	38,6 литра	38,6 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	800 литров	800 литров	800 литров	800 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	63,9 литра	63,9 литра	69,8 литра	69,8 литра
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	574 °С	574 °С	524 °С	487 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	3855,6 м³/ч	3855,6 м³/ч	4060,8 м³/ч	4723 м³/ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	7,6 м³/с	7,6 м³/с	6,4 м³/с	7,6 м³/с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	1299,6 м³/ч	1299 м³/ч	1468,8 м³/ч	1854 м³/ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)	7,6 м³/с	7,6 м³/с	8,3 м³/с	8,3 м³/с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	57 кВт	57 кВт	65 кВт	81 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 1525 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С

В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

**Двигатели серии NT855**



Battery protrudes 190 mm	Батарея выступает 190 мм
Sub-base fuel tank option	Факультативный топливный бак под основанием
Optional entrance box or circuit breaker either side	Факультативная входная коробка или прерыватель с любой стороны

Модель	Двигатель	A	Размеры и вес (мм/кг)					Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
			A1	B	B1	C	D				
DFBF	NT855G6	3196	3338	990	1048	1777	300	2983	3100	445	1085
DFBH	NT855G6	3286	3338	990	1048	1777	300	3133	3230	445	1085
DFCC	NTA855G4	3286	3338	990	1048	1777	300	3178	3275	445	1085
DFCE	NTA855G6	3304	3338	990	1048	1777	300	3291	3388	445	1085

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 364 кВт - 440 кВт, 50 Гц Двигатели серии QSX15

### Генераторные агрегаты QSX15G8 на 50 Гц

	Первичное питание				Дежурное питание				Первичное питание				Дежурное питание			
Модель	364 DFEJ				400 DFEJ				400 DFEK				440 DFEK			
Номиналы	364 кВт				400 кВт				400 кВт				440 кВт			
Модель двигателя	6СТАА8.3G2															
Аспирация: турбонаддув с последующим воздушно-воздушным охлаждением	Да															
Общая выходная мощность двигателя	451 кВт				500 кВт				451 кВт				500 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление	2137 кПа				2344 кПа				2344 кПа				2571 кПа			
Диаметр цилиндра	137 мм															
Ход поршня	169 мм				169 мм				М				169 мм			
Скорость поршня	8,4 м/с															
Коэффициент сжатия	17:1				17:1				17:1				17:1			
Емкость смазочного масла	83 л															
Предел превышения скорости	2150 об./мин. ± 50															
Расход топлива (нагрузка)	¼	½	¾	Полная												
Расход топлива (л/мин)	32	51	71	91	34	55	77	99	34	55	77	99	36	60	94	108
Максимальный расход топлива	435 л/ч															
Максимальное предельное давление подачи	127 мм. рт. ст.															
Максимальное предельное давление возврата	77 мм. рт. ст.															
Нагрузка вентилятора	23 кВт															
Емкость хладагента (вместе с радиатором)	58 л															
Расход хладагента (рубашка двигателя)	394 л/мин															
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя	129 кВт				141 кВт				141 кВт				156 кВт			
Теплопередача в окр. среду	51 кВт				56 кВт				56 кВт				64 кВт			
Воздух для сжигания топлива	30 м <sup>3</sup> /мин				32 м <sup>3</sup> /мин				32 м <sup>3</sup> /мин				34 м <sup>3</sup> /мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе	6,2 кПа															
Воздух охлаждения генератора	52 м <sup>3</sup> /мин															
Воздух охлаждения радиатора	679 м <sup>3</sup> /мин															
Минимальное отверстие для забора воздуха (без аттенюации)	2,3 м <sup>2</sup>															
Минимальное выпускное отверстие (без аттенюации)	1,6 м <sup>2</sup>															
Максимальное статическое давление	13 мм. вод. ст.															
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)	73 м <sup>3</sup> /мин				79 м <sup>3</sup> /мин				79 м <sup>3</sup> /мин				87 м <sup>3</sup> /мин			
Температура выхлопных газов	474 °С				487 °С				487 °С				507 °С			
Максимальное обратное давление	6,7 кПа															
Ухудшение работы	Обр. к изг.															

Обр. к изг. – Обратиться к изготовителю (Прим. пер.).

Только типовые значения для работы двигателя при максимальной рабочей температуре.

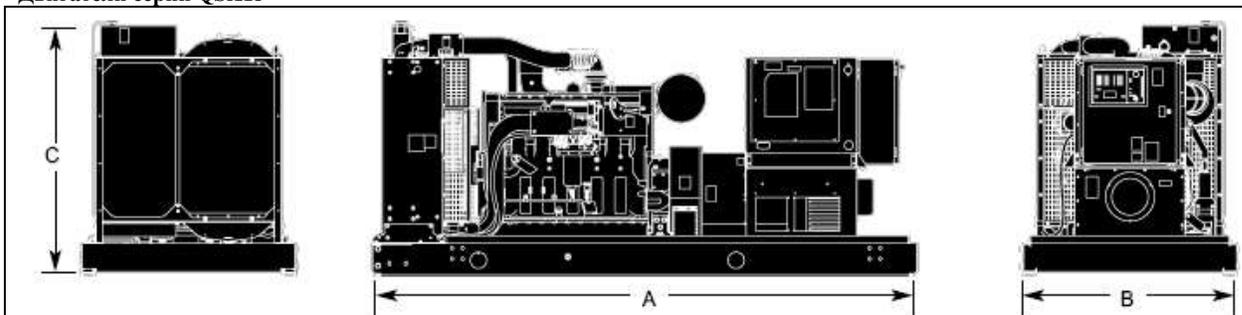
Приемистость нагрузки зависит от условий эксплуатации.

Определения номиналов:

Дежурное питание: применим для обеспечения питания на период отключения центрального источника. Перегрузка в этом режиме не допускается. Номинирован (эквивалент энергии остановки подачи топлива по ISO3046).

Первичное питание: применим для постоянной работы с переменной нагрузкой на период отсутствия. Допускается перегрузка 10 % в течение ограниченного периода времени. Номинирован.

**Двигатели серии QSX15**



Модель	Двигатель	Размеры и веса (мм/кг)			Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	B	C				
DFEJ	QSX15G8	3868	1524	1534	4309	4445	Обр. к изг.	Обр. к изг.
DFEK	QSX15G8	3868	1524	1534	4309	4445	Обр. к изг.	Обр. к изг.

Веса агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**345 кВт - 461 кВт, 50 Гц**  
**Двигатели серии K19**

**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

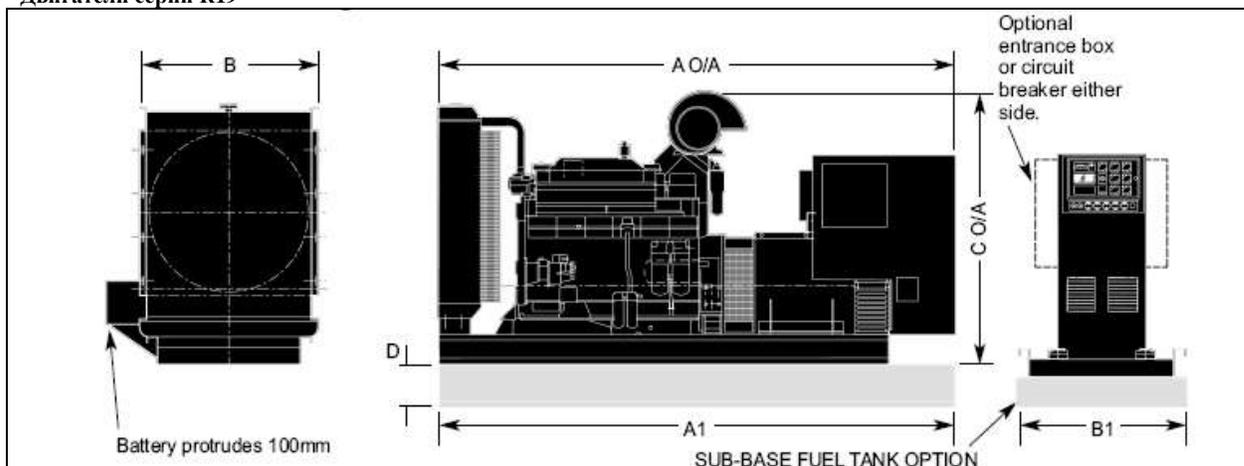
Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	345 кВт, 431 кВ	360 кВт, 450 кВА	409 кВт, 511 кВА
Модель (первичное питание)	345 DFEC	360 DFEL	409 DFED
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	-	400 кВт, 500 кВА	461 кВт, 576 кВА
Модель (дежурное питание)	-	400 DFEL	461 DFED
Производитель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins
Модель	KTA19G3	KTA19G3	KTA19G4
Кол-во цилиндров	Шесть	Шесть	Шесть
Конструкция двигателя	Однорядный	Однорядный	Однорядный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	159×159 мм	159×159 мм	159×159 мм
Коэффициент сжатия	13,9:1	13,9:1	13,9:1
Емкость	18,9 литра	18,9 литра	18,9 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 7 °С	Самостоятельный, 7 °С	Самостоятельный, 0 °С
Емкость батареи	190 А/ч	190 А/ч	190 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	384 кВт	384 кВт	429 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	Нет данных	429 кВт	485 кВт
Максимальная допустимая одномоментная нагрузка	250 кВт	250 кВт	250 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	Н	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	91 л/ч	97 л/ч	107 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	100 л/ч	107 л/ч	121 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	50 литров	50 литров	50 литров
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	1200 литров	1200 литров	1200 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	91 литр	91 литр	91 литр
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	524 °С	524 °С	538 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	4842 м <sup>3</sup> /ч	4842 м <sup>3</sup> /ч	5162 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	13,7 м <sup>3</sup> /с	13,7 м <sup>3</sup> /с	13,7 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	1749 м <sup>3</sup> /ч	1749 м <sup>3</sup> /ч	1912 м <sup>3</sup> /ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)	11,5 м <sup>3</sup> /с	11,5 м <sup>3</sup> /с	11,5 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	78 кВт	79 кВт	88 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 1525 м	4,0 % на 300 м выше 2280 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С

В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Двигатели серии K19

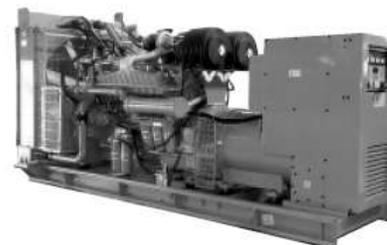


Battery protrudes 190 mm	Батарея выступает 190 мм
Sub-base fuel tank option	Факультативный топливный бак под основанием
Optional entrance box or circuit breaker either side	Факультативная входная коробка или прерыватель с любой стороны

Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	A1	B	B1	C	D				
DFEC	KTA19G3	3490	3875	1266	1350	1830	300	4136	4270	580	1580
DFEL	KTA19G3	3490	3875	1266	1350	1830	300	4136	4270	580	1580
DFED	KTA19G4	3490	3875	1266	1350	1830	300	4276	4410	580	1580

Веса агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.  
 Не использовать сведения для проектирования установки.  
 Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.  
 Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

460 кВт - 565 кВт, 50 Гц  
Двигатели серии VTA28



## Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	460 кВт, 575 кВ	512 кВт, 640 кВА
Модель (первичное питание)	460 DFGA	512 DFGB
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	509 кВт, 636 кВА	565 кВт, 706 кВА
Модель (дежурное питание)	509 DFGA	565 DFGB
Производитель двигателя	Cummins	Cummins
Модель	VTA28G5	VTA28G5
Кол-во цилиндров	Двенадцать	Двенадцать
Конструкция двигателя	V-образный	V-образный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	140x152 мм	140x152 мм
Коэффициент сжатия	13:1	13:1
Емкость	28 литров	28 литров
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 4 °С	Самостоятельный, 4 °С
Емкость батареи	254 А/ч	254 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	548 кВт	548 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	604 кВт	604 кВт
Максимальная допустимая одномоментная нагрузка	340 кВт	340 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 1,0 %	± 1,0 %
Класс изоляции генератора	H	H
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	124 л/ч	140 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	137 л/ч	154 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	83 литра	83 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	1200 литров	1200 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	166 литров	166 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	493 °С	493 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	7153 м <sup>3</sup> /ч	7153,2 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	*13,7 м <sup>3</sup> /с	13,7 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	19 мм. вод. ст.	19 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	2976,6 м <sup>3</sup> /ч	2976,6 м <sup>3</sup> /ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)	*13,1 м <sup>3</sup> /с	13,1 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С	19 мм. вод. ст.	19 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	112 кВт	114 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1220 м	4,0 % на 300 м выше 1220 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °С выше 40 °С	2 % на 11 °С выше 40 °С

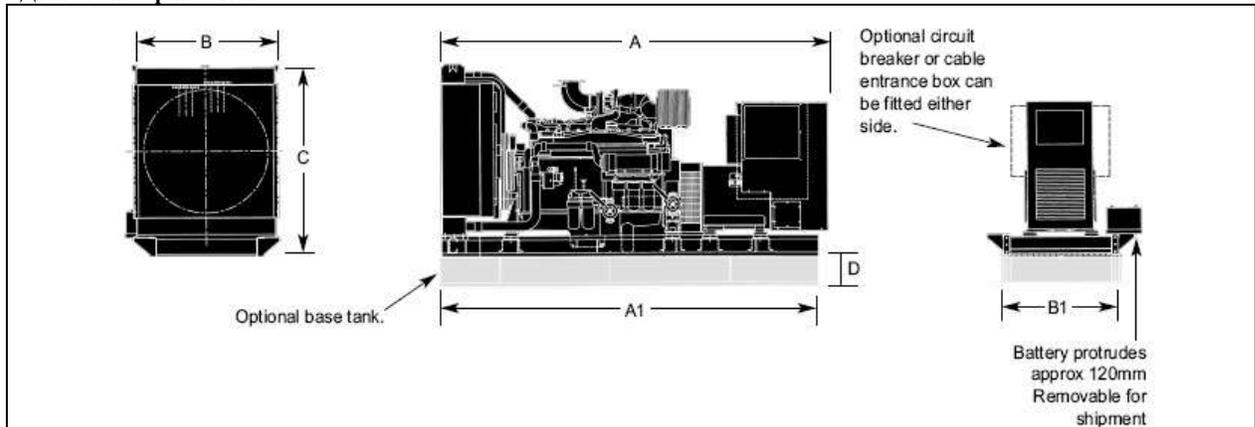
В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

\* Подлежит согласованию на предприятии. Допуск производительности двигателя ± 5 %

**Двигатели серии VTA28**



Optional base tank	
Battery protrudes approx.. 120 mm. Removable for shipment.	Батарея выступает примерно на 120 мм. При транспортировке может сниматься.
Optional circuit breaker or entrance box can be fitted either side	Факультативный прерыватель или входная коробка могут устанавливаться с любой стороны

Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	A1	B1	B	C	D				
460 DFGA	VTA28G5	3825	3875	1350	1423	1942	300	5355	5665	580	1580
512 DFGB	VTA28G5	3900	3875	1350	1423	1942	300	5730	6040	580	1580

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 600 кВт - 660 кВт, 50 Гц Двигатели серии VTA28G6



### Генераторные агрегаты на 50 Гц

VTA28G6 - ** см. выходное напряжение 400 В, 50 Гц	Дежурное питание				Первичное питание			
Номиналы	660 кВт (825 кВА)				600 кВт (750 кВА)			
Модель (первичное питание)	660 DGFD				600 DFGD			
Модель двигателя	VTA28G6				VTA28G6			
Кол-во цилиндров	12				12			
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением				Турбонаддув с последующим охлаждением			
Общая выходная мощность двигателя	722 кВт				656 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление	2062 кПа				1874 кПа			
Диаметр цилиндра	140 мм				140 мм			
Ход поршня	152 мм				152 мм			
Скорость поршня	7,6 м/с				7,6 м/с			
Коэффициент сжатия	13,0:1				13,0:1			
Емкость смазочного масла	83 л				83 л			
Частота оборотов	1500 об./мин.				1500 об./мин.			
Предел превышения скорости	2070 ± 50				2070 ± 50			
Расход топлива (нагрузка)	¼	½	¾	Полная	¼	½	¾	Полная
Расход топлива (л/мин)	40	81	121	162	36	73	110	147
Емкость факультативного основного бака	1200 л				1200 л			
Максимальный расход топлива	448 л/ч				448 л/ч			
Максимальное предельное давление подачи	27 кПа				27 кПа			
Максимальное предельное давление возврата	22 кПа				22 кПа			
Нагрузка вентилятора	19 кВт				19 кВт			
Емкость хладагента (вместе с радиатором)	162 л				162 л			
Расход хладагента (рубашка двигателя)	732 л/мин				732 л/мин			
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя	575 кВт				575 кВт			
Теплопередача хладагенту последующего охлаждения	Нет данных				Нет данных			
Теплопередача топливу	Нет данных				Нет данных			
Теплопередача в окр. среду	90 кВт				90 кВт			
Максимальное давление трения хладагента	55 кПа				55 кПа			
Максимальное статическое давление хладагента	18,3 кПа				18,3 кПа			
Максимальная температура в верхнем резервуаре (рубашка двигателя)	104 °С				100 °С			
Воздух для сжигания топлива	55 м³/мин				49 м³/мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе	85 кПа				85 кПа			
Воздух охлаждения генератора	97 м³/мин				97 м³/мин			
Воздух охлаждения радиатора	750 м³/мин				750 м³/мин			
Минимальное отверстие для забора воздуха (без аттенюации)	4,1 м²				4,1 м²			
Минимальное выпускное отверстие(без аттенюации)	3,2 м²				3,2 м²			
Максимальное статическое давление	13 мм. рт. ст.				13 мм. рт. ст.			
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)	132 м³/мин				120 м³/мин			
Температура выхлопных газов	489 °С				464 °С			
Максимальное обратное давление	10,1 кПа				10,2 кПа			
Приемистость нагрузки*	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
Посадка напряжения (%)	4	11	18	30				
Время восстановления (с)	1	1,5	1,5	4				
Посадка частоты (%)	3	4,5	6	9				
Время восстановления (с)	1,5	1,5	3	6				
Восстановление нагрузки	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
Посадка напряжения (%)	4	9	15	20				
Время восстановления (с)	1,5	2	2	3				
Посадка частоты (%)	2,5	3,5	4	6,5				
Время восстановления (с)	2	2,5	2,5	2,5				

\* Только типовые значения для работы двигателя при максимальной рабочей температуре. Приемистость нагрузки зависит от условий эксплуатации. \*\* Обратитесь к сведениям изготовителя

Определения номиналов:

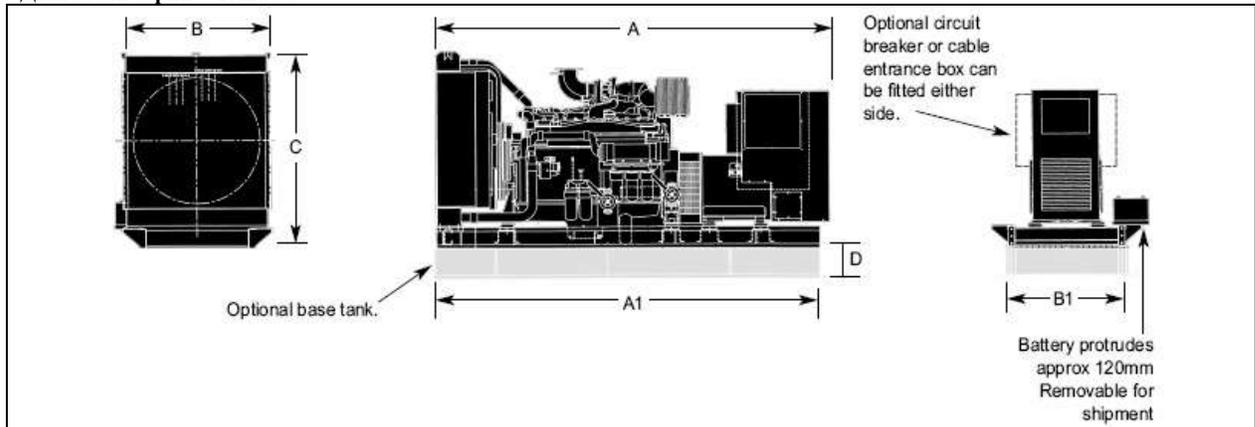
Дежурное питание: применим для обеспечения питания на период отключения центрального источника. Перегрузка в этом режиме не допускается. Не допускается использовать двигатель в режиме дежурного питания параллельно с центральным источником сетевым источником питания. Режим дежурства используется только при наличии надежного сетевого источника питания. Дежурный двигатель рассчитан на максимум 70 % средней нагрузки и работу не более 200 часов в год, куда входит 1 час работы на каждые 12 часов в дежурном режиме. Использование режима не допускается, кроме случаев истинного отключения сети.

Первичное питание: применим для постоянной работы с переменной нагрузкой на период отсутствия. Переменная нагрузка не должна превышать 70 % от средней нагрузки основного питания за 24 часа. В течение 1 часа на каждые 12 часов работы допускается перегрузка 10 %.

**Технические данные**  
**Вес и размеры на 50 Гц**



**Двигатели серии VTA28G6**



Optional base tank	
Battery protrudes approx.. 120 mm. Removable for shipment.	Батарея выступает примерно на 120 мм. При транспортировке может сниматься.
Optional circuit breaker or entrance box can be fitted either side	Факультативный прерыватель или входная коробка могут устанавливаться с любой стороны

Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	A1	B1	B	C	D				
DFGD	VTA28G6	3900	3875	1350	1423	1942	300	6389	6710	580	1580

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

## 580 кВт - 888 кВт, 50 Гц Двигатели серии QST30

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	580 кВт, 725 кВ	640 кВт, 800 кВА	751 кВт, 939 кВ	800 кВт, 1000 кВА
Модель (первичное питание)	580 DFHA	640 DFHB	751 DFHC	800 DFHD
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	640 кВт, 800 кВА	713 кВт, 891 кВА	833 кВт, 1041 кВА	888 кВт, 1110 кВА
Модель (дежурное питание)	640 DFHA	713 DFHB	833 DFHC	888 DFHD
Производитель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
Модель	QST30G1	QST30G2	QST30G3	QST30G4
Кол-во цилиндров	Двенадцать	Двенадцать	Двенадцать	Двенадцать
Конструкция двигателя	V-образный	V-образный	V-образный	V-образный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	140x165 мм	140x165 мм	140x165 мм	140x165 мм
Коэффициент сжатия	14:1	14:1	14:1	14:1
Емкость	30,48 литра	30,48 литра	30,48 литра	30,48 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 1 °С	Самостоятельный, 1 °С	Самостоятельный, 7 °С	Самостоятельный, 7 °С
Емкость батареи	254 А/ч	254 А/ч	254 А/ч	254 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	634 кВт	697 кВт	806 кВт	880 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	701 кВт	768 кВт	895 кВт	970 кВт
Максимальная допустимая одномоментная нагрузка	570 кВт	570 кВт	583 кВт	622 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %
Класс изоляции генератора	Н	Н	Н	Н
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	153 л/ч	168 л/ч	184 л/ч	202 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	169 л/ч	187 л/ч	204 л/ч	224 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	154 литра	154 литра	154 литра	154 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	1700 литров	1700 литров	1700 литров	1700 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель (40 °С)	169 литров	169 литров	169 литров	302 литра
Емкость хладагента – радиатор и двигатель (50 °С)	175 литров	175 литров	175 литров	342 литра
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	527 °С	538 °С	541 °С	565 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	7182 м³/ч	7977 м³/ч	8748 м³/ч	10728 м³/ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	76 мм. рт. ст.	51 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	15,5 м³/с	15,5 м³/с	15,5 м³/с	18 м³/с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	*13 мм. вод. ст.	*13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	2544 м³/ч	2794 м³/ч	3114 м³/ч	3402 м³/ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)	17,6 м³/с	17,6 м³/с	18,1 м³/с	24,8 м³/с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	126 кВт	137 кВт	137 кВт	152 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	4,0 % на 300 м выше 1524 м	4,0 % на 300 м выше 1524 м	4,0 % на 300 м выше 1000 м	4,0 % на 300 м выше 1000 м
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	2 % на 11 °С выше 40 °С (52 °С ниже 305 м)	2 % на 11 °С выше 40 °С (52 °С ниже 305 м)	2 % на 11 °С выше 40 °С	4 % на 5 °С выше 50 °С**

В соответствии с ISO 8528, BS 5514.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

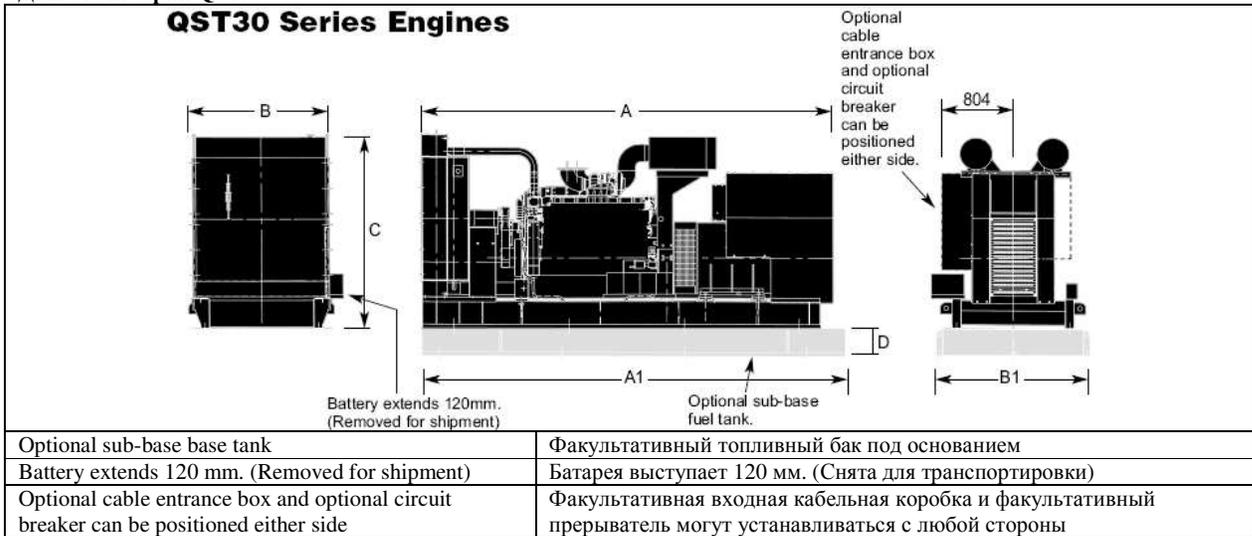
Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Номиналы первичного и дежурного питания указаны для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F).

\* Подлежит согласованию на предприятии.

\*\* Ни к одному из этих генераторных агрегатов с генераторами класса Н не применяется поправка на ухудшение рабочих характеристик при температурах ниже 50 °С. В отношении генераторов класса F необходимо проконсультироваться с предприятием.

**Двигатели серии QST30**



Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Сухой вес основного бака, кг	Влажный вес основного бака, кг
		A	A1	B	B1	C	D				
580 DFHA	CP700-5	4297	4460	1442	1640	2092	300	6552	6850	850	2210
640 DFHB	CP800-5	4297	4460	1442	1640	2092	300	6702	7000	850	2210
751 DFHC	CP900-5	4297	4460	1442	1640	2092	300	7152	7450	850	2210
800 DFHD	CP1000-5	4547	4460	1722	1640	2332	300	7712	8000	850	2210

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**1005 кВт - 1340 кВт, 50 Гц**  
**Двигатели серии KTA50**



Модель 1125 DFLE с установленным радиатором на 50 °С

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	1005 кВт, 1256 кВ	1125 кВт, 1406 кВА
Модель (первичное питание)	1005 DFLE	1125 DFLE
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	1120 кВт, 1400 кВА	1340 кВт, 1675 кВА
Модель (дежурное питание)	1120 DFLE	1340 DFLE
Производитель двигателя	Cummins	Cummins
Модель	KTA50G3	KTA50G8
Кол-во цилиндров	Шестнадцать	Шестнадцать
Конструкция двигателя	V-образный	V-образный
Регулятор/Класс	Электронный/A1	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	159x159 мм	
Коэффициент сжатия	13,9:1	14,9:1
Емкость	50,3 литра	50,3 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 7 °С	Самостоятельный, 7 °С
Емкость батареи	254 А/ч	254 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	1076 кВт	1168 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	1206 кВт	1397 кВт
Максимальная допустимая одномоментная нагрузка	640 кВт	900 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 0,5 %	± 0,5 %
Класс изоляции генератора	H	H
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	254 л/ч	289 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	282 л/ч	345 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	177 литра	204 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	2000 литров	2000 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	351 литр	400 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	518 °С	482 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	13590 м <sup>3</sup> /ч	13842 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	51 мм. рт. ст.	51 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)	21,6 м <sup>3</sup> /с	21,7 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	5166 м <sup>3</sup> /ч	5400 м <sup>3</sup> /ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)	27,1 м <sup>3</sup> /с	28,4 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С*	13 мм. вод. ст.	13 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	176 кВт	210 кВт
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – высота	См. поправочные кривые	См. поправочные кривые
Ухудшение рабочих характеристик двигателя – температура	См. поправочные кривые	См. поправочные кривые

В соответствии с ISO 8528, ISO 3046.

Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Номиналы первичного и дежурного питания указаны для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F).

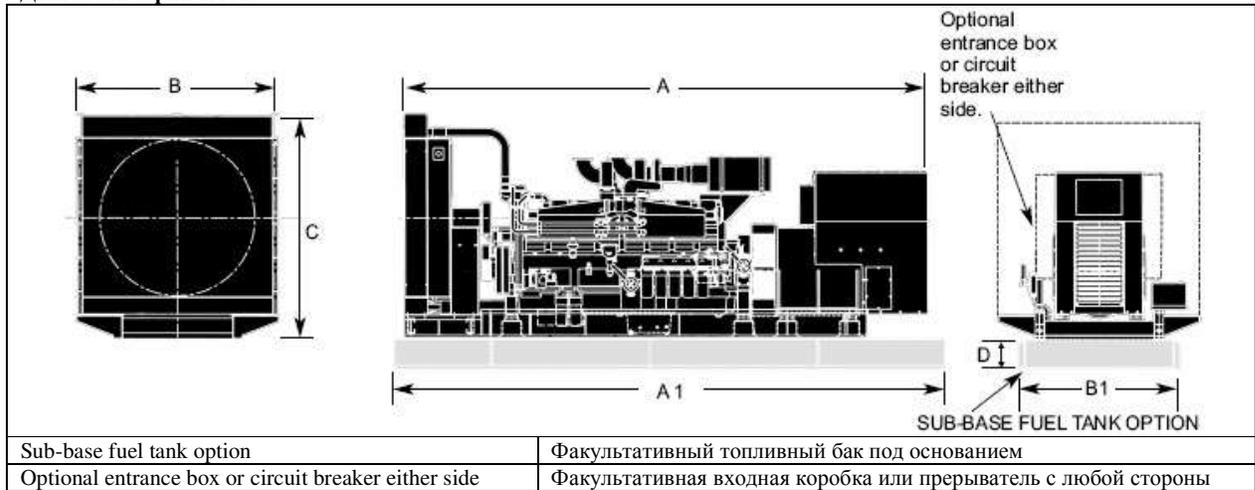
\* Подлежит согласованию на предприятии.

Параметры TA-LUFT (танг. лффт(?)) узнавать у производителя.

# Технические данные Вес и размеры на 50 Гц



## Двигатели серии KTA50



Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Влажный вес основного бака, кг	Сухой вес основного бака, кг
		A	A1	B1	B	C	D				
DFLC	KTA50G3	5290	5690	1640	2000	2238	300	9743	10300	2755	1075
DFLG	KTA50G6	5290	5690	1640	2000	2238	300	9743	10300	2755	1075
DFLH	KTA50G7	5455	5690	1640	2033	2241	300	9943	10646	2755	1075
DFLE	KTA50G8	5866	5690	1640	2033	2333	300	11140	11700	2755	1075
DFLE	*KTA50G8	5880	5690	1640	2033	2771	300	11540	12100	2755	1075

\* с радиатором на 50 °C окр. воздуха

Напольный прерыватель и шкаф контактов нагрузки (для использования свыше 2000 А)			
Сила тока, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю		

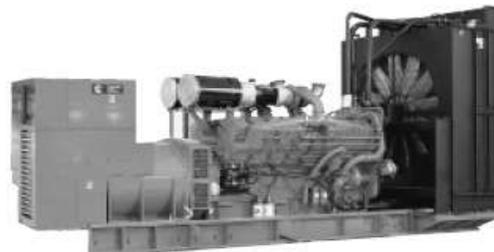
Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**1200 кВт - 1340 кВт, 50 Гц**  
**Двигатель серии KTA50GS8**



Типовая модель с установленным радиатором на 50 °С

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

Выходные характеристики	380-440 В, 50 Гц
Первичное питание при 40 ° окр. воздуха	1200 кВт, 1500 кВ
Модель (первичное питание)	1200 DFLF
Дежурное питание при 40 ° окр. воздуха	1340 кВт, 1675 кВА
Модель (дежурное питание)	1340 DFLF
Производитель двигателя	Cummins
Модель	KTA50GS8
Кол-во цилиндров	Шестнадцать
Конструкция двигателя	V-образный под 60 °
Регулятор/Класс	Электронный/A1
Аспирация и охлаждение	Турбонаддув с последующим охлаждением
Диаметр цилиндра и ход поршня	159×159 мм
Коэффициент сжатия	14,9:1
Емкость	50,3 литра
Мин. температура запуска	Самостоятельный, 7 °С
Емкость батареи	254 А/ч
Полезная мощность двигателя – Первичное питание	1287 кВт
Полезная мощность на маховике – Дежурное питание	1429 кВт
Максимальная допустимая одномоментная нагрузка	744 кВт
Частота вращения	1500 об./мин.
Регулировка напряжения генератора	± 0,5 %
Класс изоляции генератора	H
Одноэтапная нагрузка на NFPA110	100 %
Расход топлива (первичное питание, нагрузка 100 %)	309 л/ч
Расход топлива (дежурное питание, нагрузка 100 %)	345 л/ч
Емкость резервуара смазочного масла	204 литра
Емкость основного топливного бака – открытый агрегат	2000 литров
Емкость хладагента – радиатор и двигатель	315 литров
Температура выхлопных газов – полная первичная нагрузка	490 °С
Поток выхлопных газов – полная первичная нагрузка	14490 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное обратное давление выхлопных газов	51 мм. рт. ст.
Поток воздуха – радиатор (40 °С)*	21,7 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 40 °С*	13 мм. вод. ст.
Забор воздуха – двигатель	5600 м <sup>3</sup> /ч
Поток воздуха – радиатор (50 °С)*	28,4 м <sup>3</sup> /с
Напорный вентилятор (с допуском на канал) при 50 °С*	12 мм. вод. ст.
Общее тепловое излучение в окружающую среду	254 кВт

В соответствии с BS 5514, ISO 3046.

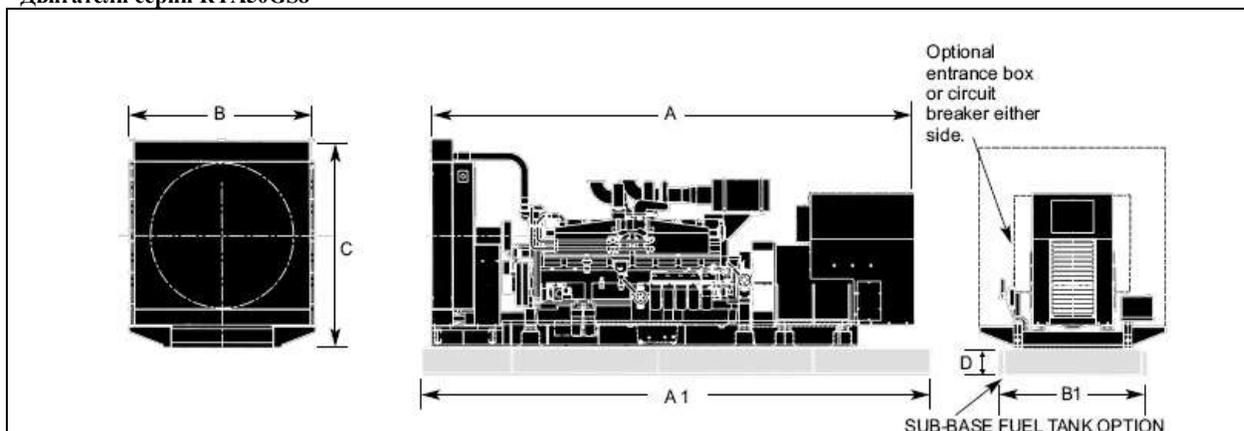
Первичное питание: постоянная работа при переменной нагрузке в течение неограниченного времени с возможностью перегрузки на 10 % в течение 1 часа каждые 12 часов. Генератор соответствует ISO 8528-3.

Дежурное питание: постоянная работа при переменной нагрузке на период устранения неисправности.

Номиналы первичного и дежурного питания указаны для температуры окружающего воздуха 40 °С (104 °F).

\* Подлежит согласованию на предприятии.

**Двигатели серии KTA50GS8**



Sub-base fuel tank option	Факультативный топливный бак под основанием
Optional entrance box or circuit breaker either side	Факультативная входная коробка или прерыватель с любой стороны

Модель	Двигатель	Размеры и вес (мм/кг)						Сухой вес агрегата, кг	Влажный вес агрегата, кг	Влажный вес основного бака, кг	Сухой вес основного бака, кг
		A	A1	B1	B	C	D				
DFLF	KTA50GS8	5886	5690	1640	1785	2241	300	9743	10300	2755	1075

Напольный прерыватель и шкаф контактов нагрузки (для использования свыше 2000 А)			
Сила тока, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю		

Весы агрегата указаны без основного бака. Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.  
 Не использовать сведения для проектирования установки.  
 Требуется утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.  
 Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

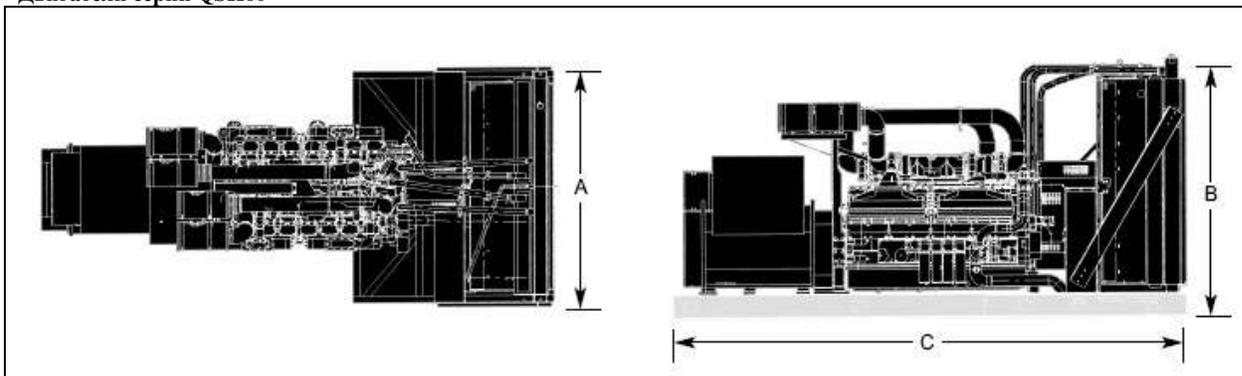
## 1500 кВт - 1760 кВт, 50 Гц Двигатели серии QSK60

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

	Дежурное питание				Первичное питание				Дежурное питание				Первичное питание			
	1650 (2063)				1500 (1875)				1760 (2200)				1600 (2000)			
Номиналы	1650 (2063)				1500 (1875)				1760 (2200)				1600 (2000)			
Модель	1650 DQKC				1500 DQKC				1760 DQKD				1600 DQKD			
Модель двигателя	QSK60G3				QSK60G3				QSK60G4				QSK60G4			
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением															
Общая выходная мощность двигателя	1790 кВт				1615 кВт				1915 кВт				1730 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление	2389 кПа				2159 кПа				2544 кПа				2299 кПа			
Диаметр цилиндра	159 мм															
Ход поршня	190 мм															
Скорость поршня	9,5 м/с															
Коэффициент сжатия	14,5:1				14,5:1				14,5:1				14,5:1			
Емкость смазочного масла	280 л				406 л				280 л				398 л			
Предел превышения скорости	1850 об./мин. ± 50															
Расход топлива (нагрузка)	¼	½	¾	Полная												
Расход топлива (л/мин)	119	202	293	393	111	187	266	356	125	220	325	427	114	200	291	394
Максимальное предельное давление подачи	8,4 кПа / 63 мм. рт. ст.				8,4 кПа / 63 мм. рт. ст.				13,5 кПа / 101 мм. рт. ст.				3,5 кПа / 101 мм. рт. ст.			
Максимальное предельное давление возврата	30,4 кПа / 228 мм. рт. ст.				30,4 кПа / 228 мм. рт. ст.				30,5 кПа / 229 мм. рт. ст.				30,5 кПа / 229 мм. рт. ст.			
Макс. температура подачи топлива	70 °С															
Макс. температура возврата топлива	71 °С															
Емкость хладагента (вместе с радиатором)	410 л				410 л				621 л				621 л			
Расход хладагента (рубашка двигателя)	1438 л/мин															
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя	460 кВт				420 кВт				500 кВт				450 кВт			
Теплопередача выхлопным газам	1195 кВт				1050 кВт				1325 кВт				1180 кВт			
Теплопередача хладагенту последующего охлаждения	405 кВт				355 кВт				455 кВт				400 кВт			
Теплопередача топливу	35 кВт															
Теплопередача в окр. среду	160 кВт				145 кВт				175 кВт				160 кВт			
Максимальные потери напора хладагента на трение	69 кПа															
Максимальные потери напора хладагента на трение (послед. охлаждение)	35 кПа															
Макс. статическое давление хладагента	18,3 м															
Макс. расход воды в теплообменнике	1363 л/мин.															
Макс. давление воды в теплообменнике	1034 кПа															
Макс. расход воды в теплообменнике (топливо)	144 л/мин.															
Макс. температура верх. резервуара (рубашка двигателя)	104 °С				100 °С				104 °С				100 °С			
Макс. темп. подачи (послед. охлаждение)	65 °С															
Воздух для сжигания топлива	139 м³/мин				125 м³/мин				144 м³/мин				136 м³/мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе	6,2 кПа															
Воздух охлаждения генератора	250 м³/мин				250 м³/мин				246 м³/мин				246 м³/мин			
Воздух охлаждения радиатора	1584 м³/мин				1584 м³/мин				1869 м³/мин				1869 м³/мин			
Максимальное статическое давление	125 Па															
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)	334 м³/мин				303 м³/мин				337 м³/мин				311 м³/мин			
Температура выхлопных газов	515 °С				505 °С				450 °С				430 °С			
Максимальное обратное давление	6,7 кПа															

Обр. к изг. – Обратиться к изготовителю (Прим. пер.).  
Данные подлежат уточнению у изготовителя.

**Двигатели серии QSK60**



Модель	Размер А	Размер В	Размер С	Сухой вес*
1500 DQKC	2286 мм	2612 мм	6090 мм	15188 кг
1600 DQKD	2286 мм	2612 мм	6090 мм	16644 кг
1650 DQKC	2286 мм	2612 мм	6090 мм	15188 кг
1760 DQKD	2286 мм	2612 мм	6090 мм	16649 кг

Напольный прерыватель и шкаф контактов нагрузки (для использования свыше 2000 А)			
Сила тока, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю		

\*Вес указан со стандартным низковольтным генератором.

Генераторный агрегат поставляется с залитым моторным маслом и хладагентом.

Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

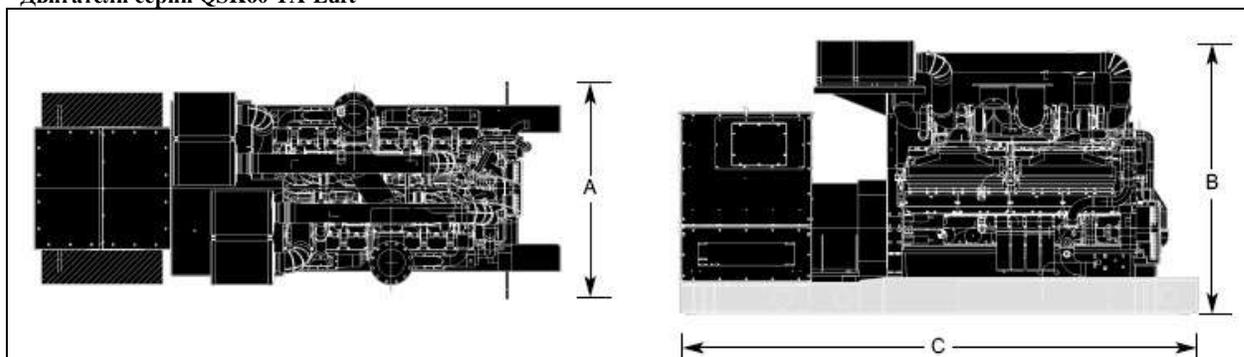
## 1500 кВт - 1760 кВт, 50 Гц Двигатели серии QSK60 TA-Luft

### Генераторные агрегаты на 50 Гц

	QSK60G3 TA-Luft				QSK60G3 TA-Luft				QSK60GS3 TA-Luft				QSK60GS3 TA-Luft			
	Дежурное питание				Первичное питание				Дежурное питание				Первичное питание			
Номиналы	1650 (2063) Примечание 1				1500 (1875) Примечание 1				1760 (2200) Примечание 1				1600 (2000) Примечание 1			
Модель	1650 DQKE				1500 DQKE				1760 DQKF				1600 DQKF			
Модель двигателя	QSK60G3				QSK60G3				QSK60GS3				QSK60GS3			
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением															
Общая выходная мощность двигателя	1740 кВт				1565 кВт				1835 кВт				1650 кВт			
Среднее эффективное тормозное давление	2305 кПа				2072 кПа				2429 кПа				2185 кПа			
Диаметр цилиндра	159 мм															
Ход поршня	190 мм															
Скорость поршня	9,5 м/с															
Коэффициент сжатия	14,5:1				14,5:1				14,5:1				14,5:1			
Емкость смазочного масла	378 л															
Предел превышения скорости	1850 об./мин. ± 50															
Расход топлива (нагрузка)	¼	½	¾	Полная												
Расход топлива (л/мин)	124	226	338	447	115	206	304	399	129	238	355	476	119	216	321	421
Максимальный расход топлива	1170 л/ч															
Максимальное предельное давление подачи	120 мм. рт. ст.															
Максимальное предельное давление возврата	229 мм. рт. ст.															
Макс. температура подачи топлива	70 °С															
Макс. температура возврата топлива	113 °С															
Нагрузка вентилятора (удаленный вентилятор)	17,6 кВт															
Емкость хладагента (вместе с радиатором)	459 л															
Расход хладагента (рубашка двигателя)	1438 л/мин															
Расход хладагента (послед. охлаждение)	426 л/мин.															
Теплопередача хладагенту в рубашке двигателя	530 кВт				490 кВт				548 кВт				509 кВт			
Теплопередача хладагенту последующего охлаждения	534 кВт				482 кВт				545 кВт				520 кВт			
Теплопередача топливу	22 кВт															
Теплопередача в окр. среду	175 кВт				157 кВт				187 кВт				165 кВт			
Максимальные потери напора хладагента на трение	69 кПа															
Максимальные потери напора хладагента на трение (послед. охлаждение)	35 кПа															
Макс. статическое давление хладагента	18,3 м															
Макс. расход воды в теплообменнике	1363 л/мин.															
Макс. давление воды в теплообменнике	1034 кПа															
Макс. расход воды в теплообменнике (топливо)	144 л/мин.															
Макс. температура верх. резервуара (рубашка двигателя)	104 °С				100 °С				104 °С				100 °С			
Макс. темп. подачи (послед. охлаждение)	40 °С															
Воздух для сжигания топлива	139 м³/мин				125 м³/мин				144 м³/мин				136 м³/мин			
Максимальное допустимое давление в воздухоочистителе	6,2 кПа															
Воздух охлаждения генератора	246 м³/мин															
Воздух охлаждения радиатора	-				-				-				-			
Максимальное статическое давление	125 Па															
Поток выхлопных газов (при полной нагрузке)	360 м³/мин				334 м³/мин				376 м³/мин				346 м³/мин			
Температура выхлопных газов	457 °С				440 °С				471 °С				448 °С			
Максимальное обратное давление	6,8 кПа															
Поправка на высоту (двигатель)	1400 м – Примечание 2				1400 м – Примечание 2				900 м – Примечание 2				900 м – Примечание 2			
Поправка на температуру (двигатель)	40 °С – Примечание 2				40 °С – Примечание 2				40 °С – Примечание 2				40 °С – Примечание 2			

Обр. к изг. – Обратиться к изготовителю (Прим. пер.).  
 Данные подлежат уточнению у изготовителя.  
 Примечание 1 – Номиналы без охлаждающего вентилятора  
 Примечание 2 – Обратиться к изготовителю за консультацией  
 Примечание 3 – Для маломощной работы в стандартных условиях

**Двигатели серии QSK60 TA-Luft**



Модель	Размер А	Размер В	Размер С	Сухой вес*
1500 DQKE	2068 мм	2515 мм	4894 мм	128008 кг
1600 DQKF	2068 мм	2515 мм	4894 мм	14611 кг
1650 DQKE	2068 мм	2515 мм	4894 мм	12800 кг
1760 DQKF	2068 мм	2515 мм	4894 мм	14611 кг

Напольный прерыватель и шкаф контактов нагрузки (для использования свыше 2000 А)			
Сила тока, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю		

\*Вес указан со стандартным низковольтным генератором.

Генераторный агрегат поставляется с залитым моторным маслом и хладагентом.

Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.

Не использовать сведения для проектирования установки.

Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.

Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

Примечание: генераторы, устанавливаемые в местах, где необходимо использовать систему TA Luft, оснащаются удаленными системами охлаждения.

**Газовые генераторы**  
**315 кВт, 50 Гц**  
**Двигатели серии QSK19G**

**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

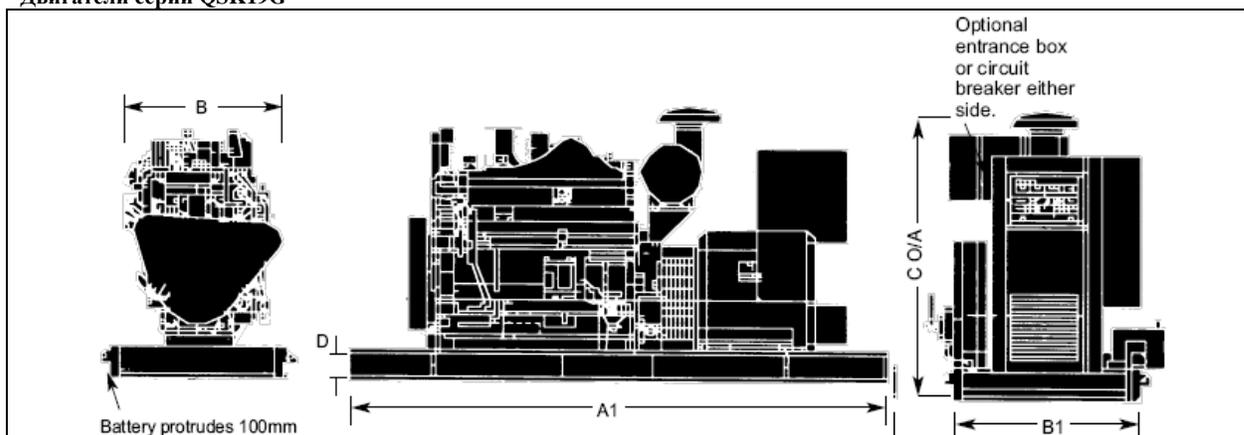
Характеристики генераторного агрегата	50 Гц
Модель	315 GFBA
Выходная мощность при постоянной работе	315 кВт / 394 кВА при к.м. = 0,8
Регулировка напряжения генератора	± 1 %
Класс изоляции генератора	IP22
Нарастание температуры изоляции генератора	Н/Н
Сведения о двигателе	
Модель	QSK 19G
Диаметр поршня	159 мм
Ход поршня	159 мм
Объем	19 литров
Конфигурация цилиндров	6 в ряд
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением
Обороты	1500
Коэффициент сжатия	11:1
Среднее эффективное тормозное давление	14,0 бар
Эффективная механическая мощность при механических насосах	330 кВт

Номиналы по ISO 8528 и BS 5514 при максимальной температуре окружающей среды 35 °С и метановом числе свыше 75. Перегрузка не допускается. Подробные характеристики см. в спецификациях.

**Технические данные**  
**Вес и размеры на 50 Гц**



Газовые генераторы  
 Двигатели серии QSK19G



Battery protrudes 100 mm	Батарея выступает на 100 мм
Optional entrance box or circuit breaker either side	Факультативная кабельная коробка или прерыватель с любой стороны

	Размеры и веса (мм/кг)			Сухой вес	Влажный вес
	A	B	C		
Без местного радиатора	3490	1266	1792	3856	3990

Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.  
 Не использовать сведения для проектирования установки.  
 Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.  
 Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**Газовые генераторы  
1370-1570 кВт, 50 Гц  
Двигатели серии QSV81G**

**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

	50 Гц	50 Гц
Характеристики генераторного агрегата		
Модель	1370 GQMA	1570 GQMB
Выходная мощность при постоянной работе	1370	1570
Регулировка напряжения генератора	± 1 %	± 1 %
Класс изоляции генератора	IP22	IP22
Нарастание температуры изоляции генератора	Н/Н	Н/Н
Рекомендуемое пусковое давление в баллоне со сжатым воздухом	30-40 бар	30-40 бар
Напряжение стартера двигателя	24 В	24 В
Минимальная емкость батареи при 20 °С	720 А/ч	720 А/ч
Сведения о двигателе		
Модель	QSV81-G	QSV81-G
Диаметр поршня	180 мм	180 мм
Ход поршня	200 мм	200 мм
Объем	81.44 литра	81.44 литра
Конфигурация цилиндров	6, V-образный	6, V-образный
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Обороты	1500	1500
Среднее эффективное тормозное давление	14 бар	16 бар
Эффективная механическая мощность при механических насосах	1425 кВт	1629 кВт

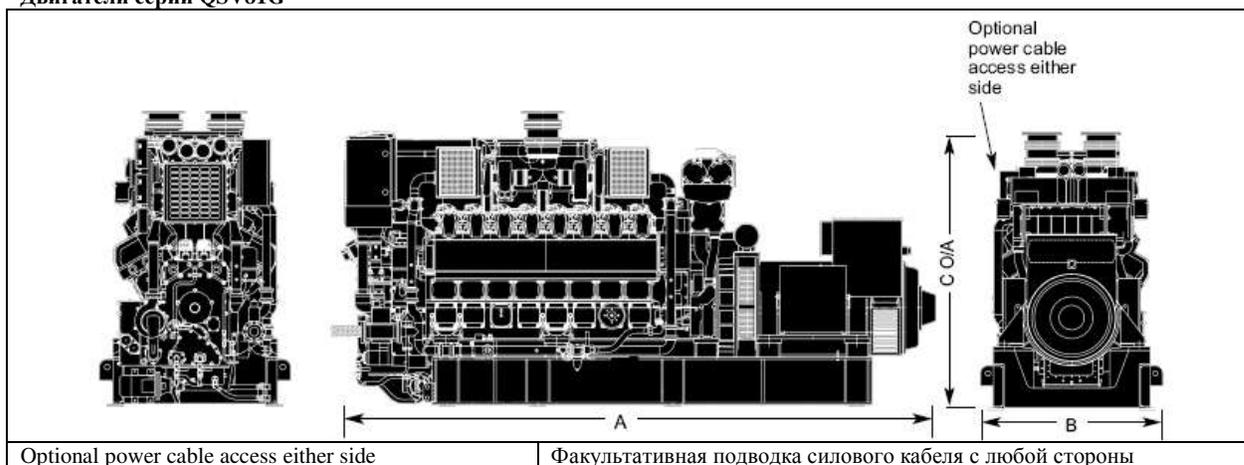
Номиналы по ISO 8528 и BS 5514 при максимальной температуре окружающей среды 35 °С, максимальной высоте над уровнем моря 1000 м и параллельной работой с сетевым источником питания. Перегрузка не допускается. Подробные характеристики см. в спецификациях.



## Технические данные Вес и размеры на 50 Гц



Газовые генераторы  
Двигатели серии QSV81G



	Размеры и веса (мм/кг)			Сухой вес	Влажный вес
	A	B	C		
1370 GQMA без местного радиатора	5356	1721	2661	14832	16137
1370 GQMA без местного радиатора	5356	1721	2661	15300	16637

Напольный прерыватель и шкаф контактов нагрузки (для использования свыше 2000 А)			
Сила тока, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм
1600	1000	1050	1500
2000	1000	1050	1500
2500	1000	1050	1500
3200	1000	1050	1500
4000	Обратитесь к изготовителю		

Все размеры и веса носят исключительно информационный характер.  
Не использовать сведения для проектирования установки.  
Требуйте утвержденных чертежей для Вашего конкретного проекта.  
Технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.

**Газовые генераторы  
1540-1750 кВт, 50 Гц  
Двигатели серии QSV91G**

**Генераторные агрегаты на 50 Гц**

	50 Гц	50 Гц
Характеристики генераторного агрегата		
Модель	1540 GQNA	1750 GQNB-50
Выходная мощность при постоянной работе	1540	1750
Регулировка напряжения генератора	± 1 %	± 1 %
Класс изоляции генератора	IP22	IP22
Нарастание температуры изоляции генератора	Н/Н	Н/Н
Рекомендуемое пусковое давление в баллоне со сжатым воздухом	30-40 бар	30-40 бар
Напряжение стартера двигателя	24 В	24 В
Минимальная емкость батареи при 20 °С	720 А/ч	720 А/ч
Сведения о двигателе		
Модель	QSV981-G	QSV91-G
Диаметр поршня	180 мм	180 мм
Ход поршня	200 мм	200 мм
Объем	91,62 литра	
Конфигурация цилиндров	18, V-образный	18, V-образный
Аспирация	Турбонаддув с последующим охлаждением	Турбонаддув с последующим охлаждением
Обороты	1500	1500
Среднее эффективное тормозное давление	14 бар	16 бар
Эффективная механическая мощность при механических насосах	1600 кВт	1832 кВт

Номиналы по ISO 8528 и BS 5514 при максимальной температуре окружающей среды 35 °С, максимальной высоте над уровнем моря 1000 м и параллельной работой с сетевым источником питания. Перегрузка не допускается. Подробные характеристики см. в спецификациях.





## Дизельные генераторные агрегаты на 60 Гц

Первичный источник питания			Модель двигателя	Дежурный источник питания		
кВА	кВт	Модель		кВА	кВт	Дежурная модель
40	32	32 DGGC	<b>B3.3G1</b>	43	35	35 DGGC
57	46	46 DGHC	<b>B3.3G2</b>	63	52	52 DGHC
44	36	36 DGBC	<b>4B3.9G</b>	50	40	40 DGBC
60	48	48 DGCG	<b>4BT3.9G4</b>	64	51	51 DGCG
73	59	59 DGCH	<b>4BT3.9G4</b>	81	65	65 DGCH
83	66	66 DGCC	<b>4BTA3.9G2</b>	89	72	72 DGCC
95	76	76 DGDH	<b>6BT5.9G6</b>	106	85	85 DGDH
119	95	95 DGDJ	<b>6BT5.9G6</b>	131	105	105 DGDJ
153	122	122 DGEA	<b>6CT8.3G2</b>	167	133	133 DGEA
210	168	168 DGFB	<b>6CTA8.3G2</b>	228	182	182 DGFB
NA	NA	NA	<b>LTA10G2</b>	250	200	200 DFAA
254	203	203 DFAB	<b>LTA10G2</b>	NA	NA	NA
286	229	229 DFAC	<b>LTA10G1</b>	315	252	252 DFAC
351	281	281 DFCE	<b>NTA855G2</b>	390	312	312 DFCE
402	322	322 DFCC	<b>NTA855G3</b>	437	350	350 DFCC
513	410	410 DFEJ	<b>QSX15G9</b>	563	450	450 DFEJ
569	455	455 DFEK	<b>QSA15G9</b>	625	500	500 DFEK
439	351	351 DFEB	<b>KTA19G2</b>	500	400	400 DFEB
504	403	403 DFEL	<b>KTA19G3</b>	562	450	450 DFEL
561	449	449 DFED	<b>KTA19G4</b>	626	501	501 DFED
681	545	545 DFGB	<b>VTA28G5</b>	754	603	603 DFGB
862	690	690 DFHA	<b>QST30G1</b>	950	760	760 DFHA
920	736	736 DFHB	<b>QST30G2</b>	1012	810	810 DFHB
1044	835	835 DFHC	<b>QST30G3</b>	1156	925	925 DFHC
1160	928	928 DFJD	<b>KTA38G4</b>	1276	1020	1020 DFJD
1400	1120	1120 DFLE	<b>KTA50G3</b>	1587	1270	1270 DFLE
1608	1286	1286 DFLE	<b>KTA50G9</b>	1931	1545	1545 DFLE
2250	1800	1800 DQKC	<b>QSK60G6</b>	2500	2000	2000 DQKC

Условия эксплуатации:

60 Гц при температуре окружающего воздуха 40 °C (104 °F) с радиатором на 50 °C (122 °F)

Условия: первичный источник питания с неограниченным временем работы, пригодный для подачи питания вместо коммерческих источников.

Поставляет первичное питание при изменяемой нагрузке в течение неограниченного времени. Допускается перегрузка 10 %. Соответствует по номиналам ISO 8528, ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 и BS 5514.

Дежурный режим: применим для подачи аварийного питания в течение стандартных периодов отключения. Перегрузка в этом режиме не допускается. Соответствует по номиналам ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 и BS 5514.

См. также отдельное издание по техническим сведениям и рекомендуемым размерам помещений для генераторных агрегатов на 60 Гц.

## Модули на 5 МВт или 10 МВт в составе компактных электростанций

Компания Cummins Power Generation предложила уникальный вариант создания электростанции путем составления из модулей по 5 МВт конструкции, которая позволяет быстро разворачивать на месте станции мощностью до 60 МВт. Используя генераторные агрегаты в контейнерном варианте, пользователь осуществляет развертывание станции, прилагая минимум усилий.

Полная установка электростанции мощностью, например, 10 МВт может быть осуществлена в течение десяти дней с момента прибытия оборудования на место установки.

Все оборудование размещается в 20-футовых (6-метровых) контейнерах. Так, модуль мощностью 10 МВт будет состоять из 33 таких контейнеров 14 дизельными генераторными агрегатами в низ по 1 МВт каждый, 10 контейнеров с топливным резервуаром на 22000 литров каждый, 6 контейнеров с 14 повышающими трансформаторами на 1 МВт каждый, 2 контейнеров с системой кондиционирования воздуха со средневольтными распределительными щитами, подключенными к распределительному оборудованию, и 1 контейнера с системой кондиционирования воздуха для размещения поста управления.

Система может подавать как напряжение 11 кВ с частотой 50 Гц, так и переключаться на режим 13,8 кВ / 50 Гц без дополнительных изменений, а также работать при температуре окружающего воздуха до 55 °С.

Все соединительные силовые и управляющие кабели, предварительно нарезанные, оконцованные и помеченные цветом, входят в комплект поставки, также как и топливные линии, предварительно нарезанные и деионизированные. Это значительно сокращает время установки системы на месте, обеспечивает ее точное и правильное размещение и быстрый ввод в строй. Система отличается простотой установки и не требует участия квалифицированного персонала.

Все контейнеры надлежащим образом номинированы и сертифицированы для транспортировки по земле, морю, железной дороге и воздуху.

## Примерная спецификация электростанции на 10 МВт

Оборудование состоит из:

14 контейнеризированных дизельных генераторных агрегатов на 1031 кВт / 1289 кВА при 50 Гц или 1135 кВт / 1418 кВА при 60 Гц первичного питания каждый.

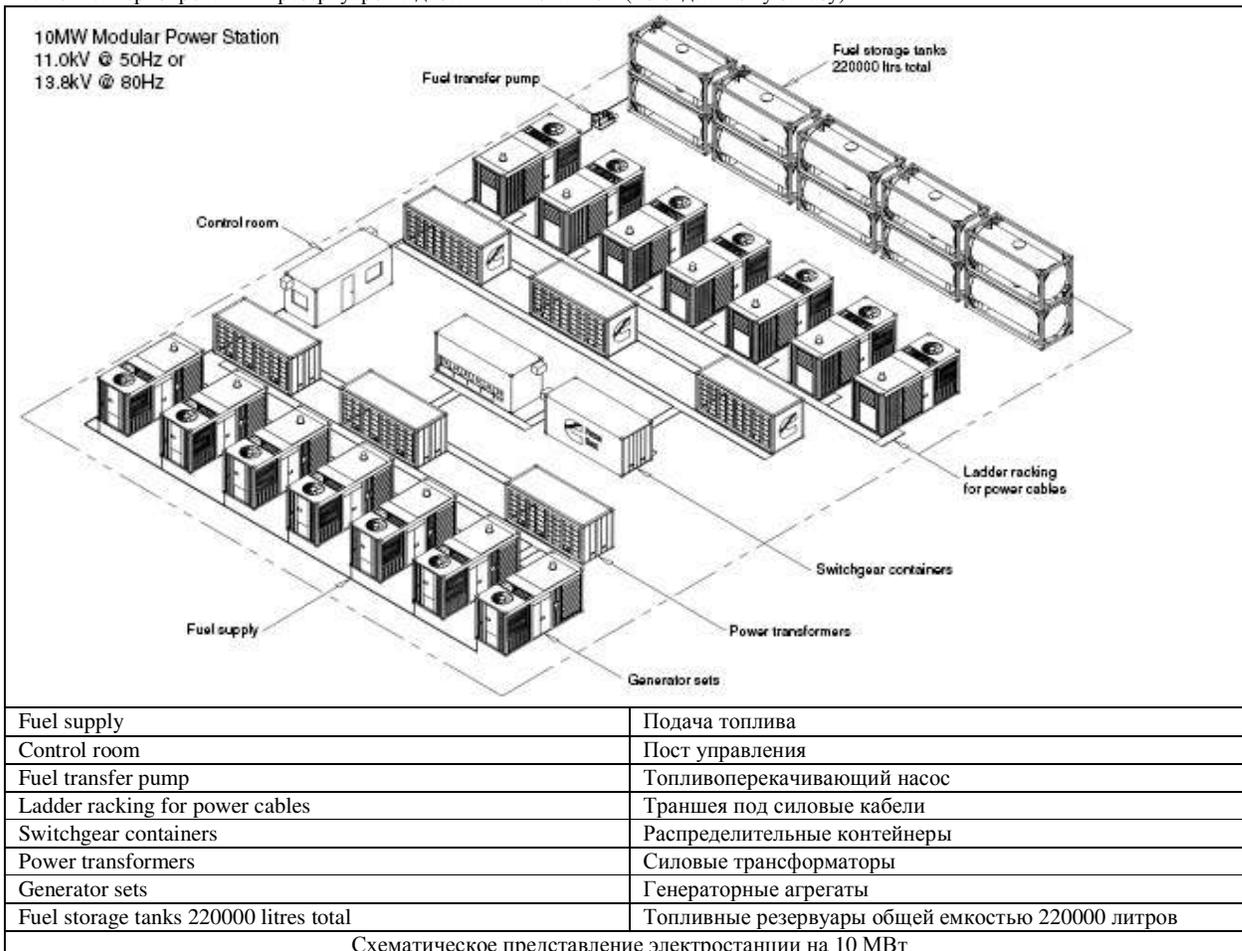
14 контейнеризированных повышающих трансформаторов.

1 контейнеризированного трансформатора заземления нейтрали.

2 контейнеризированных аппаратных.

1 контейнеризированного поста управления.

10 контейнеризированных резервуаров с дизельным топливом (по отдельному заказу).



Схематическое представление электростанции на 10 МВт

## Проектная информация по оборудованию для электростанции на 10 МВт

### Общие сведения

Все поставляемое оборудование может использоваться при частоте 50 Гц, 400/11000 В или 60 Гц, 480/13800 В и температуре окружающей среды до 55 °С.

Генерируемое напряжение 400/480 В при 50/60 Гц повышается отдельными трансформаторами до 1000/13800 В.

Полученное напряжение через специальные прерыватели подается на распределительную панель.

Каждая распределительная зала имеет переключатель, позволяющий объединять питание между ними в случае использования станции на 10 МВт.

Кроме того, каждая зала имеет свой выходной фидер, что дает возможность питания нагрузки от отдельного фидера или от обоих сразу.

Для изолированного варианта применения поставляется трансформатор заземления нейтрали.

Управление станцией осуществляется из специально оборудованного поста управления.

Цилиндрические топливные цистерны ISO поставляются по отдельному заказу и обеспечивают примерно 6 дней работы при полной нагрузке.

Низковольтные и средковольтные силовые кабели и управляющие сигнальные кабели предварительно нарезаны и снабжены концевыми контактами, что облегчает их использование по месту установки.

Линии подачи дизельного топлива также предварительно нарезаны по длине и деионизированы, что облегчает их использование по месту установки.

Система включает топливоперекачивающий насос.

### Дизельный генератор

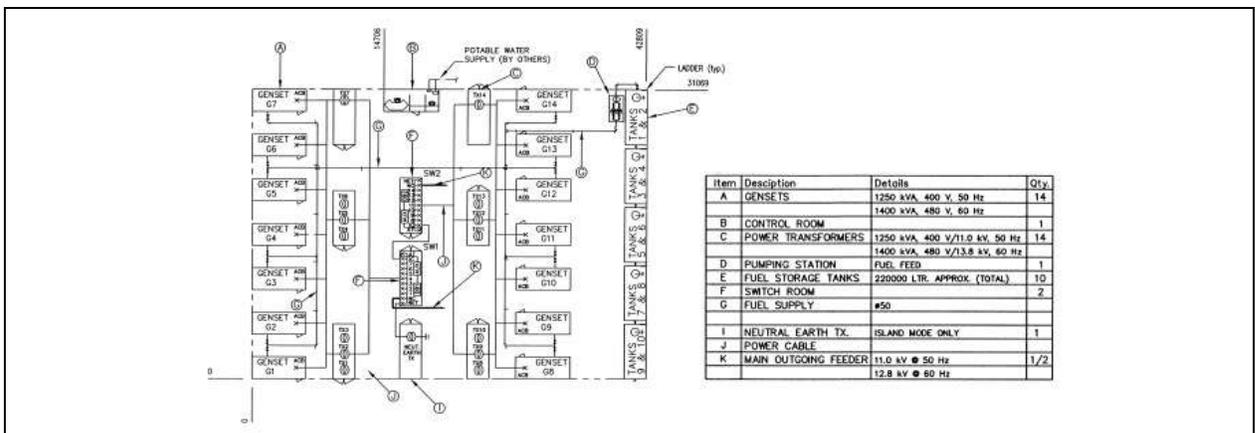
Дизельный генератор номинирован на 1031 кВт / 1250 кВА первичного питания или 843 кВт / 1054 кВА постоянного питания при 50 Гц и использует двигатель Cummins KTA50G3 с бесщеточным генератором переменного тока.

Агрегат установлен в 20-футовом стандартном контейнере ISO с маркировкой CSC и снабжен акустическим корпусом, обеспечивающим уровень звука 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр.

Кроме того, система включает в себя дневной бак, радиатор, маслосжигатель и систему параллельного управления Power-Command.

Оборудование может использоваться как изолированно, так и параллельно с сетевым источником питания и может конфигурироваться для распределения нагрузки.

Местное питание						
Рекомендуемые варианты конфигурации						
	5 МВт	10 МВт	15 МВт	20 МВт	30 МВт	40 МВт
Оборудование						
(а) кол-во агрегатов по 1 МВт	7	14	21	28	42	56
(б) кол-во цистерн по 22000 литров	6	10	16	20	30	40
(в) кол-во трансформаторов на 11-13,8 кВт	7	14	21	28	42	56
(г) кол-во распределительных контейнеров	1	2	3	4	6	8
(д) кол-во контейнеров управления	1	1	1	2	2	3
(е) площадь места установки в кв.метрах	35×40	40×50	50×60	60×80	80×80	100×100



(терминология соответствует рисунку выше)

Схематическое представление электростанции на 10 МВт с указанием прокладки топливных линий и кабелей

## Силовые повышающие трансформаторы

Относятся к типу масляных трансформаторов ONAN и могут принимать напряжение 400/480 В при 50/60 Гц и повышать его до 1000/13800 В.

Рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха до 55 °С.

Три трансформатора помещаются в один 20-футовый контейнер с кулисными стенками. Во время работы трансформаторов необходимо поднимать кулисы, что обеспечивает естественное охлаждение.

Съемные боковые стенки позволяют быстро извлекать трансформаторы в случае выхода их из строя.

Трансформатор заземления нейтрали размещается в аналогичном контейнере.

Каждый контейнер снабжен внутренним освещением и розеткой на 13 В.

## Переключатель

Каждая электростанция на 5 МВт снабжена распределительной линией, установленной в 20-футовом контейнере.

Линия включает в себя 7 входящих прерывателей генератора, 1 соединитель распределительных коммат, 1 прерыватель вспомогательного трансформатора, 1 прерыватель трансформатора заземления и 1 выходной фидер.

Соединитель распределительных коммат позволяет соединить обе распределительные коммат вместе при работе в варианте 10 МВт.

Контейнер оборудован вспомогательным трансформатором (для местного питания), системой кондиционирования воздуха (для охлаждения переключателя) и освещением.

## Резервуары дизельного топлива

При необходимости поставляются цилиндрические цистерны, установленные в стандартные рамы ISO.

Емкость каждой цистерны составляет 22000 литров.

10 таких цистерн обеспечивают работу при полной нагрузке в течение примерно 6 дней.

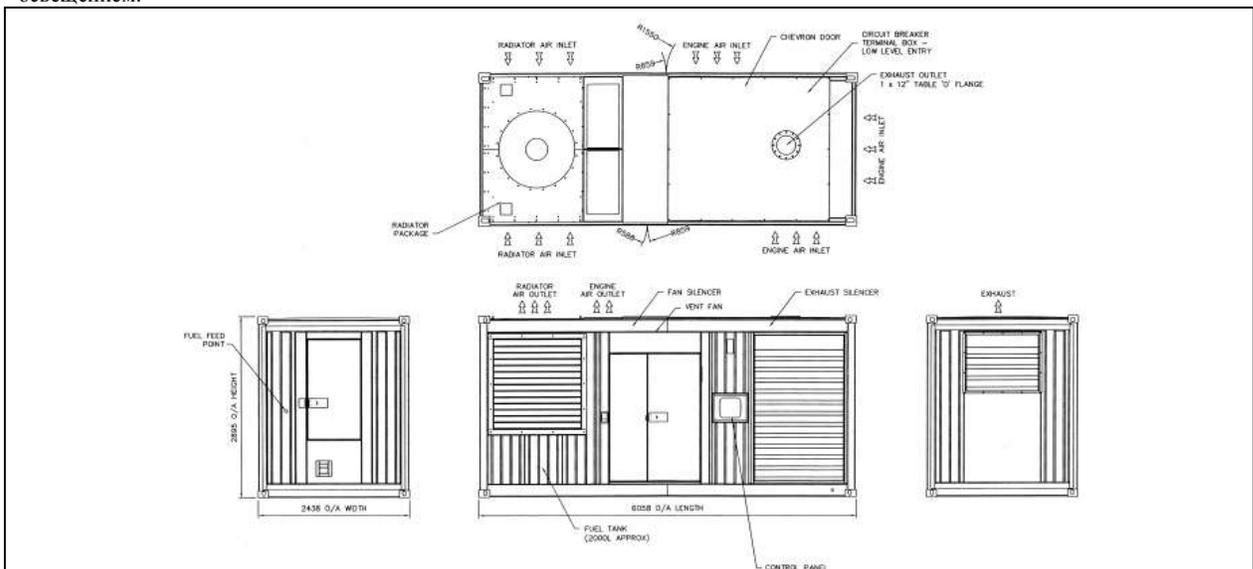
Поставляется топливоперекачивающий насос (на 50/60 Гц), обеспечивающий подачу топлива под давлением к каждому генераторному агрегату.

## Пост управления

Также располагается в стандартном 20-футовом контейнере и оснащен всеми необходимыми средствами управления и контроля.

Пуск, остановка и контроль оборудования осуществляются со стационарного компьютера.

Контейнер включает небольшой офис и собственно посту управления и оборудован системой кондиционирования воздуха и освещением.



Fuel feed point	Точка подачи топлива
Height	Высота
Width	Ширина
Radiator package	Радиатор
Radiator air inlet	Впуск воздуха к радиатору
Engine air inlet	Впуск воздуха к двигателю
Chevron door	Сдвижная дверь
Circuit breaker	Прерыватель
Terminal box	Клеммная коробка
Exhaust outlet	Выпуск выхлопной системы
Exhaust silencer	Глушитель
Fan silencer	Глушитель вентилятора
Fuel tank	Топливный бак
Control panel	Панель управления
Radiator / engine air outlet	Отвод воздуха от радиатора / двигателя

Контейнерный вариант генераторного агрегата на 1 МВт



Типовая электростанция Cummins на 30 МВт на стройплощадке в Африке



Многоагрегатная установка из 28 генераторных агрегатов по 1 МВт каждый обеспечивает постоянную мощность 20 МВт



Транспортировка, разгрузка и установка любого оборудования осуществляются специалистами Cummins, которые могут также взять на себя его эксплуатацию и техобслуживание.



Пример электростанции на 5 МВт из 7 генераторных агрегатов по 1 МВт каждый. Обратите внимание на использование 20-футовых контейнеров для размещения трансформаторов, поста управления и распределительной аппаратуры. Справа штабелированы цистерны с топливом по 22000 литров каждая, установленные в специальные рамы.



{пустая в оригинале} – Примечание переводчика.

Отдел проектирования газового силового оборудования компании Cummins

Выставочный центр ExCel – Лондон



### **Энергетическая установка для питания выставочного центра**

Энергетическая установка мощностью 1,35 МВт обеспечивает крупнейшего выставочного центра Лондона ExCel в Докландсе, включая отопление и кондиционирование воздуха в полном объеме.

Работая параллельно с ограниченным сетевым питанием, система обеспечивает рентабельный альтернативный вариант усиления национальной сети.

Избыток тепла от выхлопной системы используется для подачи умеренно теплой воды для отопления в зимний период, а также холодной воды в систему кондиционирования воздуха в летний период.

**Отдел проектирования газового силового оборудования компании Cummins установил энергетическую установку для обеспечения отопления и кондиционирования воздуха в новый выставочный центр ExCel стоимостью 250 миллионов фунтов стерлингов, расположенный в лондонском районе Докландс.**

Работая 356 дней в году и 24 часа в сутки, установка может обеспечивать подачу умеренно горячей воды, нагреваемой теплом от ее выхлопной системы, которая зимой используется для отопления, а летом – в теплообменнике системы кондиционирования воздуха.

### **Энергетический центр**

Энергетический центр компании Scottish & Southern также включает два дежурных дизельных генераторных агрегата, которые могут использоваться при пиковых нагрузках до 250 часов в год.

Установка работает параллельно с централизованной сетью, обеспечивая бесперебойное питание при пиковых нагрузках, например, при проведении выставок. Энергетический центр ExCel также включает три котла по 6 МВт, два поглотительных теплообменника по 2,5 МВт и один паровой теплообменник 3,9 МВт. В случае отключения сетевого питания установка автоматически останавливается, а прерыватель замыкается, изолируя ее. Затем она обеспечивает дежурное питание в параллельно с двумя дежурными агрегатами.



### **Мировой класс**

Занимая площадь 90000 м<sup>2</sup>, ExCel обеспечивает Лондон современным центром мирового класса для проведения конференций, выставок и специальных мероприятий.

Это новое строение, более крупное, чем расположенный по соседству Millenium Dome, чем расположенное. Это новое строение, побив ряд рекордов как самое большое строение под одной крышей среди сооружений развлекательной индустрии Великобритании. Это также самое большое в Европе здание с пролетами в свету, для перекрытия 375-метровых залов которого понадобилось в общей сложности 96 87-метровых ферм. Одним из примечательных моментов является наружная 40-метровая конструкция, позволяющая крыше перекрывать полную ширину выставочных залов без внутренних опор.

Расположенный вдоль Роял-Виктория-Докс, центр ExCel встраивается в структуру набережной, заполненной кафе, барами и ресторанами. Он также является частью впечатляющего комплекса, в который войдут семь отелей с 1500 номеров, 500 апартаментами, а также торговыми помещениями общей площадью 20000 м<sup>2</sup>.

Район Docklands вызвал серьезные затруднения у проектировщиков центра в плане энергоснабжения. Поскольку сетевое питание здесь ограничено, а перестройка национальной сети представлялась слишком дорогостоящей, проектировщики центра обратились в Energy Control Consultants Ltd для выработки стратегии энергообеспечения.

### **Рентабельность**

Моделирование ExCel как выставочного центра показало комплексность потребностей, в значительной степени варьирующихся в зависимости от двух факторов: температура снаружи и интенсивность использования комплекса.

Выбор был остановлен на наиболее рентабельной и эффективной конфигурации, включающей энергетическую установку для обеспечения основной нагрузки, превышающей питание от сети.

Компания Scottish & Southern воплотила рекомендации консультантов на практике, установив систему питания мощностью 7 МВт, включая два дизельных генераторных агрегата Cummins по 3 МВт каждый и один агрегат Cummins на 1,35 МВт, приводимый в действие 16-цилиндровым газовым двигателем Cummins 16QSV81G объемом 81 литр.

В настоящее время установка работает в непрерывном режиме. Компания Cummins заключила 15-летний договор на полное техническое обслуживание.

### Миниэлектростанция - Найроби, Кения



#### **Электростанция перенесена за 12 недель**

Универсальность контейнеризированных электростанций компании Cummins Power Rental блестяще продемонстрирована на примере переноса тридцати девяти агрегатов из Ганы в Кению – на другой край Африки – всего за двенадцать недель. Весь проект включал топливные линии, резервуары, кабели и средства распределения и контроля.

Компания Cummins переносит электростанцию из Ганы в Кению, быстро ликвидируя последствия неисправности сети. Компания Cummins Power Generation продемонстрировала универсальность и мобильность своих контейнеризированных миниэлектростанций, перенесла 30-мегаваттную установку из Ганы в Кению менее чем за 12 недель. На то, чтобы разгрузить, транспортировать, установить и запустить агрегаты после прибытия судна в порт, понадобилось всего 9 дней.

Электростанция работает круглосуточно, питая существующую подстанцию Эмбакаси в кенийской столице Найроби. Она будет вырабатывать электроэнергию для кенийской компании Kenya Power and Lighting Company на протяжении шести месяцев.

«В Кении создалась тяжелая ситуация, которая продолжала ухудшаться», - объяснил местный оператор компании Cummins. - «60-65 % энергосистемы страны составляет гидроэлектрика, однако в последние годы уровни воды резко понизились. Сезон дождей с марта по май прошел без единого дождя. Положение усугублялось засухой, имевшей место в конце прошлого года. Результатом явилось сокращение подачи энергии до 18 часов в день даже в Найроби. Это стало большой проблемой для промышленных, деловых и бытовых пользователей и принесло Kenya Power and Lighting Company убытки на несколько миллионов долларов.

Всемирный банк выделил средства на покупку энергии, и правительство страны подписало три договора на поставку в общей сложности 105 мВт энергии.»

### **Быстрота развертывания**

39 генераторных агрегата были развернуты и запущены на месте установки через 12 недель после размещении заказа. Компании Cummins понадобилось 9 дней, чтобы выгрузить оборудование с судна, перевезти его за 300 миль до места установки, установить его, проложить 21 км топливных линий и кабелей и подключить топливные резервуары, средства управления и распределения и трансформаторы, после чего запустить оборудование.

Электростанция работает круглосуточно, питая существующую подстанцию Эмбакаси в кенийской столице Найроби. Она будет вырабатывать электроэнергию для кенийской компании Kenya Power and Lighting Company на протяжении шести месяцев.

Все функции по автоматической синхронизации параллельному использованию осуществляются микропроцессорной цифровой системой PowerCommand компании Cummins, среднее время выхода из строя для которой составляет 250000 часов. Каждый агрегат вырабатывает 1043 кВА/834 кВт при 50 Гц на скорости 1500 об./мин. с повышением с 3300 В до 11000 В для последующего подключения к сети. 36 агрегатов работают 24 часа в сутки, семь дней в неделю, обеспечивая совокупную мощность 30 МВт. Еще три агрегата выполняют резервную функцию при проведении планового техобслуживания.

Система подключена к сети для локального мониторинга с завода Cummins в Кенте, Англия, расположенного на расстоянии около 4828 км от нее.



Следующий распределительный центр – Йоркшир, Великобритания



**Два полностью автоматических агрегата по 800 кВА каждый**

Крупнейшая компания розничной торговли в Великобритании, NEXT, установила два полностью автоматических агрегата по 800 кВА каждый на своем автоматизированном складе в Саут-Эмсолле, Йоркшир.

Они приводятся в действие 12-цилиндровыми двигателями QST30 компании Cummins и защищают склады от проблем с питанием от национальной электросети.

Агрегаты оснащены новой системой PowerCommand и постоянно находятся в дежурном режиме.

Два агрегата компании Cummins Power Generation были установлены в новом полностью автоматизированном центре хранения и распределения площадью 21368 кв. метров ведущей компании по торговле товарами для дома и владельцем торговой марки High Street – компанией NEXT, обеспечивая резервную поддержку 10 агрегатов. Все агрегаты поставлены Cummins и ее дочерними компаниями.

Система включает два агрегата по 800 кВА, средства управления и переключения и будет защищать центр от перебоев с питанием от национальной сети. Резкое понижение напряжения может иметь серьезные последствия для автоматизированного центра, принимающего упакованные товары на склад и затем обрабатывающего и отправляющего заказы в 300 магазинов компании по всей стране.

«Наша розничная деятельность требует высокой скорости оборота заказов, поскольку у многих наших магазинов нет возможности самостоятельно хранить большие запасы товаров. Кроме того, мы гордимся тем, что предоставляем первоклассные услуги нашим клиентам, которые делают покупки из дома, с директории NEXT», - говорит сотрудник компании.

### **Автоматическое распределение**

Оснащенный 20-метровым стеллажом, сложным конвейером и системой сбора комплектования заказов, этот центр является одним из наиболее передовых в своем роде во всей Великобритании.

«Высокая степень автоматизации и требования к полностью компьютеризированной обработке заказов и управлению означают, что мы просто не можем остаться без электроэнергии, даже на короткий период. Таким образом, наличие совершенной дежурной системы было приоритетным моментом при планировании нового центра» - говорит тот же сотрудник.

Агрегаты Cummins Power Generation установлены вдоль одной из внешних стен здания и питаются топливом из расположенного по соседству резервуара емкостью 28000 литров. Высокоэффективная акустическая защита сводит шум при их использовании к минимуму и обеспечивает полную защиту от неблагоприятных воздействий.

### **Автоматика и автономность**

Агрегаты приводятся в действие последними двигателями Cummins – QST30G2, а также оснащены новой системой Power-Command и постоянно находятся в дежурном режиме, отслеживая состояние центральной сети. При прекращении питания от сети генераторы включаются и способны начать давать энергию через 5-10 секунд после включения. Поскольку дежурная система работает параллельно с сетью, при восстановлении сетевого питания она автоматически отключается. Кроме того, существует возможность испытаний системы без прерывания нормального питания.

«Мы имеем практически неуязвимую систему питания, которая устраняет риски сбоев и задержку в обработке заказов и их отправке, вызванные неисправностями питания. Следовательно, мы рассматриваем эту систему не только как жизненно важный элемент, но и как капиталовложение в дальнейшее усовершенствование нашей системы обслуживания клиентов, которая уже находится на высоком уровне», - говорит сотрудник NEXT.

Выбор был остановлен на агрегатах системы управления среди прочих конкурентов, поскольку именно эта компания предложила как раз то, что было необходимо NEXT. Последняя дежурная установка обеспечивает резерв до 10 агрегатов.

### Финансовый центр Барклайколл – Сандерленд, Великобритания



#### **Безотказная работа – Плавное возвращение сетевого питания**

Компания Cummins Power generation установила два агрегата CP-1250-5 по 1250 кВА (1000 кВт) в здании Барклайколл (Доксфорд, Сандерленд).

Они имеют автоматический запуск, автоматическое распределение нагрузки и управляются системой PowerCommand и главным цифровым процессором DMC300.

### Место установки

Компания Cummins Power Generation установила во впечатляющем здании Барклайколл (Доксфорд, Сандерленд) два полностью автоматических дежурных агрегата по 1250 кВА с целью обеспечения энергией всех финансовых клиентов компании Barclay.

Агрегаты установлены в Центре помощи и консультирования в области финансов компании Barclay. Дежурное питание от агрегатов обеспечивает все компьютеры, базы данных и основные системы жизнеобеспечения, такие как СБП, в двух корпусах – трех- и четырехэтажном.

### Система управления

Оба генератора оснащены системами PowerCommand, подключенными к главному цифровому процессору, что обеспечивает автоматический запуск при падении или полном исчезновении напряжения в сети. Автоматическая синхронизация и распределение нагрузки между двумя генераторами обеспечивает плавный переход к сетевому питанию после его восстановления. Обе системы имеют микропроцессорное управление, а DMC оснащен последней контактной панелью дисплея для управления, контроля и программирования системы.

Питание поступает в систему распределения, которая разделяет важные нагрузки и не столь важные нагрузки. В первую очередь обеспечивается питание важных нагрузок.



### Агрегаты

Агрегаты работают от шестнадцатичилиндровых турбодизельных двигателей KAT50G3, которые приводят в действие бесщеточные генераторы с системой управления PowerCommand.

### Установка

Ответственность за электрообслуживание здания и установку генераторов возложена на электроподрядчиков N. G. Bailey. Остальные десять крупных отделений Barclay Bank по всей Великобритании также защищены системами Cummins.



### Госпиталь имени короля Фейзала – Эр-Рияд, Саудовская Аравия



#### **Семь агрегатов для специализированного госпиталя**

Компания Cummins Power Generation установила семь генераторов для обеспечения полного объема питания специализированного госпиталя и исследовательского центра в Эр-Рияде, Саудовская Аравия. Система мощностью 4,6 мВт состоит из трех агрегатов по 700 кВт (875 кВА) и трех агрегатов по 600 кВт (750 кВА), обеспечивающих постоянное питание основной нагрузки, автоматическую синхронизацию и распределение нагрузок. Они приводятся в действие двенадцатицилиндровыми двигателями VTA28 и KTA38 компании Cummins.

Компания Cummins установила станцию первичного питания саудовского госпиталя мощностью 4,6 мВт, которая обеспечивает 100% основное питание большого госпиталя в столице Саудовской Аравии – Эр-Рияде.

Система, установленная в Специализированном госпитале и исследовательском центре имени короля Фейзала состоит из трех агрегатов по 700 кВт (875 кВА) и трех агрегатов по 600 кВт (750 кВА), обеспечивающих напряжение 380 В при 60 Гц каждый. Обычно одновременно работают четыре-пять агрегатов, другие находятся в дежурном режиме. Панель управления, находящаяся в смежном помещении, автоматически синхронизирует производимую энергию и поддерживает нагрузку на каждый генератор в пределах 70-80 от максимальной. Это позволяет оптимизировать условия эксплуатации оборудования. Система управления также обеспечивает принятие на себя каждым агрегатом критической нагрузки непосредственно после запуска.

Охлаждение осуществляется посредством удаленных радиаторов, установленных на крыше.



### **Долгосрочная надежность**

Агрегаты установлены в 1993 году местным дистрибьютором Cummins – Генеральной подрядческой компанией Olayan - взамен семи конкурентных аппаратов, которые доказали свое несоответствие задаче.

В настоящее время наработка нашего оборудования составляет более 17000 часов.



**ВАШ МЕСТНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР**

Cummins Power Generators Limited [Камминз Пауэр Дженерейтез Лимитед]  
Manston Park, Columbus Avenue  
Manston, Ramsgate,  
Kent CT12 5BF, UK [Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии]  
Тел.: +44 (0) 1843 255000  
Факс: +44 (0) 1843 255902  
E-mail: [cpg\\_info@cummins.com](mailto:cpg_info@cummins.com)  
[www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com)  
[www.cummins.com](http://www.cummins.com)

01/03. № для ссылок 3-666-700-01